

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

# **Python Programación**



**Libro digital**  
**Versión 3.0 – 2017**  
**Luis Rodríguez Ojeda**



# Python Programación

## Prefacio

Este documento es una contribución bibliográfica para los estudiantes que toman un primer curso de Programación de Computadoras a nivel universitario. El estudio del material incluido en los primeros doce capítulos no tiene pre-requisitos, solamente el interés en conocer un lenguaje actual que posteriormente pueda ser usado como el soporte para resolver computacionalmente problemas de diferente nivel de complejidad en ingeniería, matemáticas y otras áreas. Sin embargo, es deseable que los interesados tengan algún conocimiento básico de la lógica matemática.

El enfoque didáctico utilizado en este documento es el aprendizaje mediante ejemplos y desarrollo de ejercicios propuestos. El material incluye muchos ejemplos para describir los conceptos algorítmicos en forma práctica y el uso del lenguaje computacional Python.

Python es un interpretador de instrucciones muy eficiente y de acceso libre y público disponible para su instalación desde la red internet. El lenguaje Python es fácil de aprender y aplicar, versátil y muy conveniente para iniciar el aprendizaje de lenguajes de programación de manera progresiva y creativa usando diferentes metodologías de programación.

El soporte de este documento es la experiencia desarrollada por el autor impartiendo cursos de enseñanza de lenguajes de programación para estudiantes de ingeniería y el haber desarrollado otros documentos digitales de apoyo bibliográfico.

Este documento es de uso público y distribución libre y se adhiere a la corriente de desarrollar textos digitales que puedan ser actualizados y mejorados continuamente y disponibles para su uso en línea, reduciendo el consumo de papel y tinta, contribuyendo así con el cuidado del medio ambiente.

El documento ha sido compilado en un formato que facilita el uso de la información. Se puede controlar el tamaño del texto en pantalla, agregar un índice electrónico para facilitar búsqueda de temas, resaltar digitalmente texto, insertar comentarios, notas, enlaces, revisiones, etc. y que no sería posible en un texto impreso.

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**  
**Luis Rodríguez Ojeda, M.Sc.**  
**Profesor**  
**2014**  
**lrodrig@espol.edu.ec**

## Organización del material

El capítulo **1** establece un modelo general para la resolución de problemas con el computador. Los usuarios pudieran darle unos pocos minutos a su lectura.

Los capítulos **2** y **3** son opcionales. Pueden ser de interés para los usuarios que quieran entender los conceptos abstractos de algoritmos y la construcción de algoritmos computacionales independientemente de un lenguaje de programación específico.

El capítulo **4** tiene información general acerca de lenguajes de programación y metodologías de programación. Su lectura tomará pocos minutos

Los capítulos **5**, **6**, **7** y **8** contienen el material básico para conocer y practicar el lenguaje de programación Python. Su estudio cubriría el tiempo de un semestre académico para estudiantes de carreras de ingeniería.

En esta edición se ha agregado el capítulo **9** el cual contiene soluciones propuestas para los problemas incluidos en exámenes receptados recientemente en el curso “Fundamentos de Programación” de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación (FIEC) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Estos problemas representan la línea actual de conocimientos requeridos del lenguaje Python. Se sugiere estudiar y probar las soluciones propuestas.

Los capítulos **10**, **11** y **12** son una introducción a temas que normalmente son de interés para estudiantes que siguen una carrera orientada a áreas computacionales.

Los capítulos **13** y **14** pueden ser de interés para usuarios que tienen un mayor nivel de conocimientos matemáticos y requieren resolver problemas mas especializados con el soporte de librerías especializadas de Python.

## Contenido

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>10</b>
1.1	Objetivo y requisitos	10
1.2	Metodología	10
1.3	Un modelo para resolver problemas con el computador	10
<b>2</b>	<b>Algoritmos</b>	<b>12</b>
2.1	Estructura de un algoritmo	12
2.2	Lenguajes para describir algoritmos	13
2.3	Definiciones	13
2.4	Introducción a la construcción de algoritmos	13
2.5	Ejercicios de creación de algoritmos	16
<b>3</b>	<b>Construcción de algoritmos computacionales</b>	<b>19</b>
3.1	Instrucciones y operaciones elementales	19
3.2	Diagramas de flujo	21
3.3	Seudo lenguaje	23
3.3.1	Algunas instrucciones típicas de asignación en notación algorítmica	24
3.3.2	Ejercicios con la notación algorítmica: Algoritmos secuenciales	25
3.4	Estructuras de control de flujo de algoritmos	26
3.4.1	Estructuras de decisión	26
3.4.2	Ejercicios con la notación algorítmica: Algoritmos con decisiones	32
3.4.3	Estructuras de repetición o ciclos	33
3.4.4	Ejercicios con la notación algorítmica: Algoritmos con ciclos	41
3.5	Reestructuración de algoritmos	42
3.5.1	Ejercicios de reestructuración de algoritmos	47
<b>4</b>	<b>Lenguajes de Programación de Computadoras</b>	<b>49</b>
4.1	Metodologías de programación	50
4.2	Factores para elegir un lenguaje de programación	50
4.3	Lenguajes compilados y lenguajes interpretados	51

<b>5</b>	<b>El lenguaje Python</b>	<b>52</b>
5.1	Origen del lenguaje Python	52
5.2	Características del lenguaje computacional Python	53
5.3	Carga e instalación	55
5.4	Extensiones al lenguaje	57
5.5	Desarrollo de programas en el lenguaje Python	58
5.6	Algunos elementos básicos para escribir programas	58
5.6.1	Tipos de datos básicos	58
5.6.2	Variables o identificadores	59
5.6.3	Operadores	59
5.6.4	Conversión entre tipos de datos	62
5.6.5	Tipos numéricos en otras bases	63
5.6.6	Uso de módulos especiales	64
5.6.7	El sistema de ayuda	65
5.6.8	Documentación en línea	66
5.6.9	Depuración de programas	66
5.6.10	Funciones del módulo math	67
5.6.11	Traducción de expresiones	68
5.6.12	Ejercicios de traducción de expresiones	68
5.6.13	Un ejemplo introductorio desarrollado en modo interactivo	69
5.6.14	Práctica computacional en la ventana interactiva	70
5.6.15	Ejercicios de resolución de problemas en la ventana interactiva	71
5.7	Instrucciones básicas para programar con Python	72
5.7.1	Instrucción de asignación	72
5.7.2	Asignaciones especiales	72
5.7.3	Instrucción para ingreso de datos	74
5.7.4	Instrucción para salida de resultados	75
5.7.5	Documentación de los programas	77
5.7.6	Encolumnamiento de instrucciones	77
5.7.7	El primer ejemplo desarrollado en modo de programación	78
5.7.8	Ejercicios de programación con las instrucciones básicas	81
5.7.9	Operadores para aritmética entera	82
5.7.10	Ejercicios de programación con los operadores para aritmética entera	83

5.8	Estructuras de decisión en Python	84
5.8.1	Ejecución condicionada de un bloque de instrucciones	84
5.8.2	Ejecución selectiva entre dos bloques de instrucciones	87
5.8.3	Decisiones anidadas	89
5.8.4	Decisiones consecutivas	92
5.8.5	Ejercicios de programación con decisiones	95
5.9	Números aleatorios	99
5.10	Estructuras de repetición o ciclos en Python	101
5.10.1	Ejecución repetida de un bloque mediante una condición al inicio	101
5.10.2	Ejecución repetida de un bloque mediante una secuencia	106
5.10.3	Ciclos anidados	123
5.10.4	La instrucción break	133
5.10.5	La instrucción continue	136
5.10.6	La instrucción exit	137
5.10.7	La instrucción pass	137
5.10.8	El objeto None	137
5.10.9	Ejecución repetida de un bloque mediante una condición al final	138
5.11	Introducción a validación de datos y control de errores de ejecución	140
5.11.1	Control de errores de ejecución	141
5.12	Ejercicios de programación con ciclos	146
5.13	Programas que interactúan con un menú	150
5.13.1	Ejercicios de programación con menú	154
6	Creación de funciones	155
6.1	Declaración de una función	155
6.2	Parámetros empaquetados	160
6.3	Parámetros por omisión	160
6.4	Parámetros por valor y parámetros por referencia	163
6.5	Alcance de las variables de programas y funciones	164
6.6	Declaración de variables globales	165
6.7	Funciones sin parámetros	167
6.8	Expresiones lambda	167
6.9	Funciones recursivas	168

6.10	Funciones generadoras	171
6.10.1	Generadores infinitos	173
6.10.2	Interrupción de un ciclo doble	177
6.11	Funciones con parámetros de tipo función	178
6.12	Sugerencias generales para programar con funciones	179
6.13	Ejercicios de programación con funciones	180
7	Tipos de datos estructurados	183
7.1	Listas	183
7.1.1	Programación de iteraciones con tipos de datos estructurados	197
7.1.8	Trasmisión de parámetros de tipo estructurado	199
7.2	Arreglos unidimensionales (vectores)	200
7.2.1	Resolución de problemas con arreglos unidimensionales (vectores)	216
7.2.2	Ejercicios de programación con arreglos unidimensionales (vectores)	231
7.3	Cadenas de caracteres (strings)	235
7.3.1	Resolución de problemas con cadenas de caracteres	244
7.3.2	Ejercicios de programación con cadenas de caracteres	251
7.4	Arreglos bidimensionales (matrices)	254
7.4.1	Resolución de problemas con arreglos bidimensionales (matrices)	281
7.4.2	Listas y arreglos multidimensionales	296
7.4.3	Ejercicios de programación con arreglos bidimensionales (matrices)	301
7.5	Tuplas	308
7.6	Conjuntos	313
7.7	Diccionarios	317
7.8	Programación de recorridos de colecciones	330
7.9	Ejercicios de programación con colecciones y funciones	332
7.10	Formatos de salida en Python	337
8	Registros y archivos	342
8.1	Desarrollo de aplicaciones con registros en memoria	343
8.2	Funciones para manejo de archivos secuenciales de tipo texto en disco	350



8.3	Desarrollo de una aplicación de archivos usando el Bloc de notas de Windows	365
8.4	Desarrollo de una aplicación de archivos usando la hoja EXCEL	371
8.5	Conversión entre tablas numéricas EXCEL y arreglos NumPy	381
8.6	Salida de resultados para imprimir o transmitir	385
8.7	Programas para almacenamiento y recuperación de registros en archivos de texto en disco	387
8.8	Ejercicios de programación con registros y archivos	406
9	Soluciones propuestas para problemas de exámenes de programación de computadoras con el lenguaje Python	410
10	Programación Orientada a Objetos	472
10.1	Diseño de clases para representar estructuras de datos especiales	474
10.1.1	Estructura de datos Pila	474
10.1.2	Estructura de datos Cola	479
10.2	Ejercicios de programación orientada a objetos	483
11	Diseño de Interfaz de Usuario	484
11.1	Diseño de interfaz de usuario con programación orientada a objetos	485
12	Eficiencia de algoritmos y programas	489
12.1	La notación $O()$	491
13	Librerías especializadas	493
13.1	Librería Pandas	493
13.2	Librería gráfica: Pylab, Matplotlib	515
13.3	Librería para manejo matemático simbólico: SymPy	519
14	Métodos Numéricos	523
14.1	Problemas de aplicación de los métodos numéricos	533
15	Bibliografía	534

# Python Programación

## 1 Introducción

### 1.1 Objetivo y requisitos

Esta obra es una contribución para el desarrollo de una metodología computacional para resolver problemas basada en los principios de la construcción de algoritmos estructurados.

El soporte computacional es el lenguaje Python con el que se explora y se adquiere la práctica y el conocimiento suficiente para la programación de computadoras aplicada a la resolución de problemas matemáticos, de ingeniería y otras ciencias. Es deseable que los interesados tengan algún conocimiento básico de la lógica matemática.

### 1.2 Metodología

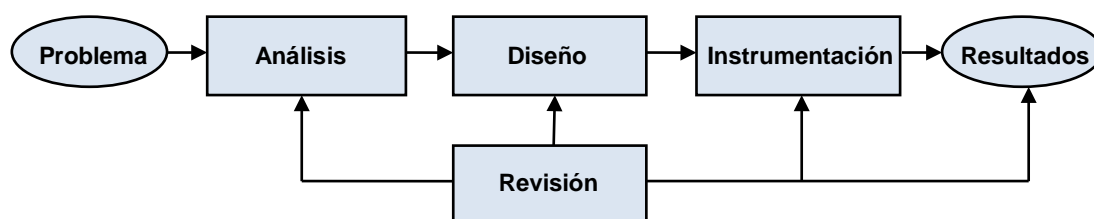
Mediante explicaciones basadas en ejemplos, el usuario puede adquirir en forma progresiva los conocimientos necesarios para resolver problemas y su programación en Python. El desarrollo de variados ejercicios proporcionará la base para extenderlos y aplicarlos a la resolución de problemas más complejos. Al mismo tiempo, el usuario podrá desarrollar su propio estilo de programación.

### 1.3 Un modelo para resolver problemas con el computador

El análisis y diseño de soluciones computacionales es una ciencia que facilita el uso eficiente del poder de las computadoras para resolver problemas.

Para facilitar el desarrollo de estas soluciones, es adecuado usar un lenguaje computacional simple, general y eficiente como el que ofrece Python.

El siguiente gráfico describe los pasos en la solución computacional de un problema



Primero, es necesario asegurarnos que el problema que intentamos resolver está en nuestro ámbito de conocimiento. No es recomendable intentar resolver problemas si no tenemos el conocimiento y la práctica para enfrentar su solución.

En la etapa de **Análisis** se estudia el problema en forma detallada: sus características, las variables y los procesos que intervienen. Asimismo, se deben definir los datos que se requieren y cual es el objetivo esperado. El resultado de esta etapa son las **especificaciones** detalladas de los requerimientos que en algunos casos se pueden expresar en forma matemática.

En la etapa de **Diseño** se procede a elaborar los procedimientos necesarios para cumplir con los requerimientos especificados en el análisis, incluyendo fórmulas, tablas, etc. El objeto resultante se denomina **algoritmo**.

En la etapa de **Instrumentación**, si el problema es simple, se puede obtener la solución interactuando directamente mediante instrumentos disponibles en el entorno computacional. Si el problema es más complejo, deben construirse **programas** y definir el ingreso y la organización de los datos necesarios.

Al concluir la etapa de la instrumentación, se usan datos para realizar **pruebas** de los programas. Es necesario que se realice una revisión en cada etapa de este proceso y que se validen los resultados obtenidos antes de aceptarlos y continuar.

Posteriormente se efectúa la instalación y operación. Debe preverse la necesidad de mantenimiento y cambios en los programas para ajustarlos al entorno en el que se usarán.

Este proceso necesita ser planificado y sistematizado para que su desarrollo sea eficiente siendo imprescindible seguir normas, utilizar metodologías de programación y mantener una documentación adecuada.

Los instrumentos computacionales modernos tales como Python disponen de facilidades para probar interactivamente instrucciones y programas a medida que son desarrollados, mejorando así la productividad. También ofrece librerías que facilitan el desarrollo de los proyectos de programación.

## 2 Algoritmos

Un algoritmo es una descripción ordenada de las instrucciones que deben realizarse para resolver un problema en un tiempo finito.

Para crear un algoritmo es necesario conocer en forma detallada el problema, las variables, los datos que se necesitan, los procesos involucrados, las restricciones, y los resultados esperados o por lo menos los criterios para considerarlos correctos.

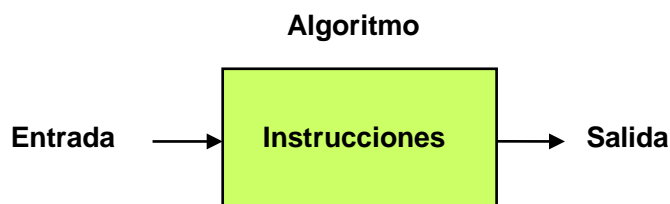
Un algoritmo se contruye para describir ordenadamente las actividades necesarias para resolver un problema. Posteriormente, si el problema es simple, puede omitirse esta descripción y codificarlo directamente en algún lenguaje computacional siempre que este ofrezca una sintaxis fácil de usar y entender.

Es muy importante desarrollar el pensamiento algorítmico progresivamente con la ayuda de ejemplos y con la práctica. El objetivo final es descubrir una metodología para facilitar la resolución de problemas.

### 2.1 Estructura de un algoritmo

Un algoritmo es un objeto que debe comunicarse con el entorno. Por lo tanto debe incluir facilidades para el ingreso de datos y la salida de resultados.

Dentro de un algoritmo se describe el procedimiento, mediante instrucciones, que realizará la transformación de los datos y producirá los resultados esperados.



## 2.2 Lenguajes para describir algoritmos

Para describir algoritmos se pueden usar diferentes notaciones: lenguaje natural, lenguajes gráficos, lenguajes simbólicos, etc.

Para que una notación sea útil debe poseer algunas características que permitan producir algoritmos fáciles de construir, entender y aplicar:

- 1) Las instrucciones deben ser simples para facilitar su uso.
- 2) Las instrucciones deben ser claras y precisas para evitar ambigüedades.
- 3) Debe incluir suficientes instrucciones para describir la solución de problemas.
- 4) Preferentemente, las instrucciones deben tener orientación computacional.

Los algoritmos deben ser reproducibles, es decir que al ejecutarse deben entregar los mismos resultados si se utilizan los mismos datos.

## 2.3 Definiciones

### a) Proceso

Conjunto de acciones realizadas al ejecutar las instrucciones descritas en un algoritmo.

### b) Estado

Situación de un proceso en cada etapa de su realización, desde su inicio hasta su finalización. En cada etapa, las variables pueden modificarse.

### c) Variables

Símbolos con los que se representan los valores que se producen en el proceso.

Componentes de una variable:

<b>Nombre:</b>	Identificación de cada variable
<b>Tipo:</b>	Conjunto de valores o dominio asociado a la variable
<b>Contenido:</b>	Valor asignado a una variable
<b>Celda:</b>	Dispositivo que almacena el valor asignado a una variable

## 2.4 Introducción a la construcción de algoritmos

El desarrollo de algoritmos debe basarse en una metodología que permita resolver problemas en forma organizada.

Primero debe definirse el objetivo al que se desea llegar, luego deben identificarse los componentes o variables y finalmente, escribir las instrucciones que permitan llegar al objetivo propuesto. Para validar el algoritmo debe realizarse alguna prueba con la cual se puede verificar que el resultado es correcto.

A continuación se propone un problema y se describe un procedimiento algorítmico para llegar a la solución.

**Ejemplo.** En el gráfico siguiente se muestra un recipiente grande con algún refresco y se propone el problema de obtener exactamente **4 cc.** usando solamente los instrumentos mostrados los cuales tienen indicada su capacidad. Se supondrá que el recipiente grande contiene suficiente cantidad de refresco. Es posible trasladar el contenido entre recipientes pero no se dispone de ningún dispositivo adicional para medición.

Describir un algoritmo para llegar a la solución.



**Objetivo propuesto:** Que el recipiente de **5 cc.** contenga **4 cc.** del refresco



### Variables

Sean **A:** Representación del recipiente cuya capacidad es **5 cc.**

**B:** Representación del recipiente cuya capacidad es **3 cc.**

**C:** Representación del recipiente grande con cantidad suficiente de refresco.

### Algoritmo

1. Llene **A** con el refresco de **C**
2. Vierta **A** en **B** hasta llenarlo
3. Vierta todo el contenido de **B** en **C**
4. Vierta el resto del contenido de **A** en **B**
5. Llene **A** con el refresco de **C**
6. Vierta el contenido de **A** en **B** hasta llenarlo
7. El recipiente **A** contendrá **4 cc.**

### Prueba

Recorrer el algoritmo anotando los valores que toman las variables **A** y **B**

Instrucción	Contenido de A	Contenido de B
<b>Inicio</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>1</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b>4</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>
<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>

### Resultado

Se verifica que en el recipiente **A** quedarán **4 cc.**

**Observe los componentes que intervienen en la construcción del algoritmo:**

- a) Propuesta del objetivo
- b) Definición de variables
- c) Lista de instrucciones
- d) Prueba del algoritmo
- e) Verificación del resultado obtenido

**Ejemplo.** Describir un algoritmo para revisar un vehículo antes de un viaje.

#### **Algoritmo**

- 1 Si el nivel de agua del radiador está bajo**  
Complete el nivel de agua del radiador
- 2 Si el nivel de gasolina es bajo**  
Acuda a la estación de gasolina y llene el tanque
- 3 Si el nivel de aceite del motor es bajo**  
Acuda a la estación de servicio para chequear el vehículo
- 4 Para cada llanta repita la siguiente instrucción**  
Compruebe la presión del aire
- 5 Si alguna llanta registró presión baja**  
Acuda a la estación de servicio para revisión de llantas

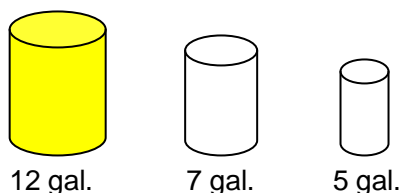
Esta descripción pretende ser un algoritmo para la revisión del vehículo. Contiene **acciones condicionadas** y también una instrucción para **repetir una acción** varias veces. Sin embargo, el uso del lenguaje común no permite que la descripción sea suficientemente precisa para facilitar el seguimiento de las instrucciones. Tampoco se puede constatar que se cumple el objetivo propuesto como en el ejemplo anterior. Por lo tanto, se lo puede considerar simplemente como un instructivo de ayuda.

Los lenguajes algorítmicos deben ser permitir crear descripciones claras, de tal manera que no haya posibilidad de interpretar las instrucciones de más de una manera.

## 2.5 Ejercicios de creación de algoritmos

Para cada ejercicio proponga un algoritmo para obtener la solución.

1. Se tienen 3 recipientes cilíndricos, opacos y sin marcas, de 12, 7, y 5 galones de capacidad. El recipiente de 12 galones está lleno de combustible. El objetivo es repartir el combustible en dos partes iguales usando únicamente los tres recipientes. Considere que puede trasladar el combustible entre recipientes pero no se dispone de algún instrumento de medición.



- Describa gráficamente el resultado esperado
- Asigne símbolos a las variables (Representan la cantidad de combustible)
- Construya un algoritmo para obtener la solución. Numere las instrucciones
- Ejecute las instrucciones y registre los cambios del contenido de las variables
- Verifique que el algoritmo produce la solución esperada.

Para probar su algoritmo puede completar una tabla como la siguiente. Suponga que A, B, C representan a los recipientes con la capacidad y en el orden dados en el gráfico anterior.

Instrucción	A	B	C
<b>Inicio</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>1</b>			
<b>2</b>			
<b>...</b>			

Nota: Existe una solución en 12 pasos (en cada paso se traslada de un recipiente a otro).

2. Describa un algoritmo para resolver el siguiente conocido problema. Defina las variables, escriba y numere las instrucciones y luego efectúe una prueba para verificar que funciona:

Tres misioneros y tres caníbales deben atravesar un río en un bote en el que sólo caben dos personas. Pueden hacer los viajes que quieran, pero en las orillas y en el bote el número de caníbales no debe ser mayor al de los misioneros porque ya podemos suponer lo que ocurriría. El bote no puede cruzar el río si no hay al menos una persona dentro para que lo dirija.

Sugerencia: Defina los misioneros como **M1, M2, M3** y los caníbales como **C1, C2, C3**. Las variables **R1, R2** son las orillas del río y **B** el bote. El contenido de estas variables cambiará mediante las instrucciones del algoritmo. Después de construir el algoritmo puede completar una tabla como la siguiente para verificar el resultado:



Instrucción	R1	B	R2
<b>Inicio</b>	<b>M1,M2,M3,C1,C2,C3</b>		
<b>1</b>			
<b>2</b>			
<b>...</b>			
<b>Final</b>			<b>M1,M2,M3,C1,C2,C3</b>

3. Describa un algoritmo para resolver el siguiente problema, también muy conocido. Defina las variables, escriba y numere las instrucciones y luego efectúe una prueba para verificar que funciona:

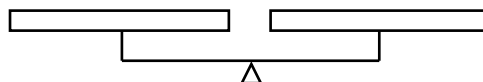
Había un pastor que cuidaba a un lobo, una oveja y una canasta de lechugas. El pastor tenía que cruzar un río, para lo cual disponía de un pequeño bote en el que solamente cabían él y un animal, o él y la canasta de lechugas. El problema es conseguir que pasen todos al otro lado del río sanos y salvos, sin que nadie se coma a nadie. Al lobo no le gustan las lechugas, pero como se puede suponer, el lobo no puede quedarse a solas con la oveja y tampoco la oveja puede quedarse sola con las lechugas. El pastor debe guiar al bote en cada viaje.

Sugerencia: Defina símbolos para los datos **P**: pastor, **L**: lobo, **O**: oveja, **C**: canasta. Las variables **R1**, **R2** son las orillas del río y **B** el bote. El contenido de estas variables cambiará mediante las instrucciones del algoritmo. Después de construir el algoritmo puede completar una tabla como la siguiente para verificar el resultado:

Instrucción	R1	B	R2
<b>Inicio</b>	<b>P, L, O, C</b>		
<b>1</b>			
<b>2</b>			
<b>...</b>			
<b>Final</b>			<b>P, L, O, C</b>

4. Describa un algoritmo para resolver el siguiente problema. Defina las variables, escriba y numere las instrucciones y luego efectúe una prueba para verificar que funciona:

Se tiene una caja con nueve bolas, semejantes en apariencia, entre las cuales hay una más pesada que las otras ocho. No se sabe cuál es y se trata de hallarla efectuando solamente dos pesadas en una balanza de dos platillos en equilibrio.



Después de construir el algoritmo puede completar una tabla como la siguiente para verificar el resultado, en donde a, b, c, d, e, f, g, h, i representan a las nueve bolas.

Instrucción	Caja	Platillo izquierdo	Platillo derecho
<b>Inicio</b>	a, b, c, d, e, f, g, h, i		
<b>1</b>			
<b>2</b>			
<b>...</b>			
<b>Final</b>			

**5.** Describa en forma precisa las instrucciones necesarias para preparar una fiesta sorpresa para su amiga o su amigo. En las instrucciones debe incluir los días y horas en los que serán desarrolladas las actividades. Haga referencia a la fecha y hora cero en la que ocurrirá el evento. Verifique su algoritmo mediante un cuadro con fechas y horas. En este cuadro anote el desarrollo de las actividades siguiendo las instrucciones de su algoritmo. Note que este tipo de algoritmos no se puede verificar que cumplen el objetivo propuesto como en los ejercicios anteriores. Pueden considerarse únicamente como instructivos para organizar el desarrollo de actividades.

### 3 Construcción de algoritmos computacionales

En esta sección se describirá una notación para construir algoritmos computacionales. La notación es suficientemente simple y clara para ser usada en problemas básicos facilitando la construcción de su solución, contribuyendo además al desarrollo del pensamiento algorítmico y la lógica de programación de computadoras. Esta notación es útil especialmente en la etapa inicial de aprendizaje de la programación. Posteriormente se puede prescindir de ella.

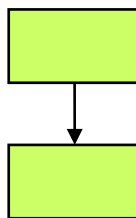
Un algoritmo es la descripción ordenada de la idea que se propone para resolver un problema. Esta idea debe desarrollarse identificando los componentes que permitirán llegar a la solución. Cada componente puede incluir una instrucción simple o un conjunto de instrucciones.

Para desarrollar una metodología representaremos cada componente gráficamente mediante un bloque:



Bloque para representar componentes del algoritmo

Un algoritmo puede contener varios componentes que son ejecutados en forma secuencial. Este orden se lo puede indicar explícitamente mediante líneas de flujo que unen los bloques:

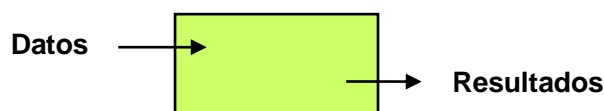


Bloque con el primer componente

Bloque con el segundo componente

#### 3.1 Instrucciones y operaciones elementales

Los componentes de un algoritmo contienen instrucciones u operaciones con las que se especifican cálculos y otros procesos. Si el algoritmo debe comunicarse con el entorno entonces debe incluir instrucciones para la entrada de datos y la salida de los resultados.

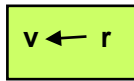


Las flechas que entran o salen del bloque representan la interacción del algoritmo con el exterior.

## Simbología

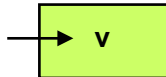
Sean  $v$  una variable y  $r$  algún valor que se desea usar en el algoritmo.

### a) Instrucción de asignación



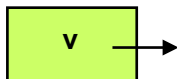
Asigna dentro del bloque el valor  $r$  a la variable  $v$

### b) Instrucción de entrada



Ingresa un valor desde afuera del bloque para la variable  $v$

### c) Instrucción de salida



Muestra fuera del bloque el valor que contiene la variable  $v$

Es una buena práctica documentar la construcción del algoritmo. El algoritmo y cada variable utilizada deberían tener alguna descripción.

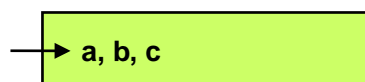
Es preferible que los datos para las variables sean ingresados al algoritmo desde fuera del bloque. De esta manera el algoritmo se independiza de los datos y no hay que cambiar las instrucciones dentro del bloque para realizar pruebas con nuevos datos.

**Ejemplo.** Describir un algoritmo para calcular el área de un triángulo conocidos sus tres lados.

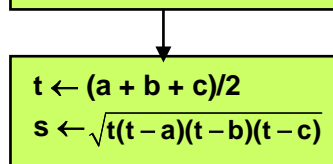
### Algoritmo: Área de un triángulo

#### Variables

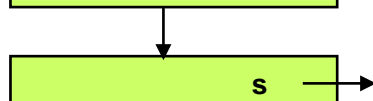
$a, b, c$ : Lados del triángulo (Datos desconocidos)  
 $s$ : Área del triángulo (Es el resultado esperado)  
 $t$ : semiperímetro (Valor usado para la fórmula del área)  
 $s = \sqrt{t(t-a)(t-b)(t-c)}$ , (Fórmula del área del triángulo)  
 siendo  $t = (a + b + c)/2$



Bloque de entrada de datos



Bloque de cálculos



Bloque de salida de resultados

Realice algunas pruebas del algoritmo anterior. En cada prueba ingrese los datos necesarios desde fuera del algoritmo:

Prueba	a	b	c	t	s
1	5	6	8	9.5	14.9812
2	4	7	6	8.5	11.9765
3	8	6	9	11.5	23.5252

El algoritmo produce los resultados esperados para los datos dados en cada prueba.

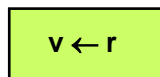
### 3.2 Diagramas de flujo

Los diagramas de flujo consisten en un instrumento gráfico comunmente usado para describir algoritmos con orientación computacional. Esta notación será usada en varios ejemplos de este documento.

#### Símbolos de diagramas de flujo

Sean  $v$  una variable y  $r$  algún valor que se desea usar en el algoritmo.

##### a) Instrucción de asignación



Asigna el valor  $r$  a la variable  $v$

##### b) Instrucción de entrada



Entrada manual de datos (por teclado) para la variable  $v$

##### c) Instrucción de salida



Muestra en pantalla el valor que contiene la variable  $v$

##### d) Líneas de flujo

Establecen el orden de ejecución de las instrucciones



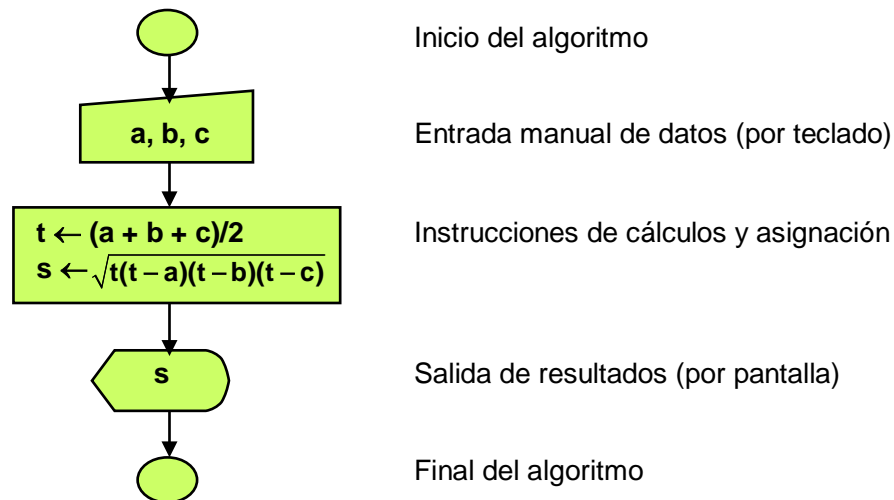
##### e) Inicio y final del diagrama de flujo



Existen símbolos adicionales para describir otras operaciones computacionales

**Ejemplo.** Describir mediante un diagrama de flujo la solución para el ejemplo del triángulo

### Diagrama de flujo



Realice algunas pruebas del algoritmo anterior. En cada prueba ingrese los datos necesarios desde fuera del algoritmo:

Prueba	a	b	c	t	s
1	5	6	8	9.5	14.9812
2	4	7	6	8.5	11.9765
3	8	6	9	11.5	23.5252

El algoritmo produce los resultados esperados para los datos dados en cada prueba.

Los bloques y las líneas de flujo de los diagramas ayudan a la comprensión de la lógica de los algoritmos, especialmente cuando se deben incluir instrucciones cuya ejecución está condicionada o cuando se necesita describir la ejecución repetida de bloques de instrucciones. Esta notación gráfica se usará para describir las instrucciones básicas del lenguaje computacional y en algunos ejemplos iniciales.

Con la práctica y cuando se familiariza con la lógica algorítmica, se podrá prescindir del dibujo de bloques y líneas de flujo y escribir el algoritmo mediante algún **seudo lenguaje** y posteriormente directamente con un **lenguaje de programación**.

### 3.3 Seudo lenguaje

Los seudo lenguajes no tienen reglas fijas para escribir instrucciones pero deberían tener la claridad suficiente para expresar el algoritmo en forma precisa y estructurada usualmente orientada a su futura instrumentación computacional.

#### Simbología

Sean  $v$  una variable y  $r$  algún valor que se desea usar en el algoritmo.

##### a) Instrucción de asignación

$v \leftarrow r$                       Asigna el valor  $r$  a la variable  $v$

##### b) Instrucción de entrada

**Leer**  $v$                       Ingresa un valor para la variable  $v$  desde afuera del algoritmo

##### c) Instrucción de salida

**Mostrar**  $v$                       Muestra fuera del algoritmo el valor que contiene la variable  $v$

El color es solamente para resaltar la acción que se desea realizar con el algoritmo

**Ejemplo.** Describir en seudo lenguaje la solución para el ejemplo del triángulo

**Leer**  $a, b, c$   
 $t \leftarrow (a + b + c)/2$   
 $s \leftarrow \sqrt{t(t-a)(t-b)(t-c)}$   
**Mostrar**  $s$

Realice algunas pruebas del algoritmo anterior. En cada prueba ingrese los datos necesarios desde fuera del algoritmo:

Prueba	a	b	c	t	s
1	5	6	8	9.5	14.9812
2	4	7	6	8.5	11.9765
3	8	6	9	11.5	23.5252

El algoritmo produce los resultados esperados para los datos dados en cada prueba.

En el diseño y construcción de un algoritmo, lo más importante es el conocimiento del problema y la concepción de la idea para resolverlo.

La notación algorítmica es solamente un instrumento para expresar de manera estructurada la idea propuesta con la que se espera llegar a la solución del problema.

### 3.3.1 Algunas instrucciones típicas de asignación en notación algorítmica

Los siguientes ejemplos se proponen para explicar la notación y algunos aspectos del uso de las instrucciones de asignación en los algoritmos.

- a) Asigne a la variable **n** la raíz cuadrada de **5**.

$$n \leftarrow \sqrt{5}$$

- b) Asigne a la variable **s** el valor **0**.

$$s \leftarrow 0$$

Normalmente se inician variables con cero para luego agregar valores. Es costumbre denominar a estas variables con el nombre de **"acumulador"** o **"sumador"**.

Algunas variables también se inician con cero para luego incrementarlas con un valor unitario. Estas variables se usan para conteos y se las distingue con el nombre de **"contador"**.

- c) Modifique el valor actual de la variable **s** incrementándolo con el valor de **u**.

$$s \leftarrow s + u$$

Si las variables **u** o **s** no tuviesen asignadas algún valor previo, será un error.

En esta instrucción la misma variable **s** aparece a la izquierda y a la derecha.

La asignación modifica el valor de esta variable.

Es importante distinguir la **asignación algorítmica** de la **igualdad que se usa en el lenguaje matemático** en el cual sería incorrecto escribir: **s = s + u**

- d) Modifique el valor actual de la variable **k** incrementándolo en **1**.

$$k \leftarrow k + 1$$

Si **k** no ha sido asignada previamente, será un error.

- e) Modifique el valor de la variable **r** reduciendo su valor actual en **2**

$$r \leftarrow r - 2$$

- f) Modifique el valor de la variable **n** duplicando su valor actual

$$n \leftarrow 2n$$

- g) Modifique el valor de la variable **x** incrementando su valor actual en **20%**

$$x \leftarrow 1.2 x$$

- h) Modifique el valor de la variable **t** reduciendo su valor actual en **5%**

$$t \leftarrow 0.95 t$$

- j) Intercambie el contenido de las variables **a** y **b**

$$v \leftarrow a$$

$$a \leftarrow b$$

$$b \leftarrow v$$

Se requiere usar una variable adicional para no perder uno de los valores.

Es un error realizar la asignación de la siguiente manera:

$$a \leftarrow b$$

$$b \leftarrow a$$

Se perdería el valor que contenía la variable **a**



Cada variable puede contener un solo valor en cualquier momento de la ejecución del algoritmo. Este valor es el que ha sido asignado más recientemente.

Algunos ejemplos contienen la misma variable a la izquierda y a la derecha. La variable a la derecha contiene el valor actual. Con este valor se realiza alguna operación y el resultado es asignado a la variable que también aparece a la izquierda. Este último valor es el que conserva la variable al continuar el algoritmo.

Este tipo de asignación es usado frecuentemente en los algoritmos pues permite cambiar el contenido de las variables durante la ejecución.

### 3.3.2 Ejercicios con la notación algorítmica: Algoritmos secuenciales

Para cada ejercicio escriba una solución en notación algorítmica (diagrama de flujo o pseudo lenguaje) y realice una prueba

1. Dados el radio y altura de un cilindro calcule el área total y el volumen
2. Se tiene un recipiente cilíndrico con capacidad en litros. Su altura es un dato en metros. Determine el diámetro de la base
3. Dadas las tres dimensiones de un bloque rectangular calcule y muestre su área total y su volumen
4. La siguiente fórmula proporciona el  $n$ ésimo término  $u$  de una progresión aritmética:  
$$u = a + (n - 1) r$$
en donde  $a$  es el primer término,  $n$  es la cantidad de términos y  $r$  es la razón entre dos términos consecutivos. Calcular el valor de  $r$  dados  $u$ ,  $a$ ,  $n$
5. El examen de una materia es el 70% de la nota total. Las lecciones constituyen el 20% y las tareas el 10% de la nota total. Ingrese como datos la nota del examen calificado sobre 100 puntos, la nota de una lección calificada sobre 10 puntos, y las notas de tres tareas calificadas cada una sobre 10 puntos. Calcule la calificación total sobre 100 puntos.

### 3.4 Estructuras de control de flujo de algoritmos

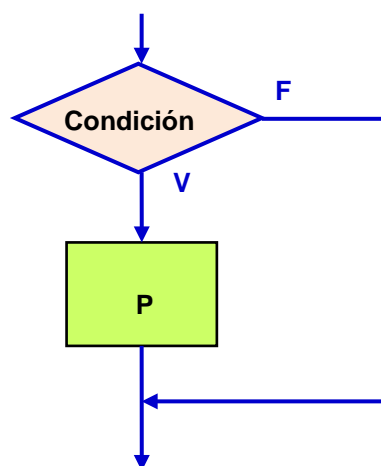
La ejecución de los bloques de un algoritmo es secuencial de arriba hacia abajo, pero este orden puede alterarse mediante estructuras de control de flujo que permiten establecer un orden especial en la ejecución. Para describirlas se usará una representación gráfica y su versión en pseudo lenguaje. El uso adecuado de estas formas es el fundamento de una metodología de programación de computadoras denominada programación estructurada.

#### 3.4.1 Estructuras de Decisión

Describen la ejecución selectiva de bloques usando como criterio el resultado de una condición.

##### a) Ejecución condicionada de un bloque

Representación gráfica



Al entrar a esta estructura, se evalúa la condición. Si el resultado es verdadero (**V**) se ejecutarán las instrucciones en el bloque **P** caso contrario, si el resultado es falso (**F**) el bloque no será ejecutarlo. En ambos casos el algoritmo continua debajo del bloque.

La condición es cualquier expresión cuyo resultado puede ser únicamente verdadero (**V**) o falso (**F**). Puede incluir operadores para comparar el contenido de variables y también se pueden usar los conectores de la lógica matemática.

Seudo lenguaje

**Si** condición

**P**

**Fin**

**Ejemplo.** Expresiones que pudieran ser usadas como una condición

$n > 0$

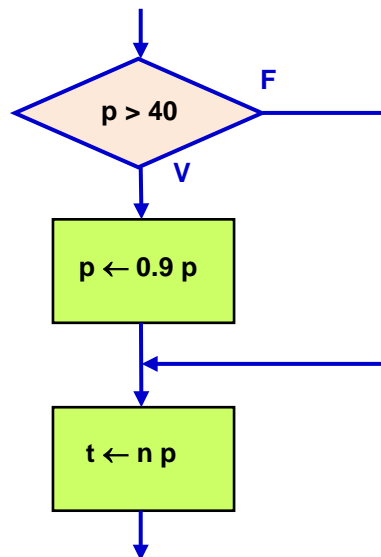
$a \leq 5$

$x \neq 4$

$a < 3 \vee x > 1$

Para que una expresión pueda evaluarse y ser usada como una condición, las variables incluidas en la expresión deben tener asignado algún valor, caso contrario será un error pues la condición no podría evaluarse.

**Ejemplo.** Describir en notación algorítmica la acción de reducir en **10%** el valor que contiene la variable **p**, en caso de que su valor actual sea mayor a **40**. Después obtenga el resultado de la multiplicación de **n** por el valor de **p** (con su valor inicial o con su valor corregido).



Antes del bloque, la variable **p** debe haber sido asignada con algún valor, caso contrario sería un error.

**Ejemplo.** Describir en notación algorítmica una solución al siguiente problema.

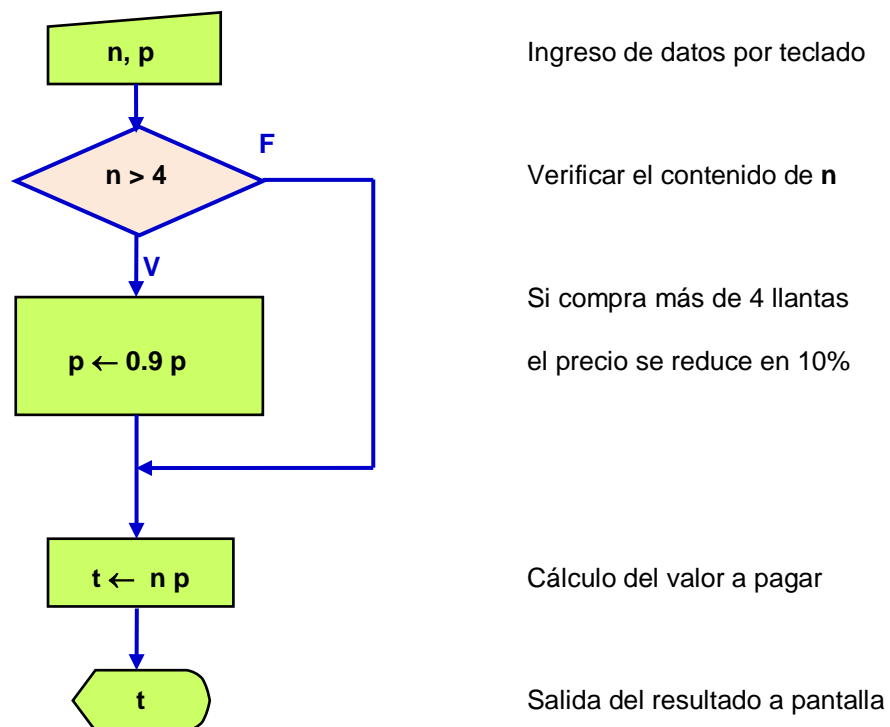
Calcular el valor total que una persona debe pagar por la compra de llantas en un almacén que tiene la siguiente promoción: Si la cantidad de llantas comprada es mayor a **4**, el precio unitario tiene un descuento de **10%**. El algoritmo debe ingresar como datos la cantidad de llantas y el precio inicial de cada llanta. Mediante una comparación el algoritmo deberá aplicar el descuento.

### Algoritmo: Compra de llantas con descuento

#### Variables

**n:** Cantidad de llantas  
**p:** Precio inicial de cada llanta  
**t:** Valor a pagar

#### Diagrama de flujo



**Prueba.** Realice algunas pruebas del algoritmo anterior. En cada prueba ingrese los datos necesarios desde fuera del bloque:

Pruebas	n	p	t	Salida
1	2	70	140	140
2	6	80	432	432
3	5	120	540	540

El algoritmo produce los resultados esperados con los datos de cada prueba

Describir el algoritmo del ejemplo anterior en pseudo lenguaje

```

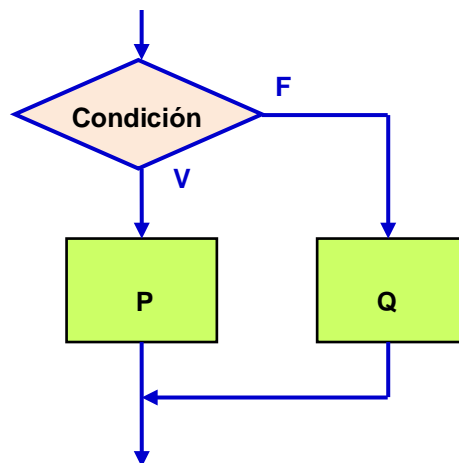
Leer n,p
Si n>4
    p ← 0.9 p
Fin
t ← np
Mostrar t

```

El color es solamente para resaltar la acción que se desea realizar en el algoritmo

## b) Estructura de selección entre dos bloques

Representación gráfica



Al entrar a esta estructura, se evalúa la condición. Si el resultado es verdadero (**V**) se ejecutará el bloque **P** asociado al valor verdadero, caso contrario, si el resultado es falso (**F**) se ejecutará el bloque **Q**. El algoritmo continúa abajo, después de ejecutar alguno de los dos bloques.

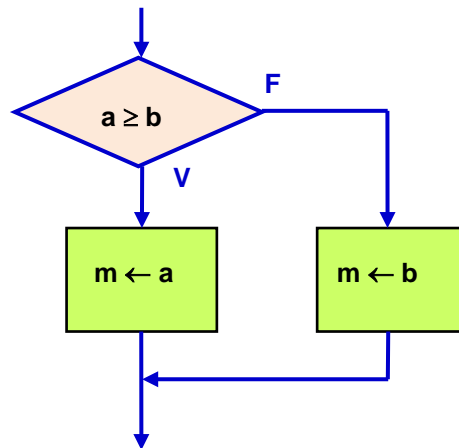
Pseudo lenguaje

```

Si condición
    P
Sinó
    Q
Fin

```

**Ejemplo.** Describir en notación algorítmica como asignar a la variable **m** el mayor entre dos valores almacenados respectivamente en las variables **a** y **b**



Antes del bloque, las variables **a** y **b** deben haber sido asignadas algún valor, caso contrario sería un error.

**Ejemplo.** Describir en notación algorítmica una solución al siguiente problema.

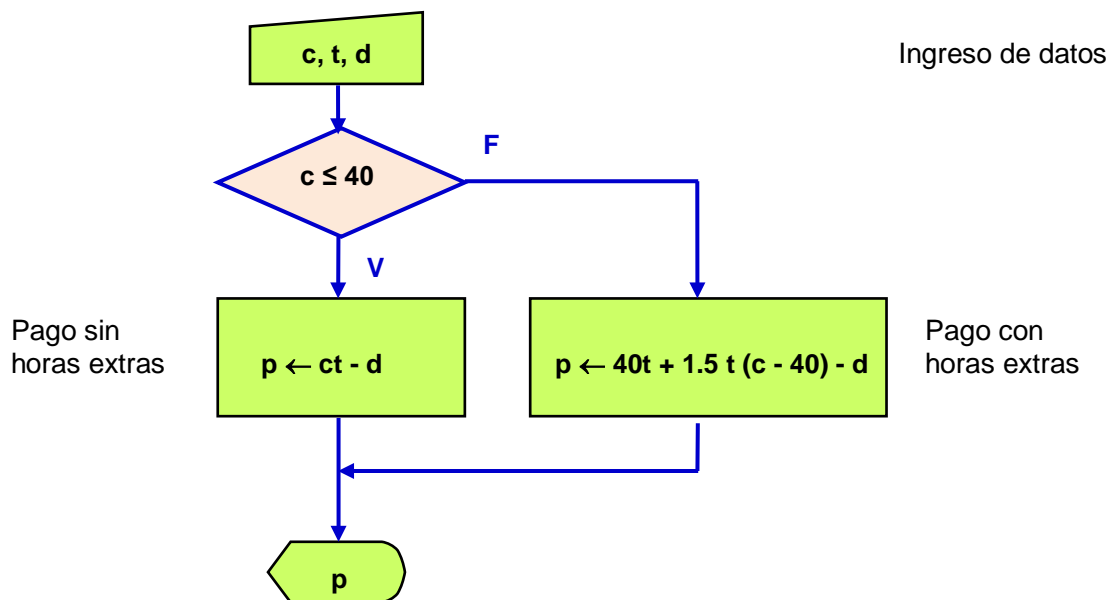
Para el pago semanal a un obrero se consideran los siguientes datos: horas trabajadas, tarifa por hora y descuentos. Si la cantidad de horas trabajadas en la semana es mayor a 40, se le debe pagar las horas en exceso con una bonificación de 50% adicional a la tarifa normal.

#### Algoritmo: Pago semanal a un obrero

##### Variables

- c:** Cantidad de horas trabajadas en la semana
- t:** Tarifa por hora
- d:** Descuentos que se aplican al pago semanal
- p:** Pago que recibe el obrero

## Diagrama de flujo



**Prueba.** Realice algunas pruebas del algoritmo anterior. En cada una ingrese los datos necesarios desde fuera del bloque.

Pruebas	c	t	d	p	Salida
1	40	5	20	180	180
2	35	4	25	115	115
3	42	5	30	185	185

El algoritmo produce los resultados esperados con los datos de cada prueba

## Describir el algoritmo del ejemplo anterior en pseudo lenguaje

```

Leer c,t,d
Si c ≤ 40
    p ← ct - d
Sinó
    p ← 40t + 1.5 t (c - 40) - d
Fin
Mostrar p
  
```

### 3.4.2 Ejercicios con la notación algorítmica: Algoritmos con decisiones

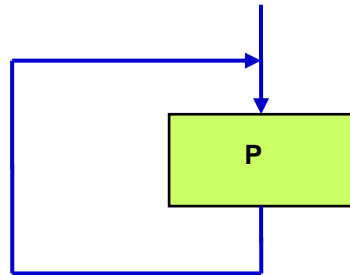
Para cada ejercicio desarrolle una solución en notación algorítmica y realice una prueba

1. Dados el radio y altura de un cilindro, si la altura es mayor al radio calcule y muestre el valor del volumen del cilindro, caso contrario muestre el valor del área del cilindro.
2. Lea la cantidad de Kw que ha consumido una familia y el precio por Kw. Si la cantidad es mayor a 700, incremente el precio en 5% para el exceso de Kw sobre 700. Muestre el valor total a pagar.
3. Lea un valor de temperatura  $t$  y un código  $p$  que puede ser **1** o **2**. Si el código es **1** convierta la temperatura  $t$  de grados  $f$  a grados  $c$  con la fórmula  $c=5/9(t-32)$ . Si el código es **2** convierta la temperatura  $t$  de grados  $c$  a  $f$  con la fórmula:  $f=32+9t/5$ . Muestre el resultado.
4. Dadas las dimensiones de un bloque rectangular, calcule las diagonales de las tres caras diferentes. Muestre el valor de la mayor diagonal.
5. Dadas las tres calificaciones de un estudiante, encuentre y muestre la calificación mas alta.



### 3.4.3 Estructuras de repetición o ciclos

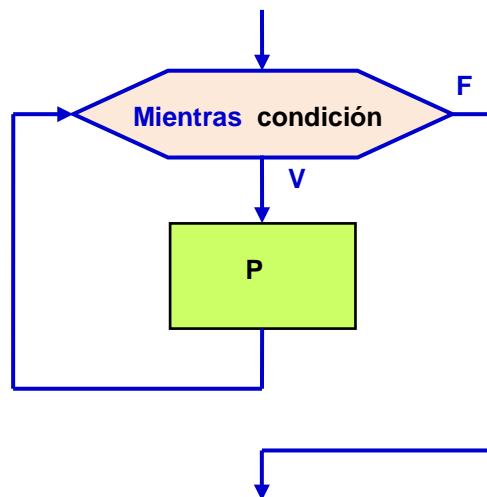
Estas estructuras de control se usan para describir la ejecución repetida de un bloque de instrucciones. El objetivo es colocar el bloque de instrucciones dentro de un ciclo como se muestra en el gráfico. Sin embargo, es necesario agregar un dispositivo que permita salir del ciclo para que el algoritmo pueda continuar:



Hay tres formas comunes que se usan para salir de una estructura de repetición. Dos de ellas usan una condición para salir del ciclo. Esta condición puede estar al inicio o al final. La otra forma, utiliza los valores de un conteo o una secuencia de valores para controlar la repetición.

#### a) Estructura de repetición controlada mediante una condición al inicio

##### Representación gráfica



Al entrar a esta estructura se evalúa la condición. Si el resultado es verdadero (**V**) se ejecutarán las instrucciones dentro del bloque y regresará nuevamente a evaluar la condición.

Mientras la condición mantenga el valor verdadero (**V**), el bloque de instrucciones se ejecutará nuevamente. Esto significa que en algún ciclo al evaluar la condición deberá obtenerse el resultado falso (**F**) para salir de la estructura y continuar la ejecución después del bloque. Al diseñar el algoritmo deberán escribirse las instrucciones necesarias.

La condición es cualquier expresión cuyo resultado puede ser únicamente verdadero (V) o falso (F). Puede incluir operadores para comparar el contenido de variables y también se pueden usar los conectores de la lógica matemática.

Ejemplo de expresiones que pudieran ser usadas como una condición. El resultado de cada una dependerá del contenido de las variables:

$n > 0$   
 $a \leq 5$   
 $x \neq 4$   
 $a < 3 \vee x > 1$

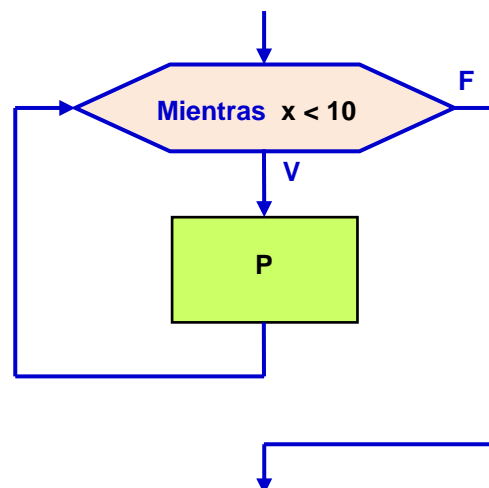
### Seudo lenguaje

**Mientras** condición

P

**Fin**

**Ejemplo.** Describir algorítmicamente la repetición de un bloque de instrucciones mientras la variable  $x$  tenga un valor menor a 10



Antes del bloque, la variable  $x$  debe haber sido asignada con algún valor, caso contrario sería un error.

Es necesario que la variable  $x$  cambie su contenido dentro del bloque de instrucciones que se repiten para que en algún ciclo la repetición pueda terminar y la ejecución continúe después del bloque. Caso contrario sería un error lógico pues el algoritmo permanecería en el ciclo.

**NOTA:** Los símbolos gráficos usados en este documento para representar ciclos no son símbolos estandarizados, pero son suficientemente descriptivos. Una notación más conocida usa rombos para describir las repeticiones condicionadas, sin embargo esto puede agregar alguna ambigüedad al graficar el algoritmo

**Ejemplo.** Describir en notación algorítmica una solución para el siguiente problema.

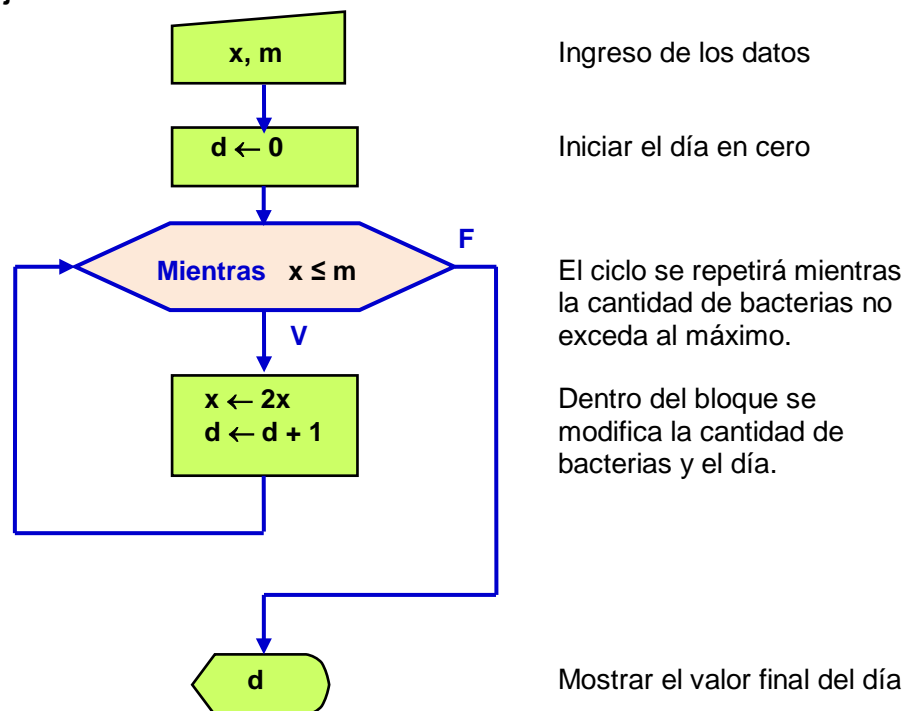
En un cultivo se tiene una cantidad inicial de bacterias. Cada día esta cantidad se duplica. Determine en que día la cantidad excede a un valor máximo.

### Algoritmo: Crecimiento de la cantidad de bacterias

#### Variables

**x:** Cantidad inicial de bacterias  
**m:** Cantidad máxima de bacterias  
**d:** Día

#### Diagrama de flujo



Note que se debe usar el ciclo condicionado pues no se puede anticipar la cantidad de repeticiones necesarias para que la cantidad de bacterias exceda al valor máximo.

**Prueba.** Realice una prueba del algoritmo anterior. Ingrese los datos desde fuera del bloque y registre los cambios en el contenido de las variables.

Prueba	x	m	d	Salida
	200	5000	0	
	400		1	
	800		2	
	1600		3	
	3200		4	
	6400		5	5

Se puede verificar que es el resultado esperado y que coincide con el valor que se puede calcular matemáticamente con la expresión  $2^n(x) > m$

Describir el algoritmo del ejemplo anterior en pseudo lenguaje

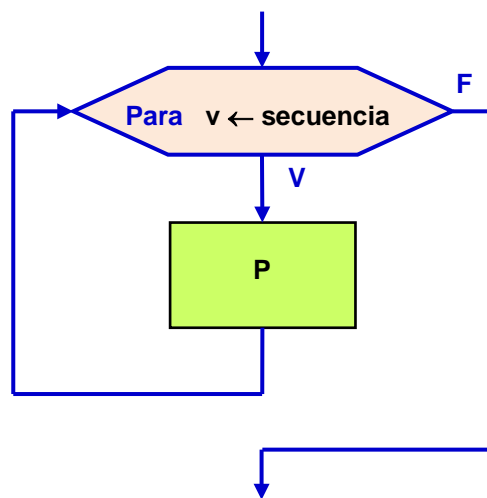
```

Leer x,m
d ← 0
Mientras x ≤ m
    x ← 2x
    d ← d + 1
Fin
Mostrar d

```

b) Estructura de repetición controlada mediante una secuencia de valores

Representación gráfica



Para usar esta estructura de control es necesario especificar una variable para el conteo de repeticiones y una lista de valores o secuencia que puede tomar. El ciclo se repetirá con cada valor especificado para la variable. Al ejecutarse cada ciclo el valor de la variable cambiará siguiendo la especificación.

Al entrar a esta estructura, se inicia la variable de control. Si esta variable no excede al valor final, se ejecuta el bloque y regresa nuevamente al inicio del ciclo y la variable toma el siguiente valor de la secuencia. Cuando el valor de la variable llegue al valor final, el ciclo finalizará y la ejecución continuará después del bloque.

Seudo lenguaje

```

Para v ← secuencia
    P
Fin

```

La variable de control del ciclo puede especificarse con alguna notación que exprese cuales son los valores que puede tomar.

### Definición de la secuencia de valores

Mediante una lista de valores:

**Ejemplo.**  $n \leftarrow [2, 5, 4, 7, 6]$

Indicando el valor inicial, el valor final de la secuencia y el incremento:

**Ejemplo.**  $k \leftarrow 1, 10, 1$

Genera la secuencia: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

**Ejemplo.**  $i \leftarrow 1, 15, 2$

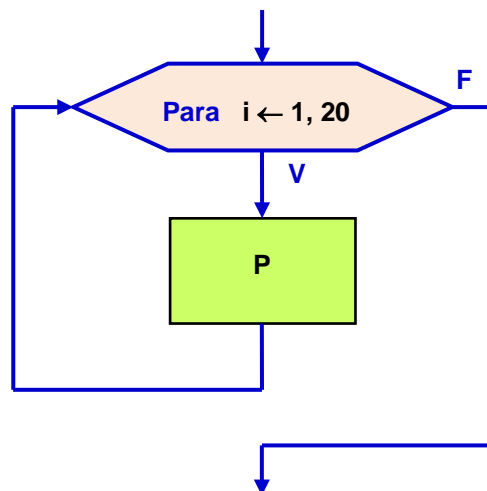
Genera la secuencia: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15

Si no se escribe el incremento, se supondrá que es la unidad.

**Ejemplo.**  $k \leftarrow 1, 10$

Genera la secuencia: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

**Ejemplo.** Especificar una variable de control para que el bloque de instrucciones **P** se repita **20** veces



**Ejemplo.** Describir en notación algorítmica una solución al siguiente problema.

Dado un entero positivo  $n$ , se desea verificar que la suma de los primeros  $n$  números impares es igual a  $n^2$

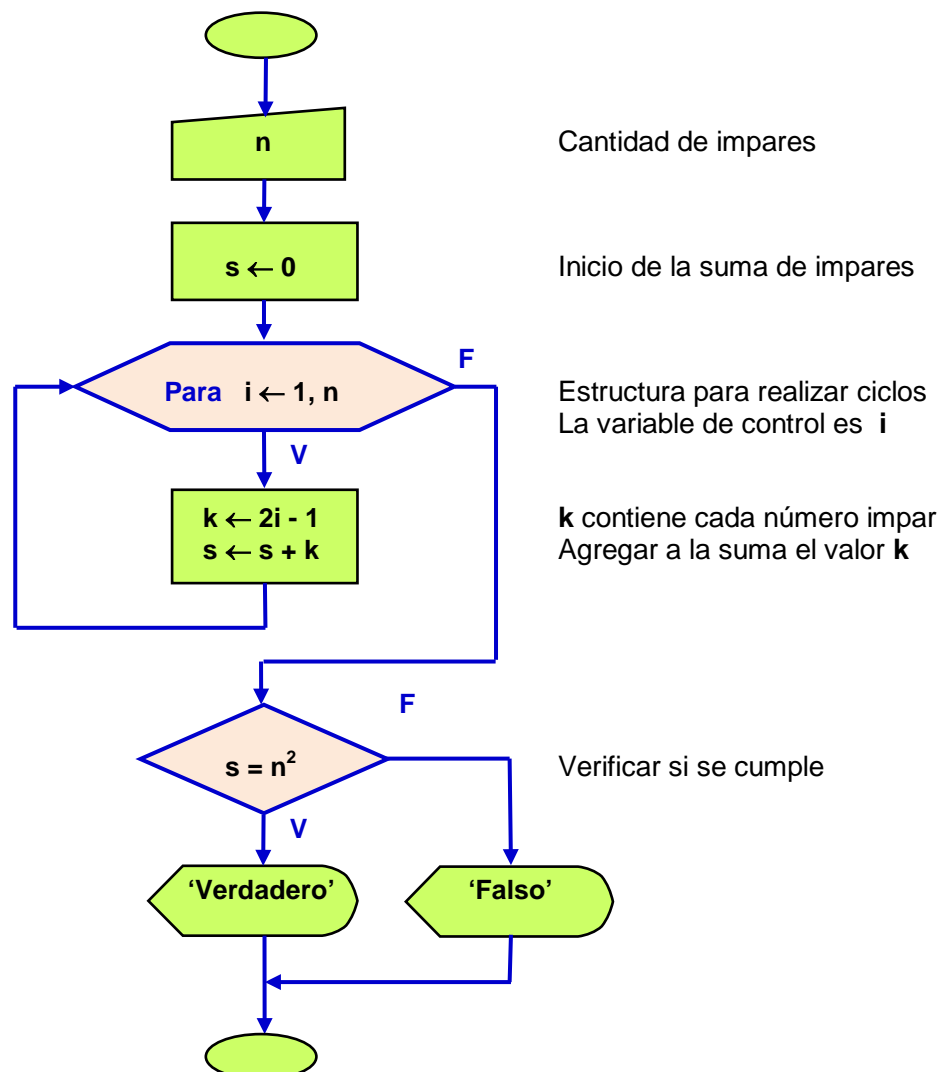
Ej.  $n = 5: 1 + 3 + 5 + 7 + 9 = 5^2$

### Algoritmo: Suma de impares

#### Variables

- $n$ : Cantidad de números impares
- $k$ : Cada número impar
- $s$ : Suma de impares
- $i$ : Conteo de ciclos

#### Diagrama de flujo



**Prueba.** Realice una prueba del algoritmo anterior. Ingrese un dato desde fuera del bloque y registre los cambios en el contenido de las variables.

Prueba	n	Ciclo i	Impar k	s	Salida
	5			0	
		1	1	1	
		2	3	4	
		3	5	9	
		4	7	16	
		5	9	25	'Verdadero'

Se verifica que el resultado es '**Verdadero**'.

Note que este algoritmo no constituye una demostración matemática. Solo verifica que la propiedad se cumple para algunos valores específicos.

**Describir el algoritmo del ejemplo anterior en pseudo lenguaje**

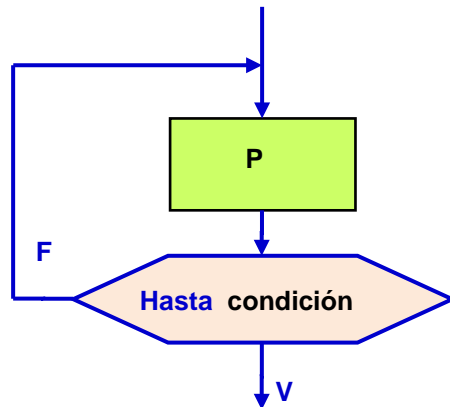
```

Leer n
s ← 0
Para i ← 1, 2, 3, ..., n
    k ← 2i - 1
    s ← s + k
Fin
Si s = n2
    Mostrar 'Verdadero'
Sinó
    Mostrar 'Falso'
Fin

```

### c) Estructura de repetición controlada mediante una condición al final

Algunos programadores prefieren definir ciclos con la condición al final. Esta estructura se usa para **repetir** un bloque **hasta** que se cumpla alguna condición. Se la puede representar con el siguiente gráfico:



Al entrar a esta estructura, se ejecutan las instrucciones en el bloque y después se chequea el valor de la condición. Si la condición tiene el valor verdadero, termina el ciclo y la ejecución continúa abajo, caso contrario, nuevamente se repite el bloque. En esta estructura algorítmica, el bloque de instrucciones **se repite al menos una vez**.

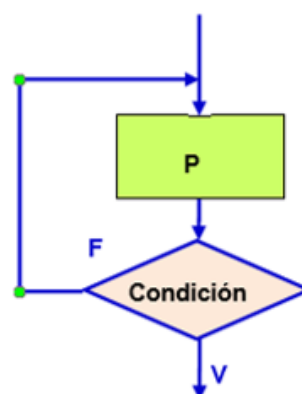
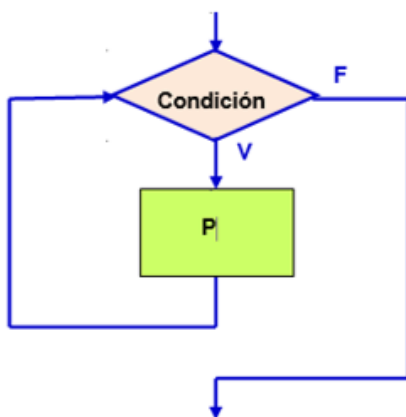
#### Seudo lenguaje

**Repita**

**P**

**Hasta condición**

**Nota:** Los símbolos gráficos que aparecen en este documento para describir las **estructuras de repetición** no son los típicos usados por los programadores, pero los hemos elegido por ser distintivos. Algunos programadores prefieren el rombo de las decisiones para describir repeticiones condicionadas. Se muestra la representación gráfica comúnmente utilizada para las estructuras de repetición condicionada al inicio y condicionada al final. El uso de esta representación gráfica es opcional.





Las estructuras de repetición son necesarias cuando un bloque del algoritmo debe ejecutarse varias veces para construir la solución.

Si se puede anticipar la cantidad de ciclos que se deben realizar, entonces conviene usar la repetición controlada con un conteo de ciclos definido con una secuencia.

Si el algoritmo que se propone para resolver un problema requiere repetir un bloque pero no se puede anticipar la cantidad de ciclos que deben realizarse, entonces debería usarse la repetición controlada con una condición.

### 3.4.4 Ejercicios con la notación algorítmica: Algoritmos con ciclos

Para cada ejercicio desarrolle una solución en notación algorítmica y realice una prueba

1. Calcule el mayor valor de los pesos de  $n$  paquetes en una bodega. Estos datos ingresan uno a la vez dentro de un ciclo. Al inicio ingrese el valor de  $n$  para especificar la cantidad de ciclos que se realizarán

2. Lea los votos de  $n$  personas en una consulta. Cada voto es un número **0**, o **1** correspondiente a la opción a favor (**1**) o en contra (**0**). Al inicio lea el valor de  $n$  para especificar la cantidad de ciclos que se realizarán. Muestre el resultado de la consulta.

3. Determine la suma de los  $n$  primeros números de la serie: **1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ....** en la cual cada término, a partir del tercero, se obtiene sumando los dos términos anteriores

4. Calcule un valor aproximado para la constante  $\pi$  usando la siguiente expresión:

$$\pi/4 = 1 - 1/3 + 1/5 - 1/7 + 1/9 - 1/11 + 1/13 \dots$$

La cantidad de términos es un dato que debe ser ingresado al inicio del algoritmo.

5. Determine la cantidad de términos que deben sumarse de la serie  $1^1 + 2^2 + 3^3 + 4^4 + \dots$  para que el valor de la suma sea mayor a un número  $x$  ingresado al inicio.

6. El inventor del juego del ajedrez pidió a su rey que como recompensa le diera por la primera casilla 2 granos de trigo, por la segunda, 4 granos, por la tercera 8, por la cuarta 16, y así sucesivamente hasta llegar a la casilla 64. El rey aceptó. Suponga que cada Kg. de trigo consta de 20000 granos de trigo. Si cada tonelada tiene 1000 Kg. describa un algoritmo para calcular la cantidad de toneladas de trigo que se hubiesen necesitado.

En el ciclo describa la suma  $2^1 + 2^2 + 2^3 + 2^4 + \dots + 2^{64}$

### 3.5 Reestructuración de algoritmos

El propósito de esta sección es introducir conceptos del diseño correcto de algoritmos utilizando las estructuras de control de flujo descritas anteriormente. Estos algoritmos se los puede denominar **algoritmos estructurados**.

Para exponer estos conceptos se proponen algoritmos no estructurados, en los cuales el flujo de ejecución se ha descrito mediante saltos de línea, lo cual hace que sean difíciles de entender y validar. El objetivo es construir algoritmos equivalentes, pero estructurados.

En cada ejemplo propuesto se analiza e interpreta gráficamente el contenido del algoritmo y luego se lo reescribe en pseudo lenguaje usando las estructuras de control definidas en las secciones anteriores. El resultado es un **algoritmo estructurado** equivalente, ordenado, fácil de entender y validar. Estos algoritmos estructurados permiten posteriormente convertirlos con facilidad a programas computacionales reales.

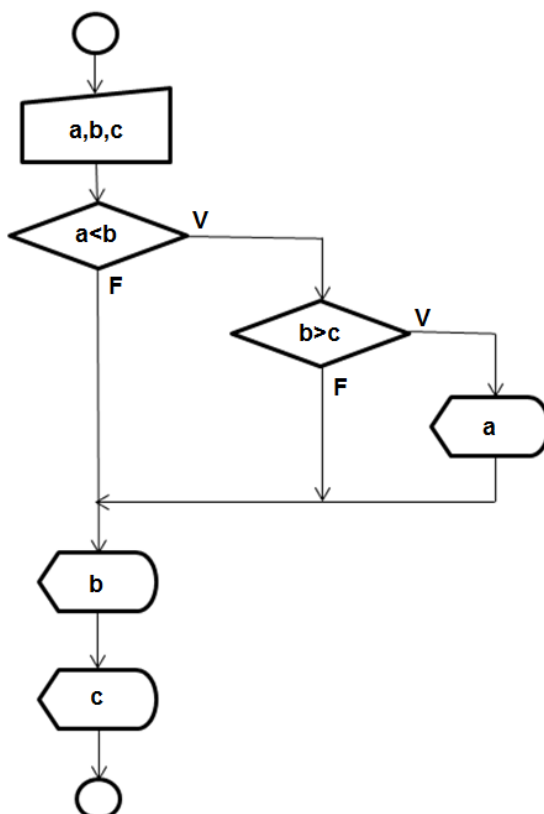
#### Ejemplo 1. Analizar y reestructurar el siguiente algoritmo

```

1 Leer a, b, c
2 Si a<b salte a la línea 4
3 Salte a la línea 5
4 Si b>c salte a la línea 6
5 Salte a la línea 7
6 Mostrar a
7 Mostrar b
8 Mostrar c

```

##### Interpretación gráfica



##### Algoritmo en pseudo lenguaje

```

Leer a,b,c
Si a<b ∧ b>c
    Mostrar a
Fin
Mostrar b,c

```

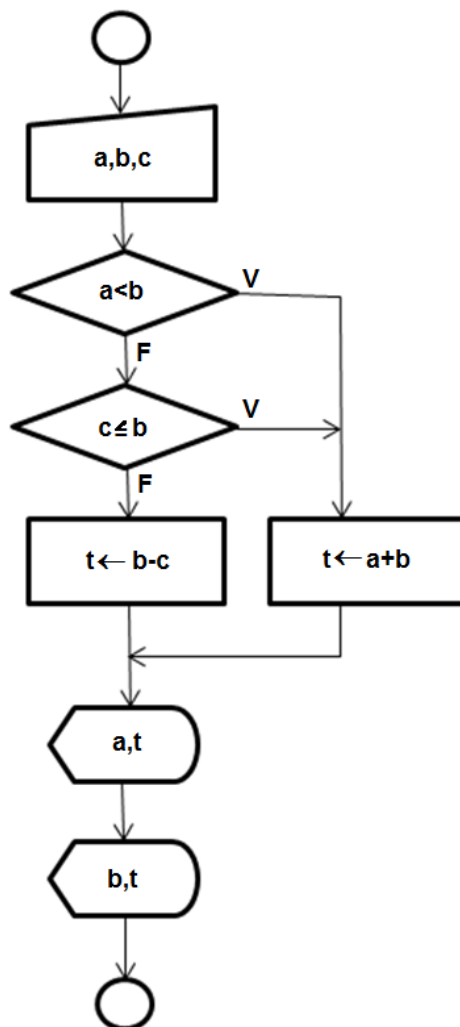
### Ejemplo 2. Analizar y reestructurar el siguiente algoritmo

```

1 Leer a, b, c
2 Si a<b salte a la línea 4
3 Si c>b salte a la línea 6
4 t ← a+b
5 Salte a la línea 7
6 t ← b-c
7 Mostrar a,t
8 Mostrar b,t

```

#### Interpretación gráfica



#### Algoritmo en pseudo lenguaje

```

Leer a,b,c
Si a<b ∨ c≤b
    t ← a+b
Sinó
    t ← b-c
Fin
Mostrar a,t
Mostrar b,t

```

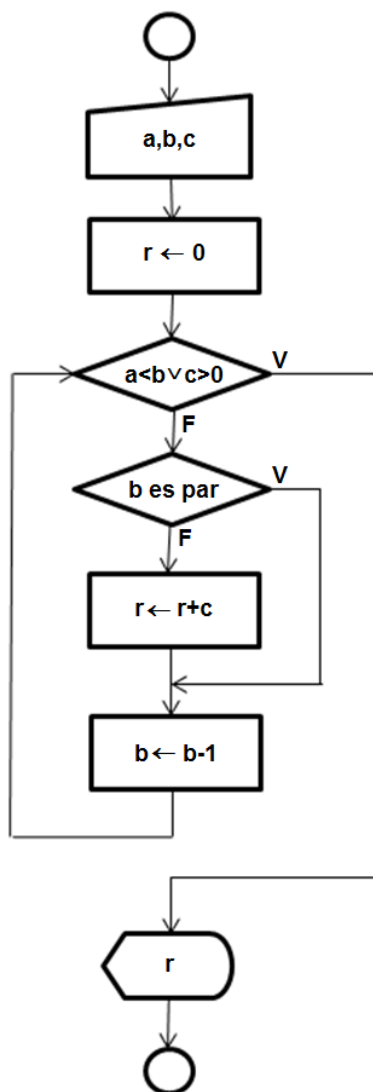
### Ejemplo 3. Analizar y reestructurar el siguiente algoritmo

```

1  Leer a, b, c
2   $r \leftarrow 0$ 
3  Si  $a < b \vee c < 0$  salte a la línea 8
4  Si b es par salte a la línea 6
5   $r \leftarrow r + c$ 
6   $b \leftarrow b - 1$ 
7  Salte a la línea 3
8  Mostrar r

```

#### Interpretación gráfica



#### Algoritmo en pseudo lenguaje

```

Leer a,b,c
 $r \leftarrow 0$ 
Mientras  $a \geq b \wedge c \leq 0$ 
    Si b no es par
         $r \leftarrow r + c$ 
    Fin
     $b \leftarrow b - 1$ 
Fin
Mostrar r

```

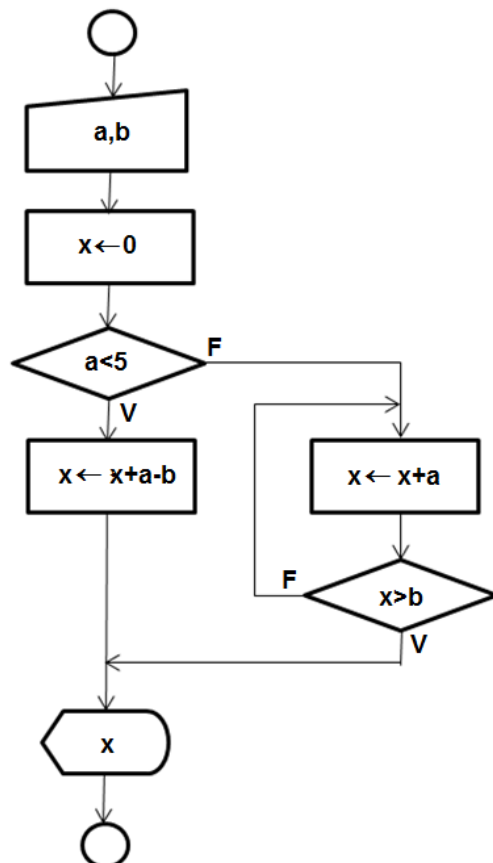
#### Ejemplo 4. Analizar y reestructurar el siguiente algoritmo

```

1 Leer a, b
2 Salte a la línea 5
3 Mostrar x
4 Salte a la línea 12
5  $x \leftarrow 0$ 
6 Si  $a < 5$  salte a la línea 10
7  $x \leftarrow x + a$ 
8 Si  $x > b$  salte a la línea 11
9 Salte a la línea 7
10  $x \leftarrow x + a - b$ 
11 Salte a la línea 3
12 Fin

```

#### Interpretación gráfica



#### Algoritmo en pseudo lenguaje

```

Leer a,b
 $x \leftarrow 0$ 
Si  $a < 5$ 
     $x \leftarrow x + a - b$ 
Sinó
    Repita
         $x \leftarrow x + a$ 
    Hasta  $x > b$ 
Fin
Mostrar x

```

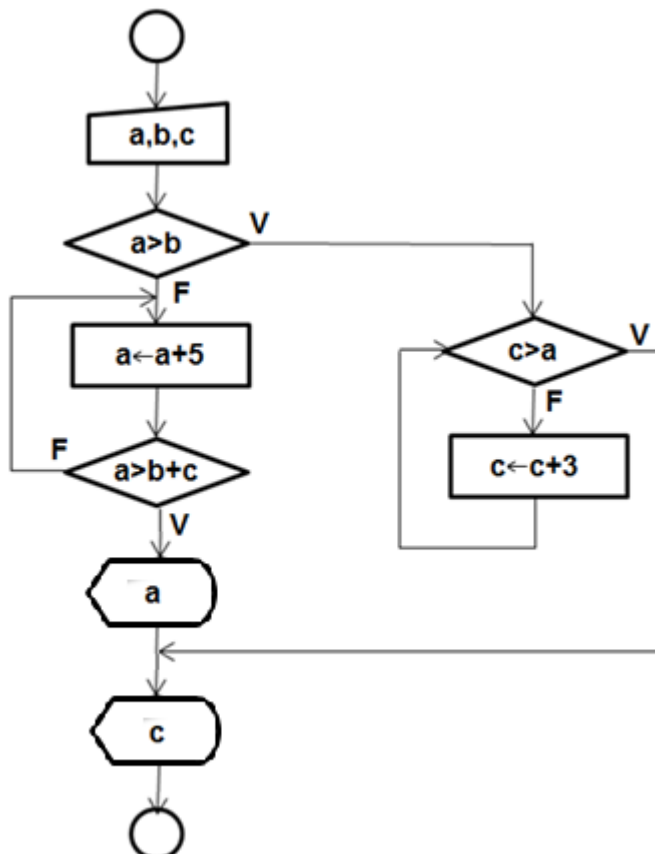
### Ejemplo 5. Analizar y reestructurar el siguiente algoritmo

```

1 Leer a, b, c
2 Si a>b saltar a la línea 6
3 a ← a+5
4 Si a>b+c saltar a la línea 10
5 Saltar a la línea 3
6 Si c>a saltar a la línea 9
7 c ← c+3
8 Saltar a la línea 6
9 Saltar a la línea 11
10 Mostrar a
11 Mostrar c
12 Fin

```

#### Interpretación gráfica



#### Algoritmo en pseudo lenguaje

```

Leer a,b,c
Si a>b
    Mientras c≤a
        c ← c+3
    Fin
Sino
    Repita
        a ← a+5
    Hasta a>b+c
    Mostrar a
Fin
Mostrar c

```

### 3.5.1 Ejercicios de reestructuración de algoritmos

1. Considere el siguiente algoritmo

```

1  Leer a, b, c
2   $x \leftarrow 0$ 
3   $y \leftarrow 0$ 
4  Si  $\neg(a < 2 \wedge b > 1) \vee (c > 3)$ 
5       $x \leftarrow a + b$ 
6  Sino
7       $y \leftarrow b - c$ 
8  Fin
9  Mostrar x, y

```

Modifique el algoritmo de tal manera que la estructura de decisión cuya condición contiene conectores lógicos ( $\wedge$ ,  $\vee$ ,  $\neg$ ) sea sustituida con estructuras de decisión en las cuales las condiciones no tengan estos conectores lógicos. Ambos algoritmos debe ser equivalentes.

2. El siguiente algoritmo contiene un ciclo controlado por una secuencia:

```

Leer n
Para i  $\leftarrow$  1, 2, 3, ..., n
    k  $\leftarrow$  2i - 1
    Mostrar i, k
Fin

```

- a) Convierta a un algoritmo equivalente con un ciclo condicionado al inicio
- b) Convierta a un algoritmo equivalente con un ciclo condicionado al final

Necesita definir una variable para el conteo de repeticiones y la condición para salir.

3. Dado el siguiente algoritmo

```

s=0
Repita
    Leer x
    Si  $x > 0 \wedge x < 10$ 
         $s \leftarrow s + x$ 
    Fin
Hasta  $s > 100$ 
Mostrar s

```

Convierta a un algoritmo equivalente pero sustituyendo el ciclo condicionado al final por un ciclo condicionado al inicio.

4. Analice y reestructure el siguiente algoritmo. Describa gráficamente, interprete y codifique en pseudo lenguaje el algoritmo estructurado resultante.

```
1 Leer a, b
2 Si  $a > 0$  salte a la línea 4
3 Salte a la línea 5
4 Si  $b < 100$  salte a la línea 7
5  $t \leftarrow 0$ 
6 Salte a la línea 8
7  $t \leftarrow 2a + b$ 
8 Mostrar t
```

5. Analice y reestructure el siguiente algoritmo. Describa gráficamente, interprete y codifique en pseudo lenguaje el algoritmo estructurado resultante.

```
1 Leer a, b
2 Si  $a < 0$  salte a la línea 7
3  $a \leftarrow a + 1$ 
4  $b \leftarrow b - 1$ 
5 Si  $a < b$  salte a la línea 3
6 Salte a la línea 11
7 Si  $b < 0$  salte a la línea 10
8  $b \leftarrow b + 1$ 
9 Salte a la línea 7
10  $b \leftarrow 2b$ 
11 Mostrar a, b
```



## 4      **Lenguajes de Programación de Computadoras**

Un lenguaje de programación es un instrumento diseñado para describir acciones que puedan ser realizadas por una computadora. Para que esto sea posible es necesario que se cumplan ciertos requerimientos básicos:

- a)** Debe haberse construido o elaborado el algoritmo con el procedimiento detallado para resolver el problema de interés. Este algoritmo debe tener orientación computacional.
- b)** Se necesita conocer la sintaxis y significado de las instrucciones del lenguaje de programación que se va a utilizar
- c)** Es necesario tener acceso a un equipo computacional, el cual debe tener instalado el traductor del lenguaje computacional que será utilizado.

Los lenguajes de programación están formados por un conjunto de símbolos y reglas para su uso. La instrumentación del algoritmo mediante estas reglas se denomina programar y el producto obtenido es el programa. El programa escrito se denomina programa fuente, mientras que el programa traducido al lenguaje que entiende el computador se denomina programa objeto o ejecutable.

La actividad de programación incluye varias etapas: escritura del programa, pruebas, depuración, validación de los resultados y documentación del desarrollo.

La programación requiere precisión y cuidado en los detalles de uso del lenguaje. Los errores de sintaxis normalmente los detecta el traductor del lenguaje, pero los errores de contenido requieren mayor esfuerzo y la realización de pruebas. Esta etapa se denomina depuración.

En las aplicaciones reales los programas pueden necesitar cambios y actualizaciones, por lo que el uso de normas y una buena documentación son esenciales.

#### 4.1 Metodologías de programación

Las siguientes son algunas de las metodologías de programación más comunes utilizadas en programación de computadoras: Programación Estructurada, Programación Modular, Programación Orientada a Objetos

**La Programación Estructurada** usa instrucciones de control básicas con el objetivo de mantener la claridad en la codificación de un programa o módulo. Esta metodología enfatiza el desarrollo de la programación al nivel de detalle.

**La Programación Modular** divide el desarrollo de programas, usualmente complejos o grandes, en subprogramas o módulos que facilitan la codificación y la validación. Esta metodología orienta la organización de la programación mediante la construcción de bloques o módulos y su integración.

**La Programación Orientada a Objetos** permite a los programadores organizar el diseño de un proyecto de programación definiendo objetos relacionados con el problema que se intenta modelizar. En esta metodología las estructuras de los datos son el centro alrededor del cual se desarrolla la programación.

En este documento se desarrollará el aprendizaje de la programación con el lenguaje Python aplicando estas metodologías sucesivamente en el orden indicado. Al final, cada usuario podrá reconocerlas y agregará su propio estilo de programación.

#### 4.2 Factores para elegir un lenguaje de programación

Algunos aspectos que deben considerarse al elegir un lenguaje de programación:

- a) Propósito o aplicación: general o dedicado
- b) Características operativas: interacción, tipos de datos, control de excepciones
- c) Soporte técnico: disponibilidad, sistemas operativos, documentación, comunidad
- d) Metodologías de programación aplicables
- e) Facilidad y tiempo para el aprendizaje
- f) Legibilidad de la codificación
- g) Eficiencia de los programas resultantes
- h) Productividad: velocidad de desarrollo de los programas
- i) Perspectivas a futuro para desarrollo y crecimiento del lenguaje

Se dice que un programador debe conocer al menos dos lenguajes de programación. El primero puede ser Python y el siguiente C++, Java, etc. Sin embargo Python puede ser el primero y único lenguaje computacional que necesitan la mayoría de usuarios.

### 4.3 Lenguajes compilados y lenguajes interpretados

Compilar es el proceso de traducir un programa escrito por un usuario en algún lenguaje de programación al lenguaje con el que opera un computador. Para que un programa pueda compilarse debe estar completo y sin errores.

Interpretar un programa es el proceso de traducir y ejecutar en forma progresiva las instrucciones de un programa escrito por un usuario. En esta modalidad, el programa no requiere estar completo para que se pueda probar. Los errores son detectados a medida que progresa la traducción y ejecución.

C++ es un lenguaje de programación que opera en la modalidad de compilación, mientras que Python es un lenguaje interpretado.

Los compiladores como C++ tienen una ventana para el desarrollo de la programación en la cual se escribe el programa. El programa se compila y si no hay errores se genera un programa ejecutable autónomo que no requiere que el traductor esté presente. El programa ejecutable resultante es muy eficiente.

Los interpretadores de lenguaje como Python tienen una ventana interactiva para pruebas y una ventana de edición para crear los programas. Este entorno permite realizar pruebas durante el desarrollo, con lo cual mejora la productividad. Los resultados se muestran en la ventana interactiva y se requiere que el interpretador de instrucciones esté presente. Los programas resultantes no son muy eficientes, pero el desarrollo y pruebas son eficientes.

Actualmente existen compiladores para generar programas ejecutables a partir de programas contruidos con lenguajes interpretados. Igualmente, se pueden incorporar componentes compilados a un programa interpretado.

## 5 El lenguaje Python

### 5.1 Origen del lenguaje Python

El lenguaje Python fue creado por Guido van Rossum a principios de los años 90 en Holanda. El nombre del lenguaje proviene de la afición de su creador por el grupo de humoristas británicos los Monty Python.



Guido van Rossum nació en 1956 en Holanda. Allí recibió un título de maestría en matemática y ciencias de la computación de parte de la Universidad de Amsterdam en 1982. Esto le abrió las puertas a varios puestos de trabajo en los siguientes años en el Centrum Wiskunde & Informatica (CWI). En esa misma ciudad creó Python. Actualmente colabora en Google.

Se lo conoce actualmente por el título BDFL ("Benevolent Dictator for Life"), teniendo asignada la tarea de fijar las directrices sobre la evolución de Python, así como la de tomar decisiones finales sobre el lenguaje que todos los desarrolladores acatan. Van Rossum tiene fama de ser bastante conservador, realizando pocos cambios al lenguaje entre versiones sucesivas, intentando mantener siempre la compatibilidad con versiones anteriores. (\*)

Python es un interpretador de instrucciones que permite usar el lenguaje en forma interactiva. Los lenguajes interpretados, a diferencia de los lenguajes compilados, permiten experimentar interactivamente en una ventana y también mediante programas que pueden desarrollarse y probarse a medida que son construidos. Esta interacción facilita el aprendizaje del lenguaje y mejora la productividad. Los programas compilados en cambio, deben estar completos para que sean probados y no admiten experimentar separadamente con las instrucciones. La ventaja de los programas compilados es que el tiempo de ejecución es menor.

Python es un lenguaje de propósito general. Su diseño no obliga a los usuarios a adoptar un estilo particular. Esta característica del lenguaje motiva la creatividad y permite la elección entre varios paradigmas o metodologías de programación.

Con todos los recursos del lenguaje y el soporte de las librerías disponibles, el programador puede usar libremente su imaginación para crear nuevas soluciones. Partiendo de un conocimiento inicial básico, puede avanzar en el aprendizaje del lenguaje a su propio ritmo.

Python es un producto público y de distribución libre que puede descargarse de internet.

(\*) Los datos biográficos se tomaron de la dirección de internet:

[http://www.ecured.cu/index.php/Guido\\_van\\_Rossum](http://www.ecured.cu/index.php/Guido_van_Rossum)

En la siguiente dirección de YouTube hay un video en el cual Guido van Rossum expone algunos aspectos del lenguaje Python:

<http://www.youtube.com/watch?v=EBRMq2Ioxsc>

## 5.2 Características del lenguaje computacional Python

- a) Python es un lenguaje interpretado. Se considera sucesor del lenguaje ABC y usa conceptos de otros lenguajes como Modula-3, Lisp, entre otros.
- b) Python no obliga a los programadores a adoptar un estilo particular de programación.
- c) Se puede instalar en varias plataformas: Windows, Linux, etc. Con menores cambios puede trasladarse entre ellas.
- d) Es software libre y de código abierto con licencia GPL (General Public License). Se puede instalar, modificar y distribuir proporcionando el código fuente. Una licencia GPL no ofrece garantía, pero la gran comunidad de usuarios que disponen del código abierto, rápidamente detectan errores.
- e) El código escrito en Python es legible, sin marcas para definir bloques como en otros lenguajes. No requiere símbolos de fin de línea. Escribir en este lenguaje es casi como escribir en pseudo código en inglés

Ejemplo.

```
Si e no está en [12,34,25,17,24]
    imprimir "No está en la lista"
```

Seudolenguaje

```
if e not in [12,34,25,17,24]:
    print("No está en la lista")
```

Lenguaje Python

- f) Usa el encolumnamiento de instrucciones para definir bloques y establecer el alcance de las estructuras de control. El código resultante es compacto pero legible.
- g) Python es un lenguaje de tipado dinámico: conecta un método y un nombre de variable durante la ejecución del programa.
- h) Es un lenguaje seguro. Realiza chequeo dinámico de tipos de datos y de índices
- i) Es un lenguaje extensible. Continuamente la gran comunidad de usuarios está creando nuevas librerías en diferentes áreas de aplicación.
- j) Python es un lenguaje de propósito general. Algunas aplicaciones son:
  - a) Aprendizaje de la programación.
  - b) Desarrollo de prototipos.
  - c) Computación científica y matemática.
  - d) Estadística y optimización.
  - e) Desarrollo de interfaz visual.
  - f) Desarrollo de aplicaciones web.
  - g) Interfaz para manejo de bases de datos.
  - h) Educación y juegos.
  - i) Desarrollo de software.

- k) Algunos usuarios actuales de Python: YouTube, Google, NASA, universidades, etc.
- l) Aprendizaje fácil para diferentes niveles de usuarios. Recomendable como primer lenguaje de programación.
- m) Python puede tener abiertas varias ventanas interactivas y varias ventanas de edición trabajando en pruebas o proyectos diferentes
- n) En Python la ejecución se inicia desde la ventana de edición o cargando el programa en la ventana interactiva. Siendo un interpretador de lenguaje, el traductor debe estar presente. Sin embargo ya existen utilitarios para compilar programas Python. Ejemplo. PyPy.
- o) En Python, la mayoría de las funciones están en librerías que deben ser cargadas antes de acceder a las funciones. Por este motivo, el tiempo de carga del traductor Python es menor.
- p) Python es un lenguaje de propósito general y tiene estructuras de datos muy flexibles. Se pueden crear listas con componentes de diferentes tipos.

La filosofía de Python es la legibilidad y la transparencia. Estos principios están codificados y se los puede revisar escribiendo la instrucción **import this** en la ventana principal de Python.

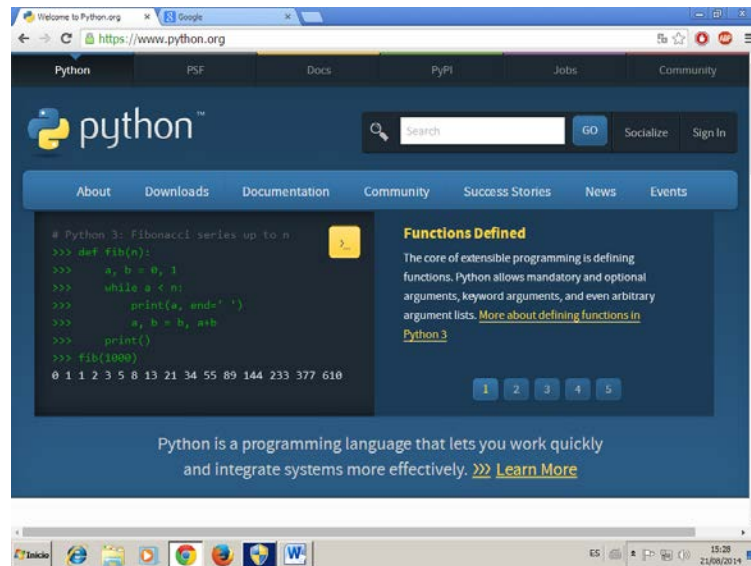
Alguna información para esta sección fue tomada del curso en la dirección de internet:

<http://codigofacilito.com/cursos/Python>

### 5.3 Carga e instalación

El traductor del lenguaje de programación Python es público y de acceso libre. Se lo puede descargar e instalar para WINDOWS y para otros sistemas operativos desde la página oficial de Python en la dirección de la red internet:

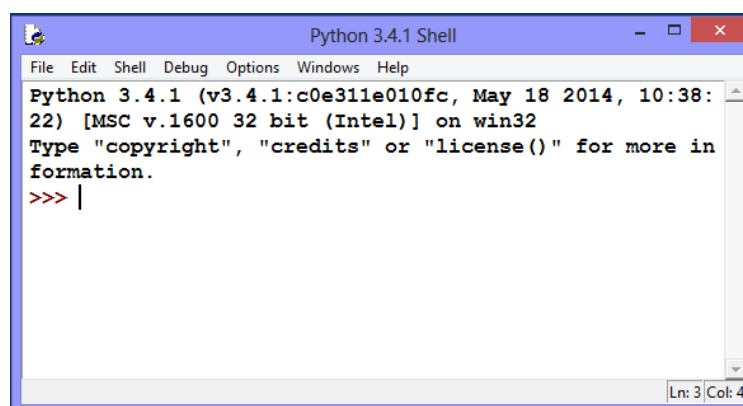
<https://www.python.org/>



La versión más reciente disponible para WINDOWS es la **versión 3.4.1** de mayo 18, 2014

La instalación es guiada mediante pantallas con opciones que deben aceptarse. Cuando la instalación está completa se habrá creado una carpeta con el nombre **Python34**.

La instalación también crea en la barra del menú inicial de WINDOWS y en la carpeta del programa a la que se accede desde el menú inicial, un ícono con el nombre **IDLE (Python GUI)** mediante el cual se despliega una pantalla de interfaz que facilita la interacción con Python:



Esta es la pantalla principal o Shell de Python. Esta pantalla incluye en el margen superior un menú de opciones. Al presionar **file** en el menú se abren opciones para crear ventanas de edición de programas, para buscar programas, guardarlos, etc.

En este documento usaremos este dispositivo para interactuar en línea con Python y también para el ingreso y salida de los resultados cuando se escriban programas y se realice la ejecución. Aparte del IDLE que ofrece Python, existen otras instrumentaciones disponibles como interfaz de Python.

Se puede personalizar la apariencia de esta pantalla presionando el botón **Options** en el menú y seleccionando **Configure IDLE**.

**IDLE** proviene de las palabras Interactive Development Environment.

**GUI** proviene de las palabras Graphical User Interface

**Nota:** Si en lugar de **IDLE (Python GUI)** elije **Python (command line)** se abrirá la ventana primitiva de Python la cual es muy limitada para interactuar con el lenguaje.



## 5.4 Extensiones al lenguaje

Para enriquecer el lenguaje, los usuarios de la comunidad Python han desarrollado muchas extensiones organizadas en paquetes o librerías las cuales están disponibles de manera gratuita en la red internet para integrarlas al entorno del lenguaje.

Un sitio de internet que contiene una gran cantidad de paquetes con extensiones para Python ha sido compilada por Christoph Gohlke de la Universidad de California en Irvine. De este sitio se pueden descargar e instalar para WIINDOWS, en la dirección:

<http://www.lfd.uci.edu/~gohlke/Pythonlibs/>

Los siguientes son algunos de los paquetes de extensión importantes que se pueden descargar de este sitio para WINDOWS. Se recomienda realizar su instalación.

**NumPy:** Paquete fundamental para computación matemática y científica con Python

**Matplotlib, Pylab:** Librería para gráficos en dos y tres dimensiones

**SymPy:** Librería para aplicaciones con matemáticas simbólicas

Al descargar estas extensiones, el programa de instalación las agrega a la carpeta **site-packages** ubicada dentro de **lib** la cual a su vez está incluida en la carpeta **Python34**. La carpeta **site-packages** contiene algunos paquetes iniciales que se agregan directamente al instalar Python. La librería **Matplotlib** incluye a **Pylab**.

El sitio oficial para decargar las librerías fundamentales: Numpy, SciPy, SymPy, Matplotlib:

<http://www.scipy.org/>

Existe gran cantidad de información acerca del uso del lenguaje Python en la red internet, así como ejemplos y videos en el portal **YouTube**.

Algunos sitios de interés en la red internet con información para el aprendizaje de Python:

Sitio web con información inicial para la instalación y uso de del lenguaje Python

<https://wiki.python.org/moin/BeginnersGuide/>

Un tutorial detallado del lenguaje Python.

<http://www.tutorialspoint.com/Python/>

En la siguiente dirección se puede encontrar y bajar en formato pdf el tutorial elaborado por Guido Van Rossum y traducido al español por voluntarios usuarios de Python en Argentina.

<http://docs.Python.org.ar/tutorial/pdfs/TutorialPython3.pdf>

En general, estos documentos proveen información dispersa acerca del uso del lenguaje, pero no incluyen muchos ejemplos de aplicación.

El documento que ofrecemos en esta obra es una integración de muchos temas de interés para el aprendizaje del lenguaje Python, con una gran cantidad de ejemplos instructivos y ejercicios de práctica para los interesados.

## 5.5 Desarrollo de programas en el lenguaje Python

Un programa es la descripción de un algoritmo en un lenguaje computacional. En la terminología de Python, un programa se denomina **módulo**.

Para escribir un programa es necesario haber conceptualizado o construido el algoritmo para resolver el problema de interés y conocer las reglas de sintaxis y semántica del lenguaje computacional que será usado.

También deberá tener instalado en su computador el traductor del lenguaje. En este documento se usará una interfaz de Python para desarrollo denominada IDLE (Interactive DeveLopment Environment). Adicionalmente se pueden instalar extensiones del lenguaje que han sido desarrollados para aplicaciones especiales.

## 5.6 Algunos elementos básicos para escribir programas

### 5.6.1 Tipos de datos básicos

Son los componentes elementales con los que se opera en el lenguaje Python. En color azul entre paréntesis se muestra el nombre del tipo en el lenguaje Python.

#### a) Enteros (**int**)

Son números sin punto decimal.

##### Ejemplos.

37  
0  
-128

#### b) Reales o números de punto flotante (**float**)

Números con punto decimal o expresados en notación de potencias de 10

##### Ejemplos.

3.25  
-0.028  
2.4e-5 es el número  $2.4 \times 10^{-5}$

#### c) Complejos (**complex**)

Números expresados con un componente real y un componente imaginario

##### Ejemplo.

(2+3j)

#### d) Cadenas de caracteres (**str**)

Expresiones encerradas entre comillas simples o comillas dobles. Este tipo de datos no es básico. Pero damos una primera mirada. Será estudiado en detalle en otra sección.

##### Ejemplos.

`'un algoritmo'` o `"un algoritmo"`

#### e) Valores lógicos (**bool**)

**True** Representa al valor lógico **verdadero** (Se puede usar **1** en lugar de **True**)

**False** Representa al valor lógico **falso** (Se puede usar **0** en lugar de **False**)

### 5.6.2 Variables o identificadores

Son los símbolos para representar los valores y otros componentes de los programas. Para escribir variables se pueden usar letras, mayúsculas y minúsculas, dígitos y el sub-guión pero deben comenzar con una letra o con el sub-guión. Se pueden usar tildes y ñ.

Las variables se crean al asignarles un valor. Esta asignación se denomina dinámica pues se realiza durante la ejecución, es decir que las variables se crean y pueden modificarse durante la ejecución. El tipo de datos de la variable se define con el tipo del valor asignado.

Se recomienda que los nombres de variables no coincidan con las palabras reservadas que tienen un significado especial para el lenguaje de programación. Se sugiere usar nombres cortos pero significativos y relacionados con los valores que representarán.

Lista (no exhaustiva) de **palabras reservadas** de Python

**and assert break class continue def del elif else except exec finally for from global if import in input is lambda next none not or pass print raise return try while yield**

### 5.6.3 Operadores

Son los símbolos utilizados para expresar las operaciones básicas en los programas

#### a) Operadores aritméticos

Se utilizan para escribir expresiones aritméticas. También se pueden usar los paréntesis ( ) para definir el orden de las operaciones. El resultado es un valor aritmético.

Operación	Símbolo Python
Suma	+
Resta	-
Multiplicación	*
División real	/
Potenciación	**

**Ejemplos.**  $(a+2)^3$  traducción al lenguaje Python:  $(a+2)**3$

$\frac{a+5}{b-1}$  traducción al lenguaje Python:  $(a+5)/(b-1)$

## b) Operadores relacionales

Estos símbolos se usan para comparar valores. El resultado de esta comparación es un valor lógico: **True** o **False**.

Matemáticas	Símbolo Python
<	<
>	>
≤	<=
≥	>=
=	==
≠	!=

**Ejemplo.**  $x \leq 5$

El resultado será **True** si el contenido de **x** es menor o igual que **5**, caso contrario, será **False**

## c) Conectores lógicos

Estos símbolos se utilizan para construir expresiones lógicas. El resultado es un valor lógico **True** o **False**.

Matemáticas	Símbolo Python
Conjunción: $\wedge$	<b>and</b>
Disyunción: $\vee$	<b>or</b>
Negación: $\neg$	<b>not</b>

**Ejemplo.**  $x < 5$  **and**  $t > 2$

Dependiendo de **x** y **t** el resultado será **True** o **False**

## d) Precedencia de operadores

Si en una expresión hay operadores de diferente tipo, primero se evalúan las operaciones **aritméticas**, luego las operaciones **relacionales** y finalmente las operaciones **lógicas**.

Los **paréntesis** ( ) se pueden usar para definir con claridad la precedencia de las operaciones.

### c) Operadores especiales

Existen otros operadores. Aquí incluimos dos operadores de uso frecuente en Python

#### Operador de inclusión

```
e in c
e not in c
```

Este operador detecta si un elemento **e** pertenece o no a una colección de datos **c**. Las colecciones de datos serán revisadas en una sección posterior. Una cadena o string es una colección de datos. El resultado de esta operación es un valor lógico: **True** o **False**

#### Ejemplo:

```
>>> 'm' in 'programa'           El resultado es True
```

El símbolo **>>>** es la marca de Python en pantalla que indica al usuario que ingrese una instrucción

#### Operador de concatenación

El operador aritmético **+** también se puede usar como operador para concatenar colecciones de datos. Ejemplo. una cadena o string es una colección de datos. Si se concatenan cadenas, el resultado será una cadena compuesta por ambas cadenas.

#### Ejemplo.

```
>>> x='Mate'
>>> y='mática'
>>> z=x+y
>>> z
'Matemática'
>>> z='La '+z
>>> z
'La Matemática'

>>> r='e' in z
>>> r
True
```

El símbolo **>>>** es la marca de Python en pantalla que indica al usuario que ingrese una instrucción

Al escribir la variable se muestra el contenido  
El resultado es una cadena concatenada  
Puede usarse en forma recurrente

**Notas:** Los ángulos **>>>** al inicio de cada línea los muestra el lenguaje Python cuando se lo usa interactivamente. Esta interacción se describirá en detalle posteriormente.

El símbolo **=** es la **operación de asignación** de valores a variables en el lenguaje Python. Estas operaciones se describirán en detalle en otra sección.

Los colores aparecen automáticamente al escribir instrucciones en la ventana de Python

### 5.6.4 Conversión entre tipos de datos

Siempre que el contenido sea compatible, se puede convertir entre tipos de datos mediante una especificación correspondiente al tipo de datos requerido.

#### Ejemplos.

Asignación	Resultado	Tipo del resultado
>>> a=73	73	Entero
>>> b=float(a)	73.0	Real
>>> c=str(a)	'73'	Cadena
>>> d=73.5	73.5	Real
>>> e=int(d)	73	Entero
>>> s='125'	'125'	Cadena
>>> g=int(s)	125	Entero
>>> s='125.7'	'125.7'	Cadena
>>> r=float(s)	125.7	Real
>>> t=int(s)	Error de conversión	
>>> s='n728'	'n728'	Cadena
>>> t=int(s)	Error de conversión	
>>> x=5	5	Entero
>>> z=complex(x)	(5+0j)	Complejo
>>> u=2+3j	(2+3j)	Complejo
>>> a=u.real	2.0	Real (Componente real de u)
>>> b=u.imag	3.0	Real (Componente imaginario de u)
>>> y=float(u)	Error de conversión	
>>> s='2+3j'	'2+3j'	Cadena
>>> z=complex(s)	(2+3j)	Complejo
>>> t=2<3	True	Lógico
>>> a=75	75	Entero
>>> b=chr(a)	'K'	Carácter cuyo código entero (ASCII) es 75
>>> c='R'	'R'	Carácter
>>> d=ord(c)	82	Código entero que representa el carácter 'R'

Los colores en los ejemplos son para resaltar y distinguir los nombres de Python. Estos colores aparecen automáticamente al escribir expresiones en la ventana de Python.

### 5.6.5 Tipos numéricos en otras bases

#### Números en binario (**bin**)

Base: 2  
 Símbolos: 0,1  
 Formato: 0bdddd..... (dígitos en binario)  
 Ejemplo: 0b1001101101

#### Números en octal (**oct**)

Base: 8  
 Símbolos: 0,1,2,3,4,5,6,7  
 Formato: 0odddd..... (dígitos en octal)  
 Ejemplo: 0o2536174

#### Números en hexadecimal (**hex**)

Base: 16  
 Símbolos: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,a,b,c,d,e,f  
 Formato: 0xdddd..... (dígitos en hexadecimal)  
 Ejemplo: 0x36a7d0a9

Se puede operar con números de diferente base. Python muestra el resultado en formato decimal.

**Ejemplo.** Sumar números con diferente base

```
>>> 7352 + 0o123 + 0x2ac4 + 0b10011
18402
```

Se puede convertir de decimal a otra base con las funciones de conversión de tipo:

Asignación	Resultado	Tipo del resultado
<code>&gt;&gt;&gt; n=93</code>		
<code>&gt;&gt;&gt; q=bin(n)</code>	'0b1011101'	Cadena con la representación en binario de 93
<code>&gt;&gt;&gt; r=oct(n)</code>	'0o135'	Cadena con la representación octal de 93
<code>&gt;&gt;&gt; s=hex(n)</code>	'0x5d'	Cadena con la representación hexadecimal de 93

La conversión de binario, octal o hexadecimal a decimal es automática. No se requiere aplicar la función de conversión de tipo:

**Ejemplo.**

```
>>> u=0b1011101
>>> u
93
```

```
>>> u=int(0b1011101)
>>> u
93
```

La conversión de tipo no es necesaria

### 5.6.6 Uso de módulos especiales

Los algoritmos escritos en el lenguaje Python se denominan programas o módulos. Estos módulos se almacenan con algún nombre en alguna carpeta en el disco. También existen otros módulos especiales o **librerías** que deben cargarse para tener acceso a estos recursos.

Algunos de estos módulos especiales se instalan desde el inicio en la librería estándar del traductor Python. Otros se los puede descargar de la red internet y otros pueden ser creados por los propios usuarios.

Python incluye los operadores e instrucciones básicas pero si se necesitan funciones especiales se debe cargar el módulo o librería que las contiene con la siguiente sintaxis:

```
>>> from módulo import función
```

Las funciones matemáticas comunes están en el módulo **math**.

**Ejemplo.** Si se desea usar la función **coseno**, puede escribir:

```
>>> from math import cos
```

Para cargar **todas** las funciones del módulo **math** debe especificarse con un asterisco:

```
>>> from math import *
```

**Ejemplo.** Asignar a **x** el logaritmo natural de  $\sqrt{3}$

```
>>> x=log(sqrt(3))
```

Otro formato para importar un módulo usa la siguiente especificación:

```
>>> import módulo
```

En este caso las funciones incluídas en el módulo deben referenciarse con la notación:

```
>>> módulo.función
```

**Ejemplo.** Importar el módulo **math**

```
>>> import math
```

Asignar a **x** el logaritmo de  $\sqrt{3}$

```
>>> x=math.log(math.sqrt(3))
```



Se puede importar un módulo para usarlo con otro nombre

**Ejemplo.** Importar el módulo **math** para usarlo con el nombre **mt**

```
>>> import math as mt
```

Asignar a **x** el logaritmo de  $\sqrt{3}$

```
>>> x=mt.log(mt.sqrt(3))
```

Un módulo para acceder al reloj: **time**

**Ejemplo.** Mostrar la fecha y hora actual formateadas

```
>>> from time import*
>>> asctime()
'Fri Jul 12 15:38:25 2014'
```

**Ejemplo.** Registrar el tiempo de ejecución de un proceso

```
>>> from time import*
>>> a=clock()
```

```
(Proceso)
```

```
>>> b=clock()
```

La diferencia **b-a** será el tiempo de ejecución del proceso en segundos.

### 5.6.7 El sistema de ayuda

Python incluye un sistema de ayuda en línea con la sintaxis:

```
>>> help('item')
```

En donde **'item'** representa el tema para el que se solicita ayuda:

**Ejemplo.** Si desea conocer el nombre y uso de todas las funciones matemáticas del módulo **math** escribir:

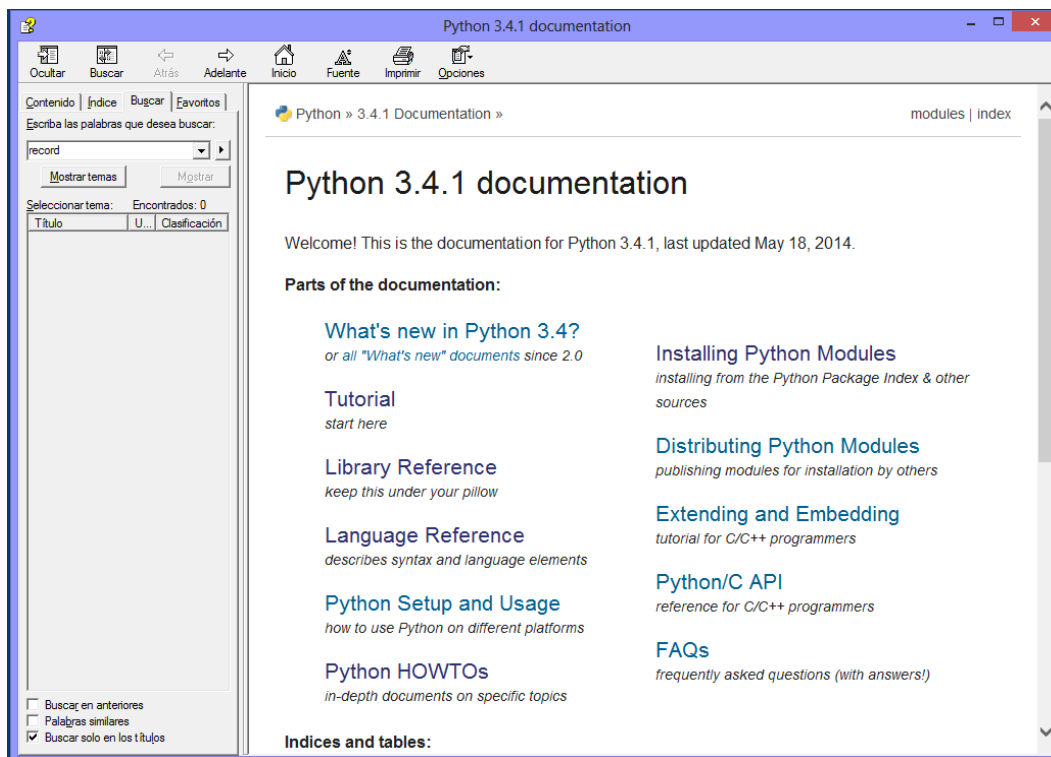
```
>>> help('math')
```

**Ejemplo.** Si desea conocer información del tipo de datos **int** escribir:

```
>>> help('int')
```

### 5.6.8 Documentación en línea

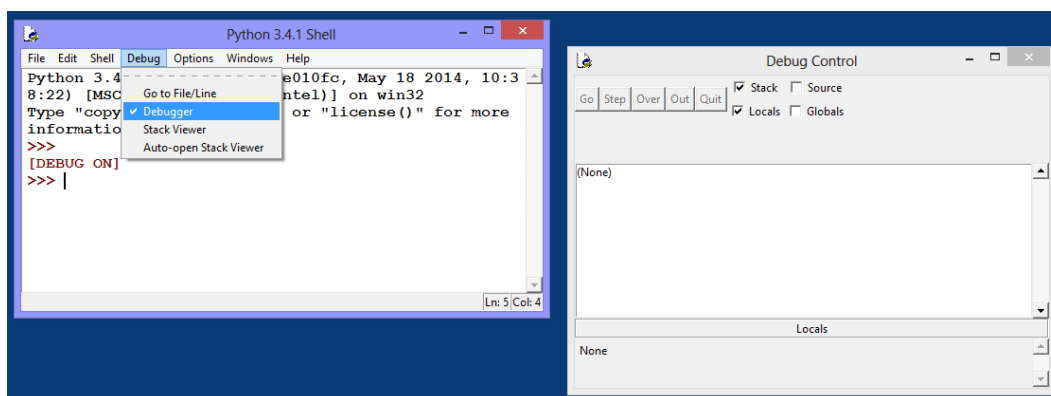
Desde la ventana de Python, si presiona la tecla funcional **F1** se tiene acceso a la documentación de Python incorporada en el Shell, incluyendo las características de la versión instalada, tutorial de uso del lenguaje, la información fundamental de la librería estándar de Python, el manual de referencia del Lenguaje Python, etc. como aparece en la pantalla:



Siguiendo las opciones que ofrecen el documento se puede llegar a un nivel de detalle fino

### 5.6.9 Depuración de programas

Python dispone de un dispositivo de seguimiento y depuración de programas. Para acceder a esta pantalla selecciones **Debugger** de la opción **Debug** de la barra del menú.



El uso de estas opciones es útil para usuarios que enfrentan problemas complicados en el desarrollo de programas complejos.

### 5.6.10 Funciones del módulo math

Este módulo provee acceso a las funciones matemáticas comunes:

Las funciones se muestran en el siguiente cuadro en orden alfabético:

Nombre	Resultado
<b>abs(x)</b>	Valor absoluto
<b>acos(x)</b>	Arco coseno de x en radianes
<b>acosh(x)</b>	Arco seno hiperbólico
<b>asin(x)</b>	Arco seno
<b>asinh(x)</b>	Arco seno hiperbólico
<b>atan(x)</b>	Arco tangente
<b>atanh(x)</b>	Arco tangente hiperbólico
<b>ceil(x)</b>	Entero menor
<b>cos(x)</b>	Coseno trigonométrico de x en radianes
<b>cosh(x)</b>	Coseno hiperbólico
<b>degrees(x)</b>	Conversión de radianes a grados
<b>erf(x)</b>	Función error
<b>exp(x)</b>	Función exponencial
<b>fabs(x)</b>	Valor absoluto de un real
<b>factorial(x)</b>	Factorial de un entero positivo
<b>floor(x)</b>	Entero mayor
<b>gamma(x)</b>	Función Gamma
<b>hypot(x,y)</b>	Distancia Euclideana
<b>log(x)</b>	Logaritmo natural
<b>log(x,b)</b>	Logaritmo de x, en base b
<b>log10(x)</b>	Logaritmo base 10
<b>log2(x)</b>	Logaritmo en base 2
<b>modf(x)</b>	Parte decimal y parte entera de x
<b>pow(x,y)</b>	x elevado a la potencia y
<b>radians(x)</b>	Conversión de grados a radianes
<b>sin(x)</b>	Seno trigonométrico de x en radianes
<b>sinh(x)</b>	Seno hiperbólico
<b>sqrt(x)</b>	Raíz cuadrada
<b>tan(x)</b>	Tangente trigonométrica de x en radianes
<b>trunc(x)</b>	Truncamiento de decimales hacia 0
<b>e</b>	Constante <b>e</b> = 2.718281828459045...
<b>pi</b>	Constante <b>π</b> = 3.141592653589793...

### 5.6.11 Traducción de expresiones

En esta sección se realiza una práctica de escritura de expresiones en la notación Python

**Ejemplo.** Traduzca al lenguaje Python la expresión aritmética:

$$\frac{3^{0.75}\sqrt{2}}{e^2 - 1}$$

Traducción:

```
>>> from math import*
>>> 3**0.75*sqrt(2)/(exp(2)-1)
```

Las funciones matemáticas están **math**  
El resultado será un número real

**Ejemplo.** Traduzca al lenguaje Python la expresión lógica:

$$a \leq 2 \wedge b \neq 3$$

Traducción:

```
>>> a<=2 and b!=3
```

El resultado será un valor lógico (**True** o **False**)

### 5.6.12 Ejercicios de traducción de expresiones

Traduzca al lenguaje Python cada expresión.

1)  $\tan(x^3)$

2)  $\frac{\cos(\pi + 0.2) - 3}{\tan(\sqrt{2} - 2) + 0.2^3}$

3)  $\frac{\sqrt{2} + 1}{\frac{\sin(2) - 0.1}{x^2 - 1}} + 2$

4)  $\neg (b < 5 \vee c = 0)$

5)  $(a < b) \Rightarrow (c = 5)$

Sugerencia: Use la equivalencia lógica  $p \Rightarrow q \equiv \neg p \vee q$

### 5.6.13 Un ejemplo introductorio desarrollado en modo interactivo

Para iniciar el aprendizaje del lenguaje Python en esta sección se desarrolla un ejemplo en **forma interactiva** en la ventana principal o shell. Se recomienda que el usuario realice esta práctica en la computadora.

El mismo ejemplo se lo resolverá posteriormente escribiendo un programa en una ventana de edición de Python. Esta práctica permitirá resaltar las diferencias entre el modo interactivo y el modo de programación.

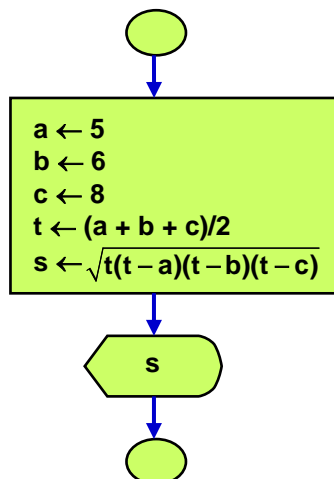
**Ejemplo.** Describir un algoritmo para calcular el área de un triángulo cuyos lados son: 5, 6, y 8

**Algoritmo: Área de un triángulo conocidos sus lados**

#### Variables

<b>a, b, c:</b>	Lados del triángulo	(Datos conocidos: 5, 6, y 8)
<b>s:</b>	Área del triángulo	(Es el resultado esperado)
<b>t:</b>	Semiperímetro	(Valor usado para la fórmula del área)
<b><math>s = \sqrt{t(t-a)(t-b)(t-c)}</math>,</b>		(Fórmula del área del triángulo)
siendo <b><math>t = (a + b + c)/2</math></b>		

#### Diagrama de flujo



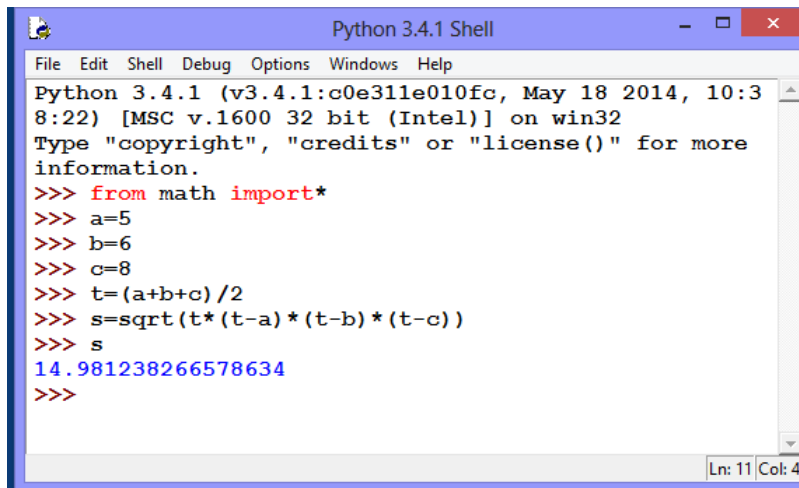
#### Solución en modo interactivo en la ventana principal o shell de Python

Presione el ícono de Python e ingrese a la ventana principal o Shell. En el borde superior se muestra un menú de opciones. También se despliega alguna información de la versión del programa que está siendo utilizado. Al inicio de las siguientes líneas Python muestra un aviso para que el usuario escriba cada instrucción. Este aviso son tres ángulos: **>>>**

En esta ventana debe escribir cada instrucción a la derecha del símbolo **>>>** Al final de cada línea presione la tecla de ingreso. Siga el ejemplo que se muestra en el gráfico a continuación.

En esta ventana se ingresan las instrucciones las cuales son interpretadas y ejecutadas inmediatamente en forma parecida a una calculadora.

Para conocer el contenido de las variables se debe escribir el nombre de la variable.



```
Python 3.4.1 (v3.4.1:c0e311e010fc, May 18 2014, 10:3
8:22) [MSC v.1600 32 bit (Intel)] on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more
information.
>>> from math import*
>>> a=5
>>> b=6
>>> c=8
>>> t=(a+b+c)/2
>>> s=sqrt(t*(t-a)*(t-b)*(t-c))
>>> s
14.981238266578634
>>>
```

La figura anterior es tomada de la interacción real con el lenguaje Python. Los colores son asignados automáticamente al escribir las instrucciones pero pueden personalizarse, igualmente el tipo y tamaño de las letras, el tamaño inicial de la ventana, la tabulación, etc. Puede hacerlo seleccionando la opción **Configure IDLE** de **Options** en el menú de la ventana principal.

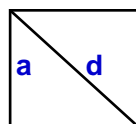
#### 5.6.14 Práctica computacional en la ventana interactiva

Para afirmar el conocimiento adquirido se realizará una práctica en la pantalla interactiva de Python resolviendo problemas básicos. Esta es la pantalla principal o shell.

**Ejemplo.** Resuelva el siguiente ejercicio en la ventana interactiva de Python

Si se conoce que el área de un cuadrado es  $40 \text{ m}^2$ , encuentre el valor de la diagonal

Formulación



**a:** Longitud del lado del cuadrado  
**d:** Longitud de la diagonal

$$a^2 = 40 \Rightarrow a = \sqrt{40} \quad (\text{Dato del área})$$

$$d^2 = 2 a^2 \Rightarrow d = a\sqrt{2} \quad (\text{Teorema de Pitágoras})$$

En la ventana principal de Python se escriben las instrucciones respectivas:

```
>>> from math import*
>>> a=sqrt(40)
>>> d=a*sqrt(2)
>>> d
8.94427190999916
```

Al escribir la variable **d** se muestra el resultado calculado.

### 5.6.15 Ejercicios de resolución de problemas en la ventana interactiva

Para cada ejercicio escriba la formulación necesaria. Después escriba las instrucciones en la ventana principal o shell de Python y obtenga la respuesta.

- 1) Calcule el volumen y el área total de un cilindro de radio 5 metros y altura 4 metros
- 2) Calcule el área de un triángulo rectángulo cuyos diagonal mide 5 cm. y tiene un ángulo interno de 40 grados.
- 3) El costo mensual **c** en dólares al fabricar una cantidad **x** de artículos está dado por: **c = 50 + 2x**, mientras que el ingreso por la venta de **x** artículos está dada por: **v = 2.4x**
  - a) Calcule la ganancia que se obtendrá al fabricar y vender 400 artículos
  - b) Determine cuantos artículos deben fabricarse y venderse para que el ingreso iguale a los gastos
- 4) Un modelo de crecimiento poblacional está dado por **f(t) = kt + 2e<sup>0.1t</sup>**, siendo **k** una constante que debe determinarse y **t** es tiempo en años. Se conoce que f(10)=50. Determine la población en el año 25

5) Un ingeniero desea tener una cantidad de dólares acumulada en su cuenta de ahorros para su retiro luego de una cantidad de años de trabajo. Para este objetivo planea depositar un valor mensualmente. Suponga que el banco acumula el capital mensualmente mediante la siguiente fórmula:

$$a = p \left[ \frac{(1+x)^n - 1}{x} \right]$$

- a:** valor acumulado luego de **n** depósitos mensuales  
**p:** valor de cada depósito mensual  
**x:** valor nominal del interés mensual  
**n:** número de depósitos mensuales realizados

- a) Calcule el valor acumulado en 15 años depositando mensualmente cuotas de 300 con un interés **anual** de 0.04
- b) Determine el valor de la cuota que debe depositar mensualmente si desea reunir 200000 en 20 años suponiendo que el interés **anual** es 0.04
- c) Determine cuantos depósitos mensuales de 400 debe realizar para reunir 250000 con una tasa de interés **anual** de 0.04

6) El siguiente ejemplo describe un procedimiento matemático para multiplicar dos números enteros con valores entre 1 y 1000.

Sean los números 997 y 991. Se desea conocer su producto:

Obtenga los resultados de las restas:	1000-997 = 3, 1000-991 = 9
Sume los resultados de las restas:	3 + 9 = 12
Reste de 1000 el resultado de la suma:	1000-12 = 988
Multiplique este resultado por 1000:	988x1000 = 988000
Multiplique los resultados de las restas iniciales:	3x9 = 27
La suma de los dos últimos resultados es el producto deseado:	988000+27 = 988027

Pruebe este procedimiento con otros dos números enteros entre 1 y 1000

## 5.7 Instrucciones básicas para programar con Python

El modo interactivo de Python facilita la obtención inmediata de respuestas, pero si se requiere resolver un problema similar pero con datos diferentes, se tendrían que digitar nuevamente las instrucciones. Es preferible que las instrucciones estén almacenadas en un archivo con algún nombre. Estos archivos son los programas o **módulos** que se ejecutan para obtener la respuesta a los problemas.

Las instrucciones de los programas se las escribe en otra pantalla que la designaremos con el nombre de pantalla de edición. En esta pantalla se escriben las instrucciones sin la marca `>>>`. Estas instrucciones no son ejecutadas a medida que se las escribe, como ocurre en la ventana interactiva, pero se las puede ejecutar desde la ventana interactiva.

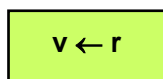
Cada instrucción básica del lenguaje Python se describirá relacionándola con su equivalente en la notación algorítmica desarrollada en un capítulo anterior en este documento. Los detalles de la sintaxis del lenguaje Python se los revisará en las siguientes secciones.

### 5.7.1 Instrucción de asignación

Esta instrucción se usa para definir variables y asignar un valor a su contenido

Sean  $v$  una variable y  $r$  un valor

#### Notación algorítmica



Asigna el valor  $r$  a la variable  $v$

#### Seudo lenguaje

$v \leftarrow r$

#### Lenguaje Python

`v=r`

**Ejemplo.** Asignaciones en el lenguaje de Python

```
x=3
y=2*x+1
```

### 5.7.2 Asignaciones especiales

a) Asignaciones en la misma línea. Deben separarse con punto y coma. Las asignaciones se realizan de izquierda a derecha.

**Ejemplo.**

```
x=3; t=x+2; n=4
```



**b)** Asignación múltiple. Deben separarse con comas. La asignación se realiza en forma correspondiente, a cada variable, se asigna cada valor de izquierda a derecha.

**Ejemplo.**

```
a,b,c=5,7,'saludo'
```

Es equivalente a

```
a=5
b=7
c='saludo'
```

**c)** Asignación a varias variables el mismo valor

**Ejemplo.**

```
a=b=c=d=0
```

Es equivalente a

```
a=0
b=0
c=0
d=0
```

**d)** Intercambio del contenido de dos variables

**Ejemplo.**

```
a=3
b=5
a,b=b,a
```

(a contendrá 5 y b contendrá 3)

Es equivalente a

```
a=3
b=5
x=a
a=b
b=x
```

**e)** Notación abreviada para operar y asignar

**Ejemplo.**

```
a=a+b
```

Se puede escribir en forma abreviada

```
a+=b
```

También es aplicable a las otras operaciones aritméticas

### 5.7.3 Instrucción para ingreso de datos

Esta instrucción se usa para describir la acción de ingresar algún valor para una variable desde fuera del algoritmo cuando éste sea ejecutado. Esta instrucción permite que los datos no requieran ser asignados dentro del algoritmo y así puedan realizarse pruebas con diferentes datos sin tener que modificar las instrucciones del programa.

#### Notación algorítmica



Ingresar un valor para la variable **v** desde el teclado

#### Seudo lenguaje

Leer v

#### Lenguaje Python

```
v=input('mensaje ')
```

Esta instrucción puede incluir un mensaje que se mostrará al ejecutar el programa en la ventana principal o shell para indicar que es el momento de ingresar el dato. Este mensaje puede escribirse entre comillas simples o entre comillas dobles.

Python recibe el valor ingresado como un dato de **tipo texto**. Si se desea asignar otro tipo de dato a este valor, es necesario aplicar una conversión de tipo:

Para convertir el **texto recibido** a un valor entero:

```
v=int(input('mensaje '))
```

Para convertir el **texto recibido** a un valor decimal (o de punto flotante):

```
v=float(input('mensaje '))
```

#### Ejemplos.

Ingresar un dato tipo texto

```
s=input('Ingrese su nombre: ')
```

Ingrese un dato (número entero) y conviértalo a tipo numérico entero

```
n=int(input('Ingrese la cantidad de hijos: '))
```

Ingrese un dato (número entero o real) y conviértalo al tipo numérico real

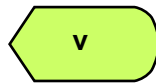
```
p=float(input('Ingrese su peso en kg.: '))
```

Si la conversión no puede hacerse, se producirá un error de conversión de tipo.

### 5.7.4 Instrucción para salida de resultados

Esta instrucción se usa para describir la acción de mostrar mensajes o el contenido de resultados almacenados en variables. Para mostrar el contenido de una variable se debe escribir el nombre de la variable.

#### Notación algorítmica



Mostrar en la pantalla el contenido de la variable **v**

#### Seudo lenguaje

**Mostrar** **v**

#### Lenguaje Python

**print**(v)

Se pueden mostrar mensajes entre comillas simples o dobles junto al contenido de una o más variables separadas con comas. La salida se despliega en la ventana principal o shell de Python. En las primeras versiones de Python el uso de los paréntesis era opcional.

**Ejemplos.** En los ejemplos se supondrá que las variables contienen algún valor

```
print(x)
print('El resultado es: ', x )
print('El area es: ', s, ' El volumen es: ', t )
```

Se pueden incluir algunos caracteres de control de salida. Si se desea un salto a la siguiente línea en pantalla se deberá escribir **'\n'**

**Ejemplo.**

```
print('El area es: ', s, ' \nEl volumen es: ', t )
```

#### Especificaciones de formato para salida

Opcionalmente, la instrucción **print** puede incluir especificaciones de formato para mejorar la apariencia de los resultados que se muestran en la pantalla. Una forma conocida de estas especificaciones requiere escribirlas entre comillas precedidas con el símbolo **%**

Algunas especificaciones de formato se escriben: **%cd**, **%c.pf**, **%cs**, **%c.pg**

En donde **c**, **p** son el número de columnas y número de decimales o dígitos respectivamente, mientras que **d**, **f**, **s**, **g** se refieren en ese orden a datos de tipo entero(decimal), real(floatante), cadena(string) y en notación de potencias de 10.

**Ejemplos.**

```
n=23
x=7.78925
e=' ESPOL '
print('Prueba %5d%8.2f%10s'%(n,x,e))
Prueba    23    7.79    ESPOL
```

resultados formateados

Las especificaciones de formato se pueden almacenar con un nombre:

```
f= 'Prueba %5d%8.2f%10s '
print(f%(n,x,e))
```

También se puede definir el formato con la especificación especial `.format`

```
print('Prueba {0:5}{1:8.3}'.format(n,x))
Prueba      23      7.79
```

El uso de las especificaciones de formato se pueden revisar en la **Sección 7.9**

### Opciones especiales para imprimir

**sep:** Permite insertar una cadena entre los valores. Si no se especifica, se inserta un espacio

**end:** Permite insertar una cadena al final del último valor. Si no se especifica, se inserta un salto de línea

**file:** Permite especificar un objeto para el flujo de salida. Si no se especifica se usa el dispositivo estándar de salida

### Ejemplo.

```
>>> a=35
>>> b=27
>>> c=78
>>> d=49
>>> print(a,b,c,d)
35 27 78 49
>>> print(a,b,c,d,sep=' - ')
35-27-78-49
>>> print(a,b);print(c,d)
35 27
78 49
>>> print(a,b,end=' ');print(c,d)
35 27 78 49
```

### 5.7.5 Documentación de los programas

Es una buena práctica de programación incluir **comentarios** en los programas para documentar su desarrollo.

Para incluir comentarios o anotaciones en el programa inicie la línea con el símbolo **#**

Los comentarios son líneas o pueden ir al final de algunas instrucciones del programa

Los comentarios también pueden abarcar varias líneas. Para estas anotaciones escriba al inicio de la primera línea del comentario **tres comillas simples o dobles** y también escribálas al final de la última línea del comentario.

```
# Esta es una línea de comentario

x=25      # Puede escribir comentario al final de una instrucción

'''
Este es un bloque de líneas
de comentarios
'''
```

Se pueden insertar líneas en blanco para mejorar la claridad de los programas.

### 5.7.6 Encolumnamiento de instrucciones

En el lenguaje Python se definen los bloques encolumnando las instrucciones a la derecha debajo de la instrucción de control en cuyo ámbito estarán incluidas. A diferencia de otros lenguajes, Python no tiene símbolos o palabras especiales para delimitar un bloque.

Las instrucciones que pertenecen a un bloque deben escribirse desplazadas al menos una columna a la derecha dentro del bloque y todas las instrucciones deben tener el mismo encolumnamiento. Python sugiere el encolumnamiento al momento de escribir las instrucciones del programa. Es importante constatar el encolumnamiento de las instrucciones para asegurar su pertenencia o exclusión de un bloque.

El encolumnamiento de las instrucciones para definir el ámbito o alcance de las estructuras de control es muy simple de aplicar y entender, aporta claridad a la escritura de los programas y es un componente importante de la metodología de la **Programación Estructurada**.

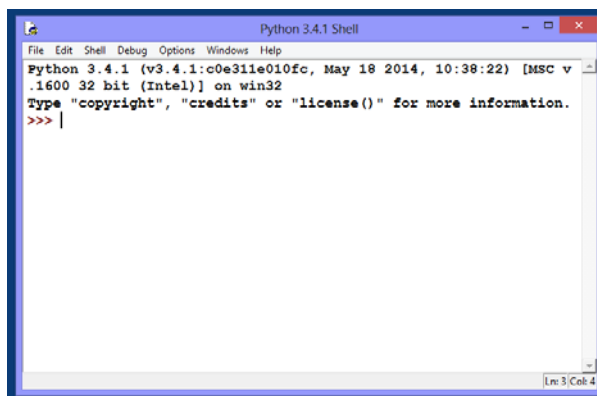
### 5.7.7 El primer ejemplo desarrollado en modo de programación

Cuando un usuario enfrenta a un nuevo lenguaje, es tradicional que su primer programa sea el clásico “**Hola mundo**”. Este programa consiste en hacer que el computador muestre en la pantalla un saludo. En lenguajes “duros” como C++ o Java, esta simple actividad involucra varios detalles que para un usuario novicio es difícil entender. En Python escribir y probar programas es una actividad simple y amigable

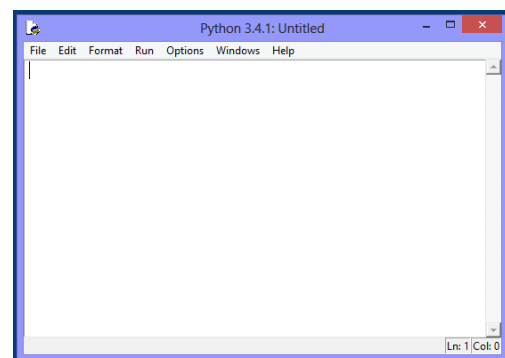
#### El programa “Hola mundo” en Python

Primero ingrese a la ventana principal o Shell de Python activando el programa. En esta ventana presione **file** en la barra del menú y elija la opción **New File**. Se abrirá una ventana de edición.

##### Ventana interactiva o Shell



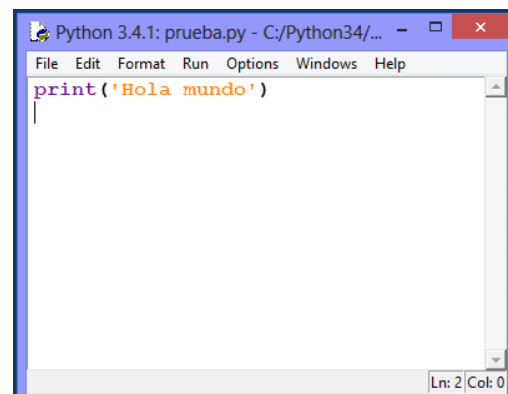
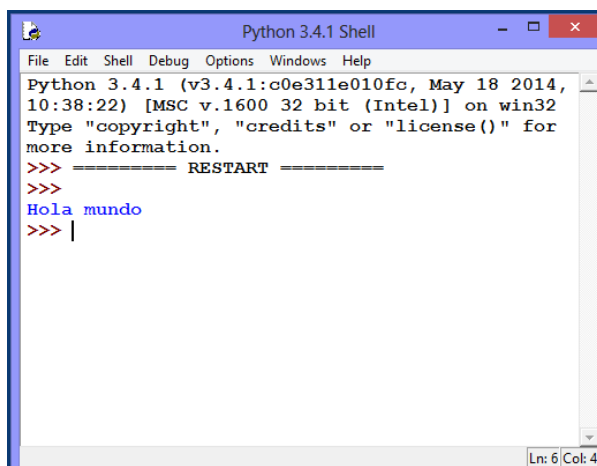
##### Ventana de edición



Escribir en la ventana de edición de Python la instrucción. En esta ventana no debe escribir la marca `>>>`

```
print('Hola mundo')
```

Almacene el contenido de la ventana de edición. Este contenido es su primer programa. Para almacenar el programa presione **file** en la barra del menú de la ventana de edición y elija la opción **save**. Python le pedirá un nombre. Escribir algún nombre para su programa sin dejar espacios intermedios Para probar o ejecutar el programa elija la opción **run** de la ventana de edición o presione la tecla **F5**. El siguiente gráfico muestra el resultado que aparece en la pantalla interactiva.



El segundo ejemplo será convertir en un programa el ejemplo del triángulo que se desarrolló interactivamente en la ventana interactiva de Python. Los datos serán ingresados desde el teclado para realizar varias pruebas. Primero se codificará el programa con las reglas indicadas anteriormente y luego se lo trasladará a la ventana de edición. El ejemplo permitirá entender la ventaja de escribir programas.

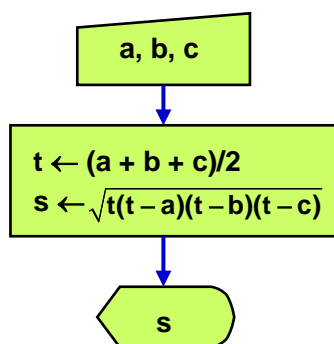
**Ejemplo.** Escribir en el lenguaje Python un programa para traducir el algoritmo que calcula el área de un triángulo ingresando el valor de sus tres lados

### Algoritmo: Área de un triángulo dados sus lados

#### Variables

<b>a, b, c:</b>	Lados del triángulo	(Datos desconocidos)
<b>s:</b>	Área del triángulo	(Es el resultado esperado)
<b>t:</b>	Semiperímetro	(Valor usado para la fórmula del área)
<b>s =</b>	$\sqrt{t(t-a)(t-b)(t-c)}$	(Fórmula del área del triángulo)
siendo	<b>t = (a + b + c)/2</b>	

#### Diagrama de flujo



#### Traducción del algoritmo al lenguaje Python

```

#Programa calcular el área de un triángulo
from math import sqrt
a=float(input('Primer lado: '))
b=float(input('Segundo lado: '))
c=float(input('Tercer lado: '))
t=(a+b+c)/2
s=sqrt(t*(t-a)*(t-b)*(t-c))
print('Respuesta: ',s)
  
```

Al escribir las instrucciones del programa en la ventana de Python los colores aparecen automáticamente. En la ventana de edición no debe escribir la marca `>>>`.

Los colores de las ventanas de Python pueden personalizarse, igualmente el tipo y tamaño de las letras, el tamaño inicial de la ventana, la tabulación, etc. Puede hacerlo seleccionando la opción **Configure IDLE** de **Options** en el menú de la ventana principal. Se sugiere no modificar ni el tipo de letra ni la tabulación.

Escribir el programa en la ventana de edición de Python. Elija la opción **save** o **save as** y escribir un nombre para su programa. Python agrega la extensión **.py** al nombre.

Para probar o ejecutar el programa elija la opción **run** de la ventana de edición en la que escribió el programa, o presione la tecla **F5**. Esta forma de ejecutar programas será usada en casi todos los ejemplos en este documento.

El ingreso de los datos y la salida de resultados se realiza en la ventana principal o Shell como se muestra en la siguiente figura tomada de la interacción real con Python.

**Ventana de principal o Shell**

En la ventana principal o shell se realiza la ejecución del programa

**Ventana de edición con el programa**

En la ventana de edición se escribe el programa y se ordena su ejecución

La ventaja de un programa es su independencia con respecto a los datos. Los datos entran desde fuera del programa cuando es ejecutado. De esta manera el programa no necesita modificarse para realizar pruebas. Al estar almacenado se lo puede cargar y ejecutar en cualquier momento y no necesita escribir las instrucciones nuevamente.

Para realizar cambios en el programa que está abierto en la ventana de edición, posicione el cursor en el lugar respectivo, realice los cambios, almacene nuevamente el archivo y ejecútelo. Puede cargar y modificar los programas que están almacenados.

Los módulos (programas y funciones) son almacenados en una carpeta identificada con el nombre **idlelib** ubicada dentro de **lib** en la carpeta **Python34**. Python usa esta carpeta como dispositivo de almacenamiento normal de programas y archivos. Si los módulos se almacenan en otra carpeta, no se los puede acceder en forma directa y no aparecen en el directorio de módulos, aunque Python si los incluye en la lista de archivos recientes de donde se los puede cargar y ejecutar.

También se puede ejecutar desde la ventana interactiva un **programa** que está almacenado en la carpeta **idlelib**. No es necesario abrir el programa en la ventana de edición, solamente debe escribir la siguiente instrucción en la ventana interactiva. Antes de cada ejecución debe activar **Restart Shell** de la opción **Shell** del menú de Python.

**>>> import n**                      Sustituya **n** por el nombre del programa almacenado



### 5.7.8 Ejercicios de programación con las instrucciones básicas

Para cada ejercicio escriba y pruebe un programa en la ventana de edición de Python.

1. Dados el radio y altura de un cilindro calcule el área total y el volumen
2. Se tiene un recipiente cilíndrico con capacidad en litros. Su altura es un dato en metros. Determine el diámetro de la base
3. Dadas las tres dimensiones de un bloque rectangular calcule y muestre su área total y su volumen.
4. La siguiente fórmula proporciona el  $n$ -ésimo término  $u$  de una progresión aritmética:  

$$u = a + (n - 1) r$$
 en donde  $a$  es el primer término,  $n$  es la cantidad de términos y  $r$  es la razón entre dos términos consecutivos. Calcular el valor de  $r$  dados  $u$ ,  $a$ ,  $n$
5. En el ejercicio anterior, calcular el valor de:  $n$  dados  $u$ ,  $a$ ,  $r$
6. El examen de una materia es el 70% de la nota total. Las lecciones constituyen el 20% y las tareas el 10% de la nota total. Ingrese como datos la nota del examen calificado sobre 100 puntos, la nota de una lección calificada sobre 10 puntos, y las notas de tres tareas calificadas cada una sobre 10 puntos. Calcule la calificación total sobre 100 puntos.
7. Un modelo de crecimiento poblacional está dado por:  $n = 5t + 2e^{0.1t}$ , en donde  $n$  es el número de habitantes,  $t$  es tiempo en años. Se desea conocer el número de habitantes que habrían en los años 5, 10 y 20. Obtenga los resultados ejecutando tres veces el programa.
8. Un ingeniero desea tener una cantidad de dólares acumulada en su cuenta de ahorros para su retiro luego de una cantidad de años de trabajo. Para este objetivo planea depositar un valor mensualmente. Suponga que el banco acumula el capital mensualmente mediante la siguiente fórmula:

$$A = P \left[ \frac{(1+x)^n - 1}{x} \right], \text{ en donde}$$

- A:** Valor acumulado  
**P:** Valor de cada depósito mensual  
**n:** Cantidad de depósitos mensuales  
**x:** Tasa de interés mensual

Calcule el valor acumulado ingresando como datos valores para  $P$ ,  $n$ ,  $x$

9. Lea la abscisa y ordenada de dos puntos  $P$ ,  $Q$  en el plano:  $(a, b)$ ,  $(c, d)$ . Estos puntos y el origen  $(0, 0)$  conforman un triángulo. Calcule y encuentre el área del triángulo.

Fórmula de la distancia del punto  $P$  al punto  $Q$ :  $x = \sqrt{(c-a)^2 + (d-b)^2}$

Fórmula del área del triángulo:  $S = \sqrt{t(t-x)(t-y)(t-z)}$ ,  $t = (x+y+z)/2$

$x, y, z$  representan el valor de los tres lados del triángulo

### 5.7.9 Operadores para aritmética entera

Algunas aplicaciones numéricas incluyen operaciones aritméticas que requieren el cociente entero de la división entre dos números y el residuo de esta división. En el lenguaje Python estas operaciones están definidas con símbolos especiales

#### Los operadores // y %

El operador // trunca los decimales del resultado de la división y entrega la parte entera.

#### Ejemplo.

```
>>> c=20//3
>>> c
6
```

El operador % entrega el módulo aritmético (residuo de la división entre dos enteros).

#### Ejemplo.

```
>>> r=20%6
>>> r
2
```

**Ejemplo.** Dado un número entero de dos cifras, escribir un programa en Python para sumar las cifras.

#### Instrumentación

##### Variables

n: dato entero de dos cifras  
d: dígito de las decenas  
u: dígito de las unidades  
s: suma de dígitos

#### Programa

```
#Suma de dos cifras
n=int(input('Ingrese un entero: '))
d=n//10
u=n%10
s=d+u
print('Respuesta: ',s)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Ingrese un entero: 73
Respuesta: 10
```

### La función divmod

Sean  $x, y$  dos números

`divmod(x,y)` entrega el par  $(x//y, x\%y)$

#### Ejemplo.

```
>>> [a,b]=divmod(20,6)
>>> a
3
>>> b
2
```

### 5.7.10 Ejercicios de programación con los operadores para aritmética entera

Para cada ejercicio escriba y pruebe un programa en la ventana de edición de Python.

1. Dado un número entero (días), determine y muestre el equivalente en años, meses y días sobrantes. Por simplicidad suponga que un año tiene 365 días y que cada mes tiene 30 días. Use los operadores `//` y `%` para obtener cociente y residuo.

Ejemplo. 1372 días equivalen a 3 años, 9 meses y 7 días.

2. Dado un dato con la cantidad de días. Encuentre el equivalente en meses, semanas y días sobrantes. Suponga que cada mes tiene treinta días.

Ejemplo. Si el dato es 175 el resultado será 5 meses, 3 semanas y 4 días

3. Lea dos números de tres cifras cada uno. Sume la cifra central del primer número con la cifra central del segundo número y muestre el resultado.

4. Dado un número entero de tres cifras. Muestre el mismo número pero con las cifras en orden opuesto.

5. Dado un número entero (cantidad de dólares), mostrar el valor equivalente usando la menor cantidad de billetes de 100, 50, 20, 10, 5 y 1.

6. En un ejercicio de algoritmos con ciclos en este documento se encuentra la siguiente fórmula para determinar el día  $n$  en el cual el número de bacterias  $x$ , cuya cantidad se duplica cada día, excede a un valor máximo  $m$ :  $2^n(x) > m$ .

Ingrese los valores de  $x$  y  $m$  y determine el día  $n$  con la fórmula anterior. Este resultado debe ser el menor entero que satisface la desigualdad. Para despejar  $n$  debe usar logaritmos y también truncamiento de decimales

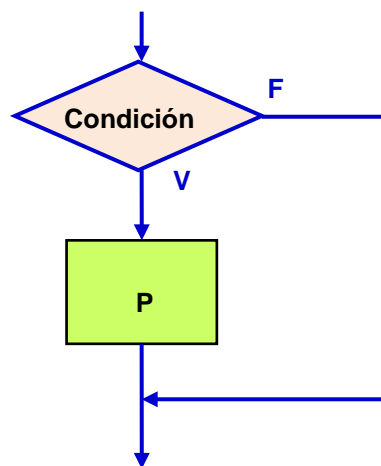
## 5.8 Estructuras de decisión en Python

Las decisiones son operaciones computacionales que permiten condicionar la ejecución de instrucciones dependiendo de una expresión que al evaluarla puede tomar únicamente los valores lógicos: verdadero o falso, **True** o **False** en la notación de Python.

### 5.8.1 Ejecución condicionada de un bloque de instrucciones

Esta estructura de control se usa para condicionar la ejecución de un bloque de instrucciones utilizando como criterio el resultado de una condición como se muestra en la siguiente representación gráfica:

#### Representación gráfica



Al entrar a esta estructura se evalúa la condición. Si el resultado es verdadero (**V**) se ejecutarán las instrucciones del bloque **P** caso contrario, si el resultado es falso (**F**) las instrucciones del bloque no serán ejecutadas. En ambos casos el algoritmo continúa abajo del bloque.

#### Seudo lenguaje

**Si** condición

**P**

**Fin**

#### Lenguaje Python

```

if condición:
    Instrucción en el bloque P
    Instrucción en el bloque P
    . . .
    Instrucción en el bloque P
  
```

Observe la relación entre la estructura de control del lenguaje algorítmico y la instrucción del lenguaje computacional. Ambas describen la misma acción. El color de la palabra clave **if** para decisiones de Python es el color estándar del IDLE (interfaz para interactuar con Python), pero se lo puede cambiar activando **options**.

El bloque de la estructura de decisión incluye todas las instrucciones que están condicionadas. En el diagrama de flujo está claramente delimitado con las líneas de flujo.

El lenguaje Python no tiene símbolos especiales para cerrar el bloque de instrucciones condicionadas.

El bloque o ámbito de la decisión se define encolumnando las instrucciones que se desean condicionar. Las instrucciones condicionadas deben escribirse en las siguientes líneas desplazadas al menos una columna a la derecha de la palabra **if**.

Todas las instrucciones condicionadas deben tener el mismo encolumnamiento. Python encolumna las instrucciones al escribirlas. Este encolumnamiento es una tabulación predefinida que desplaza las instrucciones cuatro espacios a la derecha y es el que se usa en este documento. Sin embargo, Python permite cambiar esta tabulación

**Ejemplo.** Describir en Python las instrucciones para leer el precio **p** de un producto y reducir su valor en el 10% si el dato ingresado es mayor a **40**.

```
p=float(input('Ingrese el precio: '))
if p>40:
    p=p-0.1*p
```

Para escribir las expresiones que condicionan el bloque de instrucciones se pueden usar operadores relacionales y conectores lógicos. Para que una expresión pueda ser usada como una condición, las variables incluidas en la expresión deben tener asignado algún valor, caso contrario será un error pues la condición no podría evaluarse.

**Ejemplo.** **x<3 and t>2** es una expresión condicional y su valor (**verdadero** o **falso**) dependerá del contenido actual de las variables **x** y **t**

En el lenguaje Python, se pueden usar expresiones con conectores lógicos para verificar en una condición, si una variable pertenece a un intervalo real, como el siguiente ejemplo:

```
x>3 and x<10
```

Estas expresiones con el conector **and** también se pueden escribir en forma abreviada:

```
3<x<10
```

**Ejemplo.** Describir en Python las instrucciones para leer un número real **x**. Verificar si **x** está dentro del intervalo **[2, 5]** y mostrar un mensaje si se cumple esta condición:

```
x=float(input('Ingrese el dato: '))
if 2<=x<=5:
    print('El dato está dentro del intervalo')
```

Se puede usar una lista de valores para determinar si un valor pertenece al conjunto de valores definidos en la lista

### Ejemplo.

```
if n in [2,5,3,6,7]:
    print('Si')
```

**Ejemplo.** Describir en Python un programa para resolver el siguiente problema:

Calcular el valor total que una persona debe pagar por la compra de llantas en un almacén que tiene la siguiente promoción: Si la cantidad de llantas comprada es mayor a **4**, el precio unitario tiene un descuento de **10%**. El programa debe ingresar como datos la cantidad de llantas y el precio inicial de cada llanta. Mediante una comparación el programa deberá aplicar el descuento.

### Instrumentación

#### Variables

n: Cantidad de llantas  
p: Precio unitario  
t: Valor a pagar

#### Programa

```
#Compra de llantas con descuento
n=int(input('Cantidad de llantas: '))
p=float(input('Precio unitario: '))
if n>4:
    p=0.9*p
t=n*p
print('Valor a pagar: ',t)
```

#### Prueba del programa

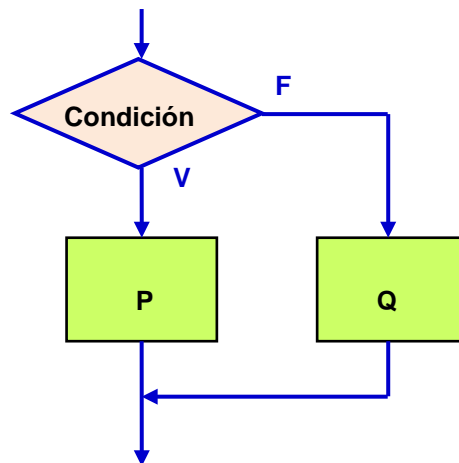
```
>>>
Cantidad de llantas: 3
Precio unitario: 80
Valor a pagar: 240.0
```

```
>>>
Cantidad de llantas: 5
Precio unitario: 80
Valor a pagar: 360.0
>>>
```

### 5.8.2 Ejecución selectiva entre dos bloques de instrucciones

Esta estructura de control de flujo del algoritmo evalúa la condición y dependiendo del resultado realiza las instrucciones incluidas en una de las dos opciones

#### Representación gráfica



Al entrar a esta estructura, se evalúa la condición. Si el resultado es verdadero (**V**) se ejecutará el bloque **P** asociado al valor verdadero, caso contrario, si el resultado es falso (**F**) se ejecutará el bloque **Q**. El algoritmo continúa abajo, después de ejecutar alguno de los dos bloques.

#### Seudo lenguaje

```

Si condición
    P
Sinó
    Q
Fin
  
```

#### Lenguaje Python

```

if condición:
    instrucción en el bloque P
    instrucción en el bloque P
    . . .
    instrucción en el bloque P
else:
    instrucción en el bloque Q
    instrucción en el bloque Q
    . . .
    instrucción en el bloque Q
  
```

Para definir el bloque de instrucciones asociado a cada una de las dos opciones, se deben escribir las instrucciones desplazadas al menos una columna a la derecha. Todas las instrucciones deben tener el mismo encolumnamiento. Python sugiere el encolumnamiento al momento de escribir las instrucciones del programa. Este encolumnamiento es un desplazamiento de cuatro espacios a la derecha y es el que se usa en este documento.

**Ejemplo.** Describir en notación algorítmica como asignar a la variable **m** el mayor entre dos valores almacenados respectivamente en las variables **a** y **b**

```
if a>=b:
    m=a
else:
    m=b
```

**Ejemplo.** Describir en lenguaje Python un programa para resolver el siguiente problema:

Para el pago semanal a un obrero se consideran los siguientes datos: horas trabajadas, tarifa por hora y descuentos. Si la cantidad de horas trabajadas en la semana es mayor a 40, se le debe pagar las horas en exceso con una bonificación de 50% adicional al pago normal.

## Instrumentación

### Variables

- c: Cantidad de horas trabajadas en la semana
- t: Tarifa por hora
- d: Descuentos que se aplican al pago semanal
- p: Pago que recibe el obrero

### Programa

```
#Cálculo del pago semanal
c=float(input('Horas trabajadas: '))
t=float(input('Tarifa por hora: '))
d=float(input('Descuentos '))
if c<=40:
    p=c*t - d
else:
    p=40*t + 1.5*t*(c - 40) - d
print('Valor a pagar', p)
```

### Prueba del programa

```
>>>
```

```
Horas trabajadas: 45
```

```
Tarifa por hora: 4
```

```
Descuentos 40
```

```
Valor a pagar 150.0
```



### 5.8.3 Decisiones anidadas

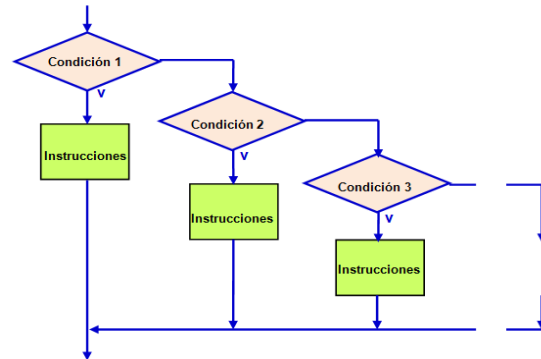
En problemas con decisiones múltiples se deben elegir acciones mediante condiciones que deben verificarse en forma sucesiva. Para describir en Python la selección de acciones mediante condiciones se las puede estructurar con decisiones incluidas dentro de otras decisiones con el siguiente formato, el cual establece una jerarquía de acciones:

```

if condición 1:
    Instrucciones
else:
    if condición 2:
        Instrucciones
    else:
        if condición 3:
            Instrucciones
        else:
            . . .

```

Representación gráfica



La ejecución se realiza de arriba hacia abajo. Si se cumple alguna condición de la cláusula **if**, la ejecución continúa en ese bloque, caso contrario, la ejecución continúa en las instrucciones incluidas en la cláusula **else**. Cada cláusula **if** y cada cláusula **else** pueden abrir otra ruta de decisiones.

Las instrucciones están condicionadas mediante el encolumnamiento asociado a cada cláusula **if** y a cada cláusula **else**.

Es necesario encolumnar las instrucciones con cuidado para establecer con claridad la dependencia a cada cláusula **if** y a cada cláusula **else**.

El algoritmo continúa abajo al completarse la ruta de las decisiones.

Las instrucciones también pueden incluir a otras decisiones para formar estructuras de decisión más complejas.

**Ejemplo.** Describir en Python un programa para resolver el siguiente problema:

Durante el semestre un estudiante debe realizar tres evaluaciones. Cada evaluación tiene una calificación y la nota total que recibe el estudiante es la suma de las dos mejores calificaciones

Escribir un programa que lea las tres calificaciones y determine cual es la calificación total que recibirá el estudiante.

### Instrumentación

#### Variables

**a, b, c:** Variables que recibirán los datos de las tres calificaciones  
**t:** Variable con la suma de las dos mejores calificaciones

Solamente hay tres casos posibles y son excluyentes, por lo que se usarán dos decisiones anidadas para verificar dos casos y el tercero será la cláusula else.

#### Programa

```
# Suma de calificaciones
a=int(input('Ingrese su primera calificación: '))
b=int(input('Ingrese su segunda calificación: '))
c=int(input('Ingrese su tercera calificación: '))
if a>=c and b>=c:
    t=a+b
else:
    if a>=b and c>=b:
        t=a+c
    else:
        t=b+c
print('Su calificación total es: ',t)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Ingrese su primera calificación: 75
Ingrese su segunda calificación: 68
Ingrese su tercera calificación: 82
Su calificación total es: 157
>>>
```

**Ejemplo.** Describir en Python la siguiente decisión para pagar una cuenta en un restaurante: Si la cuenta es menor a \$50 pago en efectivo. Sinó, si es de \$50 hasta \$100 pagaré con el celular(dinero electrónico). Pero si es mayor a 100 hasta \$200, usaré la tarjeta de débito. Caso contrario, pagaré con la tarjeta de crédito.

## Instrumentación

### Variables

**c:** Valor de la cuenta a pagar

En la solución se usarán decisiones anidadas para seleccionar el caso que corresponda al valor de la cuenta. También se usará una forma abreviada que permite Python para expresar el rango para una variable en la condición.

### Programa

```
# Pago de una cuenta
c=float(input('Ingrese el valor de la cuenta: '))
if c<50:
    print('Pago en efectivo')
else:
    if 50<=c<=100:
        print('Pago con el celular (dinero electrónico)')
    else:
        if 100<=c<=200:
            print('Pago con la tarjeta de débito')
        else:
            print('Pago con la tarjeta de crédito')
```

### Prueba del programa

```
>>>
Ingrese el valor de la cuenta: 120.50
Pago con la tarjeta de débito
>>>
```

### 5.8.4 Decisiones consecutivas

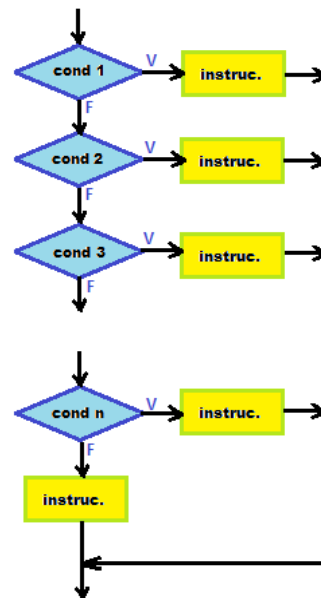
Esta es otra manera de estructurar decisiones múltiples. Si las decisiones utilizan condiciones similares y con valores diferentes, se las puede estructurar en forma vertical alineadas. Esta estructura es más clara que las decisiones anidadas que requieren encolumnar las instrucciones en forma diferente para definir la jerarquía de las decisiones.

El formato de las decisiones consecutivas en Python es:

```

if    condición 1:
        Instrucciones
elif  condición 2:
        Instrucciones
elif  condición 3:
        Instrucciones
. . .
elif  condición n:
        Instrucciones
else:
        Instrucciones
  
```

Representación gráfica



Las instrucciones condicionadas están definidas mediante el encolumnamiento asociado a cada condición: condición 1, condición 2, condición 3, etc., Si se cumple alguna de estas condiciones, se ejecutan las instrucciones condicionadas. Si no se cumple alguna de estas condiciones, se ejecutarán las instrucciones asociadas a la cláusula **else**. Este último componente es opcional.

La ejecución continúa abajo de esta estructura, después de ejecutar alguno de los bloques de instrucciones.

En general, los problemas con decisiones múltiples pueden resolverse con cualquiera de estos dos tipos de decisiones: decisiones anidadas o decisiones consecutivas.

**Ejemplo.** Describir un programa para resolver el siguiente problema:

Leer el número de llantas de una compra y mostrar el valor que debe pagarse. El almacén las vende con la siguiente política: Si se compran menos de 5 llantas, el precio unitario es 80. Si se compran 6 o 7, el precio unitario es 70, y si se compran más de 7 llantas, el precio unitario es 60.

### Instrumentación

#### Variables

n: Cantidad de llantas compradas  
p: Precio unitario (80, 70, o 60)  
t: Valor de la compra

#### Programa

```
# Compra de llantas con descuento
n=int(input('Cantidad de llantas: '))
if n<5:
    p=80
elif n==5 or n==6:
    p=70
else:
    p=60
t=n*p
print('Valor a pagar: ', t)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Cantidad de llantas: 6
Valor a pagar:  420
>>>
Cantidad de llantas: 4
Valor a pagar:  320
>>>
Cantidad de llantas: 8
Valor a pagar:  480
>>>
```

**Ejemplo.** El precio de una pizza depende de su tamaño según la siguiente tabla:

Tamaño	Precio
1	\$5
2	\$8
3	\$12

Cada ingrediente adicional cuesta \$1.5.

Escribir un programa en Python que lea el tamaño de la pizza y el número de ingredientes adicionales y muestre el precio que debe pagar

### Instrumentación

#### Variables

**t:** Tamaño de pizza  
**n:** Número de ingredientes  
**p:** Valor a pagar

#### Programa

```
#Compra de una pizza
t=int(input('Tamaño de la pizza: '))
n=int(input('Número de ingredientes adicionales: '))
if t==1:
    p=5+1.5*n
elif t==2:
    p=8+1.5*n
elif t==3:
    p=12+1.5*n
else:
    p=0
print('Valor a pagar: ', p)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Tamaño de la pizza: 2
Número de ingredientes adicionales: 3
Valor a pagar: 12.5
>>>
```

**Ejemplo.** Use decisiones consecutivas para resolver el ejemplo del pago de la cuenta en un restaurante revisado en la sección anterior.

### Instrumentación

#### Variables

**c:** Valor de la cuenta a pagar

En la solución se usarán decisiones consecutivas para seleccionar el caso respectivo

#### Programa

```
# Pago de una cuenta
c=float(input('Ingrese el valor de la cuenta: '))
if c<50:
    print('Pago en efectivo')
elif 50<=c<=100:
    print('Pago con el celular (dinero electrónico)')
elif 100<=c<=200:
    print('Pago con la tarjeta de débito')
else:
    print('Pago con la tarjeta de crédito')
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Ingrese el valor de la cuenta: 120.50
Pago con la tarjeta de débito
>>>
```

### 5.8.5 Ejercicios de programación con decisiones

Para cada ejercicio escriba y pruebe un programa en la ventana de edición de Python.

1. Dados el radio y altura de un cilindro, si la altura es mayor al radio calcule y muestre el valor del volumen del cilindro, caso contrario muestre el valor del área del cilindro.
2. Dados el radio y altura de un cilindro, si la altura es mayor al radio calcule y muestre el valor del volumen, caso contrario muestre el mensaje: 'Error'
3. Dadas las dimensiones de un bloque rectangular, calcule las diagonales de las tres caras diferentes. Muestre el valor de la mayor diagonal.
4. Lea un número de dos cifras. Determinar si la suma de ambas cifras es un número par o impar. Muestre un mensaje
5. Lea un número. Determine si es entero y múltiplo de 7

6. Lea la cantidad de Kw que ha consumido una familia y el precio por Kw. Si la cantidad es mayor a 700, incremente el precio en 5% para el exceso de Kw sobre 700. Muestre el valor total a pagar.
7. Lea un valor de temperatura  $t$  y un código  $p$  que puede ser **1** o **2**. Si el código es **1** convierta la temperatura  $t$  de grados  $f$  a grados  $c$  con la fórmula  $c=5/9(t-32)$ . Si el código es **2** convierta la temperatura  $t$  de grados  $c$  a  $f$  con la fórmula:  $f=32+9t/5$ , caso contrario muestre un mensaje de error.
8. Dadas las tres calificaciones de dos estudiantes. La calificación final de cada uno es la suma de sus dos mejores calificaciones. Muestre un mensaje que indique cual estudiante (1 o 2) tiene la mayor calificación final.
9. Dadas las tres calificaciones de un estudiante, encuentre y muestre la calificación mayor y la calificación menor
10. Dados los tres lados de un triángulo determine su tipo: Equilátero, Isósceles, o Escaleno
11. Dadas la abscisa y ordenada de dos puntos, calcule su distancia al origen y determine cual de los dos puntos (primero o segundo) está más cerca del origen. La respuesta deberá ser un mensaje: 'Punto 1' o 'Punto 2'

Punto	Abscisa	Ordenada
1	a	b
2	c	d

Fórmula de la distancia del punto  $(x, y)$  al origen:  $\sqrt{x^2 + y^2}$

12. Un local vende sus productos con la siguiente promoción. Si compra hasta 5 artículos, no hay descuento. Si compra más de 5 artículos, pero menos de 10, el precio unitario se reduce en 5%. Si compra 10 o más artículos, el precio unitario se reduce en 8%. Ingrese un dato de cantidad y el valor del precio unitario original. Calcule y muestre el valor total a pagar.
13. Juan, Pedro y José trabajan en una empresa que paga semanalmente. Ingrese para cada uno los siguientes datos del trabajo semanal: horas trabajadas, salario por hora, y descuentos. Calcule el pago semanal que recibirá cada uno y determine cual de los tres recibirá el mayor pago semanal. No considere el pago de horas extras.
14. Lea las dimensiones de un bloque rectangular (largo, ancho y altura del bloque), y el diámetro de un agujero. Determine si es posible que el bloque pueda pasar por el agujero.
- Sugerencia: Calcule cada una de las tres diagonales del bloque. Si alguna de ellas tiene un valor menor al diámetro del agujero muestre el mensaje: '**Si pasa por el agujero**'.



**15.** Un código de tres cifras debe cumplir la siguiente regla para que sea válido: La tercera cifra debe ser igual al módulo 10 del producto de las dos primeras cifras. Escriba un programa que lea un código y verifique si cumple la regla anterior. Muestre un mensaje correspondiente.

Ejemplo. 384 es un código válido pues el módulo de  $3 \times 8$  en 10 es igual a 4

**16.** El número de pulsaciones que debe tener una persona por cada 10 segundos de ejercicio aeróbico se calcula con la fórmula:

Género femenino (1): número de pulsaciones =  $(220 - \text{edad en años})/10$

Género masculino (2): número de pulsaciones =  $(210 - \text{edad en años})/10$

Lea la edad y el género y muestre el número de pulsaciones.

**17.** El índice de masa corporal IMC de una persona se calcula con la fórmula  $\text{IMC} = P/T^2$  en donde P es el peso en Kg. y T es la talla en metros.

Lea un valor de P y de T, calcule el IMC y muestre su estado según la siguiente tabla:

IMC	Estado
Menos de 18.5	Desnutrido
[18.5 a 25.5]	Peso Normal
Más de 25.5	Sobrepeso

**18.** Otro reporte de salud muestra una tabla diferente del índice de masa corporal IMC de una persona que se calcula con la fórmula  $\text{IMC} = P/T^2$  en donde P es el peso en Kg. y T es la talla en metros.

Lea un valor de P y de T, calcule el IMC y muestre su estado según la siguiente tabla:

IMC	Estado
Menor a 20	Desnutrido
[20, 25)	Normal
[25,30)	Sobrepeso
[30,35)	Obesidad Grado 1
[35,40)	Obesidad Grado 2
Mayor a 40	Obesidad Grado 3

**19.** En un concurso hay tres jueces. La opinión del juez es 1 si está a favor y 0 si está en contra. Para que un participante pueda continuar en el concurso debe tener al menos dos votos favorables. Escriba un algoritmo que lea los votos de los tres jueces y muestre el resultado mediante un mensaje: CONTINUA o ELIMINADO. No sume votos. Debe compararlos.

**20.** Dadas las dimensiones de un bloque rectangular, calcule y muestre el área de la cara de mayor dimensión.

**21.** Se conocen tres de los cuatro números de una matriz cuadrada de tamaño 2. Lea estos tres números y determine cual debe ser el cuarto número para que el determinante de la matriz sea igual a 0.

**22.** Lea un número  $x$  y los números  $a, b$ . Suponga que  $a < b$ . y que  $x \neq a$ ,  $x \neq b$ . Determine en que lugar se encuentra el número  $x$ , antes de  $a$ , entre  $a$  y  $b$  o después de  $b$ . Muestre un mensaje.

**23.** Lea las tres calificaciones que obtuvo un estudiante en una materia. No suponga que estos tres números están ordenados. Describa como ordenarlos en forma ascendente y muestre los números ordenados

**24.** Lea los números de matrícula de tres estudiantes que toman la materia A y los números de matrícula de tres estudiantes que toman la materia B. Encuentre cuantos estudiantes que toman la materia A, también toman la materia B.

**25.** Un almacén ofrece un producto con descuento según la siguiente tabla:

<b>Kilos comprados</b>	<b>Precio por kilo</b>
Menos de 3	\$2.4
[3 a 6)	\$2.3
[6 a 10)	\$2.1
Más de 10	\$1.85

Lea la cantidad comprada y determine cuanto debe pagar.

**26.** Traduzca al lenguaje Python los algoritmos de los ejemplos 1 y 2 de la Sección 3.5

## 5.9 Números aleatorios

Los números aleatorios son valores que están en un rango de posibles resultados pero no se puede predecir cual es el resultado que se obtendrá al tomar alguno. Por ejemplo, al lanzar un dado no podemos afirmar cual resultado se obtendrá entre los seis números posibles.

Los lenguajes computacionales tienen funciones especiales para generar números aleatorios, los cuales son útiles para muchas aplicaciones de interés.

El módulo **random** es una librería de Python que contiene funciones para generar números aleatorios. Para acceder a este módulo especial se lo debe cargar con la siguiente directiva:

```
from random import*
```

Algunas funciones básicas del módulo **random**:

- a) Generar un número aleatorio real en el intervalo semi abierto **[0, 1)**

```
random()
```

- b) Generar un número aleatorio entero en el intervalo **[a, b]** incluyendo los extremos

```
randint(a,b)
```

- c) Iniciar una secuencia de números aleatorios con una semilla dada

```
seed(n)
```

La semilla **n**, es un entero positivo. Es un valor que usa el generador de números aleatorios para construir la secuencia. El uso de **seed** es opcional. Si se especifica debe escribirse al inicio. Esto hará que la secuencia se repita en cada prueba.

- d) Elegir aleatoriamente un elemento de una lista

```
choice(s)
```

- e) Desordenar aleatoriamente los elementos de una lista

```
shuffle(s)
```

En estas instrucciones **s** representa una lista cuyos elementos pueden tener diferente tipo. Las listas se estudiarán en un capítulo posterior.

- f) Generar un número aleatorio con distribución Normal o Gaussiana

```
gauss(mu,sigma)
```

**mu** es la media, **sigma** es la desviación estándar

- g) Obtener una muestra de **k** elementos diferentes de una lista (población) **p**  
Las listas se estudiarán en un capítulo posterior.

```
sample(p,k)
```

**Ejemplos.** Uso de las funciones del módulo **random** en la ventana interactiva

```
>>> from random import*
>>> x=random()
>>> x
0.9635612618951365
>>> r=randint(1,6)
>>> r
3
>>> s=[10,90,20,40,50]
>>> shuffle(s)
>>> s
[40, 50, 10, 20, 90]
>>> c=choice(s)
>>> c
50
>>> v=gauss(10,2)
>>> v
9.31986340769587
>>>
```

Crear una lista  
Desordenar la lista

**Ejemplo.** Escribir un programa que genere un número aleatorio de un dado. Si sale 6 muestre el mensaje: 'Afortunado', caso contrario muestre el número que se obtuvo y el mensaje: 'No hubo suerte hoy'

### Instrumentación

#### Variable

n: número aleatorio entre 1 y 6

#### Programa

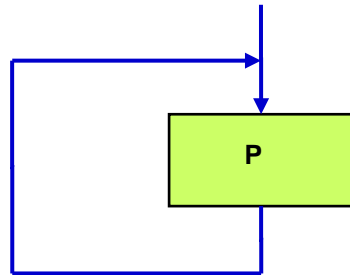
```
# Número de un dado
from random import *
n=randint(1, 6)
if n==6:
    print('Afortunado')
else:
    print('Salió: ',n)
    print('No hubo suerte hoy')
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Salió 3
No hubo suerte hoy
>>>
```

## 5.10 Estructuras de repetición o ciclos en Python

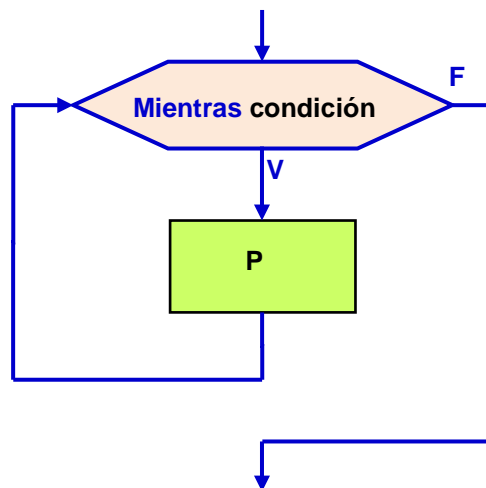
Estas estructuras de control se usan para describir la ejecución repetida de un bloque de instrucciones. El objetivo es colocar el bloque de instrucciones dentro de un ciclo como se muestra en el gráfico. Sin embargo, es necesario agregar un dispositivo que permita salir del ciclo para que el algoritmo pueda continuar:



Hay tres formas comunes que se usan para salir de una estructura de repetición. Dos de ellas usan una condición para salir del ciclo. Esta condición puede estar al inicio o al final. La otra forma, utiliza los valores de un conteo o una secuencia de valores para controlar la repetición.

### 5.10.1 Ejecución repetida de un bloque mediante una condición al inicio

#### Representación gráfica



Al entrar a esta estructura, se evalúa la condición. Si el resultado es verdadero (**V**) se ejecutarán las instrucciones en el bloque y regresará nuevamente a evaluar la condición.

Mientras la condición mantenga el valor verdadero el bloque de instrucciones seguirá ejecutándose. Esto significa que es necesario que en algún ciclo la condición tome el resultado falso (**F**) para salir de la estructura y continuar la ejecución después del bloque.

La condición es cualquier expresión cuyo resultado puede ser únicamente verdadero (**V**) o falso (**F**). Puede incluir operadores para comparar el contenido de variables y también se pueden usar los conectores de la lógica matemática.

## Seudo lenguaje

**Mientras** condición

P

**Fin**

## Lenguaje Python

```
while condición:
    Instrucción en el bloque P
    Instrucción en el bloque P
    ...
    Instrucción en el bloque P
```

El bloque de las instrucciones que se repetirán está definido mediante el encolumnamiento. Las instrucciones que se repetirán deben escribirse desplazadas algunas columnas a la derecha de la palabra **while**. Todas deben tener el mismo encolumnamiento.

**Ejemplo.** Simular lanzamientos de un dado. Muestre el resultado en cada intento. Finalice cuando salga el número 3.

## Instrumentación

### Variable

**x:** resultado del dado en cada lanzamiento. Inicialmente un valor nulo para entrar al ciclo. Note este artificio útil para usar la estructura **while**

## Programa

```
#Simular el lanzamiento de un dado hasta que salga el número 3
from random import *
x=0
while x!=3:
    x=randint(1, 6)
    print(x)
```

## Prueba del programa

```
>>>
```

```
2
6
6
1
6
4
3
```

El uso de la estructura **while** en este ejemplo es natural pues no se conoce la cantidad de repeticiones que deben realizarse para que se cumpla la condición y pueda salir del ciclo.

**Nota.** Observe el siguiente programa que incluye un cambio menor respecto al programa anterior. ¿Cual es el resultado que se obtendrá?

```
#Simular el lanzamiento de un dado hasta que sale un número
from random import *
x=0
while x!=3:
    x=randint(1, 6)
print(x)
```

**Respuesta:** El encolumnamiento de la instrucción **print** la saca del bloque que se repite en el ciclo. Por lo tanto solamente se mostrará el valor final de la variable **x**.

Si es de interés conocer el número de repeticiones realizadas se debe incluir una variable para efectuar el conteo como se muestra en el siguiente ejemplo.

**Ejemplo.** Simular lanzamientos de un dado. Determinar la cantidad de lanzamientos que se realizaron hasta que se obtuvo el número 3.

### Instrumentación

#### Variables

- x:** Resultado del dado en cada lanzamiento. Al inicio el valor 0 para entrar al ciclo
- c:** Conteo de repeticiones

#### Programa

```
#Conteo de lanzamientos de un dado
from random import *
c=0
x=0
while x!=3:
    x=randint(1, 6)
    c=c+1
print('Cantidad de lanzamientos hasta que salió el 3: ', c)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Cantidad de lanzamientos hasta que salió el 3: 5
>>>
```

**Ejemplo.** Suma de los cuadrados de los primeros números naturales

### Instrumentación

#### Variables

**n:** dato (número natural hasta el que se llegará)  
**s:** suma de cuadrados  
**i:** cada número natural

#### Programa

```
#Suma de cuadrados
n=int(input('Ingrese el valor final: '))
s=0
i=1
while i<=n:
    c=i**2
    s=s+c
    i=i+1
print('La suma es: ', s)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Ingrese el valor final: 20
La suma es: 2870
```

**Ejemplo.** Describir en notación Python una solución para el siguiente problema usando la estructura de ciclos condicionada.

En un cultivo se tiene una cantidad inicial de bacterias. Cada día esta cantidad se duplica. Determine en que día la cantidad excede a un valor máximo.

### Instrumentación

#### Variables

**x:** Cantidad inicial de bacterias  
**m:** Cantidad máxima de bacterias  
**d:** Día

#### Programa

```
#Crecimiento de la cantidad de bacterias
x=int(input('Ingrese la cantidad inicial '))
m=int(input('Ingrese la cantidad máxima '))
d=0;
while x<=m:
    x=2*x
    d=d+1
print('La cantidad excede al máximo en el día: ', d)
```



## Prueba del programa

```
>>>
Ingrese la cantidad inicial  200
Ingrese la cantidad máxima  5000
La cantidad excede al máximo en el día:  5
```

**Ejemplo.** Dado un número entero, genere una secuencia numérica con la siguiente regla. Esta secuencia se denomina de Ulam. Esta secuencia siempre llega al número 1

$$x = \begin{cases} x/2, & x \text{ par} \\ 3x+1, & x \text{ impar} \end{cases}$$

Una prueba manual de esta definición

x	
20	Valor inicial
10	par
5	impar
16	par
8	par
4	par
2	par
1	valor final

## Instrumentación

### Variable

x: número entero positivo

### Programa

```
# Secuencia de Ulam
x=int(input('Ingrese el dato inicial: '))
while x>1:
    if x%2 == 0:
        x=x//2
    else:
        x=3*x+1
    print(x)
```

Este ejemplo muestra un tema de interés: una estructura de decisión dentro de un ciclo.

Observe el encolumnamiento de las instrucciones que define cuales pertenecen a cada estructura de control. El encolumnamiento de instrucciones es obligatorio en el lenguaje Python.

### Prueba del programa

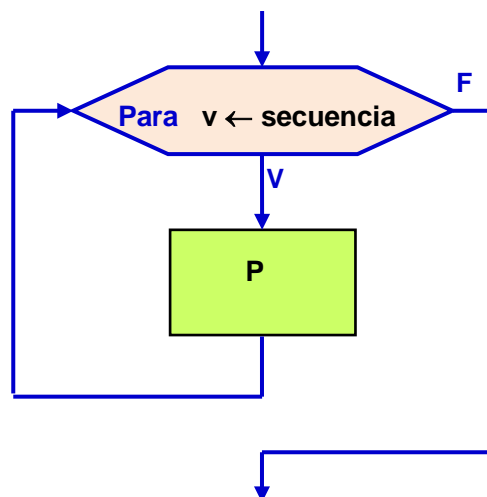
```
>>>
Ingrese el dato inicial: 20
10
5
16
8
4
2
1
>>>
```

#### 5.10.2 Ejecución repetida de un bloque mediante una secuencia de valores

Esta estructura es muy usada para controlar la repetición de bloques de instrucciones.

El control del ciclo se realiza mediante una secuencia de valores.

#### Representación gráfica



Para usar esta estructura de repetición es necesario especificar una variable y una secuencia de los valores que puede tomar. El ciclo se repetirá con cada valor especificado para la variable.

Al entrar a esta estructura se inicia la variable de control. Con cada valor que toma esta variable se ejecuta el bloque de instrucciones. A continuación, el flujo regresa nuevamente al inicio del ciclo y la variable toma el siguiente valor de la secuencia. Cuando el valor de la variable llegue al valor final, el ciclo finalizará y la ejecución continuará después del bloque.

La variable de control del ciclo puede especificarse con alguna notación que exprese cuales son los valores que puede tomar.

## Seudo lenguaje

```

Para  v ← secuencia
      P
Fin

```

## Lenguaje Python

En el lenguaje de Python existen dos formas de especificar la repetición controlada por una secuencia:

### a) Secuencia definida mediante una lista

Se puede especificar una **secuencia** mediante una lista de valores escritos entre corchetes `[]` o entre paréntesis `()` con el siguiente formato:

```

for v in secuencia:
    instrucción en el bloque P
    instrucción en el bloque P
    ...
    instrucción en el bloque P

```

En donde **v** es la variable que recorre la secuencia y **P** es el bloque que contiene las instrucciones que se desea repetir.

El bloque de las instrucciones que se repetirán está definido mediante el encolumnamiento. Las instrucciones que se repetirán deben escribirse desplazadas algunas columnas a la derecha de la palabra **for**. Todas deben tener el mismo encolumnamiento.

**Ejemplos.** Las siguientes listas son ejemplos de secuencias de control para el ciclo **for**:

```

[2, 5, 7, 8, 9, 5, 4]

['Enero', 'Febrero', 'Marzo', 'Abril', 'Mayo']

[3.5, 2.8, 0.75, 4.3, 7.6]

```

**Ejemplo.** Describir un ciclo para mostrar cada entero entre 1 y 5 junto con su cuadrado

```
for n in [1, 2, 3, 4, 5]:
    c=n**2
    print(n,c)
```

**Prueba del programa**

```
>>>
1 1
2 4
3 9
4 16
5 25
```

Los elementos de la lista pueden estar en cualquier orden y pueden estar repetidos:

```
for n in [3, 2, 5, 1, 5, 4]:
    c=n**2
    print(n,c)
```

**Prueba del programa**

```
>>>
3 9
2 4
5 25
1 1
5 25
4 16
```

**Ejemplo.** Describir un ciclo que muestre cada nombre de las provincias de la costa ecuatoriana.

```
for p in ['Guayas','Los Rios','El Oro', 'Manabí',
          'Sta. Elena','Esmeraldas']:
    print('Provincia: ',p)
```

**Prueba del programa**

```
>>>
Provincia: Guayas
Provincia: Los Rios
Provincia: El Oro
Provincia: Manabí
Provincia: Sta. Elena
Provincia: Esmeraldas
```

## b) Secuencia definida mediante un rango

La forma más utilizada para especificar secuencias de control para la estructura **for** se define con la función **range** con la cual se define un rango para los valores, con el siguiente formato:

```
for v in range(especificación):
    instrucción en el bloque P
    instrucción en el bloque P
    ...
    instrucción en el bloque P
```

En donde **v** es la variable que tomará cada valor del rango especificado, y **P** es el bloque que contiene las instrucciones que se desean repetir.

El rango se debe especificar únicamente con **números enteros**, no se pueden usar decimales o caracteres

La **especificación** del rango puede tomar varias formas como se muestra en los ejemplos:

El rango se puede especificar con el **valor final**. En este caso, el valor inicial es cero.

### Ejemplo.

**range(10)**                      Genera los valores **0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9**  
El ciclo se repetirá **10** veces.

El rango se puede especificar con los **extremos**

### Ejemplos.

**range(2,10)**                      Genera los valores **2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9**  
El ciclo se repetirá **8** veces

**range(4,1)**                      El valor inicial excede al valor final del rango. No se pueden generar valores. El ciclo no se realiza ni una vez.

La secuencia generada con **range** no incluye el extremo final del rango.

El rango se puede especificar con los **extremos** y el **incremento**

### Ejemplos.

**range(1,15,2)**                      Genera los valores **1, 3, 5, 7, 9, 11, 13**  
El ciclo se repetirá **7** veces.

**range(8,1, -1)**                      Genera los valores **8, 7, 6, 5, 4, 3, 2**  
El ciclo se repetirá **7** veces.

**Ejemplo.** Describir un ciclo para mostrar cada entero entre 1 y 5 junto con su cuadrado:

```
for n in range(1,6):
    c=n**2
    print('Número: ',n, ' Cuadrado: ',c)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
```

```
Número: 1 Cuadrado: 1
Número: 2 Cuadrado: 4
Número: 3 Cuadrado: 9
Número: 4 Cuadrado: 16
Número: 5 Cuadrado: 25
```

**Ejemplo.** Se necesita sumar los cuadrados de los primeros  $n$  números naturales.

#### Instrumentación

##### Variables

n: número final  
i: cada número natural  
s: suma de los cuadrados

#### Programa

```
#Suma de cuadrados
n=int(input('Ingrese el valor final: '))
s=0
for i in range(1,n+1):
    c=i**2
    s=s+c
print('La suma es: ',s)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
```

```
Ingrese el valor final: 100
```

```
La suma es: 338350
```

```
>>>
```

**Nota.** Se puede usar **range** para determinar si un valor entero pertenece al conjunto de valores enteros definidos en el rango

#### Ejemplo.

```
if n in range(1,10):
    print('Si')
```

**Ejemplo.** Calcule y muestre el promedio de un grupo de datos ingresados desde el teclado

### Instrumentación

#### Variables

**n:** cantidad de datos  
**i:** conteo de ciclos  
**x:** cada dato ingresado desde el teclado  
**s:** suma de los datos  
**p:** promedio

#### Programa

```
#Promedio de un grupo de datos
n=int(input('Cantidad de datos: '))
s=0
for i in range(n):
    x=float(input('Ingrese el siguiente dato: '))
    s=s+x
p=s/n
print('El promedio es: ',p)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Cantidad de datos: 5
Ingrese el siguiente dato: 4.2
Ingrese el siguiente dato: 5.8
Ingrese el siguiente dato: 2.5
Ingrese el siguiente dato: 8.1
Ingrese el siguiente dato: 6.2
El promedio es: 5.36
>>>
```

**Ejemplo.** Describir en notación Python una solución al siguiente problema: Dado un entero positivo  $n$ , se desea verificar que la suma de los primeros  $n$  números impares es igual a  $n^2$

$$\text{Ejemplo. } n = 5: 1 + 3 + 5 + 7 + 9 = 5^2$$

## Instrumentación

### Variables

**n:** Cantidad de números impares  
**imp:** Cada número impar  
**s:** Suma de impares  
**i:** Conteo de ciclos

```
# Suma de impares
n=int(input('Ingrese la cantidad de impares: '))
s=0
imp=1
for i in range(n):
    s=s+imp
    imp=imp+2
if s==n**2:
    print('Verdadero')
else:
    print('Falso')
```

### Prueba del programa

```
>>>
Ingrese la cantidad de impares: 5
Verdadero
>>>
```

Note que este resultado solo prueba que la propiedad se cumple con el dato ingresado pero no es una demostración de que la propiedad es verdadera con todos los enteros positivos. Esta demostración tendría que hacerse mediante algún método formal, por ejemplo usando inducción matemática.



**Ejemplo.** Lea un grupo de datos (precios) desde el teclado. Encuentre y muestre el mayor valor

### Instrumentación

#### Variables

- n: cantidad de datos
- i: conteo de ciclos
- x: cada dato ingresado desde el teclado
- t: el mayor valor

La variable **t** que contendrá el mayor valor se la inicia con cero. En un ciclo se ingresará cada dato y se lo comparará con **t**, si es mayor, la variable **t** será asignada con el valor del dato ingresado. Al finalizar el ciclo, **t** contendrá el mayor valor

#### Programa

```
#El mayor valor de un grupo de datos
n=int(input('Cantidad de datos: '))
t=0
for i in range(n):
    x=float(input('Ingrese el siguiente dato: '))
    if x>t:
        t=x
print('El mayor valor es: ',t)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Cantidad de datos: 5
Ingrese el siguiente dato: 45
Ingrese el siguiente dato: 37
Ingrese el siguiente dato: 28
Ingrese el siguiente dato: 56
Ingrese el siguiente dato: 24
El mayor valor es: 56.0
>>>
```

**Ejemplo.** Dado un número entero positivo, encuentre todos sus divisores enteros positivos.

### Instrumentación

#### Variables

**n:** número entero positivo (dato)

**d:** cada número entero entre 1 y **n**, posible divisor de **n**

#### Programa

```
#Divisores de un entero
n=int(input('Ingrese un entero positivo: '))
for d in range (1,n+1):
    if n%d==0:
        print('Divisor: ',d)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Ingrese un entero positivo: 20
Divisor: 1
Divisor: 2
Divisor: 4
Divisor: 5
Divisor: 10
Divisor: 20
>>>
```

Se especifica el final del rango con el valor **n+1** para que en el ciclo se incluya el valor **n**

**Ejemplo.** Dado un número entero, cuente sus divisores enteros exactos.

### Instrumentación

#### Variables

- n: número entero positivo (dato)
- x: cada número entero entre 1 y n, posible divisor de n
- c: cantidad de divisores

#### Programa

```
#Divisores de un entero
n=int(input('Ingrese un entero positivo: '))
c=0
for d in range (1,n+1):
    if n%d==0:
        c=c+1
print('Cantidad de divisores: ',c)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Ingrese un entero positivo: 20
Cantidad de divisores: 6
>>>
```

**Ejemplo.** Dado un número entero determine si es un número **primo**

### Instrumentación

#### Variables

- n: número entero positivo (dato)
- x: cada número entero entre 1 y n, posible divisor de n
- c: cantidad de divisores

Si el conteo de divisores enteros es mayor a 2, el número no es primo

#### Programa

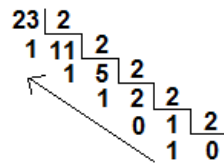
```
#Determinar si un número es primo
n=int(input('Ingrese un entero positivo: '))
c=0
for d in range (1,n+1):
    if n%d==0:
        c=c+1
if c>2:
    print(n,'No es primo')
else:
    print(n,'Si es primo')
```

**Prueba del programa**

```
>>>
Ingrese un entero positivo: 43
Si es primo
>>>
Ingrese un entero positivo: 57
No es primo
>>>
```

**Ejemplo.** Dado un número entero encuentre los dígitos de su equivalente en el sistema binario. El algoritmo para obtener los dígitos binarios de un número entero decimal consiste en dividirlo sucesivamente para 2. Los residuos de la división entera tomados desde el final hacia arriba son los dígitos buscados.

Para probar: Obtener los dígitos binarios del número **23**



Entonces, **23** es equivalente a **1 0 1 1 1** en el sistema binario

**Instrumentación****Variables**

- n:** Número entero positivo
- b:** Cadena de caracteres que contiene los dígitos de **n** en el sistema binario.  
La cadena crece en forma recurrente de derecha a izquierda

```
#Convertir un entero positivo a binario
n=int(input('Ingrese un entero positivo: '))
b=''
while n>0:
    d=n%2
    n=n//2
    b=str(d)+b
print('Número binario: ',b)
```

**Prueba del programa**

```
Ingrese un entero positivo: 23
Número binario: 10111
>>> b
'10111'
```

La variable **b** contiene una cadena de caracteres con los dígitos en binario

Para comparar, se usa la función de conversión de tipo de Python

```
>>> n=23
>>> b=bin(n)
>>> b
'0b10111'                                Cadena de caracteres con los dígitos en binario

>>> b=0b10111                            Número en binario
>>> n=int(0b10111)
>>> n
23
```

**Ejemplo.** Simule  $n$  lanzamientos de un dado. Muestre cuantas veces se obtuvo el 3.

### Instrumentación

#### Variables

- n:** dato (cantidad de lanzamientos)
- i:** conteo de lanzamientos
- x:** cada número aleatorio
- c:** cantidad de veces que se obtuvo el 3

#### Programa

```
#Simular lanzamientos de un dado
from random import*
n=int(input('Cantidad de lanzamientos: '))
c=0
for i in range(n):
    x=randint(1,6)
    if x==3:
        c=c+1
print('Conteo de resultados favorables: ',c)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Cantidad de lanzamientos: 600
Conteo de resultados favorables: 105
>>>
```

**NOTA:** Pruebe con valores grandes de  $n$ . Verifique que la respuesta es aproximadamente  $1/6$  de  $n$ . Este resultado confirma lo que indica la Teoría de la Probabilidad. Si el dado es balanceado, cada número tiene aproximadamente la misma probabilidad de salir.

**Ejemplo.** Simule **n** lanzamientos de dos dados. Muestre cuantas veces los dos dados tuvieron el mismo resultado.

### Instrumentación

#### Variables

- n:** dato (cantidad de lanzamientos)
- i:** conteo de lanzamientos
- a,b:** contendrán números aleatorios enteros entre 1 y 6
- c:** cantidad de veces en las que **a** fue igual a **b**

#### Programa

```
#Lanzamientos de dos dados
from random import*
n=int(input('Cantidad de lanzamientos: '))
c=0
for i in range(n):
    a=randint(1,6)
    b=randint(1,6)
    if a==b:
        c=c+1
print('Cantidad de repetidos: ',c)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Cantidad de lanzamientos: 400
Cantidad de repetidos: 67
>>>
```

**Ejemplo.** Simular  $n$  intentos de un juego con un dado, con las siguientes reglas:

Si sale	
6	Gana 4 dólares
3	Gana 1 dólar
1	Siga jugando
2,4 o 5	Pierde 2 dólares

## Instrumentación

### Variables

- n:** dato (cantidad de intentos)
- i:** conteo de lanzamientos
- x:** cada número aleatorio
- s:** cantidad acumulada de dinero

### Programa

```
#Simulación de un juego de azar
from random import*
n=int(input('Cantidad de intentos: '))
s=0
for i in range(n):
    x=randint(1,6)
    if x==6:
        s=s+4
    elif x==3:
        s=s+1
    elif x==2 or x==4 or x==5:
        s=s-2
print('Ganancia total: ',s)
```

### Prueba del programa

```
>>>
Cantidad de intentos: 100
Ganancia total: -20
>>>
```

Observe en las pruebas que si el número de intentos es grande, normalmente se obtendrá un valor negativo (pérdida), pues las reglas dadas en el ejemplo están desbalanceadas a favor de perder. La teoría de la probabilidad demuestra estos resultados formalmente con la definición del Valor Esperado. Esto significa que no es una buena idea jugar este juego ni ningún otro juego de azar, pues siempre están desbalanceados a favor del promotor.

**Ejemplo.** Simule  $n$  lanzamientos de un dardo en un cuadrado de 1 m de lado. Determine cuantos intentos cayeron dentro de un círculo inscrito en el cuadrado.

### Instrumentación

#### Variables

**n:** dato (cantidad de intentos)  
**i:** conteo de lanzamientos  
**x,y:** coordenadas para cada lanzamiento (números aleatorios)  
**c:** cantidad de veces que están dentro del círculo de radio 1

#### Programa

```
#Puntos aleatorios dentro de un círculo
from random import*
n=int(input('Cantidad de intentos: '))
c=0
for i in range(n):
    x=random()
    y=random()
    if x**2 + y**2 <= 1:
        c=c+1
print('Dentro del círculo: ',c)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Cantidad de intentos: 100
Dentro del círculo: 80
>>>
```

**Ejemplo.** Dado un conjunto de enteros numerados 1 a  $n$ , elegir una muestra aleatoria de  $m$  números,  $m \leq n$

### Instrumentación

#### Variables

**n:** Tamaño de la población (dato)  
**m:** Tamaño de la muestra (dato)  
**i:** Variable para el conteo de repeticiones  
**x:** Contiene cada número aleatorio seleccionado para la muestra

#### Programa

```
#Muestra aleatoria (con repeticiones)
from random import*
n = int(input('Ingrese tamaño de la población '))
m = int(input('Ingrese tamaño de la muestra '))
for i in range(m):
    x=randint(1,n)
    print(x)
```



### Prueba del programa

```
>>>
Ingrese tamaño de la población 10
Ingrese tamaño de la muestra 4
3
9
2
3
>>>
```

Note que la muestra puede tener valores repetidos. Posteriormente se describirá una técnica para que una muestra no incluya elementos repetidos.

**Ejemplo.** Escribir un programa para simular el siguiente juego: Una rana es colocada en la casilla central de una caja cuadrículada de tamaño **9x9** dm. La rana realiza saltos aleatoriamente de **1** dm. en cualquiera de las cuatro direcciones: arriba, abajo, izquierda o derecha. Determine la cantidad de saltos realizados hasta llegar a alguno de los bordes de la caja.

### Instrumentación

#### Variables

**x,y:** coordenadas de las casillas  
**d:** dirección del salto (aleatoria)  
**i:** conteo de intentos

La casilla central coincidirá con las coordenadas **(0, 0)**

### Programa

```
from random import*
x=0
y=0
i=0
while -5<x<5 and -5<y<5:
    d=randint(1,4)
    i=i+1
    if d==1:
        x=x+1
    elif d==2:
        x=x-1
    elif d==3:
        y=y+1
    else:
        y=y-1
    print(x,y)
print('Cantidad de intentos: ',i)
```

### Prueba del programa

```
>>>
1 0
1 1
0 1
-1 1
-2 1
-2 0
-2 1
-2 2
-2 3
-3 3
-3 2
-4 2
-4 1
-5 1
Cantidad de intentos: 14
```

**Ejemplo.** Escribir un programa para representar mediante barras de asteriscos, 10 números aleatorios con valores enteros entre 1 y 20.

### Instrumentación

#### Variables

i: variable para el conteo de repeticiones  
 n: número aleatorio  
 barra: barra de n asteriscos

#### Programa

```
from random import*
for i in range(10):
    n=randint(1,20)
    barra=''
    for j in range(1,n+1):
        barra=barra+'*'
    print('%4d '%n,barra)
```

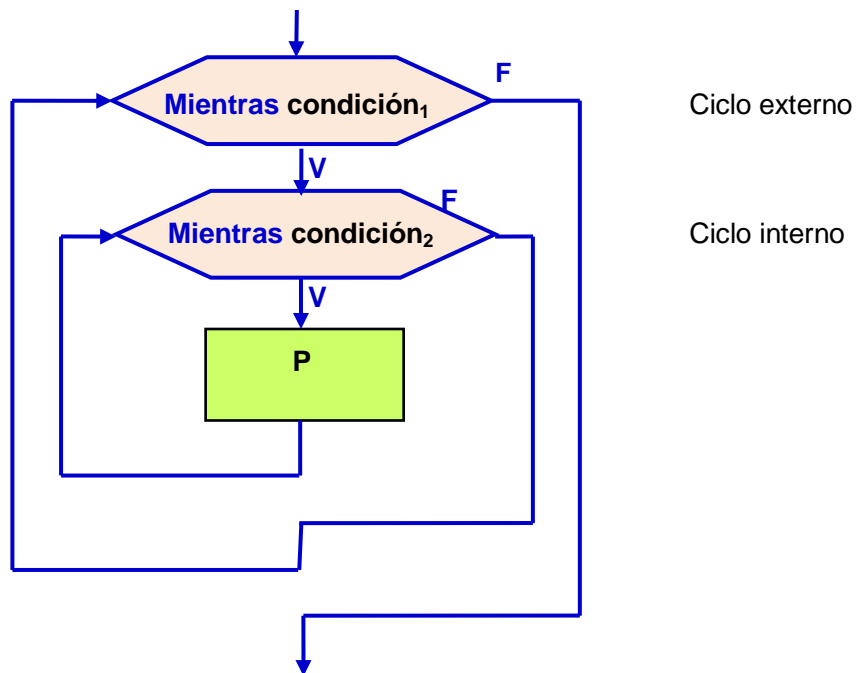
### Prueba del programa

```
>>>
3 ***
11 *****
13 *****
12 *****
10 *****
4 ****
4 ****
6 *****
5 *****
17 *****
```

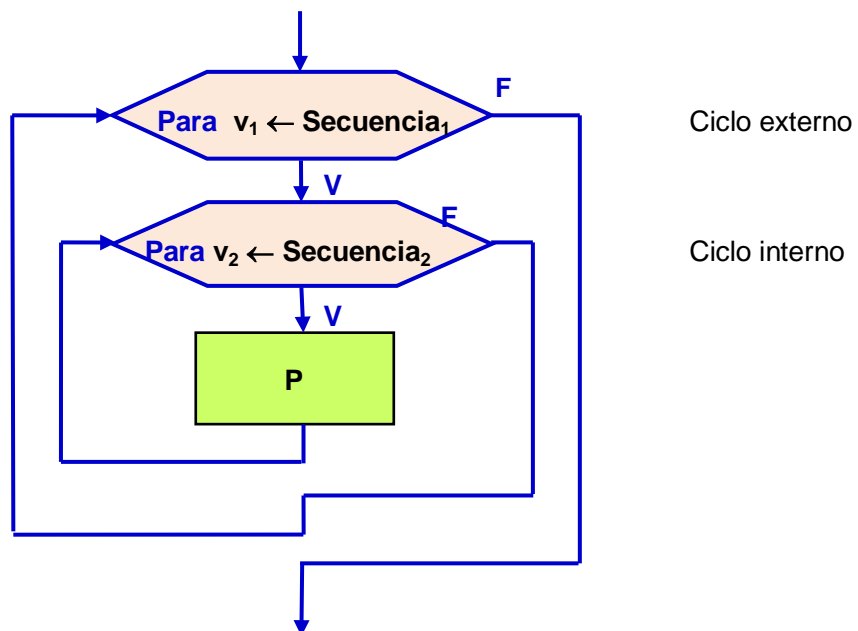
### 5.10.3 Ciclos anidados

Algunos algoritmos requieren ciclos dentro de otros ciclos. La regla establece que para cada instancia del ciclo externo, el ciclo interno se realiza completamente.

Una representación gráfica de dos ciclos **"while"** anidados:



Una representación gráfica de dos ciclos **"for"** anidados:



**P** representa el bloque de instrucciones que se repite

**Ejemplo.** Liste todas las parejas de números con valores enteros del 1 al 3

### Instrumentación

#### Variables

**a,b:** contendrán los enteros 1, 2, 3

#### Programa

```
#Parejas de números
for a in [1,2,3]:
    for b in [1,2,3]:
        print(a,b)
```

#### Prueba del programa

>>>

```
1 1
1 2
1 3
2 1
2 2
2 3
3 1
3 2
3 3
```

#### Otra solución para el ejemplo anterior

```
#Parejas de números
for a in range (1,4):
    for b in range (1,4):
        print(a,b)
```

#### Prueba del programa

>>>

```
1 1
1 2
1 3
2 1
2 2
2 3
3 1
3 2
3 3
```

Se producen los mismos resultados. Note que el extremo final del rango no se incluye.

**Ejemplo.** Liste todas las parejas de números con valores enteros del 1 al 3 pero sin que hayan parejas repetidas

### Instrumentación

#### Variables

- a:** contendrá los enteros 1, 2, 3
- b:** contendrá los enteros desde el valor de **a** hasta 3

Se usará un rango para el ciclo interno que se inicie con el valor del rango del ciclo externo. Esto evita que el ciclo interno use valores anteriores que ya fueron considerados

#### Programa

```
#Parejas de números sin repeticiones
for a in range (1,4):
    for b in range (a,4):
        print(a,b)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
1 1
1 2
1 3
2 2
2 3
3 3
>>>
```

**Ejemplo.** Para cada mes muestre una lista numerada de las cuatro semanas.

### Instrumentación

#### Variables

- m:** contendrá el nombre del mes
- s:** contendrá los números de las semanas

#### Programa

```
for m in ['Ene', 'Feb', 'Mar', 'Abr', 'May', 'Jun', 'Jul',
          'Ago', 'Sep', 'Oct', 'Nov', 'Dic']:
    print('Mes: ',m)
    for s in range(1,5):
        print(' Semana: ',s)
```

Note el encolumnamiento de las instrucciones dentro de cada ciclo

**Prueba del programa**

```
>>>
```

```
Mes: Ene
```

```
Semana: 1
```

```
Semana: 2
```

```
Semana: 3
```

```
Semana: 4
```

```
Mes: Feb
```

```
Semana: 1
```

```
Semana: 2
```

```
Semana: 3
```

```
Semana: 4
```

```
Mes: Mar
```

```
Semana: 1
```

```
Semana: 2
```

```
Semana: 3
```

```
Semana: 4
```

```
Mes: Abr
```

```
Semana: 1
```

```
Semana: 2
```

```
Semana: 3
```

```
Semana: 4
```

```
Mes: May
```

```
Semana: 1
```

```
Semana: 2
```

```
Semana: 3
```

```
Semana: 4
```

```
Mes: Jun
```

```
Semana: 1
```

```
Semana: 2
```

```
Semana: 3
```

```
Semana: 4
```

```
Mes: Jul
```

```
Semana: 1
```

```
Semana: 2
```

```
Semana: 3
```

```
Semana: 4
```

```
Mes: Ago
```

```
Semana: 1
```

```
Semana: 2
```

```
Semana: 3
```

```
Semana: 4
```

```
. . .
```

etc.

**Ejemplo.** Dado un entero positivo encuentre sus factores primos

Los factores primos son los números primos que conforman el mayor conjunto de divisores enteros positivos de un número, tales que su producto es igual al número dado.

Ejemplo: si el dato es 120, sus factores primos son: 2, 2, 2, 3, 5 pues su producto es 120

## Instrumentación

### Variables

**x:** Dato entero positivo

**n:** Cada número natural se probará como posible divisor de **x**

Se usará un ciclo para probar cada número natural **n** comenzando en **2** hasta llegar a **x**. Si **n** es un divisor de **x** se mostrará este divisor y se reducirá el valor de **x** dividiéndolo para este divisor **n**. Esto se realizará en un ciclo pues el número **x** puede ser divisible para **n** más de una vez.

### Programa

```
#Factores primos de un número entero
x = int(input('Ingrese el dato: '))
n = 2
while n<=x:
    while x%n == 0:                #Probar el divisor n
        print('Divisor: ', n)
        x=x/n                    #Reducir el dato x
    n=n+1
```

### Prueba del programa

```
>>>
Ingrese el dato: 120
Divisor: 2
Divisor: 2
Divisor: 2
Divisor: 3
Divisor: 5
```

Este ejemplo muestra algunos aspecto de interés. El uso de un ciclo **while** dentro de otro ciclo **while**. En estos casos, el ciclo interno se realiza completamente antes de salir nuevamente al ciclo externo.

El encolumnamiento de las instrucciones define cuales pertenecen a cada ciclo.

Este algoritmo es pequeño pero algo más complejo de entender que los ejemplos anteriores. Se ha descrito en forma abreviada la idea propuesta para resolverlo, antes de construir el programa. También se desarrolla una prueba manual.

En el ejemplo también se observa la escritura de comentarios al inicio y también al final de algunas instrucciones.

### Prueba manual del programa

		Salida	x	n
			120	2
<b>Ciclo externo</b>	<b>Ciclo interno</b>			
$2 \leq 120$				
	$120 \% 2 = 0$	2	60	
	$60 \% 2 = 0$	2	30	
	$30 \% 2 = 0$	2	15	
	$15 \% 2 \neq 0$			
				3
$3 \leq 15$				
	$15 \% 3 = 0$	3	5	
	$5 \% 3 \neq 0$			
				4
$4 \leq 5$				
	$5 \% 4 \neq 0$			
				5
$5 \leq 5$				
	$5 \% 5 = 0$	5	1	
				6
$6 \text{ no es } \leq 1$				

**Ejemplo.** Liste todas las ternas (**a**, **b**, **c**) de números enteros entre **1** y **20** que cumplen la propiedad Pitagórica:  $a^2 + b^2 = c^2$

### Instrumentación

#### Variables

**a**, **b**, **c**: números enteros entre **1** y **20**

### Programa

```
#Ternas Pitagóricas
for a in range (1,21):
    for b in range (1,21):
        for c in range (1,21):
            if a**2+b**2==c**2:
                print(a,b,c)
```

### Prueba del programa

```
>>>
3 4 5
4 3 5
5 12 13
6 8 10
8 6 10
```



```

8 15 17
9 12 15
12 5 13
12 9 15
12 16 20
15 8 17
16 12 20
>>>

```

La lista de resultados incluye ternas repetidas

**Ejemplo.** Liste todas las ternas (**a**, **b**, **c**) de números enteros entre 1 y 20 que cumplen la propiedad Pitagórica:  $a^2 + b^2 = c^2$  pero sin incluir ternas repetidas

### Instrumentación

#### Variables

**a, b, c:** números enteros entre 1 y 20

Es una modificación del ejemplo anterior. El rango de cada ciclo interno comienza en el valor del rango del ciclo externo para que no se repitan valores que ya fueron considerados antes.

#### Programa

```

#Ternas Pitagóricas
for a in range (1,21):
    for b in range (a,21):
        for c in range (b,21):
            if a**2+b**2==c**2:
                print(a,b,c)

```

#### Prueba del programa

```

>>>
3 4 5
5 12 13
6 8 10
8 15 17
9 12 15
12 16 20
>>>

```

**Pregunta:** ¿Cuántas repeticiones se realizan en total en cada uno de los dos últimos algoritmos?

**Ejemplo.** Determine si la proposición lógica:  $(a \wedge b) \Rightarrow (a \vee c)$  es una tautología.

Para que una expresión lógica sea una tautología, el resultado debe ser **verdadero** para todas las combinaciones de los valores lógicos de las variables.

## Instrumentación

### Variables

**a,b,c:** cada variable tomará los valores lógicos: **True** y **False**

El lenguaje Python no tiene un operador para el enunciado  $\Rightarrow$  pero se puede usar una equivalencia lógica:  $p \Rightarrow q \equiv \neg p \vee q$ .

Con esta equivalencia, la expresión  $(a \wedge b) \Rightarrow (a \vee c)$  se transforma a:  $\neg((a \wedge b)) \vee (a \vee c)$

### Programa

```
#Verificar tautología
for a in [True,False]:
    for b in [True,False]:
        for c in [True,False]:
            p=not((a and b)) or (a or c)
            print(a,b,c,p)
```

### Prueba del programa

```
>>>
True True True True
True True False True
True False True True
True False False True
False True True True
False True False True
False False True True
False False False True
>>>
```

El resultado muestra que la expresión lógica **si** es una **tautología** pues la cuarta columna que contiene el resultado para cada una de las combinaciones de valores lógicos de las variables, es en cada caso **verdadero**.

**Ejemplo.** Se dice que dos números son “amigables” si el primero es la suma de los divisores del segundo y viceversa. Escribir un programa que lea dos números y determine si son “amigables”.

Prueba: Los números 220 y 284 son “amigables” pues se cumple que:

Los divisores de 220 son: {1, 2, 4, 5, 10, 11, 20, 22, 44, 55, 110} y la suma es 284.

Los divisores de 284 son: {1, 2, 4, 71, 142} y la suma es 220.

## Instrumentación

### Variables

- a,b:** Datos (números enteros positivos)
- n:** Cada posible divisor
- s:** Suma de los divisores menores que **a**
- t:** Suma de los divisores menores que **b**

La suma de los divisores de **a** se compara con la suma de los divisores de **b**

### Programa

```
# Números amigables
a=int(input('Primer número: '))
b=int(input('Segundo número: '))
s=0
for n in range(1,a):
    if a%n==0:
        s=s+n                # Suma los divisores de a
t=0
for n in range(1,b):
    if b%n==0:
        t=t+n                # Suma los divisores de b
if s==b and t==a:
    print('Son números amigables')
else:
    print('No son números amigables')
```

### Prueba del programa

```
>>>
Primer número: 230
Segundo número: 540
No son números amigables
```

```
>>>
Primer número: 220
Segundo número: 284
Son números amigables
>>>
```

**Ejemplo.** Escribir un programa que busque todas las parejas de números “amigables” entre los números naturales menores a 500.

### Instrumentación

#### Variables

- a, b:** Variables que toman cada valor entero entre 1 y 500
- n:** Cada número natural
- s:** Suma de los divisores menores que **a**
- t:** Suma de los divisores menores que **b**

Cada suma de los divisores de **a** se compara con cada suma de los divisores de **b**

#### Programa

```
# Números amigables
for a in range(1,500):
    s=0
    for n in range(1,a):
        if a%n==0:
            s=s+n                # Suma los divisores de a
    for b in range(1,500):      # Para cada suma de a se calcula
        t=0                    # la suma de los divisores de b
        for n in range(1,b):
            if b%n==0:
                t=t+n           # Suma los divisores de b
        if s==t and a!=b:       # Compara las sumas
            print(a,b)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
220 284
284 220
>>>
```

Los resultados muestran que solamente hay una pareja de números “amigables” entre 1 y 500. Note que verificar manualmente este resultado sería muy laborioso.

#### 5.10.4 La instrucción `break`

Esta instrucción se utiliza para interrumpir las repeticiones de un ciclo y salir sin completar la cantidad de iteraciones que estaba prevista. Se sugiere evitar o usar esta instrucción únicamente en casos excepcionales debido a que altera el flujo normal de los ciclos cuya salida debe ser al completarse la lista de valores en la instrucción **for**, o mediante la condición propuesta en el inicio de la instrucción **while**.

**Ejemplo.** Simular lanzamientos de un dado. Determinar la cantidad de intentos realizados hasta que salga el 5.

#### Solución usando un ciclo `for` y la instrucción `break`

##### Variables

- n:** cantidad máxima de intentos que se realizarán
- x:** número aleatorio entre 1 y 6

##### Programa

```
# Simular lanzamientos de un dado
from random import*
n=int(input('Cantidad máxima de lanzamientos: '))
for i in range(n):
    x=randint(1,6)
    print(x)
    if x==5:
        print('Lanzamiento en el cual salió el 5: ',i+1)
        break
```

##### Prueba del programa

```
>>>
Cantidad máxima de lanzamientos:  20
2
2
1
2
1
2
5
Lanzamiento en el cual salió el 5:  7
```

En este ejemplo la solución no luce muy natural pues la salida normal del ciclo **for** ocurre cuando se agotan los valores del rango o lista. La instrucción **break** permite salir del ciclo antes de agotar la lista de valores.

Esta solución no garantiza que se obtenga el número **5** dentro de la cantidad máxima de lanzamientos especificada. La manera más natural de construir algoritmos cuando no se conoce cuantos ciclos deben realizarse hasta llegar a la solución, es la instrucción de repetición **while** como se muestra en la siguiente solución.

**Ejemplo.** Simular lanzamientos de un dado. Determinar la cantidad de lanzamientos hasta que salga el 5.

### Solución usando la estructura while

La estructura **while** se puede usar para mantener la repetición mientras se cumple una condición, y no se necesita usar la instrucción **break**

#### Variables

**n:** cantidad de intentos  
**c:** conteo de repeticiones  
**x:** número aleatorio entre 1 y 6

#### Programa

```
# Simular lanzamientos de un dado
from random import*
c=0
x=0
while x!=5:
    x=randint(1,6)
    print(x)
    c=c+1
print('Lanzamiento en el cual salió el 5: ',c)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
3
2
2
4
1
6
1
5
Lanzamiento en el cual salió el 5:  8
>>>
```

El valor inicial **x = 0** permite ingresar al ciclo **while**. Dentro del ciclo se genera la secuencia de números aleatorios hasta que se cumple la condición de salida.

Como se verá en secciones posteriores, la programación de algunos algoritmos puede simplificarse usando la instrucción **break** para salir de ciclos. De todas maneras esta instrucción debe usarse con precaución para mantener la claridad de la codificación de los programas.

**Ejemplo.** Diseñe un programa para el juego de adivinar un entero generado al azar. Incluya un mensaje de ayuda y un conteo de intentos.

### Instrumentación

#### Variables

**x:** número aleatorio entero  
**n:** número ingresado  
**i:** conteo de intentos

#### Programa

Se usa un ciclo **while** con la condición **True**. Este artificio mantiene el ciclo activo. La única manera de salir es forzar la salida con la instrucción **break**. Esto ocurre al adivinar el número.

```
from random import*
x=randint(1,100)
i=0
salida=False
while not salida:
    i=i+1
    n=int(input('Adivine el número: '))
    if n==x:
        print('Adivinó en ',i,' intentos')
        salida=True
    else:
        if n<x:
            print('Muy pequeño')
        else:
            print('Muy grande')
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Adivine el número: 50
Muy grande
Adivine el número: 25
Muy pequeño
Adivine el número: 42
Muy pequeño
Adivine el número: 48
Muy grande
Adivine el número: 46
Muy grande
Adivine el número: 45
Adivinó en 6 intentos
>>>
```

El uso del ciclo **while** con una condición **True** es un artificio útil para crear un **ciclo infinito** del cual se debe salir con la instrucción **break**. Este artificio será usado en otros ejemplos.

### Interrupción de las iteraciones de un ciclo doble

La instrucción **break** interrumpe las iteraciones de un ciclo. Para salir de un ciclo doble se puede usar un artificio como se muestra en el siguiente programa. Suponer que se desea salir de ambos ciclos la primera vez que el valor asignado a la variable **n** sea divisible por 7

```
salida = False
for i in range(1,10):
    for j in range(1,10):
        n=2*i**3+3*j**2
        if n%7==0:
            print(i,j,n)
            salida = True
            break                # Sale del ciclo interno
    if salida:
        break                  # Sale del ciclo externo
```

Al activarse la instrucción **break** en el ciclo interno se asigna un valor lógico a la variable **salida** y sale del ciclo interno. El valor de la variable **salida** es usado en el ciclo externo para salir también del ciclo externo.

### Prueba del programa

```
>>>
1 2 14
>>>
```

### 5.10.5 La instrucción continue

La instrucción **continue** se usa en los ciclos para regresar al comienzo del ciclo ignorando todas las instrucciones restantes en la iteración actual. Se sugiere evitar o usar esta instrucción únicamente en casos excepcionales debido a que altera el flujo normal de los ciclos cuya salida debe ser al completarse la lista de valores en la instrucción **for**, o mediante la condición propuesta en el inicio de la instrucción **while**.

**Ejemplo.** El siguiente programa suma los elementos de una lista ignorando los valores negativos.

```
#Uso de continue
x=[23,45,-34,27,-82,56]
s=0
for n in x:
    if n<0:
        continue
    s=s+n
print(s)
```



## Prueba del programa

```
>>>
```

```
151
```

### 5.10.6 La instrucción `exit`

Esta instrucción se encuentra en el módulo **sys**. Se usa para forzar la finalización de un programa antes de la salida normal.

```
from sys import*
```

```
...
```

```
...
```

```
...
```

```
exit()
```

Finalizará la ejecución del programa

Una de las normas de la **Programación Estructurada** es evitar instrucciones que alteran el flujo establecido en las estructuras de control de las **decisiones y ciclos**. Esto ocurre con las instrucciones **break**, **continue** y **exit** por lo tanto, el uso de estos recursos que alteran el flujo normal debe restringirse a los casos en los cuales sea necesario.

### 5.10.7 La instrucción `pass`

La instrucción **pass** representa una operación nula. Cuando es ejecutada nada ocurre. Se la usa como un relleno en algún lugar del programa en donde deben escribirse instrucciones, pero al no estar listas se escribe esta instrucción.

#### Ejemplo.

```
if m in [1,3,5,7,8,10,12]:
    print('Mes de 31 días')
else:
    pass           # Reemplaza al código que aun no se escribe
```

### 5.10.8 El objeto `None`

Este nombre especial se usa para crear variables pero sin especificar aún ni el valor ni su tipo

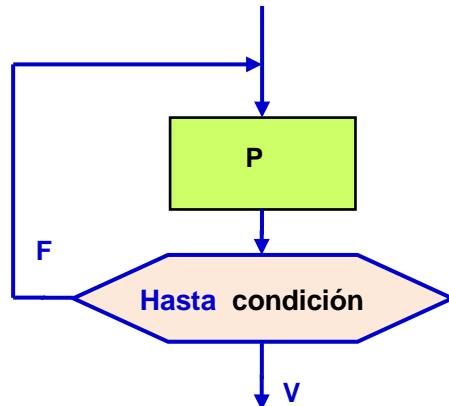
#### Ejemplo.

```
>>> x=None
```

### 5.10.9 Ejecución repetida de un bloque mediante una condición al final

Algunos programadores prefieren definir ciclos con la condición al final. Esta estructura se usa para **repetir** un bloque **hasta** que se cumpla alguna condición. Gráficamente se la puede representar con la siguiente forma:

#### Representación gráfica



Al entrar a esta estructura, se ejecutan las instrucciones en el bloque y después se chequea el valor de la condición. Si la condición tiene el valor verdadero, termina el ciclo y la ejecución continua abajo, caso contrario nuevamente se repite el bloque. En esta estructura algorítmica, **el bloque de instrucciones se repite al menos una vez.**

#### Seudo lenguaje

**Repita**

**P**

**Hasta condición**

#### Lenguaje Python

El lenguaje Python no dispone de una instrucción especial para describir esta estructura de control pero se la puede traducir usando la instrucción **while** y la instrucción **break** de la siguiente manera:

```
while True:
    instrucción en el bloque P
    instrucción en el bloque P
    ...
    instrucción en el bloque P
if condición: break
```

El ciclo **while** permanece repitiendo el bloque de instrucciones hasta que se cumpla la condición al final. En este caso, se activa la instrucción **break** y el ciclo termina

**Ejemplo.** Simular lanzamientos de un dado. Determinar la cantidad de lanzamientos hasta que salga el 5.

**Solución con la estructura de repetición condicionada al final**

```
from random import*
c=0
while True:
    x=randint(1,6)
    print(x)
    c=c+1
    if x==5: break
print('Lanzamiento en el cual salió el 5: ',c)
```

**Prueba del programa**

```
>>>
2
1
4
3
2
4
5
Lanzamiento en el cual salió el 5: 7
>>>
```

### 5.11 Introducción a validación de datos y control de errores de ejecución

En los ejemplos de las secciones anteriores se ha supuesto que los datos que ingresan no contienen algún error. En la realidad al usar un programa es frecuente que se introduzcan datos incorrectos, por lo que el programa debe realizar alguna validación para evitar que ingresen estos datos y se produzcan resultados incorrectos y que adicionalmente el programa tenga una interrupción inesperada y se detenga.

**Ejemplo.** Dado un número entero, determine cuantas cifras tiene.

#### Variables

**n:** dato (entero positivo)  
**c:** cantidad de cifras de **n**

El número **n** es reducido dividiéndolo sucesivamente para 10 en un ciclo. La variable **c** se usa para determinar cuantas veces se realizó la reducción.

```
#Conteo de las cifras de un número
n=int(input('Ingrese un entero positivo: '))
c=0
while n>0:
    n=n//10
    c=c+1
print('cantidad de cifras: ',c)
```

#### Pruebas del programa

```
>>>
Ingrese un entero positivo: 4578321
cantidad de cifras: 7

>>> ===== RESTART =====
>>>
Ingrese un entero positivo: 45.2
ValueError: invalid literal for int() with base 10: '45.2'
>>>
```

En la segunda prueba, el dato ingresado tiene decimales por lo que se produce un error de tipo y se interrumpe la ejecución del programa. Igual ocurriría si el dato no es numérico.

En la siguiente sección se revisa un dispositivo del lenguaje Python para tener control sobre el ingreso y validación de datos, así como en otras operaciones que pueden contener errores. Tema importante en la programación de aplicaciones computacionales.

Para el ejemplo anterior, adicionalmente se muestra una solución simple para determinar cuantas cifras tiene un número, usando funciones de Python:

```
>>> n=4578321
>>> len(str(n))
7
```

### 5.11.1 Control de errores de ejecución

Al probar un programa se pueden producir errores de ejecución. En este caso Python emite un **error** o excepción y se detiene la ejecución del programa. El **error** producido aparece en la ventana principal junto a un mensaje. Se muestran algunos casos:

#### Ejemplos.

```
>>> x=1/0
ZeroDivisionError: division by zero (división para cero)

>>> x=2*t+1
NameError: name 't' is not defined (si t no está definida)

>>> x=int(input('Ingrese un entero: '))
Ingrese un entero: 4.5
ValueError: invalid literal for int() (el dato no es un entero)

>>> from funciones import*
ImportError: No module named 'funciones' (librería o módulo no encontrado)
```

El código del error, resaltado en color azul, que aparece en la pantalla es el error o excepción. Si un programa tuviera estos errores, la ejecución se detendría.

Para tener control sobre esta condición de error, el lenguaje Python dispone de una instrucción para manejo de excepciones, con la siguiente sintaxis:

**try:**

Instrucciones en las que se desea detectar excepciones

**except error:**

Instrucciones con acciones que deseamos realizar si hay una excepción

Si al ejecutar todas las instrucciones incluidas en **try** no se detecta la excepción o **error** especificado en **except** la ejecución se realiza en forma normal y continúa después de la instrucción **try-except**.

Por otra parte, si al ejecutar las instrucciones incluidas en **try** ocurre el **error** o excepción especificado en **except**, entonces se realizan las instrucciones asociadas a **except** y después prosigue la ejecución.

Esta instrucción permite al programador tener control sobre los errores en la ejecución y la posibilidad de escribir instrucciones para describir acciones en caso de que se produzcan estos eventos. Si no se usa esta instrucción, la ejecución del programa se detendría.

Si no se especifica cual es el **error** que se desea detectar, entonces se realizan las instrucciones asociadas a **except** al producirse cualquier excepción y después prosigue la ejecución.

**Ejemplo.** El siguiente ejemplo trivial se usará para describir el procedimiento de validación. Suponer que se debe sumar una cantidad de datos enteros desde el teclado.

Si algún dato no es entero, se producirá una excepción (error) y el programa se detendría:

```
#Sumar datos
n=int(input('Cantidad de datos: '))
s=0
for i in range(n):
    x=int(input('Ingrese dato: '))
    s=s+x
print('Suma: ',s)
```

### Prueba del programa

```
>>>
Cantidad de datos: 5
Ingrese dato: 23
Ingrese dato: 45
Ingrese dato: 26
Ingrese dato: 74
Ingrese dato: 81
Suma: 249
>>>
```

### Segunda Prueba del programa (Ingreso de datos incorrectos)

```
>>>
Cantidad de datos: abc

ValueError: invalid literal for int() with base 10: 'abc'
>>>
```

El computador detuvo la ejecución del programa por el error o excepción encontrado.

En el siguiente intento se evita la interrupción del programa. En caso de error en el valor de la cantidad de datos, se muestra un mensaje y no entrarán los datos para realizar la suma. Se usa la variable **correcto** para registrar si hubo error al ingresar el dato

```
#Sumar datos
try:
    correcto=True
    n=int(input('Cantidad de datos: '))
except ValueError:
    correcto=False
if not correcto:
    print('Cantidad incorrecta')
    n=0
s=0
for i in range(n):
    x=int(input('Ingrese dato: '))
    s=s+x
print('Suma: ',s)
```

En un siguiente intento, se solicita la cantidad de datos hasta que se ingrese un dato correcto. Este procedimiento permite corregir el ingreso de un dato sin salir del programa. Sin embargo, si los datos para sumar son incorrectos, la ejecución se detendrá.

```
#Sumar datos
correcto=False
while not correcto:
    try:
        correcto=True
        n=int(input('Cantidad de datos: '))
    except ValueError:
        correcto=False
        print('Cantidad incorrecta')
s=0
for i in range(n):
    x=int(input('Ingrese dato: '))
    s=s+x
print('Suma: ',s)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Cantidad de datos: abc
Cantidad incorrecta
Cantidad de datos: 3
Ingrese dato: 51
Ingrese dato: 72
Ingrese dato: 46
Suma: 169
```

En el intento final, se protege el ingreso de la cantidad de datos y de los datos para sumar.

En el ciclo de la suma se usa un ciclo **while** para prevenir el ingreso de datos incorrectos. Adicionalmente, se incluye en la salida la identificación del dato que debe ingresar:

```
#Sumar datos
correcto=False
while not correcto:
    try:
        correcto=True
        n=int(input('Cantidad de datos: '))
    except ValueError:
        print('Cantidad incorrecta')
        correcto=False
s=0
for i in range(n):
    correcto=False
    while not correcto:
        try:
            correcto=True
            x=int(input('Ingrese el dato '+str(i)+' : '))
        except ValueError:
            correcto=False
            print('Dato incorrecto')

    s=s+x
print('Suma: ',s)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Cantidad de datos: abc
Cantidad incorrecta
Cantidad de datos: rst
Cantidad incorrecta
Cantidad de datos: 4
Ingrese el dato 1: 34
Ingrese el dato 2: abc
Dato incorrecto
Ingrese el dato 2: 27
Ingrese el dato 3: 48
Ingrese el dato 4: 72
Suma: 181
>>>
```

Observe con cuidado el uso de las instrucciones **try-except** y el encolumnamiento de las instrucciones. Se sugiere elaborar una representación gráfica del procedimiento utilizado.

El ciclo **while** permanece activo hasta que se ingrese un dato correcto.



**NOTA.** Al realizar pruebas con un módulo o librería que está siendo modificada, es necesario usar la opción **Restart Shell** del menú de la ventana interactiva e importar nuevamente el módulo o librería cada vez que sea modificada para realizar pruebas desde un programa o desde la ventana interactiva.

La función **type** puede usarse para determinar el tipo de un objeto: **int**, **str**, etc.

### Ejemplos.

```
>>> x=35
>>> print(type(x))
<class 'int'>
>>> x='Prueba'
>>> print(type(x))
<class 'str'>
```

Se pueden usar para verificar tipos en la ventana interactiva o en programas

### Ejemplos

```
>>> x=35
>>> y='Prueba'
>>> if type(x)!=type(y):
    print('Tipos diferentes')
```

Tipos diferentes

## 5.12 Ejercicios de programación con ciclos

Para cada ejercicio escriba y pruebe un programa en la ventana de edición de Python.

1.- Calcule el promedio, el menor valor y el mayor valor de los pesos de **n** paquetes en una bodega. Estos datos ingresan uno a la vez dentro de un ciclo. **n** es un dato ingresado al inicio.

2.- Clasifique los pesos de los **n** objetos de una bodega en tres grupos: menor a 10 Kg., entre 10 y 20 Kg., mas de 20 Kg. Los datos ingresan uno a la vez en un ciclo.

3. Determine la cantidad de términos que deben sumarse de la serie  $1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + \dots$  para que el valor de la suma sea mayor a un número **x** ingresado al inicio.

4.- Dado dos números enteros **a**, **b**, determine su máximo común divisor **m**.

Ejemplo: **a** = 36, **b** = 45 entonces **m** = 9

5. Calcule un valor aproximado para la constante  $\pi$  usando la siguiente expresión:

$$\pi/4 = 1 - 1/3 + 1/5 - 1/7 + 1/9 - 1/11 + 1/13 \dots$$

La cantidad de términos es un dato que debe ser ingresado al inicio del algoritmo.

6.- Lea los votos de **n** personas. Cada voto es un número **1**, **2**, o **3** correspondiente a tres candidatos. Si el dato es 0 es un voto en blanco. Si es otro número es un voto nulo. Determine el total de votos de cada candidato y el total de votos blancos y nulos.

7.- Lea las coordenadas de **u**, **v** de la ubicación de una fábrica y las coordenada **x**, **y** de **n** sitios de distribución. Encuentre cual es la distancia del sitio más alejado de la fábrica

8.- Encuentre el mayor valor de la función  $f(x)=\sin(x)+\ln(x)$ , para los valores:

$$x = 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, \dots, 4$$

9.- Se tienen una lista de las coordenadas **x**, **y** de **n** puntos en un plano. Lea sucesivamente las coordenadas de cada punto y acumule las distancias del punto al origen. Muestre la distancia total acumulada.

10.- Determine la suma de los términos de la serie  $1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + n^3$  en donde **n** es un número natural

11.- Determine la suma de los **n** primeros números de la serie: **1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ....** en la cual cada término, a partir del tercero, se obtiene sumando los dos términos anteriores

12.- El inventor del juego del ajedrez pidió a su rey que como recompensa le diera por la primera casilla 2 granos de trigo, por la segunda, 4 granos, por la tercera 8, por la cuarta 16, y así sucesivamente hasta llegar a la casilla 64. El rey aceptó. Suponga que cada Kg. de trigo consta de 20000 granos de trigo. Si cada tonelada tiene 1000 Kg. describa un algoritmo para calcular la cantidad de toneladas de trigo que se hubiesen necesitado.

En el ciclo describa la suma  $2^1 + 2^2 + 2^3 + 2^4 + \dots + 2^{64}$

**13.-** Una empresa compra una máquina en \$20000 pagando cuotas anuales durante cinco años. La siguiente fórmula relaciona el costo de la máquina **P**, el pago anual **A**, el número de años **n** y el interés anual **r**:

$$A = P \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

Escriba un programa que permita calcular **P** para valores de **r = 0.01, 0.02, ..., 0.1**

**14.-** Una persona tiene una lista con los precios de **n** artículos y dispone de una cierta cantidad de dinero. Los artículos son identificados con la numeración natural. Escriba un programa para leer estos datos y obtener los siguientes resultados

- a) Muestre la identificación de los artículos que puede comprar
- b) Para cada artículo cuyo precio es menor que la cantidad de dinero disponible, determine la cantidad que puede comprar.

**15.-** La plataforma de un transporte tiene capacidad para llevar hasta **m** kilos. Se tiene una lista ordenada en forma creciente con el peso de **n** paquetes. Determine cuantos paquetes pueden ser transportados. La elección debe hacerse comenzando con los paquetes de menor peso.

**16.-** En un supermercado se hace una promoción, mediante la cual el cliente obtiene un descuento dependiendo de un número de una cifra que se escoge al azar. Si el numero escogido es menor que 7 el descuento es del 5% sobre el total de la compra, si es mayor o igual a 7 el descuento es del 10%. Lea la cantidad de dinero. genere el número aleatorio y muestre cuanto dinero se le descuenta.

**17.-** Escriba un programa que genere un número aleatorio con un valor entre 1 y 100 y que sea un número primo.

**18.-** Escriba un programa que muestre dos números aleatorios con valores enteros entre 1 y 100 tales que la suma sea un número primo.

**19.-** Lea un número par. Encuentre dos números al azar tales que la suma sea igual al dato dado.

**20.-** Lea un número par. Encuentre dos números al azar tales que sean primos y la suma sea igual al dato dado.

**21.** Escriba un programa para simular el siguiente juego: Una rana es colocada en el centro de un camino de **20 mt.** La rana realiza saltos aleatoriamente de **1 mt.** en cualquiera de las dos direcciones: izquierda o derecha. Determine la cantidad de saltos realizados hasta llegar a alguno de los dos extremos.

**22.-** Simule el siguiente juego entre tres ranas. Las ranas están al inicio de una pista de 20 m. En turnos cada rana realiza un salto. El salto es aleatorio y puede ser: a) Brinca y cae en el mismo lugar, b) Salta 0.5 m en la dirección correcta, c) Salta 1 m en la dirección correcta, d) Salta 0.5 m retrocediendo. Determine cual de las tres ranas llega primero a la meta.

**23.-** Escriba un programa para simular la extracción de  $n$  bolas de una caja que contiene  $m$  bolas numeradas con los números naturales del 1 al  $m$ . Cada vez que se saca la bola se muestra el número y se la devuelve a la caja, por lo tanto pueden salir bolas repetidas.

**24.-** Realice la simulación de  $n$  intentos de lanzamientos de un dado con las siguientes reglas: si sale 6 gana \$5. Si sale 1 gana \$1. Si sale 2, 3, 4 o 5 pierde \$2. Determine la cantidad acumulada al final del juego

**25.-** Dado un valor entero positivo  $n$  verifique que  $1^3+2^3+3^3+...+n^3 = (1+2+3+...+n)^2$

**26.-** Escriba un programa que genere  $n$  parejas de número primos gemelos. Estos números primos tienen la propiedad que además de ser primos, la distancia entre ellos es 2. Ejemplo. 3 y 5, 5 y 7, 11 y 13, 17 y 19, etc

**27.** Analice el siguiente programa. Escriba los resultados que se obtendrían si el dato que ingresa para  $n$  es 25

```
n = int(input('Ingrese un dato: '))
r = 0
while n>0:
    d = n%2
    n = n//2
    r = 10*r + d
    print(d, n, r)
```

**28.** Analice el siguiente programa que usa un ciclo **for**. Escriba un programa equivalente que produzca el mismo resultado, pero sustituyendo el ciclo **for** por un ciclo **while**. Debe definir una variable para conteo de repeticiones y la condición para salir del ciclo.

```
n = int(input('Ingrese un dato: '))
s = 0
for i in range(1,n):
    s = s + i**2
print(s)
```

**29.-** En un juego se debe asignar a cada persona un número mágico que se obtiene con la siguiente regla: Se suman los dígitos de la fecha de nacimiento y se suman nuevamente los dígitos del resultado hasta obtener un solo dígito, como en el siguiente ejemplo:

Fecha de Nacimiento: **28/11/1989**  
**28 + 11 + 1989 = 2028  $\Rightarrow$  2 + 0 + 2 + 8 = 12  $\Rightarrow$  1 + 2 = 3**  
 Entonces el número buscado es **3**

Lea tres números: día, mes, año y muestre el número mágico correspondiente

**30.** Traduzca al lenguaje Python los algoritmos de los ejemplos 3, 4 y 5 de la Sección 3.5

**31.** Construya un algoritmo para resolver el siguiente problema: En la asamblea de un partido político hay dos posibles candidatos para inscribirlo en las elecciones de alcalde.

Para elegir al candidato del partido, cada una de las **n** personas asistentes a la reunión entregan un voto. Se deben leer uno por uno los votos y determinar si alguno de los dos candidatos obtuvo más de la mitad de los votos. Este será el candidato.

**32.** Escriba un programa con un ciclo. Dentro del ciclo se generarán tres números aleatorios con valores enteros del 1 al 10. El programa deberá terminar si en alguna repetición, uno de los tres números es igual al producto de los otros dos números. Muestre los números resultantes. Muestre también la cantidad de repeticiones que se realizaron.

**33.** El cuadrado de cualquier número terminado en 5 se lo puede formar como el producto: (decenas)(decenas+1) + 25.

Ej.  $85^2 = 10(8)10(9) + 25 = 7225$

$475^2 = 10(47)10(48) + 25 = 225625$

Elabore un programa que verifique si se cumple esta regla con los números **5, 10, 15, 20, ..., m**. Si no es verdad, muestre el primer número que no cumple esta regla, **m** es un dato.

**34.** En una empresa multinacional el número usado en la identificación de productos es un código que consta de 13 dígitos: tres para el país, cuatro para la empresa, cinco para el producto y el dígito de control para detectar errores de digitación con la siguiente regla:

Comenzado por la izquierda hasta el decimo segundo dígito, multiplique el dígito por 1 si la posición es impar y por 3 si la posición es par. Sumar los resultados de los productos y restar de la decena superior. Este último resultado debe coincidir con el dígito de control

Escriba un programa que lea un código, valide que tenga trece dígitos, calcule el dígito de control e informe el resultado.

Ejemplo. Código:: 7 7 0 2 0 0 4 0 0 3 5 0 8

$7 \times 1 + 7 \times 3 + 0 \times 1 + 2 \times 3 + 0 \times 1 + 0 \times 3 + 4 \times 1 + 0 \times 3 + 0 \times 1 + 3 \times 3 + 5 \times 1 + 0 \times 3 = 52$

Decena superior: 60

$60 - 52 = 8$  Coincide con el dígito de control. El código es correcto.

**35.** El siguiente ejemplo describe un procedimiento matemático para multiplicar dos números enteros con valores entre 1 y 1000.

Sean los números 997 y 991. Se desea conocer su producto:

Obtenga los resultados de las restas:  $1000 - 997 = 3$ ,  $1000 - 991 = 9$

Sume los resultados de las restas:  $3 + 9 = 12$

Reste de 1000 el resultado de la suma anterior:  $1000 - 12 = 988$

Multiplique este resultado por 1000:  $988 \times 1000 = 988000$

Multiplique los resultados de las restas iniciales:  $3 \times 9 = 27$

La suma de los dos últimos resultados es el producto deseado:  $988000 + 27 = 988027$

Escriba un programa que verifique que esta regla se cumple para cada producto **axb** en donde **a,b** son enteros positivos entre 1 y 1000. Genere las parejas **a,b** mediante dos ciclos **for**. Muestre la respuesta mediante un mensaje.

36. Escriba un programa que reciba un valor para  $n$  y otro para  $m$  y muestre el resultado de la siguiente suma:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (i^2 + j^2 + ij)$$

37. Sean  $a, b$  las longitudes de los dos segmentos en los que se ha dividido una recta, siendo la longitud de  $a$  mayor que la longitud de  $b$ . La relación  $\frac{a}{b}$  que satisface a la ecuación  $\frac{a+b}{a} = \frac{a}{b}$  se denomina “número áureo”. Este número tiene propiedades muy interesantes que han sido estudiadas desde la antigüedad. Las matemáticas demuestran que este número es irracional

Escriba un programa en Python que genere todas las parejas de números enteros  $a, b$  con valores entre  $1$  y  $n$ . Pruebe que no existe alguna pareja de este conjunto de números que satisfagan la ecuación del “número áureo”.

### 5.13 Programas que interactúan con un menú

Los programas en los cuales el usuario interactúa con el computador de manera continua se denominan interactivos. Esta interacción es útil para muchas aplicaciones. En su forma más elemental se usa un menú para que el usuario elija una opción. Para cada opción, el computador realiza alguna acción

Estructura básica de un programa interactivo con un menú

- 1) El programa muestra un menú con las opciones disponibles para el usuario
- 2) El usuario elige una opción
- 3) El programa realiza la acción solicitada

Normalmente la interacción está dentro de un ciclo, por lo que debe incluir una opción para salir del ciclo.

**Ejemplo.** La siguiente fórmula permite convertir un valor de temperatura entre grados Fahrenheit( $f$ ) y grados Celcius( $c$ ):  $c = \frac{5}{9}(f - 32)$

Escribir un programa interactivo con un menú para realizar la conversión en ambos casos:

#### Instrumentación

##### Variables

- $c$ : temperatura en °C
- $f$ : temperatura en °F
- $x$ : opción seleccionada

## Programa

```
#Conversión de temperaturas
salida=False
while not salida:
    print('1) Convertir F a C')
    print('2) Convertir C a F')
    print('3) Salir')
    x=input('Elija una opción ')
    if x=='1':
        f=int(input('Ingrese grados F '))
        c=5/9*(f-32)
        print(c)
    elif x=='2':
        c=int(input('Ingrese grados C '))
        f=9/5*c+32;
        print(f)
    elif x=='3':
        print('Adiós')
        salida=True
```

Note el uso del ciclo **while** con la condición que lo mantiene activo, y el uso de la variable **salida** para terminar el ciclo.

## Prueba del programa

```
>>>
1) Convertir F a C
2) Convertir C a F
3) Salir
Elija una opción 1
Ingrese grados F 220
104.44444444444444

1) Convertir F a C
2) Convertir C a F
3) Salir
Elija una opción 2
Ingrese grados C 42
107.60000000000001

1) Convertir F a C
2) Convertir C a F
3) Salir
Elija una opción 3
Adiós
>>>
```

**Ejemplo:** La siguiente fórmula del interés compuesto relaciona la cantidad de depósitos, el valor mensual constante de cada depósito, y el interés pactado al invertir el dinero en una cuenta. Se requiere escribir un programa interactivo con un menú para su utilización

$$A = P \left[ \frac{(1+x)^n - 1}{x} \right], \text{ en donde}$$

**A:** Valor acumulado,

**P:** Valor de cada depósito **mensual**

**n:** Cantidad de depósitos **mensuales**

**x:** Tasa de interés **mensual**

### Solución

Se escribirá un programa con un menú para calcular alguno de los valores de: **A, P, n**

### Programa

```
#Fórmula del interés compuesto
from math import *
salida=False
while not salida:
    print('1) Valor acumulado')
    print('2) Depósito mensual')
    print('3) Número de depósitos')
    print('4) Salir')
    opc=input('Elija una opción: ')
    if opc=='1':
        p=float(input('Valor del depósito mensual: '))
        n=int(input('Número de depósitos mensuales: '))
        x=float(input('Interés anual en porcentaje: '))
        m=0.01*x/12
        a=p*((1+m)**n-1)/m
        print('Valor acumulado: ',a)
    elif opc=='2':
        a=float(input('Valor acumulado: '))
        n=int(input('Número de depósitos mensuales: '))
        x=float(input('Interés anual en porcentaje: '))
        m=0.01*x/12;
        p=a*m/((1+m)**n-1);
        print('Cuota mensual: ',p)
    elif opc=='3':
        a=float(input('Valor acumulado: '))
        p=float(input('Valor del depósito mensual: '))
        x=float(input('Interés anual en porcentaje: '))
        m=0.01*x/12;
        n=log(a*m/p+1)/log(1+m);
        print('Numero de depósitos: ',n)
    elif opc=='4':
        salida=True
```



**Prueba del programa**

&gt;&gt;&gt;

- 1) Valor acumulado
- 2) Depósito mensual
- 3) Número de depósitos
- 4) Salir

Elija una opción: **1**Valor del depósito mensual: **200**Número de depósitos mensuales: **120**Interés anual en porcentaje: **0.04**

Valor acumulado: 24047.662469781626

- 1) Valor acumulado
- 2) Depósito mensual
- 3) Número de depósitos
- 4) Salir

Elija una opción: **2**Valor acumulado: **25000**Número de depósitos mensuales: **200**Interés anual en porcentaje: **0.04**

Cuota mensual: 124.58587961001214

- 1) Valor acumulado
- 2) Depósito mensual
- 3) Número de depósitos
- 4) Salir

Elija una opción: **3**Valor acumulado: **25000**Valor del depósito mensual: **200**Interés anual en porcentaje: **0.04**

Numero de depósitos: 124.74238345344854

- 1) Valor acumulado
- 2) Depósito mensual
- 3) Número de depósitos
- 4) Salir

Elija una opción: **4**

Adiós

&gt;&gt;&gt;

### 5.13.1 Ejercicios de programación con menú

Para cada ejercicio escriba y pruebe un programa en la ventana de edición de Python.

1. La suma de los términos de una sucesión aritmética está dada por

$$s = \frac{n}{2}(a + u), \text{ en donde}$$

- s:** Suma de los términos,
- n:** Cantidad de términos
- a:** Primer término de la sucesión,
- u:** Último término de la sucesión

Escriba un programa con un menú que permita calcular: **s, n, a, u** dados los otros 3 datos.

Menú

- 1) Suma de términos
- 2) Cantidad de términos
- 3) Primer término
- 4) Último término
- 5) Salir

2. El precio de una pizza depende de su tamaño según la siguiente tabla:

Tamaño	Precio
Pequeña	\$5
Mediana	\$8
Grande	\$12

Cada ingrediente adicional cuesta \$1.5. Escriba un programa interactivo con un menú para elegir el tamaño de la pizza, indicar la cantidad de ingredientes adicionales y mostrar el valor a pagar.

Menú

- 1) Pizza pequeña
- 2) Pizza mediana
- 3) Pizza grande
- 4) Salir

## 6 Creación de funciones

En general las funciones en los lenguajes de programación son conjuntos de instrucciones que se escriben separadamente y que realizan alguna tarea especificada. Las funciones pueden usarse directamente en la ventana interactiva, o desde programas, o integrarlas en un módulo especial a manera de librería para organizar el desarrollo de un proyecto de programación.

Esta estrategia de dividir la resolución de un problema en módulos y funciones es parte de la metodología denominada **Programación Modular** que es importante para resolver problemas grandes o complejos.

La Programación Modular facilita el diseño, construcción, prueba e integración de los componentes de un programa.

El mecanismo usual para transmitir datos a las funciones es mediante una lista de variables que se denominan parámetros. Las funciones normalmente son diseñadas para entregar resultados.

### 6.1 Declaración de una función

```
def nombre(parámetros):  
    instrucciones
```

<b>nombre:</b>	Es la identificación de la función
<b>parámetros:</b>	Son variables que reciben los datos que entran a la función.
<b>instrucciones:</b>	Se incluyen en la función para producir resultados

Las instrucciones incluidas en la función deben estar encolumnadas como en las otras estructuras de control.

Si la función entrega resultados, debe usarse una instrucción especial para retorno de resultados:

```
return variable
```

variable: es la identificación de la variable que contiene el resultado. También se puede entregar un resultado directamente.

Una función puede entregar más de un resultado en una lista:

```
return [variable,variable,...]
```

Una función puede definirse en la ventana interactiva o en la ventana de edición. En el segundo caso, la función debe almacenarse en un archivo. El nombre del archivo puede ser igual o diferente al nombre asignado a la función en su definición. El archivo almacenado constituye un módulo. Para usar la función debe importarse el módulo que contiene a la función. Un módulo puede incluir más de una función.

**Ejemplo:** Escribir en la ventana interactiva la siguiente función matemática:

$$y = f(x) = 2x^2 + 1$$

Definición en la ventana interactiva

```
>>> def f(x):
      y=2*x**2 + 1
      return y
```

La función está disponible para su uso inmediato:

```
>>> f(2)
9
>>> y=2*f(3)+1
>>> y
39
```

### Funciones de una línea

Si una función tiene una forma simple, puede escribirse en forma abreviada en una línea

```
>>> def f(x): return 2*x**2+1
```

Se la puede usar igual que la definición anterior

```
>>> f(2)
9
```

Una función para despejar la pantalla

```
>>> def cls():print('\n'*40)
```

Uso:

```
>>> cls()
```

En el siguiente ejemplo, la función es creada en la ventana de edición y se almacena separadamente en un archivo con un nombre. Este objeto constituye un módulo. El nombre del módulo puede coincidir o puede ser diferente al nombre de la función.

### Instrumentación

Nombre de la función: **f**  
Nombre del módulo: **función**

```
def f(x):
    y=2*x**2 + 1
    return y
```

Para usarla, debe importarse el módulo

```
>>> from función import f
>>> y=f(2)
>>> y
9
```

**NOTA.** Los nombres en el lenguaje Python admiten **tildes** y la letra **ñ**

Las funciones pueden escribirse junto al programa que las usan. En este caso, no se requiere importar el módulo. Es una buena idea hacerlo para probar funciones nuevas que están siendo desarrolladas.

### Ejemplo.

```
def f(x):
    y=2*x**2 + 1
    return y

#Programa que usa la función f
for i in range(5):
    y=f(i)
    print(i,y)
```

### Prueba del programa

La ejecución del programa se activa desde la ventana de edición

```
>>>
0 1
1 3
2 9
3 19
4 33
>>>
```

Un módulo puede incluir varias funciones. Estos módulos pueden considerarse **librerías**.

**Ejemplo.** Defina un módulo con el nombre **funciones** para almacenar las funciones

$$f(x)=2x^2+1$$

$$g(x)=3x^3+5$$

```
def f(x):
    y=2*x**2 + 1
    return y
def g(x):
    y=3*x**3 + 5
    return y
```

Para usar las funciones en la ventana interactiva debe importar el módulo

```
>>> from funciones import*
>>> f(3)
19
>>> g(4)
197
>>>
```

Los programas que requieran usar las funciones pero que se escriben separadamente de las definiciones de las funciones, deben importar el módulo

```
#Programa que usa el módulo funciones
from funciones import*
for i in range(5):
    y=f(i)
    print(i,y)
```

**Prueba del programa**

```
>>>
0 1
1 3
2 9
3 19
4 33
>>>
```

**Ejemplo.** Defina un módulo (librería) con el nombre **geometría** que contenga funciones con algunas fórmulas de la geometría básica para calcular área y volumen. Incluya fórmulas para el círculo, sector de círculo, segmento de círculo, esfera, cilindro y cono.

```
from math import*
def circulo(r):
    s=pi*r**2
    return s

def sector(r,a):
    s=pi*r**2*a
    return s

def segmento(r,a):
    s=r**2*(pi*a-0.5*sin(a))
    return s

def esfera(r):
    s=4*pi*r**2
    v=4*pi*r**3/3
    return [s,v]

def cilindro(r,h):
    s=2*pi*r*(r+h)
    v=pi*r**2*h
    return [s,v]

def cono(r,h):
    g=sqrt(h**2+r**2)
    s=pi*r*g+pi*r**2
    v=pi*r**2*h/3
    return [s,v]
```

Para usar las funciones desarrolladas, debe importarse el módulo en la ventana interactiva o en algún programa.

**Ejemplo.** Usar en la ventana interactiva el módulo **geometría** con las funciones

```
>>> from geometria import*
>>> circulo(2)
12.566370614359172
>>> s=circulo(2)
>>> s
12.566370614359172
>>> cilindro(4,5)
(226.1946710584651, 251.32741228718345)
>>> [s,v]=cilindro(4,5)
>>> s
226.1946710584651
>>> v
251.32741228718345
```

**Nota:** Los nombres de las variables o parámetros que se escriben para llamar a una función pueden ser diferentes respecto a los nombres usados al definir la función.

## 6.2 Parámetros empaquetados

Los parámetros se pueden enviar a una función **empaquetados** en una lista. En este caso, el nombre de la lista debe estar precedido con un asterisco.

### Ejemplo

```
>>> from geometria import*
>>> d=[4,5]
>>> [s,v]=cilindro(*d)           Los datos van empaquetados en la lista d
>>> s
226.1946710584651
>>> v
251.32741228718345
```

## 6.3 Parámetros por omisión

Es posible asignar valores a los parámetros para el caso que no vengan con algún valor al ser llamada la función. Esto significa que una función puede ser llamada con menos parámetros que los que se especifican en la definición.

### Ejemplo

```
def fun(a,b=0):           El segundo parámetro se define por omisión
```

Al llamarla con `fun(3,5)` se asigna **3** al parámetro **a** y **5** al parámetro **b**

Al llamarla con `fun(3)` se asigna **3** al parámetro **a** y **0** al parámetro **b**



**Ejemplo.** Escribir una función que reciba un número y determine si es un número primo. El resultado que entrega la función será un valor lógico según corresponda.

Junto a la función escribir un programa que liste los números primos existentes en un rango especificado

### Solución

Si el programa se escribe junto con la función, primero debe escribirse la función y después el programa. En este caso, el programa no necesita importar la función que lo antecede.

### Variables

**n:** número para probar si es primo  
**c:** conteo de números divisores en la función  
**a,b:** rango de búsqueda de número primos

La función entrega un resultado lógico: **True** o **False**

```
#función primo
def primo(n):
    c=0
    for i in range(1,n+1):
        if n%i==0:
            c=c+1
    if c>2:
        return False
    else:
        return True

#Programa que lista primos en un rango
a=int(input('Desde: '))
b=int(input('Hasta: '))
for n in range(a,b+1):
    if primo(n):
        print('Número primo: ',n)
```

### Prueba del programa

```
>>>
```

```
Desde: 20
```

```
Hasta: 40
```

```
Número primo: 23
```

```
Número primo: 29
```

```
Número primo: 31
```

```
Número primo: 37
```

**Nota:** Las instrucciones de prueba se las ha escrito junto a la función. Esta es una buena práctica para desarrollar funciones. Después se puede almacenar la función separadamente para que pueda ser importada desde cualquier programa o desde la ventana interactiva

Para el siguiente ejemplo se almacenará la función **primo** separadamente para que esté disponible para otros programas o para que pueda usarse desde la ventana interactiva. La función **primo** será almacenada con el mismo nombre: **primo**. Con este nombre deberá ser importada. Cuando el programa se escribe junto a la función no es necesario importar.

```
#función primo
def primo(n):
    c=0
    for i in range(1,n+1):
        if n%i==0:
            c=c+1
    if c>2:
        return False
    else:
        return True
```

Para acceder a la función, el programa debe **importar** la función **primo**

```
#Programa que lista primos en un rango
from primo import primo
a=int(input('Desde: '))
b=int(input('Hasta: '))
for n in range(a,b+1):
    if primo(n):
        print('Número primo: ',n)
```

Los resultados de una prueba son iguales a los del ejemplo anterior

**Ejemplo.** Escribir otro programa para usar la función **primo**. Encuentre parejas de números primos cuya suma sea igual a un número ingresado al inicio en el programa.

```
#Programa que encuentra parejas de primos
from primo import primo
n=int(input('Ingrese un entero positivo: '))
for i in range(n):
    for j in range(n):
        if primo(i) and primo(j) and i+j==n:
            print('Pareja de primos: ',i,j)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Ingrese un entero positivo: 16
Pareja de primos: 3 13
Pareja de primos: 5 11
Pareja de primos: 11 5
Pareja de primos: 13 3
```

Si no se desean parejas repetidas, se puede modificar el **inicio del rango** del ciclo interno:

```
for j in range(i,n):
```

## 6.4 Parámetros por valor y parámetros por referencia

Las variables simples son transmitidas a una función “**por valor**”. Esto significa que en Python las funciones usan una copia del parámetro ingresado. De esta manera, el contenido de la variable ingresada, aunque sea cambiado dentro de la función, no modifica al valor de la variable que ingresó como parámetro.

### Ejemplo.

```
def fun(x):
    x=x**2
    y=2*x+1
    return y
```

La función modifica el parámetro **x** que recibe el dato

Uso de la función

```
>>> from fun import*
>>> s=5
>>> y=fun(s)
>>> print(y)
51
>>> print(s)
5
>>>
```

La variable enviada **s** no ha sido modificada

Esta manera de transmitir parámetros es natural, sin embargo en capítulos posteriores se describirá otro mecanismo de transmisión de parámetros denominado “**por referencia**”, utilizado con parámetros de tipo estructurado. En este caso, el parámetro de la función utiliza la misma dirección de la variable con la que se llama a la función, por lo tanto, si la función modifica componentes del parámetro, estos cambios afectan a la variable en el sitio de la llamada a la función.

### Ejemplo.

```
def funp(t):
    r=max(t)
    t[0]=-1
    return r
```

La función encuentra el mayor valor del parámetro **t**  
La función modifica un elemento del parámetro **t**

Uso de la función: Se le envía un parámetro de tipo estructurado denominado **lista**. Las listas permiten agrupar datos escribiéndolos entre corchetes. Se revisarán en otro capítulo.

```
>>> from funp import*
>>> s=[8,3,9,4,7]
>>> r=funp(s)
>>> print(r)
9
>>> print(s)
[-1, 3, 9, 4, 7]
```

La variable enviada **s** ha sido modificada

Para evitar este efecto, dentro de la función debe crearse en forma explícita una copia del parámetro de entrada como se verá posteriormente.

## 6.5 Alcance de las variables de programas y funciones

Las variables creadas en los programas se pueden acceder fuera del programa, en la ventana interactiva. En cambio, las variables definidas dentro de una función son locales, es decir no se pueden acceder fuera de la función. La función normalmente solo se puede comunicar mediante parámetros y mediante los resultados entregados.

**Ejemplo.** Realizar una prueba nueva del programa anterior que busca los números primos en un rango especificado. El programa debe ser ejecutado desde la ventana de edición con la opción **run** o con la tecla funcional **F5**

```
#función primo
def primo(n):
    c=0
    for i in range(1,n+1):
        if n%i==0:
            c=c+1
    if c>2:
        return False
    else:
        return True

#Programa que lista primos en un rango
a=int(input('Desde: '))
b=int(input('Hasta: '))
for n in range(a,b+1):
    if primo(n):
        print('Número primo: ',n)
```

```
>>>
Desde: 20
Hasta: 40
Número primo: 23
Número primo: 29
Número primo: 31
Número primo: 37
>>> a
20
>>> b
40
>>> c
```

**NameError: name 'c' is not defined**

Se puede observar que los contenidos de las variables **a**, **b** creadas en el programa son visibles en la ventana interactiva. Por otra parte, ni en el programa, ni desde la ventana interactiva se puede acceder a la variable **c** que es creada dentro de la función.

**Nota:** Si el programa es ejecutado desde la ventana interactiva con la instrucción **import** no se tiene acceso a las variables del espacio del programa.

**Nota:** Si un módulo tiene instrucciones para acceder a otros módulos, entonces al importarlo también se tiene acceso a esos módulos.

**Ejemplo.**

```
from math import*
def calcular(x):
    y=exp(x)
    return y
```

```
>>> from calcular import*
>>> r=cos(2)
>>> t=calcular(5)
```

Permite acceder también al módulo **math**

## 6.6 Declaración de variables globales

Con la declaración

```
global v1,v2, ...
```

Es posible hacer que los programas pueden acceder a las variables  $v_1, v_2, \dots$  creadas dentro de una función. También se tendrá acceso a estas variables desde la ventana interactiva.

**Ejemplo.**

```
def fun(x):
    t=2*x
    y=t+5
    return y

#Programa que usa fun
x=3
r=fun(x)
print(r)
print(t)
```

**Prueba del programa**

```
>>>
```

```
11
```

```
NameError: name 't' is not defined
```

Error al intentar imprimir **t**

El programa no tiene acceso a la variable **t** creada en la función y por lo tanto, local

En la siguiente prueba se declara `t` dentro de la función como variable **global**

```
def fun(x):  
    global t  
    t=2*x  
    y=t+5  
    return y  
  
#Programa que usa fun  
x=3  
r=fun(x)  
print(r)  
print(t)
```

Prueba del programa

```
>>>
```

```
11
```

```
6
```

El programa puede imprimir el contenido de la variable `t`

## 6.7 Funciones sin parámetros

No es obligación que las funciones reciban o entreguen valores. En el siguiente ejemplo, una función solamente muestra una lista de mensajes.

```
def menu():
    print('1) Ingresar dato')
    print('2) Mostrar resultado')
    print('3) Salir')
```

Esta función se la almacenó en un módulo con el nombre **menues** y se la puede importar para su uso en la ventana interactiva o desde un programa:

```
>>> from menus import*
>>> menu()
1) Ingresar dato
2) Mostrar resultado
3) Salir
>>>
```

## 6.8 Expresiones lambda

Es una manera de definir en una línea, expresiones con parámetros. Esta definición actúa en forma similar a una función, con la siguiente sintaxis:

e = **lambda** parámetros: expresión

### Ejemplos.

Definir un polinomio

```
>>> pol=lambda x,y: 2*x*y-x+y+1
>>> pol(2,3)
14
```

Definir una operación sobre una lista (el estudio de listas se hará en el siguiente capítulo)

```
>>> total=lambda s: 3*sum(s)+1
>>> x=[2,3,5,6]
>>> total(x)
49
```

De manera equivalente se las puede definir como funciones abreviadas de una línea:

```
>>> def pol(x,y):return 2*x*y-x+y+1
>>> def total(s):return 3*sum(s)+1
```

El uso y resultados son idénticos a las definiciones como expresiones **lambda**

## 6.9 Funciones recursivas

Una función puede llamarse a si misma. Estas funciones se denominan recursivas. El uso de la recursión es una técnica útil en programación para resolver algunos problemas en sustitución de los métodos iterativos con **for** o **while**. La recursión construye la solución llamándose a si misma, usualmente mediante una estructura **if**.

La recursión realiza un ciclo internamente, por lo tanto, la programación ya no requiere escribir ciclos. Sin embargo, la recursión debe usarse con precaución pues puede ser costosa en tiempo computacional especialmente si cada llamada genera más de una llamada a la misma función. Adicionalmente, los lenguajes de programación tienen un límite máximo para las llamadas recursivas.

**Ejemplo.** Escribir una función para sumar los cubos de los primeros  $n$  números naturales.

$$sc(n) = 1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + (n-1)^3 + n^3$$

La manera usual de interpretar esta suma es mediante una repetición en la cual en cada ciclo se agrega un nuevo término, como se muestra a continuación:

```
def sc(n):
    r=0
    for i in range(1,n+1):
        r=r+i**3
    return r
```

Otra manera de interpretar esta suma es mediante una definición recurrente:

Si  $sc(n)$  es la suma:  $1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + (n-1)^3 + n^3$

Entonces  $sc(n-1)$  es:  $1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + (n-1)^3$

Y se puede escribir:

$$sc(n) = sc(n-1) + n^3$$

Esta definición requiere una regla para que la invocación no continúe indefinidamente hacia atrás. Entonces, la definición completa es:

$$sc(n) = \begin{cases} sc(n-1) + n^3, & n > 1 \\ 1, & n = 1 \end{cases}$$

Esta regla se puede aplicar manualmente como en el siguiente caso:

$$sc(4) = sc(3) + 4^3 = sc(2) + 3^3 + 4^3 = sc(1) + 2^3 + 3^3 + 4^3 = 1 + 2^3 + 3^3 + 4^3 = 100$$

El lenguaje Python permite traducir e instrumentar funciones recursivas.



**Ejemplo.** Escribir en Python una **función recursiva** para calcular la suma de los cubos de los primeros **n** números naturales usando la definición anterior.

Se la almacenará en un módulo con el mismo nombre

```
def sc(n):
    if n>1:
        r=sc(n-1)+n**3
    else:
        r=1
    return r
```

Prueba de las funciones. Ambas versiones producen el mismo resultado

```
>>> from sc import sc
>>> r=sc(4)
>>> r
100
```

**NOTA:** La recursión es realizada internamente por el traductor mediante llamadas recurrentes de manera similar a su aplicación manual. El lenguaje Python tiene un límite para las llamadas recursivas internas. En la **versión 3.4.1** para este ejemplo es cercano a 1000.

**Ejemplo.** Escribir una **función recursiva** para contar en cuantos intentos se puede adivinar el número de un dado.

```
from random import *
def adivina(intento):
    n=randint(1,6)
    x=int(input('Adivina el número: '))
    if x!=n:
        print('Fallaste: intenta otra vez')
        intento=intento+1
        adivina(intento)
    else:
        print('Acertaste en ',intento)
```

Prueba desde la ventana interactiva

```
>>> from adivina import adivina
>>> adivina(1)
Adivina el número: 5
Fallaste: intenta otra vez
Adivina el número: 4
Fallaste: intenta otra vez
Adivina el número: 6
Acertaste en 3
```

Se inicia la función en el intento 1

**Ejemplo.** Escribir una función recursiva con el nombre **fib** para obtener el **n**-ésimo término de la secuencia de Fibonacci.

**n:** 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, ...

**fib(n):** 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, ...

### Instrumentación

Nombre de la función: **fib**

En la secuencia se puede observar que cada término de **fib(n)** es igual a la suma de los dos términos anteriores: **fib(n) = fib(n-2) + fib(n-1)** para **n>2**. Mientras que el resultado es **fib(n) = 1** para **n=1** y **n=2**.

```
def fib(n):
    if n==1 or n==2:
        return 1
    else:
        return fib(n-2)+fib(n-1)
```

### Prueba de la función en la ventana interactiva

```
>>> from fib import fib
>>> fib(6)
8
>>> fib(2)
1
>>> fib(9)
34
>>> fib(25)
75025
```

En este ejemplo, la recursión es muy costosa computacionalmente pues cada llamada a la función produce dos nuevas llamadas recurrentes y la secuencia de llamadas se abre en ramificaciones rápidamente. Se llega muy pronto al límite máximo de llamadas recursivas permitidas. La ejecución es ineficiente pues cada llamada requiere tiempo computacional

### Ejemplo.

```
fib(6) = fib(4) + fib(5)
      = fib(2) + fib(3) + fib(3) + fib(4)
      = 1 + fib(1) + fib(2) + fib(1) + fib(2) + fib(2) + fib(3)
      = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + fib(1) + fib(2)
      = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1
      = 8
```

La recursión debe ser usada con precaución y debe evitarse cuando la función genera más de una llamada a sí misma en cada invocación, como en el ejemplo anterior:

## 6.10 Funciones generadoras

Una función generadora es una función especial para producir una secuencia de valores

Para entender este concepto se desarrolla un ejemplo. Suponer que se necesita una lista de los cubos de los números naturales

La siguiente es una función elemental típica que recibe un entero y entrega su cubo. Estas funciones se limitan a entregar solamente **un valor**:

```
def cubo(n):  
    c=n**3  
    return c
```

La función se puede llamar dentro de una instrucción de repetición para obtener sucesivamente cada resultado:

```
from cubo import cubo  
for n in range(5):  
    c=cubo(n)  
    print(c)
```

### Prueba del programa

```
>>>  
0  
1  
8  
27  
64
```

Una manera diferente de enfocar la solución para este pequeño problema es producir dentro de la función la lista de valores para que sean entregados uno a la vez sin necesidad de llamar a la función dentro de una repetición. Este dispositivo se denomina **función generadora**

Una función generadora usa la palabra especial **yield** para entregar **uno por uno** los valores de la secuencia. Mediante la función especial **next** o el operador **in** se pueden solicitar sucesivamente cada valor de la secuencia.

**Ejemplo.** Defina una función generadora para producir la secuencia de n cubos

```
def cubo(n):  
    for i in range(n):  
        c=i**3  
        yield c
```

### Activación de la función generadora de cubos en la ventana interactiva

```
>>> from cubo import cubo
>>> c=cubo(5)
>>> print(next(c))
0
>>> print(next(c))
1
>>> print(next(c))
8
>>> print(next(c))
27
>>> print(next(c))
64
>>> print(next(c))
```

Inicia el generador  
La función **next** solicita el siguiente valor

### StopIteration

Un programa para obtener cada valor de la secuencia creada por la función generadora **cubo** usando **next**

```
from cubo import cubo
c=cubo(5)
for i in range(5):
    print(next(c))
```

### Prueba del programa

```
>>>
0
1
8
27
64
>>>
```

También se puede solicitar cada valor mediante el operador **in** que implícitamente usa **next** para obtener el siguiente valor de la secuencia.

```
from cubo import cubo
for c in cubo(5):
    print(c)
```

### Prueba del programa

```
>>>
0
1
8
27
```

64

&gt;&gt;&gt;

Los generadores actúan de manera diferente a las funciones normales. Una función normal es llamada para entregar cada resultado. Esta llamada puede estar dentro de una repetición para obtener el resultado. Por otra parte, la función generadora produce una secuencia pero solo entrega un valor a la vez y debe ser activada sucesivamente en forma explícita con **next** o en forma implícita con el operador **in** para obtener cada uno de los siguientes valores.

### 6.10.1 Generadores infinitos

El concepto de función generadora permite definir **generadores infinitos**

**Ejemplo.** Definición de un generador infinito de cubos:

```
def cubo():
    n=0
    while True:
        c=n**3
        yield c
        n=n+1
```

El siguiente programa usa el generador infinito con **next** para generar 10 cubos:

```
from cubo import cubo
c=cubo()
for i in range(10):
    print(next(c))
```

**Prueba del programa**

&gt;&gt;&gt;

0

1

8

27

64

125

216

343

512

729

&gt;&gt;&gt;

Un programa que usa el generador infinito con **in** necesita interrumpir la secuencia:

```
from cubo import cubo
for c in cubo():
    print(c)
    if c>300:
        break
```

Prueba del programa

```
>>>
0
1
8
27
64
125
216
343
```

Desde la ventana interactiva

```
>>> from cubo import cubo
>>> for c in cubo():
    print(c)

0
1
8
27
64
125
216
343
512
729
. . .
```

Se necesita interrumpir la secuencia infinita presionando las teclas **Ctrl C**

**Ejemplo.** Generador infinito de números primos

```
def primo():
    n=0
    while True:
        n=n+1
        c=0
        for d in range(2,n):
            if n%d==0:
                c=c+1
        if c==0:
            yield n
```

El siguiente programa usa **next** para generar 10 números primos

```
from primo import primo
c=primo()
for i in range(10):
    print(next(c))
```

>>>

1  
2  
3  
5  
7  
11  
13  
17  
19  
23

>>>

El siguiente programa que usa el generador infinito con **in** necesita interrumpir la secuencia:

```
from primo import primo
for c in primo():
    print(c)
    if c>10:
        break
```

>>>

1  
2  
3  
5  
7  
11

**Ejemplo.** Generador infinito de la secuencia de Fibonacci

```
def fib():  
    a, b = -1, 1  
    while True:  
        c = a + b  
        yield c  
        a, b = b, c
```

```
from fib import fib  
c=fib()  
for i in range(7):  
    print(next(c))
```

>>>

0  
1  
1  
2  
3  
5  
8



### 6.10.2 Interrupción de un ciclo doble

Una función generadora permite definir un dispositivo para interrumpir de manera elegante un ciclo doble:

**Ejemplo.** Suponer que se desea encontrar el **primer caso** en el que los valores  $i, j$  cumplen la condición:

$$2i^3 + 3j^2 \text{ es divisible para } 7, \text{ para } i, j = 1, 2, 3, \dots, 9$$

En el siguiente programa, la instrucción **break** solamente interrumpe las repeticiones del ciclo en el que se ejecuta la instrucción **break**, en este caso el **ciclo interno**:

```
for i in range(1,10):
    for j in range(1,10):
        n=2*i**3+3*j**2
        if n%7==0:
            print(i,j,n)
            break
```

#### Prueba del programa

```
>>>
1 2 14
2 2 28
4 2 140
7 7 833
8 2 1036
9 2 1470
>>>
```

La estrategia para salir de ambos ciclos es convertirlos en un solo ciclo. Para esto se escribe una **función generadora** que produce una nueva pareja de índices  $i, j$  cada vez que es llamada la función. En este caso, la instrucción **break** al interrumpir un ciclo, es equivalente a interrumpir los dos ciclos incluidos en el programa anterior.

```
def rango_doble(n,m):
    for i in range(1,n):
        for j in range(1,m):
            yield [i,j]

for i,j in rango_doble(10,10):
    n=2*i**3+3*j**2
    if n%7==0:
        print(i,j,n)
        break
```

#### Prueba del programa

```
>>>
1 2 14
>>>
```

### 6.11 Funciones con parámetros de tipo función

Para algunas aplicaciones, especialmente matemáticas, es útil enviar una función como parámetro para otra función.

**Ejemplo.** Defina una función para sumar  $n$  ordenadas de una función  $f(x)$  para valores de  $x$  espaciados regularmente en el intervalo cerrado  $[a, b]$

#### Datos

**f:** Función (ingresa como parámetro)  
**a,b:** Límites  
**n:** Cantidad de puntos (mayor que 1)

#### Resultado

**s:** Suma de ordenadas

Fórmula para calcular el espaciamiento entre los valores de  $x$ :

$$h = \frac{b-a}{n-1}$$

```
def suma(f,a,b,n):
    h=(b-a)/(n-1)
    s=0
    for i in range(n):
        s=s+f(a+i*h)
    return s
```

Prueba: Calcular la suma 20 de ordenadas de  $f(x)=x \sin(x)$  para valores de  $x$  espaciados en forma regular en el intervalo  $[0, 2]$ :

```
>>> from math import*
>>> from suma import*
>>> def f(x):
        y=x*sin(x)
        return y
>>> s=suma(f,0,2,20)
>>> s
17.455091419917455
```

## 6.12 Sugerencias generales para programar con funciones

La realización de cada módulo, programa o función comprende cuatro etapas: analizar, diseñar, instrumentar y probar. Si todas son realizadas por una misma persona, ésta debe poner algún cuidado en la documentación pues pueden quedar vacíos al no requerir los detalles que debería agregarlos para comunicarse con otra persona.

Algunas sugerencias para escribir programas y funciones:

- a) Dibuje un diagrama o describa una jerarquía con los componentes que integrarán su proyecto. Planifique y documente el desarrollo de cada programa y cada función. Asigne nombres a los componentes, defina objetivos, los nombres de variables y las restricciones.
- b) Al inicio de cada programa o función escriba un título y una breve descripción.
- c) Cada vez que realice una modificación, guarde una copia de la versión anterior con un nombre que la identifique. Escriba unas líneas indicando cual es la modificación. Realice y documente una modificación a la vez y realice las pruebas respectivas.
- d) Si es posible, compare los resultados obtenidos con resultados conocidos.
- e) Realice pruebas con pequeños grupos de datos antes de tratar casos grandes.
- f) Escriba separadamente cada función. Junto a la función escriba algunas líneas para realizar las pruebas necesarias de la función. Después puede eliminar las líneas de prueba. Finalmente junte en una librería común las funciones que ya han sido probadas.
- g) Prefiera escribir funciones en lugar de programas. Los datos para los programas deben tener un tipo específico, mientras que los parámetros de las funciones pueden recibir datos de diferente tipo, por lo tanto no están atadas a un solo tipo de datos como ocurre en los programas.
- h) Aproveche la ventana interactiva de Python para probar su codificación y desarrollar prototipos mediante algoritmos simples. En una etapa posterior puede mejorar la eficiencia usando algoritmos más elaborados.

### 6.13 Ejercicios de programación con funciones

1. Escriba una función **conteo(n)** que entregue la **cantidad** de divisores enteros positivos que tiene un número entero dado n. Escriba un programa de prueba que use la función escrita para encontrar cual número entre 1 y 100 tiene más divisores enteros.

2. Escriba un programa de prueba que use la función **primo** y encuentre dos números enteros aleatorios menores que 100 tales que su suma sea también un número primo.

3. Escriba una función **perfecto(n)** que determine si un número entero dado n es un número perfecto. Un número perfecto debe ser igual a la suma de todos sus divisores enteros menores que el valor del número.

Ejemplo:  $28 = 1 + 2 + 4 + 7 + 14$

Escriba un programa de prueba que use la función escrita y encuentre los números perfectos entre 1 y 1000

4. Escriba una función **sumad(n)** que entregue la suma de las cifras de un número dado n. Con esta función escriba un programa que genere 10 números aleatorios entre 1 y 100 y encuentre cual de ellos tiene la mayor suma de sus cifras.

5. Escriba una función **cuad(n)** que determine si el cuadrado de un número natural n dado, es igual a la suma de los primeros n números impares.

Ej.  $6^2 = 1+3+5+7+9+11$

Escriba un programa de prueba que ingrese un dato desde el teclado, use la función y muestre el resultado en la pantalla.

6. Escriba una función **secuencia1(n)** que entregue el n-ésimo término de la siguiente secuencia, en la cual cada término, a partir del tercero se obtiene sumando los dos anteriores: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, .... Escriba un programa de prueba que ingrese un dato desde el teclado use la función y muestre el resultado en la pantalla.

7. Escriba una función **secuencia2(n)** que entregue el n-ésimo término de la siguiente secuencia, en la cual cada término, a partir del cuarto se obtiene sumando los tres anteriores: 1, 1, 1, 3, 5, 9, 17, 31, 57, ..... Escriba un programa de prueba que ingrese un dato desde el teclado, use la función y muestre el resultado en la pantalla.

8. Escriba una función **sim(x)** que reciba un entero y determine si es simétrico, es decir si los dígitos opuestos alrededor del centro son iguales. Escriba un programa de prueba que genere números aleatorios entre 1 y 10000 hasta obtener un número que sea simétrico

9. Escriba una función **alfin(n)** que entregue como resultado la cantidad de veces que debe lanzarse un dado hasta que salga un número n dado como parámetro. Escriba un programa de prueba que ingrese un dato desde el teclado, use la función y muestre el resultado en la pantalla.

10. Escriba una función **conteo(x)** que determine la cantidad de términos que deben sumarse de la serie:  $1*2*3 + 2*3*4 + 3*4*5 + 4*5*6 + \dots$  hasta que la suma exceda a un valor x dado. Escriba un programa de prueba que genere un número aleatorio para x entre 1 y 1000, use la función y muestre el resultado en la pantalla.

11. Escriba una función **fact(n)** que reciba un número entero  $n$  y devuelva su factorial. Escriba un programa de prueba que genere un número aleatorio entero  $k$  entre 1 y 10. Use la función y muestre la suma de los factoriales de los primeros  $k$  números naturales

12. Escriba una función **sumadiv(n)** que reciba un número entero  $n$  y devuelva la suma de sus divisores. Escriba un programa de prueba que ingrese un dato desde el teclado, use la función y muestre el resultado en la pantalla

13. Escriba una librería o módulo con el nombre **convertir** que contenga dos funciones:

**[r,t]=polar(x, y)** Recibe las coordenadas cartesianas  $x, y$  y entrega las coordenadas polares  $r, t$

**[x,y]=cartesiana(r, t)** Recibe las coordenadas polares  $r, t$  y entrega las coordenadas cartesianas  $x, y$

Formulación:  $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ ,  $t = \arctan(y/x)$ ,  $x = r \cos(t)$ ,  $y = r \sin(t)$

Escriba un programa con un menú que tenga tres opciones en un ciclo interactivo:

- 1) Convertir a polares
- 2) Convertir a cartesianas
- 3) Salir

Según la opción elegida, el programa pide los datos, llama a la función respectiva y muestra en pantalla los resultados.

14. El siguiente es un algoritmo para generar un número aleatorio entero (seudo aleatorio)

- 1) Dado un número entero  $x$
- 2) Sume los cuadrados de los dígitos del número. Este resultado es el número aleatorio
- a) Escriba una función **c=aleatorio(x)** que entregue el resultado producido.
- b) Escriba un programa que lea un valor inicial para  $x$  y llame a la función **aleatorio** repetidamente, enviando como nuevo dato, el resultado que entrega la función. Determine cuantas veces hay que llamar a la función **aleatorio** hasta que el resultado sea igual a algún valor que ya salió anteriormente. Esta cantidad se denomina longitud de la secuencia aleatoria

15. La siguiente definición recursiva produce el máximo común divisor entre dos números enteros positivos. Escriba y pruebe una función con esta definición

$$\text{mcd}(a,b) = \begin{cases} \text{mcd}(a-b,b), & a > b \\ \text{mcd}(a,b-a), & b > a \\ a, & a = b \end{cases}$$

16. Analice la siguiente definición recursiva para determinar cuantos dígitos tiene un número entero. Escriba y pruebe una función. Note el uso de la división entera: //

$$\text{nd}(n) = \begin{cases} \text{nd}(n//10), & n \geq 10 \\ 1, & n < 10 \end{cases}$$

17. Escriba una función recursiva para obtener la cantidad de dígitos impares que contiene un número entero positivo.

18. Escriba una función recursiva para calcular la suma de los  $n$  primeros términos de la serie:

$$S(n) = 1 - 1/2 + 1/3 - 1/4 + 1/5 - 1/6 + \dots$$

19. Escriba una función recursiva para calcular combinaciones de números con la definición:

$$C(m,n) = C(m-1, n-1) + C(m-1, n)$$

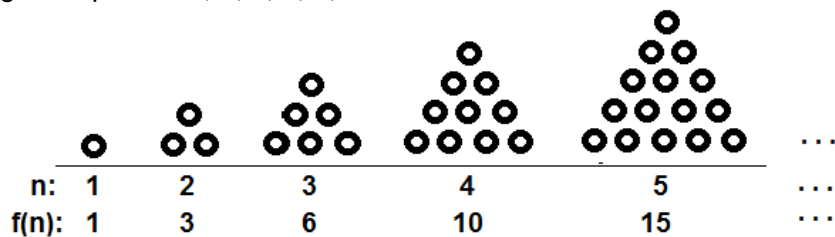
Sabiendo que:  $C(m, n)=1$ , si  $n=0$  ó  $n=m$

$$C(m, n)=m, \text{ si } n=1 \text{ ó } n=m-1$$

20. Escriba una función generadora y un programa de prueba para obtener la secuencia de Ulam que reciba un valor inicial y entregue sucesivamente los valores de la secuencia.

Escriba un programa de prueba para generar la secuencia con **next** y otro programa con **in**

21. Los números triangulares  $f(n)$  tienen la regla de formación descrita con el siguiente grafico para  $n=1, 2, 3, 4, 5, \dots$



Escriba una función que reciba un valor de **n** y entregue el resultado **f(n)**

- a) Use una forma normal para la función mediante un ciclo
- b) Use una forma recursiva para la función

## 7 Tipos de datos estructurados

Además de los tipos de datos básicos revisados en las secciones anteriores, Python admite estructuras de datos denominadas **colecciones** que permiten agrupar datos, los cuales pueden ser de tipos diferentes. Estos datos estructurados o colecciones son: **Listas, Tuplas, Cadenas de caracteres (strings), Diccionarios y Conjuntos**. Los tipos de datos estructurados se pueden combinar y formar tipos de datos compuestos.

Un caso muy importante del tipo **lista**, son los **arreglos**. Los arreglos son listas de una o más dimensiones cuyos elementos son del mismo tipo (usualmente numérico) y su manejo se define y realiza con los operadores y funciones de la librería **NumPy** de gran importancia para aplicaciones matemáticas. Los arreglos son el soporte para el manejo computacional de los **vectores** y **matrices**.

Las estructuras de datos en el lenguaje Python son **tipos de datos dinámicos**, es decir que pueden extenderse o modificarse en forma interactiva y durante la ejecución de programas.

Este capítulo es muy importante incluyendo el estudio de las librerías especiales disponibles en Python para operar con este tipo de datos.

Una de las propiedades más útiles del lenguaje Python es la facilidad para el manejo de los componentes de algunas estructuras de datos (listas, arreglos, cadenas de caracteres y tuplas) mediante una notación especial de los índices que permite referirse o extraer parte del contenido de la estructura. Esta propiedad se denomina “**slicing**” (rebanar). La sintaxis es simple y elegante y será revisada mediante ejemplos y aplicaciones

### 7.1 Listas

Las listas constituyen el tipo de datos estructurado más importante, versátil y común de Python. Una lista es una colección de datos que pueden tener diferente tipo. Los datos se escriben entre **corchetes**, separados por comas:

```
[dato, dato, dato, ..., dato]
```

Una lista es una estructura de datos dinámica cuyos componentes **se pueden modificar**.

Las celdas son numeradas desde **cero**. El **primer** componente o primera celda, tiene índice **0**. El **segundo** componente, o segunda celda, tiene índice **1**, etc.

Se puede acceder a los componentes de una lista mediante un índice entre corchetes.

Python es muy flexible en la notación de índices para manejo de los componentes. Esta propiedad se denomina “**slicing**” (rebanar) y se la revisa en los ejemplos.

En la notación de índices, se puede especificar el acceso a varios elementos o componentes mediante un **rango** para el índice. El rango **no** incluye el extremo derecho especificado.

**Ejemplos.** Creación en la ventana interactiva de una lista con 5 componentes, algunos de tipos diferentes:

```
>>> x = ['abc', 73, 5.28, 'rs', 50]
```

La representación visual de la lista se puede describir con el siguiente gráfico en el que los componentes se almacenan en celdas de memoria numeradas desde **cero**:

'abc'	73	5.28	'rs'	50
0	1	2	3	4

Ejemplos de especificación de índices para manejo de los componentes de la lista. Si se especifica un elemento, el resultado es un valor. Si se especifica mediante un rango, el resultado también es una lista.

```
>>> x[0]
'abc'
```

Componente **0** (ubicado en la celda **0**)  
(es el primer componente o primera celda)

```
>>> x[2]
5.28
```

Componente **2** (ubicado en la celda **2**)  
(es el tercer componente o tercera celda)

```
>>> x[1:4]
[73, 5.28, 'rs']
```

Componentes desde **1** hasta el **3** (celdas **1** a **3**)  
(con el rango **no** se incluye el extremo final)

```
>>> x[1]
45
```

El resultado es un elemento

```
>>> x[1:2]
[45]
```

El resultado es una lista

```
>>> x[6]
IndexError: list index out of range
```

El índice fuera de rango produce un **error**

```
>>> x[2:]
[5.28, 'rs', 50]
```

Componentes **2** hasta el final (celda **2** hasta el final)  
los resultados también son **listas**

```
>>> x[:4]
['abc', 73, 5.28, 'rs']
```

Componentes desde el primero hasta el **3**  
(el rango **no** incluye el extremo final)

```
>>> x[0:5:2]
['abc', 5.28, 50]
```

Todos los componentes en celdas pares  
El tercer índice es el incremento de número de celda

```
>>> x[-1]
50
```

Es el último componente (componente **4**)

```
>>> x[-2]
'rs'
```

Penúltimo componente (componente **3**)

```
>>> x[-3]
5.28
```

Antepenúltimo componente (componente **2**)

```
>>> x[-4]
73
```



```

>>> x[:-3]
['abc', 73]
Componentes desde el primero hasta el -4
(el rango no incluye el extremo final)

>>> x[-2:]
['rs', 50]
Componentes desde el penúltimo hasta el final

>>> x[:-1]
['abc', 73, 5.28, 'rs']
Todos los componentes menos el último
(el rango no incluye el extremo final)

>>> x[1]=45
Los componentes de una lista se pueden modificar
>>> x
['abc', 45, 5.28, 'rs', 50]
La lista fue modificada

>>> x=[20,40,50,30,70,65,80,90,35]
>>> x[0:9:2]
[20, 50, 70, 80, 35]
El tercer índice indica el incremento (cada dos
elementos)

>>> x[0:-1:2]
[20, 50, 70, 80]

>>> x[:9:2]
[20, 50, 70, 80, 35]

>>> x[::2]
[20, 50, 70, 80, 35]

>>> x[::3]
[20, 30, 80]

>>> x[::-1]
[35, 90, 80, 65, 70, 30, 50, 40, 20]
Esta notación especial invierte la lista

```

Listas anidadas. Una lista puede incluir componentes de tipo lista

```

>>> x=[123,'Algebra',[50,70],5,73.25]
>>> x[0]
123

>>> x[1]
'Algebra'

>>> x[2]
[50, 70]

>>> x[2][1]
70
Se requiere un segundo índice para referirse
al contenido del componente de tipo lista

>>> x[2][1]=75
Se pueden modificar componentes de la lista
>>> x
[123, 'Algebra', [50, 75], 5, 73.25]

```

```
>>> x[3]=[40,80]
>>> x
[123, 'Algebra', [50, 75], [40, 80], 73.25]
```

```
>>> t=[[123,'María',50.2],[234,'Juan',24.2]]
```

```
>>> t[1]
[234, 'Juan', 24.2]
```

```
>>> t[1][2]
24.2
```

Declaración de una lista vacía

```
>>> x=[]
```

La lista x no contiene elementos

Listas multidimensionales: Una lista puede organizarse en más niveles

```
>>> x=[[ [23,45], ['abc',42]],35]
>>> x[0]
[[23, 45], ['abc', 42]]
```

```
>>> x[1]
35
```

```
>>> x[0][0]
[23, 45]
```

```
>>> x[0][0][1]
45
```

Se requiere un tercer índice para manejar el contenido de menor nivel

```
>>> x[0][1][0]
'abc'
```

```
>>> x[0][1][0]='rstu'
>>> x
[[[23, 45], ['rstu', 42]], 35]
```

Los valores de una lista se pueden desempacar asignando a variables. Deben coincidir en la cantidad de elementos.

```
>>> t = [34, 'abc', 42]
>>> a, b, c = t
>>> a
34
>>> b
'abc'
>>> c
42
```

### Algunas funciones comunes para manejo de listas (numéricas)

Estas funciones están en la librería estándar residente en memoria al cargar Python

```
>>> x=[20,30,45,50,30]

>>> len(x)                                longitud o cantidad de elementos en una lista
5

>>> max(x)                                El mayor valor (listas numéricas)
50

>>> min(x)                                El menor valor (listas numéricas)
20

>>> sum(x)                                Suma de componentes (listas numéricas)
175

>>> x=[20,30,45,50,'abc',30]

>>> len(x)                                Longitud o cantidad de elementos en la lista
6                                           (los componentes pueden ser de cualquier tipo)

>>> max(x)                                Error: max, min solo aplicables con listas numéricas

TypeError: unorderable types: str() > int()

>>> sum(x)                                Error: sum solo aplicable a listas numéricas

TypeError: unsupported operand type(s) for +: 'int' and 'str'
```

## Funciones y operadores especiales para manejo de listas

En esta sección se establecen instrumentos adicionales para manejo de listas y sus aplicaciones. La mayoría son aplicables a **listas numéricas**. Sin embargo, muchas operaciones se pueden aplicar a listas con elementos de tipos diferentes.

Python dispone de dispositivos denominados Clases (se puede entender una clase como librería) que contienen funciones definidas para ciertas aplicaciones. Estas funciones también se denominan métodos.

La clase (librería) para manejo de listas se denomina **list** y es residente en la Python, por lo que no se necesita importarla.

Al crear una variable u objeto de tipo lista se tiene acceso a las funciones o métodos definidos en la clase y se los usa con la siguiente notación:

**objeto.función**

En el cuadro se muestran algunas funciones de la clase **list** para manejo de listas. Su aplicación se describirá mediante ejemplos.

Sean **x**: objeto (o variable) de tipo lista

**e**: un elemento

Función	Resultado
<b>x.append(e)</b>	Agrega a la lista <b>x</b> el elemento <b>e</b>
<b>x.insert(i,e)</b>	Inserta <b>e</b> en la posición <b>i</b> de la lista <b>x</b>
<b>x.count(e)</b>	Conteo de instancias de <b>e</b> en la lista <b>x</b>
<b>x.remove(e)</b>	Elimina el primer elemento <b>e</b> de la lista <b>x</b>
<b>x.pop(i)</b>	Entrega el elemento en la posición <b>i</b> en la lista y lo elimina
<b>x.index(e)</b>	Entrega la posición del primer elemento <b>e</b> en <b>x</b>
<b>x.sort()</b>	Ordena <b>x</b> en forma creciente
<b>x.reverse()</b>	Invierte la lista <b>x</b>
<b>x.clear()</b>	Vaciar la lista <b>x</b>
<b>x.copy()</b>	Entrega una copia de una lista de un nivel

Algunas de estas funciones producen un error de tipo **ValueError** si no se usan apropiadamente

## Operadores para manejo de listas

Se disponen de otras funciones y operadores para manejo de listas. Algunos operadores:

<b>+</b>	Operador de concatenación de listas
<b>*</b>	Operador de reproducción de listas
<b>in</b>	Operador de inclusión
<b>not in</b>	
<b>del</b>	Elimina elementos de una lista especificando el índice

```
>>> x=[34,56,75,56,43]
>>> x.append(28)
>>> x
[34, 56, 75, 56, 43, 28]
```

Agregar elemento con valor 28

```
>>> x.insert(2,62)
>>> x
[34, 56, 62, 75, 56, 43, 28]
>>> n=x.count(56)
>>> n
2
>>> x.remove(75)
>>> x
[34, 56, 62, 56, 43, 28]
```

Insertar 62 en la posición 2

```
>>> k=x.index(56)
>>> k
1
>>> x.reverse()
>>> x
[28, 43, 56, 62, 56, 34]
```

```
>>> x.clear()
>>> x
[]
```

Elimina la lista

Lista vacía. Son dos corchetes juntos

```
>>> x=[3,7,8,2,8,5,4,6]
>>> 9 in x
False
>>> 8 in x
True
>>> x.index(8)
2
>>> e=x.pop(6)
>>> e
4
>>> x
[3, 7, 8, 2, 8, 5, 6]
```

Determinar si un elemento está en una lista

Si el elemento está en la lista el resultado es **True**

En este caso se puede determinar su posición en la lista

Entrega el elemento en la posición 6 y lo elimina de la lista

Para prevenir errores al usar algunas funciones, se debe usar el operador **in**

Ejemplo. Remover un elemento si está en la lista

```
>>> x=[3,7,8,2,8,5,4,6]
>>> if 9 in x:
>>>     x.remove(9)

>>> x
[3,7,8,2,8,5,4,6]
```

La lista no es modificada y no se produjo un error

Si no se hace esta validación y se intenta eliminar un elemento que no está en la lista se genera un error de ejecución: **ValueError**

Ordenamiento de listas: **sort**

```
>>> x=[34,56,75,56,43]
>>> x.sort()
>>> x
[34, 43, 56, 56, 75]
```

```
>>> x=['Química','Algebra','Física','Biología']
>>> x.sort()
>>> x
['Algebra', 'Biología', 'Física', 'Química']
```

```
>>> x=[23,'Algebra','Biología',73,45]
>>> x.sort()
TypeError: unorderable types: str() < int()
```

No se pueden ordenar tipos diferentes

```
>>> t = [[7, 3], [3, 6], [9, 8],[5, 4]]
>>> t.sort()
>>> t
[[3, 6], [5, 4], [7, 3], [9, 8]]
```

Ordena el primer componente

```
>>> a = [[7, 'Algebra'], [3, 'Física'], [9, 'Química']]
>>> a.sort()
>>> a
[[3, 'Física'], [7, 'Algebra'], [9, 'Química']]
```

El operador **+** es una alternativa a la función **append** para concatenar listas

```
>>> x=[5,3,5,2]
>>> x=x+[9,3]
>>> x
[5, 3, 5, 2, 9, 3]
```

```
>>> a=[27,'abc',4.5]
>>> b=[3.2,73,'rt',35]
>>> c=a+b
>>> c
[27, 'abc', 4.5, 3.2, 73, 'rt', 35]
```

Algunos métodos se aplican igualmente a listas con elementos de diferente tipo

```
>>> x=[23,5.27,'lunes',49]

>>> x.append('martes')
>>> x
[23, 5.27, 'lunes', 49, 'martes']
```

```
>>> x.remove('lunes')
>>> x
[23, 5.27, 49, 'martes']

>>> x.index('martes')
3

>>> x=x+['jueves']
>>> x
[23, 5.27, 49, 'martes', 'jueves']
```

Reproducción de listas con \*

```
>>> x=[2,5.1,'lunes']
>>> r=2*x
>>> r
[2, 5.1, 'lunes', 2, 5.1, 'lunes']
```

Reproduce la lista dos veces

Un operador especial para eliminar elementos de una lista mediante el índice: **del**

```
>>> x=[3,4,9,7,2,9,6]
>>> del x[3]
>>> x
[3, 4, 9, 2, 9, 6]
>>> del x[-1]
>>> x
[3, 4, 9, 2, 9]
```

Elimina el elemento en la celda 3

Elimina el último elemento

```
>>> x=[23, 5.27, 'lunes', 49, 'martes']
>>> del x[2]
>>> x
[23, 5.27, 49, 'martes']
```

Elimina el elemento en la celda 2

```
>>> x=[3,4,9,7,2,9,6]
>>> del x[2:5]
>>> x
[3, 4, 9, 6]
```

Elimina celdas en un rango

Una función para formar parejas entre dos listas: **zip**

```
>>> c=[101,231,725]
>>> m=['Algebra','Física','Química']
>>> p=zip(c,m)
>>> list(p)
[(101, 'Algebra'), (231, 'Física'), (725, 'Química')]
```

Una función para construir listas por mapeo: **map**

```
>>> def cubo(x):return x**3
>>> c=map(cubo, range(5))
```

Función para calcular un cubo

```
>>> s=list(c)
>>> s
[0, 1, 8, 27, 64]
```

Una función para construir listas mediante un filtro: **filter**

```
>>> def par(x):return x%2==0          Función para detectar número par
>>> x=[3,6,7,8,10,5]
>>> t=filter(par,x)
>>> list(t)
[6, 8, 10]
```

Versiones más simples equivalentes a **map** y **filter** se indican a continuación

### Construcción declarativa de listas numéricas

Las listas numéricas pueden crearse mediante declaraciones, interactivas o en programas

#### Mediante declaraciones implícitas

```
>>> u=range(5)                        Con la función range
>>> x=list(u)
>>> x
[0, 1, 2, 3, 4]
>>> x=list(range(5))                 Directamente
>>> x
[0, 1, 2, 3, 4]

>>> c=[i for i in range(5)]          Crea una lista numérica
>>> c
[0, 1, 2, 3, 4]

>>> c=[[i] for i in range(5)]         Crea una lista de listas
>>> c
[[0], [1], [2], [3], [4]]
```

Declaración equivalente a la construcción de listas con **map**

```
>>> def cubo(x):return x**3
>>> c=[cubo(i) for i in range(5)]

>>> c
[0, 1, 8, 27, 64]
```

Declaración equivalente a la construcción de listas con **filter**

```
>>> x=[3,6,7,8,10,5]                Filtra elementos pares de una lista
>>> p=[t for t in x if t%2==0]
>>> p
[6, 8, 10]
```



Crear una lista de 10 elementos con ceros

```
>>> x=[0 for i in range(10)]
>>> x
[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]
```

Crear una lista con 8 números aleatorios de una cifra

```
>>> from random import*
>>> x=[randint(0,9) for i in range(8)]
>>> x
[0, 9, 8, 2, 6, 6, 1, 2]
```

Crear cuatro listas, cada una con cinco números aleatorios de una cifra

```
>>> a=[[randint(0,9) for j in range(5)] for i in range(4)]
>>> a
[[3, 4, 5, 2, 7], [2, 8, 4, 8, 1], [6, 1, 6, 6, 8], [0, 3, 0, 4, 1]]
```

### Mediante declaraciones explícitas

```
>>> x=[]
>>> for i in range(5):
    x.append(i)
>>> x
[0, 1, 2, 3, 4]
```

definición de una lista vacía  
Crea una lista numérica

```
>>> x=[]
>>> for i in range(5):
    x.append([i])
>>> x
[[0], [1], [2], [3], [4]]
```

Crea una lista de listas con nos. naturales

```
>>> a=[]
>>> for i in range(5):
    a=a+[[ ]]
>>> a
[[ ], [ ], [ ], [ ], [ ]]
```

Crear una lista de listas vacías

Llenar una lista con listas de 3 componentes conteniendo números aleatorios de una cifra

```
>>> from random import*
>>> a=[]
>>> for i in range(4):
    f=[]
    for j in range(3):
        f=f+[randint(0,9)]
    a=a+[f]
>>> a
[[7, 2, 8], [5, 1, 0], [5, 8, 9], [0, 8, 3]]
```

Inicia la lista  
Inicia una fila  
Llena la fila  
Agrega la fila a la lista del primer nivel

Se pueden crear listas pero sin especificar aún ni los valores ni su tipo

```
>>> x=[]
>>> for i in range(5):
    x=x+[None]
>>> x
[None, None, None, None, None]
```

Se inicia como una lista vacía

Se puede usar el operador `+` para agregar elementos, en lugar de **append**

```
>>> x=[]
>>> for i in range(5):
    x=x+[i]
>>> x
[0, 1, 2, 3, 4]
```

Se inicia como una lista vacía  
Crea una lista numérica  
conteniendo enteros

Una lista de listas con varios componentes

```
>>> s=[]
>>> for i in range(5):
    e=[i,3*i,i**2]
    s=s+[e]
>>> s
[[0, 0, 0], [1, 3, 1], [2, 6, 4], [3, 9, 9], [4, 12, 16]]
```

El operador `+` o la función **append** se pueden usarse para concatenar listas

```
>>> a=[2,5,7,6]
>>> b=[9,8,4]
>>> c=a+b
>>> c
[2, 5, 7, 6, 9, 8, 4]
>>> c=a+[b]
>>> c
[2, 5, 7, 6, [9, 8, 4]]
>>> c=[a]+[b]
>>> c
[[2, 5, 7, 6], [9, 8, 4]]
```

Concatenación de listas

Enumeración de listas: **enumerate**

Entrega una lista indexada

```
>>> d=['lunes','martes','miércoles','jueves','viernes']
>>> list(enumerate(d))
[(0, 'lunes'), (1, 'martes'), (2, 'miércoles'), (3, 'jueves'), (4, 'viernes')]
```

Esta instrucción es útil para iterar sobre una lista si se desea agregar el índice:

```
>>> d=['lunes','martes','miércoles','jueves','viernes']

>>> for i,e in enumerate(d):
    print(i,e)
0 lunes
1 martes
2 miércoles
3 jueves
4 viernes
```

El uso de `enumerate` es equivalente a recorrer la lista con un índice

```
>>> for i in range(len(d)):
    print(i,d[i])

0 lunes
1 martes
2 miércoles
3 jueves
4 viernes
```

### Nombres de listas vinculados

Al asignar el nombre de una lista a otro nombre, ambos se refieren a las mismas celdas, es decir comparten la misma dirección de memoria por lo que al modificar componentes, estos cambios afectan a ambas variables.

```
>>> x=[20,30,50]
>>> u=x
>>> x[1]=40
>>> u
[20, 40, 50]
```

Los nombres `x`, `u` se refieren a las mismas celdas

La variable `u` contiene los mismos valores que `x`

Si se desea que la lista `u` tenga una copia de la lista `x` con celdas propias, puede crear celdas para `u` y asignar los valores de `x`, o usar la función `copy()` como en el ejemplo siguiente. También se puede usar la notación especial con dos puntos para obtener una copia de la lista.

```
>>> x=[20,30,50]
>>> u=x.copy()
>>> x[1]=40
>>> u
[20, 30, 50]
>>> u=x[:]
```

La variable `u` tiene una copia de `x` en otras celdas (aplicable solamente a listas de un nivel)

Esta notación especial actúa igual que `u=x.copy()`

### Salida de listas formateada

Para mostrar listas en pantalla se puede especificar la salida como se describe en el siguiente ejemplo. Se muestra un vector sin formatear y el mismo vector con su salida formateada indicando la cantidad de decimales:

```
>>> x=[1/3,2/5,3/7,4/3]
>>> print(x)
[0.3333333333333333, 0.4, 0.42857142857142855, 1.3333333333333333]
>>> print([float('%6.4f' % x[i]) for i in range(len(x))])
[0.3333, 0.4, 0.4286, 1.3333]
```

### Evaluación de expresiones lógicas

Python evalúa las expresiones lógicas en modo “**short circuit**”. Esto significa que la expresión lógica se evalúa únicamente hasta donde sea necesario y suficiente para determinar el valor lógico resultante.

**Ejemplo.** El siguiente programa producirá un error de índice fuera de rango:

```
lista=[30,50,20,40]                                #En las celdas: 0, 1, 2, 3
for i in range(len(lista)):
    if lista[i]<50 and lista[i+1]>10:                #Necesita evaluar lista[4]
        print(lista[i])
```

**IndexError: list index out of range**

**Ejemplo.** Pero el siguiente programa no produce el error de índice fuera de rango:

```
lista=[30,50,20,40]
for i in range(len(lista)):
    if lista[i]<20 and lista[i+1]>10:                #No necesita evaluar lista[4]
        print(lista[i])
```

**Ejemplo.** El siguiente programa tampoco produce error de índice fuera de rango:

```
lista=[30,50,20,40]
for i in range(len(lista)):
    if lista[i]<50 or lista[i+1]>10:                #No necesita evaluar lista[4]
        print(lista[i])
```

### 7.1.1 Programación de iteraciones con tipos de datos estructurados

Las iteraciones, repeticiones o ciclos son procedimientos fundamentales para resolver problemas en computación, especialmente cuando se las usa para recorrer o iterar sobre colecciones de datos.

En esta sección se proponen algunas sugerencias para plantear mejor el uso de iteraciones con el objetivo de que la programación sea más clara y eficiente. En general, el usuario debe tratar de reducir el uso de variables y concentrarse en los objetos importantes del problema que trata de resolver.

Para desarrollar la idea anterior, supondremos que se tiene una variable **cursos** de tipo lista conteniendo los códigos de las materias que ofrece una institución educativa. Cada elemento de esta lista debe ser procesado. Por simplicidad, simplemente se lo imprimirá.

La manera clásica que usan algunos programadores para iterar o recorrer una estructura de datos iterable (listas, arreglos, cadenas, etc) es definiendo un índice y controlándolo en forma explícita como se muestra a continuación:

```
cursos = [203,305,728]
n=len(cursos)
i=0
while i<n:
    c=cursos[i]
    print(c)
    i=i+1
```

El índice es una variable adicional que hay que atender pero lo que realmente interesa son los componentes de la lista

Una mejor manera de iterar sobre los elementos de la lista es dejar que la instrucción **for** controle el índice. Los valores para el índice son generados con la función **range**:

```
cursos = [203,305,728]
for i in range(len(cursos)):
    c=cursos[i]
    print(c)
```

Igualmente se utiliza un índice, pero al menos ya no es necesario controlarlo de forma explícita.

Existe una manera más clara para iterar sobre los elementos de una lista, aplicable también a otras estructuras de datos que serán revisadas en las siguientes secciones: arreglos, cadenas de caracteres, tuplas, conjuntos, etc. Consiste en acceder directamente a los elementos, sin necesidad del índice, como se indica a continuación

```

cursos = [203,305,728]
for c in cursos:
    print(c)

```

```

203
305
728

```

Esta repetición evita el uso de variables adicionales o índices y permite concentrar la atención en lo que realmente importa: los componentes de la lista.

Los objetos sobre los cuales se puede **iterar** se llaman **iterables**, por ejemplo, una lista es un objeto **iterable**. El proceso de recorrer la lista se llama **iterar**.

La función **range** es el **iterador** el cual genera la secuencia de valores para iterar. La instrucción **for** es el dispositivo para iterar.

El método de iterar por contenido, también es aplicable a listas de más niveles. Suponer que cada elemento de la lista de cursos tiene dos componentes: código y número de estudiantes. Para listar o procesar los componentes se puede escribir

```

cursos=[[203,25],[305,38],[728,30]]
for c,n in cursos:
    print(c,n)

```

```

203 25
305 38
728 30

```

**Precaución:** En el caso de datos estructurados, recorrer por índice o por contenido no es equivalente si la estructura de datos contiene elementos repetidos. Se muestra un ejemplo:

```

lista=[10,30,20,30,20]
for i in range(len(lista)):
    print(i,lista[i])

```

Recorrido por índice

```

0 10
1 30
2 20
3 30
4 20

```

```

lista=[10,30,20,30,20]
for e in lista:
    i=lista.index(e)
    print(i,e)

```

Recorrido por contenido

```

0 10
1 30
2 20
1 30
2 20

```

La función **index** examina la posición de la primera coincidencia

(**index** es aplicable a listas)

### 7.1.2 Transmisión de parámetros de tipo estructurado

Los parámetros de tipo estructurado (listas, arreglos, cadenas de caracteres, etc.) son transmitidos a las funciones “**por referencia**”. Esto significa que si la función modifica el contenido de la variable de entrada, este cambio modifica al contenido de la variable que ingresó a la función. Para evitar este efecto que luce extraño, en la función debe crearse en forma explícita una copia del parámetro de entrada.

#### Ejemplo.

```
def fun(t):
    for i in range(len(t)):
        t[i]=t[i]+1
    return t
```

La función modifica al parámetro de entrada

Uso de la función

```
>>> from fun import*
>>> s=[3,5,6,8]
>>> r=fun(s)
>>> print(r)
[4, 6, 7, 9]
>>> print(s)
[4, 6, 7, 9]
```

La lista `s` también ha sido modificada

Para evitar que se modifique el parámetro de entrada, dentro de la función debe crearse una copia de la variable.

#### Ejemplo.

```
def fun(t):
    u=t.copy()
    for i in range(len(u)):
        u[i]=u[i]+1
    return u
```

Se crea una copia del parámetro de entrada

La función modifica a la copia del parámetro

Uso de la función

```
>>> from fun import*
>>> s=[3,5,6,8]
>>> r=fun(s)
>>> print(r)
[4, 6, 7, 9]
>>> print(s)
[3, 5, 6, 8]
```

La lista `s` no fue modificada

## 7.2 Arreglos unidimensionales (vectores)

Los arreglos son listas de una o más dimensiones cuyos elementos son del mismo tipo (usualmente numérico). Su manejo se realiza principalmente con los operadores y funciones de la librería **NumPy**.

**NumPy** es una librería de soporte para aplicaciones en álgebra lineal, estadística y otras áreas de las matemáticas e ingeniería. En esta librería, los objetos fundamentales son los arreglos (listas numéricas). Existe una gran cantidad de funciones para manejo de arreglos. Su uso se describirá mediante ejemplos.

Un vector o arreglo de una dimensión es una lista con datos del mismo tipo (usualmente numérico). Una matriz o arreglo de dos dimensiones es una lista cuyos elementos son listas que tienen la misma longitud y contienen elementos del mismo tipo (usualmente numérico). Se pueden también definir y operar arreglos multidimensionales.

En esta sección se revisa la notación, índices, operadores y funciones para arreglos unidimensionales (vectores). El manejo de aplicaciones con listas y arreglos de dos o más dimensiones se revisará en otra sección. El manejo de los índices admite formas especiales y su utilización se denomina “**slicing**”

Para definir arreglos se usa la palabra especial **array()**

```
>>> from numpy import*           Cargar la librería NumPy
>>> x=array([30,40,90,70,80])    Declaración de un arreglo
```

Los arreglos se almacenan en celdas numeradas desde cero, y sus componentes se manejan mediante índices, como las listas comunes: Su representación visual es igual.

30	40	90	70	80
0	1	2	3	4

En el ejemplo anterior, la librería **NumPy** fué cargada con la instrucción

```
>>> from numpy import*
```

Esta declaración permite usar las funciones de forma directa y simple como en el ejemplo.

```
>>> x=array([30,40,90,70,80])
```

Un inconveniente con esta notación es que en algunos casos entra en conflicto con otras funciones con el mismo nombre de la librería estándar de Python o de otras librerías.

Debido a esto, se prefiere cargar las librerías asignándolas una identificación propia, Esta identificación deberá entonces asociarse al uso de los recursos de la librería. En el caso de la librería **NumPy**, la costumbre es referirse a ella con la siguiente declaración:

```
>>> import numpy as np
```



Ahora, todas las definiciones y funciones deben escribirse con la identificación **np**.

```
>>> x=np.array([30,40,90,70,80])
```

### Creación de arreglos con especificación del tipo

```
>>> import numpy as np
```

```
>>> x=np.array([4,2,5],dtype=int)
```

Arreglo de tipo entero

```
>>> print(x)
```

```
[4 2 5]
```

```
>>> x=np.array([4,2,5],int)
```

Se puede omitir la palabra **dtype**

```
>>> print(x)
```

```
[4 2 5]
```

```
>>> x=np.array([4,2,5])
```

Si no se especifica el tipo, se lo toma del contenido

```
>>> print(x)
```

```
[4 2 5]
```

```
>>> x=np.array([4,2,5],dtype=float)
```

Arreglo de tipo real

```
>>> print(x)
```

```
[ 4.  2.  5.]
```

```
>>> x=np.array([4,2,5.])
```

Si no se especifica tipo es suficiente un componente real y todo es real

```
>>> print(x)
```

```
[ 4.  2.  5.]
```

```
>>> x=np.array([4,2,5], complex)
```

```
>>> print(x)
```

```
[ 4.+0.j  2.+0.j  5.+0.j]
```

```
>>> x=np.array([4,2+0j,5])
```

```
>>> print(x)
```

```
[ 4.+0.j  2.+0.j  5.+0.j]
```

```
>>> x=np.array([4,2,'abc'])
```

```
>>> print(x)
```

```
['4' '2' 'abc']
```

```
>>> x=np.array([0,2,0,1,-2],bool)
```

```
>>> print(x)
```

```
[False True False True True]
```

## Índices y “slicing” para arreglos unidimensionales

Para referirse a los componentes de un arreglo se requiere un índice entre corchetes. El uso de “slicing” facilita el manejo de porciones del arreglo. Similar a las listas.

```
>>> import numpy as np
>>> x=np.array([30,40,90,70,80])

>>> x[2]
90
```

Componente **2** (ubicado en la celda **2**)  
(es el tercer componente o tercera celda)

```
>>> x[1:4]
array([40, 90, 70])
```

Componentes desde **1** hasta el **3** (celdas **1** a **3**)  
(el rango **no** incluye el extremo final)

```
>>> print(x[1:4])
[40 90 70]
```

Para no visualizar el nombre del arreglo

```
>>> x[2:]
array([90, 70, 80])
```

Componentes **2** hasta el final (celda **2** hasta el final)

```
>>> x[:4]
array([30, 40, 90, 70])
```

Componentes desde el primero hasta el **3**  
(el rango **no** incluye el extremo final)

```
>>> x[0:5:2]
array([30, 90, 80])
```

Todos los componentes en celdas pares. El tercer índice es el incremento de número de celda

```
>>> x[-1]
80
```

Es el último componente (componente **4**)

```
>>> x[-2]
70
```

Penúltimo componente (componente **3**)

```
>>> x[-3]
90
```

Todos los componentes menos el último  
(el rango **no** incluye el extremo final)

```
>>> x[:-3]
array([30, 40])
```

Componentes desde el primero hasta el **-4**  
(el rango **no** incluye el extremo final)

```
>>> x[-2:]
array([70, 80])
```

Componentes desde el penúltimo hasta el final

```
>>> x[::2]
array([30, 90, 80])
```

Todos los componentes en celdas pares

```
>>> x[1::2]
array([40, 70])
```

Todos los componentes en celdas impares

```
>>> x=np.array([30,40,90,70,80])
>>> x[::-1]
array([80, 70, 90, 40, 30])
```

Esta notación especial **invierte el arreglo**

```
>>> x=np.array([30,40,90,70,80])
>>> x[:3]=90
>>> x
array([90, 90, 90, 70, 80])
```

La notación de índices es útil en asignación

```
>>> x[1:3]=20
>>> x
array([90, 20, 20, 70, 80])
```

Los arreglos admiten el uso de los operadores de pertenencia

```
>>> x=np.array([3,4,9,7,2,9,6])
>>> 7 in x
True
>>> 8 in x
False
```

Los arreglos admiten el uso de algunas funciones comunes de la librería estándar para listas, pero es preferible usar las funciones propias de **NumPy** como se describirá posteriormente.

```
>>> x=np.array([3,4,9,7,2,9,6])
>>> max(x)
9
>>> sum(x)
40
>>> len(x)
7
```

Los arreglos no admiten el uso de las funciones especiales con el mismo formato visto anteriormente para listas. Numpy tiene **funciones propias** como se verá más adelante

```
>>> x=np.array([5,3,7,8])
```

Definición de un arreglo

```
>>> x.append(6)
```

No se puede usar **append** con este formato

```
AttributeError: 'numpy.ndarray' object has no attribute 'append'
```

```
>>> del x[2]
```

No se pueden usar **del**

```
ValueError: cannot delete array elements
```

```
>>> x.index(7)
```

No se pueden usar **index**

```
AttributeError: 'numpy.ndarray' object has no attribute 'index'
```

```
>>> x.remove(7)
```

No se pueden usar **remove**

```
AttributeError: 'numpy.ndarray' object has no attribute 'remove'
```

Para agregar o eliminar componentes de un arreglo se lo puede convertir a lista, realizar la operación, y convertirlo nuevamente a arreglo. Una mejor opción es usar **funciones especiales** de **Numpy** como se verán más adelante.

```
>>> x=np.array([5,3,7,8])
>>> x=list(x)
>>> x.append(6)
>>> x=np.array(x)
```

Definición de un arreglo  
Convertir a lista  
Agregar componente a la lista  
Convertir a arreglo

### Comparación de operaciones con arreglos y con listas

Los operadores actúan de manera diferente con arreglos y con listas. Se debe tener alguna precaución en su uso.

Operaciones con arreglos

```
>>> a=np.array([3,5])
>>> a
array([3, 5])
>>> a=a+4
>>> a
array([7, 9])

>>> a=np.array([3,5])
>>> a=a+[4]
>>> a
array([7, 9])

>>> a=np.array([3,5])
>>> a=a+[4,6]
>>> a
array([ 7, 11])
>>> print(a)
[3 5]

>>> a=np.array([3,5])

>>> a
array([3, 5])
>>> 2*a
array([ 6, 10])
```

Definición de un arreglo  
El operador + suma el valor a cada elemento  
Igual resultado. El valor puede estar en [ ] o ( )  
Suma en forma correspondiente  
Omite la palabra array en la salida  
El operador \* se aplica a cada elemento

Operaciones con listas

```
>>> b=[3,5]
>>> b=b+[4]
>>> b
[3, 5, 4]
```

Definición de una lista  
El operador + realiza concatenación

```
>>> b=b+4
TypeError
```

Error de concatenación. Debe usar [ ]

```
>>> b=[3,5]
>>> b=b+[4,6]
>>> b
[3, 5, 4, 6]
```

El operador + realiza concatenación

```
>>> b=[3,5]
>>> b=2*b
>>> b
[3, 5, 3, 5]
```

El operador \* duplica la lista

### Funciones para llenar arreglos

```
>>> import numpy as np
>>> x=np.array([2,5,3,8,9])
>>> x.fill(7)
>>> print(x)
[7 7 7 7 7]
```

Llenar el arreglo con 7's

```
>>> x[:]=5
>>> x
array([5, 5, 5, 5, 5])
```

Notación abreviada

```
>>> x[2:]=9
>>> x
array([5, 5, 9, 9, 9])
```

Llenar una porción del arreglo

```
>>> x=np.zeros(5,int)
>>> x
array([0, 0, 0, 0, 0])
```

Llenar con ceros, enteros

```
>>> x=np.zeros(5,float)
>>> x
array([ 0.,  0.,  0.,  0.,  0.])
```

Llenar con ceros, reales

```
>>> x=np.ones(5,int)
>>> x
array([1, 1, 1, 1, 1])
```

Llenar con 1's enteros

```
>>> x=np.zeros(5,str)
>>> print(x)
['' '' '' '' '']
```

Celdas para almacenar un carácter

## Declaración de arreglos vacíos con un tipo especificado

La función **empty** entrega un arreglo con las dimensiones y tipo indicados, pero sin especificar el contenido. La ventaja de **empty** es que la asignación de memoria al arreglo es más rápida.

```
>>> import numpy as np
>>> x=np.empty(4,int)
```

Arreglo de 4 celdas para enteros  
(no debe suponerse que está lleno de ceros)

```
>>> x=np.empty(4,float)
```

Arreglo de 4 celdas para reales  
(no debe suponerse que está lleno de ceros)

Las declaraciones siguientes son equivalentes para declarar arreglos vacíos

```
>>> x=np.empty(0,int)
>>> x
array([], dtype=int32)
```

```
>>> x=np.array([],int)
>>> x
array([], dtype=int32)
```

Para crear arreglos de cadenas de caracteres, el contenido inicial son cadenas vacías

```
>>> x=np.empty(4,str)
>>> print(x)
['' '' '' '']
```

El tipo **str** solamente admite celdas  
para almacenar un caracter

```
>>> x[1]='abc'
>>> print(x)
['' 'a' '' '']
```

Se descartan caracteres sobrantes

```
>>> x=np.empty(4,'U5')
x=np.empty(4,'U5')
>>> print(x)
['' '' '' '']
```

El tipo **U** (Unicode) permite declarar  
celdas para almacenar cadenas  
hasta el máximo especificado. Ej. 5

```
>>> x[1]='abc'
>>> x[2]='prueba'
>>> print(x)
['' 'abc' 'prueb' '']
```

Se descartan caracteres sobrantes

**NOTA.** El tipo **Unicode (U)** es un estándar de codificación de caracteres desarrollado para facilitar el tratamiento informático de textos de múltiples lenguajes. El antecesor del Unicode es el sistema de códigos ASCII el cual incluía solamente los caracteres que se utilizaban en la lengua inglesa.

**NOTA.** Las declaraciones anteriores para crear arreglos para cadenas de caracteres también se las puede realizar usando la función **zeros**, especificando el tipo adecuado:

```
>>> import numpy as np
>>> x=np.zeros(4,'U5')
>>> print(x)
[' ' ' ' ' ' ' ']
```

celdas para almacenar cadenas  
hasta el máximo especificado. Ej. 5

### Definición de arreglos mediante declaraciones implícitas

```
>>> import numpy as np
>>> x=np.array(range(5))
>>> x
array([0, 1, 2, 3, 4])

>>> x=np.array([i for i in range(6)])
>>> x
array([0, 1, 2, 3, 4, 5])

>>> x=np.array([t for t in x if t%2==0])
>>> x
array([0, 2, 4])

>>> y=x**2+1
>>> y
array([17, 5, 37])

>>> u=2*np.cos(x)
>>> u
array([ 2. , -0.83229367, -1.30728724])

>>> x=np.array([3,5,7,8])
>>> t=np.log(x)

>>> t
array([ 1.09861229,  1.60943791,  1.94591015,  2.07944154])
```

Se incluyen números pares

Se puede operar con el arreglo

Numpy incluye las funciones matemáticas

Note el uso de la identificación **.np**

### Construcción de un arreglo con números aleatorios

```
>>> from random import*
>>> c=np.array([randint(0,9) for i in range(5)])
>>> c
array([9, 2, 6, 3, 5])
```

La librería **NumPy** tiene un módulo con el nombre **random** con funciones para generar números aleatorios y muchas funciones documentadas para generar distribuciones de probabilidad, de interés para aplicaciones en probabilidad y estadística.

```
>>> np.random.rand()
0.5827165211251494
```

```
>>> np.random.randint(0,9)
3
```

**Nota.** La función **randint** de **NumPy** no incluye al valor final del rango

### Generación de arreglos de números aleatorios con las funciones choice y range

```
>>> import numpy as np
>>> c=np.random.choice(range(1,7),10)
>>> print(c)
[2 2 2 5 1 5 3 1 6 4]
```

10 números aleatorios enteros entre 1 y 6  
Range no incluye el valor final

```
>>> c=np.random.choice(range(0,10),8)
>>> print(c)
[4 1 9 2 4 0 8 8]
```

8 números aleatorios enteros de una cifra

### Funciones especiales de Numpy para declarar rangos de arreglos

```
>>> x=np.arange(5)
>>> x
array([0, 1, 2, 3, 4])
```

La función rango de Numpy

```
>>> x=np.arange(1,10,2)
>>> x
array([1, 3, 5, 7, 9])
```

Se puede indicar el inicio, final e incremento

```
>>> x=np.arange(1,2,0.2)
>>> x
array([ 1. ,  1.2,  1.4,  1.6,  1.8])
>>> 2*x+1
array([ 3. ,  3.4,  3.8,  4.2,  4.6])
```

Admite valores con decimales  
Se puede operar con el arreglo



```
>>> x=np.linspace(10,20,5)
>>> x
array([ 10. , 12.5, 15. , 17.5, 20. ])
```

Genera 5 números equiespaciados entre 10 y 20

```
>>> x=np.linspace(0.1,0.3,6)
>>> x
array([ 0.1 , 0.14, 0.18, 0.22, 0.26, 0.3 ])
```

Genera 6 números equiespaciados entre 0.1 y 0.3

Una función para poner límites a los valores de un arreglo: **clip**

```
>>> a=np.array([2,9,30,10,5,7,8,9,3,20,8,4])
>>> b=np.clip(a,4,9)
>>> b
array([4, 9, 9, 9, 5, 7, 8, 9, 4, 9, 8, 4])
```

Los valores fuera del rango son recortados

### Algunas funciones matemáticas de NumPy para arreglos

```
>>> import numpy as np
>>> x=np.array([3,4,9,7,2,9,6])
>>> np.prod(x)
81648
```

Declaración de un arreglo (vector)  
Producto de los componentes

```
>>> np.argmax(x)
2
```

Índice del mayor valor

```
>>> np.argmin(x)
4
```

Índice del menor valor

```
>>> np.mean(x)
5.7142857142857144
```

Media aritmética

```
>>> np.average(x)
5.7142857142857144
```

Media aritmética

```
>>> np.average(x,weights=[1,2,1,1,3,1,2])
4.9090909090909092
```

Media aritmética ponderada

```
>>> np.std(x)
2.6029810226126568
```

Desviación estándar

```
>>> np.median(x)
6.0
```

Mediana

```
>>> np.sum(x)
40
```

Suma de componentes

```
>>> np.cumsum(x)
array([ 3,  7, 16, 23, 25, 34, 40], dtype=int32)
```

Suma acumulada (el resultado es un arreglo)

```
>>> s=np.cumsum(x)
>>> print(s)
[ 3  7 16 23 25 34 40]
```

Para visualizar mejor el resultado

```
>>> x=np.sort(x)
>>> print(x)
[2 3 4 6 7 9 9]
```

Ordenamiento del arreglo

```
>>> x=np.array([3,4,9,7,2,9,6])
>>> np.diff(x)
array([ 1,  5, -2, -5,  7, -3])
```

Diferencias finitas (restas sucesivas)

```
>>> np.diff(diff(x))
array([ 4, -7, -3, 12, -10])
```

### Formas especiales de selección de elementos de los arreglos

Los arreglos admiten formas especiales para seleccionar los componentes. Estas formas especiales no están disponibles para manejo de las listas. Este dispositivo permite construir expresiones compactas para el manejo de porciones de los arreglos.

```
>>> import numpy as np
>>> a=np.array([10,14,25,50])
```

```
>>> e=a>20
>>> print(e)
[False False  True  True]
```

Expresión lógica para seleccionar elementos  
(elementos con valor mayor a 20)  
Los resultados son valores lógicos

```
>>> np.sum(e)
2
>>> print(a[e])
[25 50]
```

Los valores lógicos se pueden sumar

Los valores lógicos actúan como índices

```
>>> np.sum(a[e])
75
```

Sumar los elementos con valor mayor a 20

```
>>> np.sum(a[a>20])
75
```

Forma abreviada compacta pero legible

```
>>> a=np.array([10,14,25,50])
>>> a[a>20]=100
>>> a
array([ 10,  14, 100, 100])
```

Se pueden modificar los valores de los  
elementos seleccionados

Uso de la función **extract** para seleccionar elementos de un arreglo

```
>>> a=np.array([10,14,25,50])
>>> u=np.extract(a>20,a)
>>> u
array([25, 50])
```

```
>>> s=np.sum(np.extract(a>20,a))
>>> print(s)
75
```

Se pueden usar directamente índices para seleccionar elementos

```
>>> e=[0,2,1,1]
>>> print(a[e])
[10 25 14 14]
>>> print(a[[0,2,1,1]])           Equivalente
[10 25 14 14]

>>> np.sum(a[e])
63
```

Un arreglo puede usarse para seleccionar elementos de otro arreglo

```
>>> import numpy as np
>>> a=np.array([3,5,7,4,8])
>>> b=np.array([2,5,4,7,9])

>>> np.sum(a[b>4])
17

>>> list(a[b==a])
[5]

>>> np.average(a[b%2==0])
5.0

>>> c=np.array(['Si','Si','No','No','Si'])

>>> np.sum(b[c=='Si'])
16
```

Funciones para seleccionar elementos con los cuantificadores lógicos

```
>>> x=np.array([4,3,6,7,3])

>>> np.any(x>5)           El resultado es verdadero si al menos uno cumple la condición
True

>>> np.all(x>5)           El resultado es verdadero si todos cumplen la condición
False
```

Una función especial de NumPy para seleccionar elementos de arreglos: `where`

```
>>> x=np.array([23,45,38,27,62])

>>> e=np.where(x>30)
>>> print(e)
(array([1, 2, 4], dtype=int32),)
```

El resultado es un arreglo de índices

```
>>> r=x[e]
>>> print(r)
[45 38 62]
```

Elementos seleccionados

```
>>> np.sum(r)
145
```

Sumar los elementos con valor mayor a 30

```
>>> np.sum(x[np.where(x>30)])
145
```

Forma abreviada compacta pero legible

```
>>> np.sum(x[np.where(x%2==0)])
100
```

Sumar los elementos con valor par

```
>>> print(x[np.where(x>40)])
[45 62]
```

Mostrar los elementos con valor mayor a 40

La función **where** es un dispositivo muy útil para sustituir valores de arreglos

Sintaxis: **where(condición, x, y)**.

Los valores que cumplen la **condición** son sustituidos por el valor de **x**. Los otros son sustituidos por el valor de **y**

```
>>> a=np.array([3,5,7,4,8])

>>> e=np.where(a>4,0,9)
>>> e
array([9, 0, 0, 9, 0])
```

Cada valor de **a** que es mayor que 4 se sustituye por **0**, los otros por **9**  
El resultado es un arreglo

```
>>> s=np.where(a%2==0,'Si','No')
>>> print(s)
['No' 'No' 'No' 'Si' 'Si']
```

Cada valor de **a** que es número par se sustituye por **'Si'**, los otros por **'No'**

El uso de la librería **NumPy** admite una notación reducida, propia de una técnica de programación denominada Programación Orientada a Objetos.

```
>>> x=np.array([3,4,9,7,2,9,6])
```

```
>>> np.sum(x)
```

Notación común

```
40
```

```
>>> x.sum()
```

Notación reducida

```
40
```

```
>>> x=np.array([23,45,38,27,62])
```

```
>>> np.sum(x[np.where(x>40)])
```

```
107
```

```
>>> x[np.where(x>40)].sum()
```

Notación reducida

```
107
```

```
>>> p=np.argmax(x)
```

```
>>> p
```

```
4
```

```
>>> p=x.argmax()
```

Notación reducida

```
>>> p
```

```
4
```

### Funciones con operaciones “tipo conjunto” con arreglos

```
>>> a=np.array([2,4,6])
```

Los operandos pueden ser listas

```
>>> b=np.array([4,5,2,7,5])
```

```
>>> np.union1d(a,b)
```

Unión

```
array([2, 4, 5, 6, 7])
```

```
>>> np.intersect1d(a,b)
```

Intersección

```
array([2, 4])
```

```
>>> c=np.array([2,5,3,4,2,7,5])
```

Eliminar elementos repetidos

```
>>> np.unique(c)
```

```
array([2, 3, 4, 5, 7])
```

## Funciones de NumPy para modificar la estructura de arreglos

Estas funciones permiten el manejo dinámico de los arreglos unidimensionales, similar a las listas.

```
>>> import numpy as np
>>> x=np.array([5,3,7,8])
>>> x
array([5, 3, 7, 8])
```

Definición de un arreglo

```
>>> x=np.concatenate([x,[6]])
>>> x
array([5, 3, 7, 8, 6])
```

Concatenar arreglos

```
>>> x=np.concatenate([x,[9,4]])
>>> x
array([5, 3, 7, 8, 6, 9, 4])
```

```
>>> x=np.delete(x,2)
>>> x
array([5, 3, 8, 6, 9, 4])
```

Eliminar elementos de arreglos de una posición especificada

```
>>> x=np.insert(x,1,[7])
>>> x
array([5, 7, 3, 8, 6, 9, 4])
```

Insertar arreglos en una posición dada

```
>>> x=np.insert(x,4,[2,0])
>>> x
array([5, 7, 3, 8, 2, 0, 6, 9, 4])
```

```
>>> a=np.array([10,20,30])
>>> b=np.array([50,70])
```

Concatenación de arreglos

```
>>> c=np.concatenate([a,b])
>>> c
array([10, 20, 30, 50, 70])
```

```
>>> t=np.array([40,80])
>>> c=np.append(c,t)
>>> c
array([10, 20, 30, 50, 70, 40, 80])
```

Agregar un arreglo al final de otro

```
>>> c=np.append(c,[25,35])
>>> c
array([10, 20, 30, 50, 70, 40, 80, 25, 35])
```

Una función para rodar (girar) un arreglo sobre si mismo: `roll`

```
>>> x=[10,20,30,40,50,60,70]
>>> np.roll(x,2)
array([60, 70, 10, 20, 30, 40, 50])
```

Puede elegirse la cantidad de posiciones a rotar

Función para replicar arreglos, similar al uso del asterisco en listas: `tile`

```
>>> x=np.array([2,4,6])
>>> u=np.tile(x,2)
>>> u
array([2, 4, 6, 2, 4, 6])
>>> x=[2,4,6]
>>> x*2
[2, 4, 6, 2, 4, 6]
```

### 7.2.1 Resolución de problemas con arreglos unidimensionales (vectores)

En esta sección se desarrollarán programas y funciones de aplicación con arreglos unidimensionales (vectores). Los programas y funciones serán escritos en la ventana de edición de Python. Las pruebas se realizan en la ventana interactiva o desde programas. Algunos ejemplos también pueden usarse con listas que contienen datos de otros tipos.

Algunos ejemplos son triviales y pudieran resolverse directamente haciendo uso de las funciones disponibles en las librerías de Python. El objetivo de programar soluciones propias es desarrollar la lógica de la construcción de algoritmos mediante código Python y posteriormente extenderlas a problemas nuevos o más complejos.

**Ejemplo.** Para este ejemplo inicial se escribe un **programa** para almacenar datos en una lista numérica y después sumar los componentes con valor par de la lista. Se usarán únicamente instrucciones básicas del lenguaje Python.

#### Instrumentación

##### Variables

- n: cantidad de datos
- x: contendrá cada dato ingresado (entero)
- v: lista que contendrá los datos que son ingresados por lectura
- s: es la suma de los componentes con valor par

#### Programa

```
# Programa para sumar valores pares de una lista
n=int(input('Cantidad de elementos: '))
v=[]
for i in range(n):
    x=int(input('Ingrese siguiente dato: '))
    v=v+[x]
s=0
for e in v:
    if e%2==0:
        s=s+e
print('La suma es: ',s)
```

Prueba del programa

```
Cantidad de elementos: 5
Ingrese siguiente dato: 23
Ingrese siguiente dato: 24
Ingrese siguiente dato: 30
Ingrese siguiente dato: 25
Ingrese siguiente dato: 44
La suma es: 98
```



Solución directa con las funciones de **Python** para **listas numéricas**:

```
>>> v=[23,24,30,25,44]
>>> sum(e for e in v if e%2==0)
98
```

Solución directa con las funciones de **NumPy** para **arreglos**:

```
>>> import numpy as np
>>> v=np.array([23,24,30,25,44])
>>> s=np.sum(v[np.where(v%2==0)])
>>> print(s)
98
```

**Ejemplo.** Escribir una **función** para sumar los componentes con valor par de una lista.

El programa del ejemplo anterior se lo reescribe como una función.

### Instrumentación

Nombre de la función: **sumap**

### Variables

**v**: lista con los números que ingresan a la función

**s**: suma de los componentes del vector con valor par

```
def sumap(v):
    s=0
    for e in v:
        if e%2==0:
            s=s+e
    return s
```

Prueba de la función desde la ventana interactiva

```
>>> from sumap import*
>>> v=[23,42,12,34,25]
>>> s=sumap(v)
>>> s
88
```

**Ejemplo.** Escribir un **programa** para eliminar los elementos repetidos de una lista numérica

### Instrumentación

#### Variables

- n: cantidad de datos
- x: contendrá cada dato ingresado
- v: vector que contendrá los datos
- u: vector con elementos diferentes

Este es un algoritmo muy importante y debe darle atención a su instrumentación primero como programa y después como función.

En la solución, se toma cada elemento de la lista **v** y se lo traslada a otra lista **u** verificando que no haya sido agregado anteriormente.

### Programa

```
#Eliminar elementos repetidos de una lista numérica
n=int(input('Cuantos elementos: '))
v=[]
for i in range(n):
    x=int(input('Ingrese el siguiente elemento: '))
    v=v+[x]
print('Lista original: ',v)
u=[]
for e in v:
    if e not in u:
        u=u+[e]
print('Lista depurada: ',u)
```

Prueba del programa

```
>>>
Cuantos elementos: 6
Ingrese siguiente elemento: 7
Ingrese siguiente elemento: 8
Ingrese siguiente elemento: 7
Ingrese siguiente elemento: 9
Ingrese siguiente elemento: 6
Ingrese siguiente elemento: 8

Lista original: [7, 8, 7, 9, 6, 8]
Lista depurada: [7, 8, 9, 6]
```

Solución directa con las funciones de Python. Primero se convierte la lista en un conjunto y por definición se eliminan elementos repetidos. Finalmente se transforma nuevamente el conjunto a una lista:

```
>>> x=x=[7, 8, 7, 9, 6, 8]
>>> s=set(x)
>>> x=list(s)
>>> x
[8, 9, 6, 7]
```

El conjunto elimina elementos repetidos

**NOTA.** El manejo de conjuntos, sus funciones y operadores se revisará en una sección posterior.

**Ejemplo.** Escribir una **función** que reciba una lista y elimine los elementos repetidos.

El programa del ejemplo anterior se lo escribe nuevamente como una función.

### Instrumentación

Nombre de la función: **norep**

### Variables

**v:** lista con los datos que entran a la función

**u:** lista resultante con elementos diferentes

```
#función para eliminar elementos repetidos de una lista
def norep(v):
    u=[]
    for e in v:
        if e not in u:
            u=u+[e]
    return u
```

### Uso de la función en la ventana interactiva

```
>>> from norep import *
>>> x=[2,3,5,3,6,2,7]
>>> y=norep(x)
>>> y
[2, 3, 5, 6, 7]
```

**NOTA.** Python no requiere que en la función se especifique el tipo de parámetros de entrada, por tanto la función puede ser usada con datos de diferente tipo, suponiendo que es aplicable a ese tipo de datos, como en el siguiente ejemplo:

```
>>> from norep import *
>>> x=['abc',37,'abc',47,37]
>>> u=norep(x)
>>> u
['abc', 37, 47]
```

Una conclusión importante es que en Python se prefiere estructurar las soluciones mediante funciones en lugar de programas. En las funciones no se requiere especificar ni la cantidad ni el tipo de datos de la estructura que ingresa como parámetro. Las funciones son más generales y constituyen instrumentos computacionales útiles para resolver problemas desde la ventana interactiva o desde programas que llaman a estas funciones.

**Ejemplo.** Una **función** para encontrar el mayor valor de una lista numérica y su índice

### Instrumentación

La estrategia consiste en iniciar la variable de salida **r**, con primer elemento de la lista numérica. Mediante un ciclo se compara cada uno de los otros elementos con el valor asignado a **r**. En cada comparación si el elemento tiene un valor mayor, se actualiza el valor de **r** y también se actualiza la posición o índice de este elemento.

Nombre de la función: **vectmax**

Variables

**v:** lista numérica con los datos que entran a la función  
**r, p** el mayor valor de **v** y su índice. Son los resultados entregados

```
def vectmax(v):
    n=len(v)
    r=v[0]
    p=0
    for i in range(1,n):
        if v[i]>r:
            r=v[i]
            p=i
    return [r,p]
```

### Prueba de la función

```
>>> from vectmax import *
>>> x=[11, 5, 18, 16, 14, 11, 13, 3, 18, 16]
>>> [r,p]=vectmax(x)
>>> r
18
>>> p
2
```

Solución directa con las funciones de Python para listas

```
>>> x=[11, 5, 18, 16, 14, 11, 13, 3, 18, 16]
>>> r=max(x)
```

```
>>> r
18
>>> p=x.index(r)
>>> p
2
>>> p=x.index(max(x))           Directamente
>>> p
2
```

**Ejemplo.** Escribir en la ventana interactiva una **función** que entregue el mayor valor y el menor valor de una lista numérica:

```
>>> def fm(x): return [min(x), max(x)]

>>> x=[3,5,2,9,6]
>>> [a,b]=fm(x)
>>> a
2
>>> b
9
```

En los ejemplos anteriores se han desarrollado algunos programas y funciones para manejo de listas. Adicionalmente se han descrito soluciones abreviadas usando las facilidades disponibles en el lenguaje Python.

Se recomienda usar soluciones basada en los operadores y funciones especiales de un lenguaje después que se haya desarrollado la capacidad para programar usando únicamente las instrucciones básicas del lenguaje y unas pocas funciones necesarias.

Esta práctica permite desarrollar el pensamiento algorítmico y la habilidad para programar soluciones propias y no depender de los recursos existentes en un lenguaje computacional particular. Adicionalmente, esta experiencia permite enfrentar problemas nuevos para los que el lenguaje no provee instrumentos computacionales directos. Finalmente, esta experiencia facilita el cambio a otros lenguajes de programación

El siguiente es un ejemplo adicional para resaltar lo expresado en el recuadro anterior.

**Ejemplo.** Escribir una función para ordenar una lista de palabras en forma creciente usando como criterio la longitud de las palabras

La siguiente es una posible solución mediante funciones y operadores disponibles en Python para operar con listas cuyo uso fue descrito en secciones anteriores.

### Instrumentación

Función: **sort\_len** entrega una lista de palabras ordenadas por su longitud

### Variables

**x:** lista de palabras  
**v:** lista de longitudes de las palabras.  
**u:** lista de pares (longitud, palabra). Usa la función **zip**  
**h:** pares con tipo **list** para ordenar con **sort** por el primer componente  
**s:** lista de las palabras ordenadas (segundo componente de los pares **h**)

```
def sort_len(x):
    v=[]
    for p in x:
        v=v+[len(p)]
    u=zip(v,x)
    h=list(u)
    h.sort()
    s=[]
    for i in range(len(h)):
        s=s+[h[i][1]]
    return s
```

### Prueba de la función desde la ventana interactiva

```
>>> from sort_len import sort_len
>>> x=['Algebra','Física','Programación','Lenguajes','Inglés','Química','Biología']
>>> s=sort_len(x)
>>> print(s)
['Física','Inglés','Algebra','Química','Biología','Lenguajes','Programación']
```

Algunos detalles de la solución propuesta quedan ocultos al usuario detrás de las funciones Python utilizadas. Estas soluciones dependen del lenguaje particular, pero no está bien definido el algoritmo usado, por lo que no se pudiera trasladar a otro lenguaje.

La siguiente es una solución más clara y lógica para el mismo problema anterior. Es el tipo de solución que deben intentar los usuarios hasta que hayan desarrollado su habilidad para construir algoritmos y programar. Para este ejemplo, la solución propuesta es más simple de entender y además se usan menos variables y menos funciones especiales del lenguaje.

**Ejemplo.** Escribir una función para ordenar una lista de palabras en forma creciente usando como criterio la longitud de las palabras

### Instrumentación

Función: **sort\_len** Entrega una lista de palabras ordenadas por su longitud

### Variables

**x:** lista de palabras

**longx:** lista con las longitudes de las palabras de la lista

Idea propuesta

Se construye una lista con las longitudes de las palabras incluidas en la lista de entrada **x**.

En un ciclo, la longitud de cada palabra es comparada con la longitud de las restantes palabras de izquierda a derecha. Cada vez que se encuentra una longitud menor, se intercambian las longitudes de tal manera que el mayor valor de longitud irá avanzando a la derecha. Paralelamente se intercambian las palabras manteniendo la correspondencia con las longitudes.

Al finalizar, la lista de longitudes estará ordenada en forma creciente, y las palabras de la lista también estarán colocadas en este orden.

```
def sort_len(x):
    longx=[]
    for p in x:
        longx=longx+[len(p)]           #lista de longitudes

    for i in range(len(x)-1):
        for j in range(i+1,len(x)):
            if longx[i]>longx[j]:
                longx[i],longx[j]=longx[j],longx[i]
                x[i],x[j]=x[j],x[i]

    return x
```

Prueba de la función desde la ventana interactiva

```
>>> from sort_len import sort_len
>>> x=['Algebra','Física','Programación','Lenguajes','Inglés','Química','Biología']
>>> s=sort_len(x)
>>> print(s)
['Física', 'Inglés', 'Algebra', 'Química', 'Biología', 'Lenguajes', 'Programación']
```

**NOTA.** Observe el uso de la asignación que intercambia el contenido de dos variables.

**Ejemplo.** Una función para ordenar una lista en forma creciente

### Instrumentación

Nombre de la función: **orden**

### Variables

**x:** Lista con los datos que entran a la función

La misma variable contiene la lista ordenada resultante

La solución se basa en el ejemplo anterior. Cada elemento de **x** es comparado con los restantes elementos. Cada vez que se encuentra un elemento con menor valor, se intercambian estos elementos, de tal manera que el mayor valor irá avanzando hacia la derecha. Al finalizar, la lista estará ordenada en forma creciente. Debido a que la representación interna de los caracteres tiene una representación mediante códigos ordenados, esta función puede usarse también con caracteres o cadenas de caracteres

```
def orden(x):
    for i in range(len(x)-1):
        for j in range(i+1,len(x)):
            if x[i]>x[j]:
                x[i],x[j]=x[j],x[i]
    return x
```

Prueba de la función en la ventana interactiva

```
>>> from orden import orden
>>> x=[2,5,6,9,3,4,5]
>>> v=orden(x)
>>> v
[2, 3, 4, 5, 5, 6, 9]
>>> x=['r','t','u','a','c']
>>> v=orden(x)
>>> v
['a', 'c', 'r', 't', 'u']
>>> x=['arte','algebra','banco','artesano','cabos','base']
>>> v=orden(x)
>>> v
['algebra', 'arte', 'artesano', 'banco', 'base', 'cabos']
```

Pregunta para investigar: Si la lista tiene longitud **n**, determine la cantidad total de ciclos que se realizan en la función, para ordenarla.

Solución directa con la función `sort` de Python para ordenar listas

```
>>> x=[2,5,6,9,3,4,5]
>>> x.sort()
>>> x
[2, 3, 4, 5, 5, 6, 9]
```



**Ejemplo.** Otro método para ordenar una lista en forma creciente

### Instrumentación

Nombre de la función: **ordena**

### Variables

- x: Lista con los datos que entran a la función  
La misma variable contiene la lista ordenada resultante
- p: Posición del elemento con el menor valor en cada sublista de izquierda a derecha

Idea propuesta

Existen muchos algoritmos para ordenar una lista. En esta propuesta, la instrumentación se fundamenta en la siguiente idea: Se busca a la derecha de cada elemento  $x[i]$  cual es el elemento  $x[j]$  con el menor valor,  $j=i+1, i+2, \dots, n$ . Al finalizar cada búsqueda se intercambian los elementos  $x[i]$  y  $x[j]$ . Al completar este proceso con todos los elementos  $x[i]$  de izquierda a derecha, la lista quedará ordenada en forma creciente.

```
def ordena(x):
    n=len(x)
    for i in range(n-1):
        t=x[i]
        p=i
        for j in range(i+1,n):
            if x[j]<t:
                t=x[j]
                p=j
        x[i],x[p]=x[p],x[i]
    return x
```

Prueba de la función en la ventana interactiva

```
>>> from ordena import ordena
>>> x=[2,5,6,9,3,4,5]
>>> v=ordena(x)
>>> v
[2, 3, 4, 5, 5, 6, 9]
```

**Ejemplo.** Escribir una función para generar una lista con números aleatorios enteros en un rango especificado

### Instrumentación

Nombre de la función: **vectrandint**

Parámetros: **n, a, b** longitud del vector y extremos del rango

Resultado: **v** vector con los números aleatorios

La función usa la función randint del módulo random

```
from random import*
def vectrandint(n,a,b):
    v=[]
    for i in range(n):
        v=v+[randint(a,b)]
    return v
```

Prueba de la función: Almacene en una lista 10 resultados de lanzamientos de un dado

```
>>> from vectrandint import vectrandint
```

```
>>> x=vectrandint(10,1,6)
```

```
>>> x
```

```
[2, 1, 1, 3, 2, 4, 2, 6, 3, 6]
```

El vector resultante puede incluir  
elementos repetidos

La lista se la puede generar directamente mediante una declaración implícita:

```
>>> from random import*
```

```
>>> x=[randint(1,6) for i in range(10)]
```

```
>>> x
```

```
[1, 5, 6, 1, 5, 5, 4, 5, 2, 3]
```

**Ejemplo.** Crear una función para generar una muestra aleatoria de tamaño **m** con enteros tomada de una población de tamaño **n**. Una muestra aleatoria es una lista de números aleatorios pero sin contener resultados repetidos.

### Instrumentación

Nombre de la función: **muestra**

Parámetros: **n, m**

Resultado: **v** vector con los componentes de la muestra aleatoria

Idea propuesta

Mientras el vector de resultados no esté lleno, agregar cada número aleatorio al vector verificando que no haya sido incluido.

```
#Generar una muestra aleatoria
from random import*
def muestra(n,m):
    v=[]
    while len(v)<m:
        x=randint(1,n)
        if x not in v:
            v=v+[x]
    return v
```

### Prueba de la función desde la ventana interactiva

```
>>> from muestra import muestra
>>> v=muestra(20,10)
>>> v
[8, 11, 19, 1, 7, 15, 17, 3, 5, 4]
```

El resultado es una lista con números elegidos **aleatoriamente** y **sin repeticiones**.

Cada vez que se pruebe este programa se obtendrá una nueva muestra aleatoria.

Solución directa con la función **sample** de la librería **random**

```
>>> from random import*
>>> p=list(range(20))
>>> v=sample(p,5)
>>> v
[6, 0, 9, 11, 19]
```

genera la lista: **[0, 1, 2, ..., 19]**  
muestra aleatoria de tamaño **5**  
tomada de la lista **p**

**Ejemplo.** La secuencia de Ulam es una sucesión de números naturales generados a partir de un dato inicial con la siguiente definición.

$$x = \begin{cases} x/2, & x \text{ par} \\ 3x+1, & x \text{ impar} \end{cases}, \quad x \text{ es un número natural}$$

Aplicando recurrentemente esta definición, siempre se llegará finalmente al número 1

Así, si el valor inicial es  $x=12$ , los valores sucesivos serán: 6, 3, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1

Escribir un programa que lea un número y muestre la secuencia pero en **orden inverso**.

### Variables

- n:** valor inicial para la secuencia. **n** es modificado con la regla indicada
- u:** lista con los números de la secuencia de Ulam invertida

Cada nuevo elemento de la secuencia será agregado a la izquierda en una lista **u**. La lista resultante contendrá los elementos ubicados en el orden inverso, es decir la secuencia de los números de Ulam comenzará desde 1 hasta llegar al valor inicial.

### Programa

```
#secuencia de Ulam invertida
n=int(input('Ingrese un entero positivo: '))
u=[]
while n>1:
    if n%2==0:
        n=n//2
    else:
        n=3*n+1
    u=[n]+u    #la lista crece hacia la izquierda
print(u)
```

### Prueba del programa

```
>>>
Ingrese un entero positivo: 12
[1, 2, 4, 8, 16, 5, 10, 3, 6]
```

**Ejemplo.** Obtenga el conteo de frecuencias para los siguientes 40 datos de una muestra correspondientes al tiempo que se utilizó para atender a las personas en una estación:

3.1	4.9	2.8	3.6	4.5	3.5	2.8	4.1
2.9	2.1	3.7	4.1	2.7	4.2	3.5	3.7
3.8	2.2	4.4	2.9	5.1	1.8	2.5	6.2
2.5	3.6	5.6	4.8	3.6	6.1	5.1	3.9
4.3	5.7	4.7	4.6	5.1	4.9	4.2	3.1

Los datos serán distribuidos en 6 intervalos o clases con la siguiente definición:

[1, 2), [2, 3), [3, 4), [4, 5), [5, 6), [6, 7)

### Instrumentación

#### Variables

- x: lista con los datos observados
- c: lista de listas con los intervalos de las clases
- f: arreglo de conteos de datos en cada clase

Se definirá una función con el nombre **frecuencia** para realizar el conteo de datos en cada clase. Las clases son una lista cuyos componentes son listas con los extremos de clase:

```
c=[[1,2],[2,3],[3,4],[4,5],[5,6],[6,7]]
```

En un programa escrito junto a la función se definen los datos y se imprimen los resultados. Si las pruebas se hicieran desde la ventana interactiva, habría que repetir cada vez el ingreso de los datos

```
from numpy import*
def frecuencia(c,x):
    f=zeros(len(c))    #Arreglo de conteos iniciado con ceros
    for e in x:
        for j in range(len(c)):
            if e>=c[j][0] and e<c[j][1]:
                f[j]=f[j]+1
    return f

c=[[1,2],[2,3],[3,4],[4,5],[5,6],[6,7]]
x=[3.1, 4.9, 2.8, 3.6, 4.5, 3.5, 2.8, 4.1,
   2.9, 2.1, 3.7, 4.1, 2.7, 4.2, 3.5, 3.7,
   3.8, 2.2, 4.4, 2.9, 5.1, 1.8, 2.5, 6.2,
   2.5, 3.6, 5.6, 4.8, 3.6, 6.1, 5.1, 3.9,
   4.3, 5.7, 4.7, 4.6, 5.1, 4.9, 4.2, 3.1]

f=frecuencia(c,x)
print('Conteo de frecuencia por clase')
print(f)
```

Prueba del programa

```
>>>
Conteo de frecuencia por clase
[ 1.  9. 11. 12.  5.  2.]
```

**Ejemplo.** Realice el conteo de frecuencia de 200 datos con distribución Normal o Gaussiana con media **5** y desviación estándar **2**. Grafique el resultado mediante barras.

Las clases se definen en la prueba y los datos son obtenidos con la función **gauss** de la librería random.

```
from numpy import*
def frecuencia(c,x):
    f=zeros(len(c))    #Arreglo de conteos iniciado con ceros
    for e in x:
        for j in range(len(c)):
            if e>=c[j][0] and e<c[j][1]:
                f[j]=f[j]+1
    return f

def barras(f):
    for e in f:
        print('%4d'%(e),e*' *')

from random import*
c=[[-2,-1],[-1,0],[0,1],[1,2],[2,3],[3,4],
    [4,5],[5,6],[6,7],[7,8],[8,9],[9,10],[10,11]]
x=[]
for i in range(200):
    x=x+[gauss(5,2)]
f=frecuencia(c,x)
print('Conteo de frecuencia por clase')
print(f)
print('Diagrama de barras')
barras(f)
```

### Prueba del programa

```
>>>
Conteo de frecuencia por clase
[ 0.  2.  6.  8. 18. 29. 39. 44. 30. 16.  5.  1.  1.]
Diagrama de barras
0
2  **
6  *****
8  *****
18 *****
29 *****
39 *****
44 *****
30 *****
16 *****
5  *****
1  *
1  *
```

## 7.2.2 Ejercicios de programación con arreglos unidimensionales (vectores)

Algunos problemas también pueden ser resueltos con listas y funciones para su manejo

1. Una persona tiene una lista con los precios de  $n$  artículos y dispone de una cierta cantidad de dinero. Escriba un programa para leer estos datos y almacenarlos en un vector:

- a) Muestre los numeros de los artículos que puede comprar
- b) Para cada artículo cuyo precio es menor que la cantidad de dinero disponible, determine cuantas unidades puede comprar

2. Lea una lista de los pesos de las  $n$  cajas en un contenedor. Determine cuantas cajas tienen el peso mayor al peso promedio del grupo.

3. Lea una lista de los pesos de los  $n$  objetos en una bodega. Determine cual es el rango de los pesos de estos objetos.

4. Una bodega contiene  $n$  paquetes numerados en forma natural. Para una inspección se debe tomar una muestra aleatoria del **10%** de los paquetes. Escriba un programa para elegir la muestra. La muestra no debe contener elementos repetidos.

5. Para la inspección de los  $m$  paquetes de una bodega se han elegido a  $m$  inspectores. Realice aleatoriamente la asignación de tal manera que cada inspector se le asigne la revisión de un solo paquete.

6. Para la inspección de los  $m$  contenedores de una bodega se han elegido a  $m/2$  inspectores. Realice aleatoriamente la asignación de tal manera que cada inspector se le asigne la revisión de dos contenedores. No se puede asignar un contenedor más de una vez.

7. Escriba un programa para leer un vector con números enteros de una cifra. Luego genere un número aleatorio de una cifra. Entonces, elimine del vector todos los números cuyo valor sea menor al número aleatorio. Muestre el vector resultante.

8. Lea la lista de los números de identificación de los estudiantes que están inscritos en la material A, y otra lista con los estudiantes que están inscritos en la materia B.

- a) Encuentre cuantos estudiantes están inscritos en la materia A y también en la materia B
- b) Encuentre los estudiantes que están inscritos en la materia A pero no en la materia B

9. Se tiene la lista de los códigos de las cajas en la bodega A y una lista de los códigos de las cajas en la bodega B. Además se tiene una lista con los códigos de las cajas que deben ser inspeccionadas. Determine cuantas cajas serán inspeccionadas en cada bodega.

10. Almacene en un vector  $X$  las abscisas y en un vector  $Y$  las ordenadas de un conjunto de puntos en un plano. Ambos vectores son ingresados como datos. Suponga que estos puntos representan los vértices de un polígono. Determine el perímetro del polígono. Use la fórmula para calcular la distancia entre cada par de puntos:

$$d = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}$$

**11.** Almacene en un vector **X** las abscisas y en un vector **Y** las ordenadas de un conjunto de puntos en un plano. Ambos vectores son ingresados como datos. Determine cual es el punto más alejado del origen. Use la fórmula de la distancia.  $d = \sqrt{x_i^2 + y_i^2}$

**12.** El cálculo del área de un polígono arbitrario, dadas las coordenadas de sus vértices  $(x_1, y_1)(x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$  se lo puede hacer con la siguiente fórmula:

$$\text{Area} = [(x_1 + x_2)(y_1 - y_2) + (x_2 + x_3)(y_2 - y_3) + \dots + (x_{n-1} + x_n)(y_{n-1} - y_n) + (x_n + x_1)(y_n - y_1)] / 2$$

Escriba un programa para leer en vectores los valores de las abscisas y ordenadas de los vértices. Calcule y muestre el valor del área con la fórmula anterior.

**13.** Para simular los saltos de **n** ranas en una pista de longitud **m** metros se usará un vector de **n** elementos que inicialmente contiene ceros. Use un ciclo para agregar a cada rana un número aleatorio que puede ser **0**, **1** o **2** metros. Repita este ciclo hasta que alguna rana llegue al final de la pista. Muestre en cual turno alguna rana llegó al final de la pista.

**14.** En un proceso electoral se tienen anotados los **n** votos para aprobar una moción. Cada voto tiene el número de identificación del elector (números enteros del **1** al **n**) y un número que representa su decisión: **1** si es a favor, **0** si es en contra, cualquier otro número es nulo. Escriba un programa que lea los **n** datos conteniendo el número del elector (no suponga que están ordenados) y su voto. Coloque los números de identificación en tres listas: votantes a favor, votantes en contra y votantes nulos. Finalmente busque y muestre si hay números de identificación de electores que están en más de una lista.

**15.** Se tiene como dato la cantidad de boletos disponibles para un concierto. Escriba un programa para organizar la venta en línea. Cada fan debe presentar su cédula de identidad. El programa debe leer y agregar a un vector el número de cédula. En caso de que el número de cédula ya esté en el vector, muestre un mensaje rechazando la venta de boletos. Si la venta se realiza, lea la cantidad de boletos que se compra (no debe ser mayor a 4) y reste de la cantidad disponible. Cuando esta cantidad llegue a cero, muestre un mensaje y finalice el programa.

**16.** Escriba dos versiones de una función para generar un vector de **n** números aleatorios enteros en el rango desde **a** hasta **b**.

**a)** En la primera versión la función no requiere controlar que hayan números repetidos en el vector que entrega

**b)** En la segunda versión la función debe entregar el vector pero sin números repetidos. La función también debería verificar que la cantidad de números enteros en el rango desde **a** hasta **b**, no sea menor a **n**, caso contrario debe entregar un vector nulo.



**17.** Escriba un programa con un menú para registrar estudiantes en uno de los dos paralelos de una materia mediante las opciones indicadas a continuación. Cada paralelo debe ser representado mediante una lista.

1) Registrar

Lea el numero del paralelo elegido (1 o 2), luego lea el código del estudiante y agréguelo a la lista correspondiente

2) Consultar

Lea el código del estudiante, búsquelo en las listas y muestre el paralelo en el que está registrado

3) Eliminar

Lea el código del estudiante. Búsquelo y elimínelo de la lista si está registrado

4) Salir

**18.** En una escuela de fútbol se inscriben **n** jugadores identificados con su número en la lista de asistencia y un código que identifica su habilidad **1**: portero, **2**: defensa, **3**: mediocampista, **4**: delantero. Este dato debe ser ingresado y validado.

Escriba un algoritmo para ayudar al entrenador a formar dos equipos de **11** jugadores elegidos aleatoriamente. Cada equipo debe contener **1** portero, **4** defensas, **2** mediocampistas y **4** delanteros. Cada jugador no puede pertenecer a más de un equipo. Suponga que en la lista hay suficientes jugadores para elegir.

**19.** Escriba un programa para organizar los 32 equipos participantes en un campeonato en 8 grupos de 4 equipos. La elección de los equipos debe ser aleatoria pero cada grupo debe tener un equipo fijo que debe ser un dato inicial. Los equipos no pueden asignarse más de una vez en los grupos.

**20.** Escriba una función **divisores(n)** que entregue una lista conteniendo todos los divisores enteros positivos que tiene un número entero dado **n**. Escriba un programa de prueba que use la función escrita para encontrar para cada número entero en el rango **[a, b]**, sus divisores enteros

**21.** Escriba una función **primos(p)** que reciba una lista **p** y entregue otra lista **q** conteniendo los elementos de **p** que son números primos.

**22.** La operación **xor** en el sistema binario produce el siguiente resultado

<b>m</b>	<b>k</b>	<b>m xor k</b>
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Esta operación se usa para encriptar mensajes en binario en los cuales **m** representa el mensaje, **k** la clave para encriptar el mensaje, y **e** el mensaje encriptado.

Ejemplo. Mensaje que se envía: **m = 11011001**

Clave: **k = 01100011**

Mensaje encriptado: **e = 10111010**



**29.** El sistema de vigilancia del transporte público entrega una lista de longitud  $n$  con el código de placa de los vehículos que invaden el carril exclusivo de este sistema de transporte de pasajeros. La lista puede contener códigos repetidos que corresponden a vehículos que cometieron esta infracción más de una vez. La multa por una infracción es \$100, por dos infracciones el valor se duplica, por tres se triplica, etc. Escriba un programa que lea la lista de códigos y muestre para cada uno, la cantidad de infracciones cometidas y el total de la multa a pagar.

### 7.3 Cadenas de caracteres (strings)

Una cadena de caracteres o string, es un grupo de caracteres que se escriben entre comillas simples o comillas dobles:

```
'caracteres'
"caracteres"
```

Los caracteres de una cadena se almacenan en celdas de memoria. Cada celda contiene un carácter. Las celdas son numeradas desde **cero**. El **primer** carácter, almacenado en la primera celda, tiene índice **0**. El **segundo** carácter, almacenado en la segunda celda, tiene índice **1**, etc.

Se puede asignar a una variable una cadena de caracteres mediante una instrucción de asignación, pero este contenido **no se puede modificar** mediante asignaciones. Python dispone de funciones especiales para modificar el contenido de las cadenas de caracteres.

#### Ejemplos.

```
>>> x='programa'           es la definición de una cadena de caracteres
```

La representación de una cadena en celdas de memoria numeradas desde **cero** se la puede visualizar como se muestra en el ejemplo:

'p'	'r'	'o'	'g'	'r'	'a'	'm'	'a'
0	1	2	3	4	5	6	7

#### Manejo de índices con cadenas de caracteres

Se puede acceder a los caracteres de una cadena mediante índices entre corchetes. Se puede acceder a varios caracteres o componentes mediante un **rango** para el índice. El rango **no** incluye el extremo derecho especificado.

Python es muy flexible en la notación de índices para manejo de los componentes. Esta propiedad se denomina “slicing” (rebanar) y se la revisa en los ejemplos.

```
>>> x[0]                   el primer carácter o primera celda (es la celda 0)
'p'
```

<pre>&gt;&gt;&gt; x[0:4] 'prog'</pre>	los caracteres desde la celda <b>0</b> hasta la celda <b>3</b> (el rango no incluye el último)
<pre>&gt;&gt;&gt; x[:4] 'prog'</pre>	si se omite el inicio, se supone cero
<pre>&gt;&gt;&gt; x[3:6] 'gra'</pre>	los caracteres en las celdas <b>3</b> a <b>5</b> (el rango no incluye el último)
<pre>&gt;&gt;&gt; p[3:] 'grama'</pre>	Desde la celda 3 hasta el final
<pre>&gt;&gt;&gt; x[-1] 'a'</pre>	el último carácter (notación especial)
<pre>&gt;&gt;&gt; x[-2] 'm'</pre>	el penúltimo carácter
<pre>&gt;&gt;&gt; x[-2:] 'ma'</pre>	los dos últimos caracteres
<pre>&gt;&gt;&gt; x[:-1] 'program'</pre>	todos los caracteres menos el último (en el rango no se incluye el extremo final)
<pre>&gt;&gt;&gt; x[0:-2] 'progra'</pre>	todos los caracteres menos los dos últimos
<pre>&gt;&gt;&gt; x[:-2] 'progra'</pre>	todos los caracteres menos los dos últimos (si se omite el inicio, se supone cero)
<pre>&gt;&gt;&gt; p[3:-1] 'gram'</pre>	desde la celda 3 hasta el final, sin incluir el último
<pre>&gt;&gt;&gt; x[1]= 'u'</pre>	<b>Error:</b> no se pueden modificar los componentes <b>TypeError: 'str' object does not support item assignment</b>
<pre>&gt;&gt;&gt; x[8]</pre>	<b>Error:</b> índice fuera de rango <b>IndexError: string index out of range</b>
<pre>&gt;&gt;&gt; x=''</pre>	Cadena nula: Son dos comillas juntas
<pre>&gt;&gt;&gt; x='programas' &gt;&gt;&gt; x[0::2] 'porms'</pre>	Caracteres en celdas pares (el tercer valor Indica cuantas celdas se saltan)
<pre>&gt;&gt;&gt; x[0:-1:2] 'porm'</pre>	Caracteres en celdas pares (sin incluir la última)

<code>&gt;&gt;&gt; x[::2]</code> <code>'porms'</code>	Caracteres en celdas pares (si se omite el inicio, se supone cero)
<code>&gt;&gt;&gt; x[1::2]</code> <code>'rgaa'</code>	Caracteres en celdas impares
<code>&gt;&gt;&gt; x='programas'</code> <code>&gt;&gt;&gt; x[::-1]</code> <code>'samargorp'</code>	Notación especial para invertir la cadena

### Lista de cadenas de caracteres

<code>&gt;&gt;&gt; t=['maría', 'juan', 'anita', 'luis']</code>	Lista de cadenas
<code>&gt;&gt;&gt; t[1]</code> <code>'juan'</code>	Cadena en la posición 1 de la lista (primera cadena de la lista)
<code>&gt;&gt;&gt; t[-1]</code> <code>'luis'</code>	Última cadena de la lista
<code>&gt;&gt;&gt; t[0:2]</code> <code>['maría', 'juan']</code>	Cadenas desde el inicio hasta la segunda (no se incluye el extremo)
<code>&gt;&gt;&gt; t[:2]</code> <code>['maría', 'juan']</code>	(si se omite el inicio, se supone cero)
<code>&gt;&gt;&gt; t[1:3]</code> <code>['juan', 'anita']</code>	Desde la segunda cadena (componente 1) hasta el final
<code>&gt;&gt;&gt; t[2:]</code> <code>['anita', 'luis']</code>	desde la tercera cadena hasta el final
<code>&gt;&gt;&gt; t[2:-1]</code> <code>['anita']</code>	desde la tercera hasta el final, sin incluir la última
<code>&gt;&gt;&gt; t[2][1:]</code> <code>'nita'</code>	la tercera cadena, los caracteres desde la celda 0 hasta el final
<code>&gt;&gt;&gt; t[1][-1]</code> <code>'n'</code>	El último carácter de la cadena 1
<code>&gt;&gt;&gt; t[-1][-1]</code> <code>'s'</code>	Último carácter de la última cadena
<code>&gt;&gt;&gt; t[2][1:-2]</code> <code>'ni'</code>	

## Cadenas de caracteres constantes

La clase **string** (se puede entender una clase como librería) contiene cadenas de caracteres constantes que pueden ser de utilidad como referencia en algunas aplicaciones. Para acceder a las definiciones de la clase se debe importarla con el nombre **string**.

La siguiente es la lista de constantes disponibles:

```
ascii_letters = 'abcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ'
ascii_lowercase = 'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz'
ascii_uppercase = 'ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ'
digits = '0123456789'
hexdigits = '0123456789abcdefABCDEF'
octdigits = '01234567'
printable = '0123456789abcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ...'
punctuation = '!"#$%&\'()*+,-./:;<=>?@[\\]^_`{|}~'
whitespace = '\t\n\r\x0b\x0c'
```

### Ejemplo.

```
>>> from string import*
>>> x=digits
>>> x
'0123456789'
```

## Métodos, operadores y funciones para cadenas de caracteres de la clase str

La clase **str** (se puede entender como librería) de Python contiene métodos (funciones) para manejo de cadenas de caracteres. **Esta clase es residente y no necesita importarse** para usarla. Al crear una variable u objeto de tipo cadena de caracteres se tiene acceso a las funciones o métodos definidos en la clase **str** y se los usa con la siguiente notación: **objeto.método**

En Python, las listas son inmutables, esto significa que no pueden modificarse sus componente mediante una asignación directa como en las listas, pero existen funciones que facilitan el manejo de este tipo de datos.

La clase **str** contiene una gran cantidad de funciones o métodos para operar con cadenas de caracteres. Algunos métodos disponibles en esta clase se muestran en el cuadro siguiente.

Sea **s**: objeto de tipo cadena de caracteres

Método	Resultado
<b>s.capitalize()</b>	Cadena con la primera letra mayúscula y las demás minúsculas
<b>s.center(n,c)</b>	Cadena centrada en n espacios. El relleno es un carácter opcional c
<b>s.count(t,a,b)</b>	Cantidad de ocurrencias de la subcadena t en la cadena s. Opcionalmente se puede indicar el rango de búsqueda: a,b
<b>s.find(t,a,b)</b>	Menor índice de la subcadena t en s. Se puede indicar el rango de búsqueda: a, b, si no lo encuentra retorna -1
<b>s.isalpha()</b>	Retorna True si todos los caracteres son alfabéticos
<b>s.isdigit()</b>	Retorna True si todos los caracteres son dígitos
<b>s.islower()</b>	Retorna True si todos los caracteres son minúsculas
<b>s.isupper()</b>	Retorna True si todos los caracteres son mayúsculas
<b>s.ljust(n,c)</b>	Cadena justificada a la izquierda en n espacios. El relleno es un carácter opcional c
<b>s.lower()</b>	Cadena convertida a minúsculas
<b>s.replace(t,r,n)</b>	Cadena con la subcadena t reemplazada por la subcadena r. Opcional se puede indicar la cantidad de reemplazos n
<b>s.rfind(t,a,b)</b>	Mayor índice de la subcadena t en s. Se puede indicar el rango de búsqueda: a,b. Si no lo encuentra retorna -1
<b>s.rjust(n,c)</b>	Cadena justificada a la derecha en n espacios. El relleno es un carácter opcional c
<b>s.split(c)</b>	Entrega una lista cuyos componentes son las palabras de s separadas con un carácter c
<b>s.lstrip()</b>	Cadena con espacios a la izquierda eliminados. Se puede especificar el carácter a eliminarse si no son los espacios.
<b>s.rstrip()</b>	Cadena con espacios a la derecha eliminados. Se puede especificar el carácter a eliminarse si no son los espacios.
<b>s.strip()</b>	Cadena con los espacios a la derecha e izquierda eliminados. Se puede especificar el carácter a eliminarse.
<b>s.upper()</b>	Cadena convertida a mayúsculas
<b>s.startswith(t,a,b)</b>	Resultado verdadero si <b>s</b> comienza con la subcadena <b>t</b> . Opcionalmente se puede indicar el rango de búsqueda: a,b
<b>s.endswith(t,a,b)</b>	Resultado verdadero si <b>s</b> termina con la subcadena <b>t</b>
<b>s.join(t)</b>	Entrega una cadena concatenada de cadenas incluidas en <b>t</b> : cadena, lista, tupla, conjunto, separadas por la cadena <b>s</b>

Funciones y operadores adicionales

<b>len(s)</b>	Función para determinar la cantidad de caracteres en la cadena <b>s</b>
<b>+</b>	Operador de concatenación de cadenas
<b>in, not in</b>	Operadores de inclusión o pertenencia
<b>str</b>	Convierte un objeto a cadena de caracteres

### Funciones especiales para cadenas

<code>&gt;&gt;&gt; s='esta es una prueba'</code> <code>&gt;&gt;&gt; s.count('e')</code> <code>3</code>	Conteo de coincidencias del carácter 'e'
<code>&gt;&gt;&gt; s.capitalize()</code> <code>'Esta es una prueba'</code>	Cambia a mayúscula el carácter inicial (la cadena original no es modificada)
<code>&gt;&gt;&gt; s.find('ta')</code> <code>2</code>	Búsqueda del índice de una coincidencia
<code>&gt;&gt;&gt; s.replace('e','E')</code> <code>'Esta Es una pruEba'</code>	Reemplazo de subcadenas en una cadena (la cadena original no es modificada)
<code>&gt;&gt;&gt; s.upper()</code> <code>'ESTA ES UNA PRUEBA'</code>	Cambiar a mayúsculas (la cadena original no es modificada)
<code>&gt;&gt;&gt; m='programa'</code> <code>&gt;&gt;&gt; s=m.replace('a','')</code>	Eliminar todas las ocurrencias de la letra 'a'
<code>&gt;&gt;&gt; s</code> <code>'progrm'</code>	
<code>&gt;&gt;&gt; s=m.replace('a','',1)</code> <code>&gt;&gt;&gt; s</code> <code>'progrma'</code>	Eliminar la primera ocurrencia de la letra 'a' (la cadena original no es modificada)
<code>&gt;&gt;&gt; s=m[:4]+m[5:]</code> <code>&gt;&gt;&gt; s</code> <code>'progama'</code>	Eliminar el carácter en la celda 4
<code>&gt;&gt;&gt; s=m[1:]</code> <code>&gt;&gt;&gt; s</code> <code>'rograma'</code>	Eliminar el primer carácter
<code>&gt;&gt;&gt; s=m[: -1]</code> <code>&gt;&gt;&gt; s</code> <code>'program'</code>	Eliminar el último carácter
<code>&gt;&gt;&gt; m='esta es una prueba'</code> <code>&gt;&gt;&gt; s=m.replace(' ','')</code> <code>&gt;&gt;&gt; s</code> <code>'estaesunaprueba'</code>	Eliminar los espacios en blanco de la cadena Los espacios ' ' son reemplazados por un carácter nulo ''
<code>&gt;&gt;&gt; s='     abc'</code> <code>&gt;&gt;&gt; t=s.lstrip()</code> <code>&gt;&gt;&gt; t</code> <code>'abc'</code>	Elimina espacios a la izquierda
<code>&gt;&gt;&gt; s='     abc     '</code> <code>&gt;&gt;&gt; t=s.strip()</code>	Elimina espacios en ambos lados



```

>>> t
'abc'
>>> s='abc'
>>> t=s.rjust(10)
>>> t
'          abc'

>>> m='python'
>>> m.rstrip('\n')
'pytho'
>>> m.rstrip('hon')
'pyt'

>>> s='maría,juan,anita,luis'
>>> t=s.split(',')
>>> t
['maría', 'juan', 'anita', 'luis']

>>> u='www.espol.edu.ec'
>>> s=u.split('.')
>>> s
['www', 'espol', 'edu', 'ec']

>>> s='programa'
>>> '-'.join(s)
'p-r-o-g-r-a-m-a'

>>> t=['esta','es','una','prueba']
>>> u='###'.join(t)
>>> u
'esta##es##una##prueba'

>>> t=['esta','es','una','prueba']
>>> f=' '.join(t)
>>> f
'esta es una prueba'

>>> t=f.split(' ')
>>> t
['esta', 'es', 'una', 'prueba']

>>> u='www.espol.edu.ec'
>>> u.endswith('ec')
True

>>> u.startswith('www')
True

```

Ajusta la cadena a la derecha en 10 columnas

Elimina subcadena a la derecha

Convierte una cadena en una lista

Inserta separadores entre caracteres

Inserta separadores entre cadenas de una lista

Se puede usar para convertir una lista de cadenas en una frase  
Es la operación opuesta a `f.split(' ')`

Detecta subcadena al final

Detecta subcadena al inicio

```

>>> len(s)                                Longitud de la cadena
18
s='programa'
>>> 'gra' in s                             Operador de pertenencia
True
>>> s=s+' Python'                         Concatenación de cadenas
>>> s
'programa Python'
>>> s='programa'
>>> c=ord(s[0])                           Representación en código ASCII de un carácter
>>> c
112
>>> t=chr(112)                            Representación de un código ASCII como carácter
>>> t
'p'

>>> x=675
>>> str(x)                                Conversión de un entero a cadena
'675'

>>> x=[34,56,79]
>>> str(x)
'[34, 56, 79]'

>>> s='programa'
>>> list(s)                               Construcción de una lista desde una cadena
['p', 'r', 'o', 'g', 'r', 'a', 'm', 'a']

>>> x='abc'
>>> y='abde'
>>> r=x<y
>>> r
True

```

Uso de operadores relacionales  
La comparación es carácter con carácter en el orden alfabético

Observación: el resultado de `x[:-1]` no es igual a `x.rstrip()`

Los resultados son iguales si el carácter final es la marca de fin de línea `'\n'`

```

>>> x=['lunes','martes','miércoles']
>>> x[-1]
'miércoles'
>>> x[-1][-1]
's'
>>> x[-1][:-1]
'miércole'
>>> x[-1].rstrip()
'miércoles'

```

Elimina un carácter a la derecha  
No elimina caracteres a la derecha

```

>>> x=['lunes','martes','miércoles ']
>>> x[-1][: -1]           Elimina un espacio a la derecha
'miércoles '
>>> x[-1].rstrip()        Elimina todos los espacio a la derecha
'miércoles'

>>> x=['lunes','martes','miércoles\n']
>>> x[-1]
'miércoles\n'
>>> x[-1][ -1]
'\n'
>>> x[-1][: -1]           Elimina el carácter '\n' a la derecha
'miércoles'
>>> x[-1].rstrip()        Elimina el carácter '\n' a la derecha
'miércoles'

```

También se puede eliminar el carácter '\n' a la derecha reemplazándolo por un carácter nulo:

```

>>> x=['lunes','martes','miércoles\n']
>>> x[-1].replace('\n','')
'miércoles'

```

Las funciones se pueden aplicar a una cadena ingresada desde un dispositivo

```

>>> x=input('Ingrese dato: ').capitalize()
Ingrese dato: carmen
>>> x
'Carmen'
>>> s=input('Ingrese dato: ').isalpha()
Ingrese dato: abcd
>>> s
True

```

### 7.3.1 Resolución de problemas con cadenas de caracteres

**Ejemplo.** Escribir un programa que lea una cadena y la muestre con los caracteres ubicados en orden inverso

#### Instrumentación

Los caracteres de la cadena ingresada son colocados en otra cadena, inicialmente vacía, agregándolos de derecha a izquierda

```
#Invertir una frase
s=input('Ingrese una frase: ')
t=''
for c in s:
    t=c+t
print(t)
```

Prueba del programa

```
>>>
```

```
Ingrese una frase: Esta es una prueba
abeurp anu se atsE
```

**Ejemplo.** Reescribir el programa de la solución del ejemplo anterior como una función

#### Instrumentación

Nombre de la función: **strinvertir**

Parámetro: **s** cadena

Resultado: **t** cadena invertida

```
def strinvertir(s):
    t=''
    for c in s:
        t=c+t
    return t
```

Prueba de la función en la ventana interactiva

```
>>> from strinvertir import strinvertir
>>> x='Esta es una prueba'
>>> y=strinvertir(x)
>>> y
'abeurp anu se atsE'
```

Método directo para invertir un cadena de caracteres usando “slicing”

```
>>> x='Esta es una prueba'
>>> x[::-1]
'abeurp anu se atsE'
```

**Ejemplo.** En la ventana interactiva resuelva el siguiente problema: Dada una frase, determine si es un **palíndromo**.

Un **palíndromo** es una frase que se puede leer igual de izquierda a derecha o de derecha a izquierda. Los espacios en blanco ni las tildes cuentan para esta definición, tampoco importa si son mayúsculas o minúsculas

#### Solución en la ventana interactiva

```
>>> s='Anita lava la tina'
>>> s=s.upper()
>>> s
'ANITA LAVA LA TINA'
```

Frase original  
Cambiar a mayúsculas

```
>>> s=s.replace(' ','')
>>> s
'ANITALAVALATINA'
```

Eliminar espacios

```
>>> t=s[::-1]
>>> t
'ANITALAVALATINA'
```

Invertir la frase

```
>>> s==t
True
```

Comparar ambas frases  
Se verifica que es un palíndromo

**Ejemplo.** Leer una frase y mostrarla encriptada intercambiando parejas consecutivas de caracteres

```
def strcripto(s):
    r=''
    n=len(s)
    for i in range(0,n-1,2):
        a=s[i]
        b=s[i+1]
        r=r+b+a
    if n%2!=0:
        r=r+s[n-1]
    return r
```

Prueba de la función

```
>>> from strcripto import strcripto
>>> s='programas'
>>> r=strcripto(s)
>>> r
'rpgoarams'
>>> t=strcripto(r)
>>> t
'programas'
```

Mensaje encriptado  
La misma función restaura el mensaje original  
ingresando el mensaje encriptado

**Ejemplo.** Lea nombres que pueden tener diferente longitud y forme una lista con ellos. Muestre por cada nombre, la cantidad de veces que contiene la letra 'a'

```
#Manejo de una lista de cadenas de caracteres
n=int(input('Cantidad de nombres: '))
s=[]
for i in range(n):
    x=input('Ingrese nombre: ')
    s=s+[x]
for x in s:
    c=x.count('a')
    print(x,c)
```

```
>>>
Cantidad de nombre: 3
Ingrese nombre: doris
Ingrese nombre: anita
Ingrese nombre: carmen
doris 0
anita 2
carmen 1
```

**Ejemplo.** Lea una lista de nombres. Forme otra lista con los nombres sin el carácter 'a'

```
#Manejo de una lista de cadenas de caracteres
n=int(input('Cantidad de nombres: '))
s=[]
for i in range(n):
    x=input('Ingrese nombre: ')
    s=s+[x]
t=[]
for e in s:
    if 'a' not in e:
        t=t+[e]
print(t)
```

>>>

```
Cantidad de nombres: 4
Ingrese nombre: doris
Ingrese nombre: anita
Ingrese nombre: carmen
Ingrese nombre: roxy
['doris', 'roxy']
```

**Ejemplo.** Un “lipograma” es un texto en el cual no debe incluirse a propósito cierta letra del alfabeto.

Escribir una función con el nombre `lipovocal(frase)` que reciba una línea de texto y retorne como respuesta la única vocal que no ha sido utilizada, o un carácter nulo en otros casos.

### Instrumentación

Nombre de la función: **lipovocal**

Parámetro: cadena de texto

Resultado: vocal o un carácter nulo

Mediante un ciclo se determina si existe solamente una vocal que no está incluida en el texto.

Este ejemplo muestra el poder del operador de pertenencia `in` para tomar valores de una lista en un ciclo `for` y como condicional en una decisión `if`.

## Función

```
def lipovocal(frase):  
    c=0  
    for vocal in ['a','e','i','o','u']:  
        if vocal not in frase:  
            c=c+1  
            v=vocal  
    if c==1:  
        return v  
    else:  
        return ' '
```

## Prueba

```
>>> from lipovocal import*  
>>> frase='esta frase es una prueba'  
>>> v=lipovocal(frase)  
>>> v  
, ,  
>>> frase='esta frase es otra prueba'  
>>> v=lipovocal(frase)  
>>> v  
'i'  
>>>
```



**Ejemplo.** Escribir una función de utilidad que reciba una cadena conteniendo números separados por comas y los convierta en una lista numérica.

### Instrumentación

Nombre de la función: **convnum**

Parámetro: **c** cadena

Resultado: **x** lista numérica

Python no facilita el ingreso directo de una lista numérica pero provee suficientes definiciones para instrumentar una función que permita resolver este problema.

El dato ingresado es una **cadena de caracteres** con números separados por comas. La función **split** la transforma a una lista de cadenas de caracteres, en la cual cada elemento es una subcadena conteniendo cada número.

Mediante un ciclo se convierte cada elemento a tipo entero con el tipo **int** (puede ser tipo real escribiendo **float** en lugar de **int**) y se crea la lista numérica para entregar.

### Función

```
#Convertir lista de números de literal a numérico
def convnum(c):
    numc=c.split(',')
    x=[]
    for e in numc:
        x=x+[int(e)]
    return x
```

### Programa de prueba de la función convnum

```
#Programa de prueba de convnum
from convnum import convnum
c=input('Ingrese la lista de números: ')
x=convnum(c)
s=sum(x)
print('Suma de los datos: ',s)
```

Prueba del programa

```
>>>
Ingrese la lista de números: 23,456,7,4375
Suma de los datos: 4861
>>>
```

**NOTA:** Los datos son una línea de texto la cual contiene números separados por comas pero son recibidos como una cadena de caracteres. Esta función es de utilidad para ingreso de datos de prueba a programas escritos como una lista de números.

**Ejemplo.** Escribir una función de utilidad que reciba una lista numérica y entregue una cadena de caracteres cuyos elementos son subcadenas conteniendo los números separados por comas

### Instrumentación

Nombre de la función: **convstr**  
 Parámetro: **v** lista numérica  
 Resultado: **s** cadena

Esta función es inversa a la función **convnum** desarrollada en la sección anterior.

Mediante un ciclo se convierte cada elemento numérico a su representación como cadena con el tipo **str**. Se insertan comas intermedias para separar las subcadenas.

### Función

```
#Conversión de una lista numérica a una cadena
def convstr(v):
    s=''
    for x in v:
        s=s+str(x)+','
    return s[:-1]      #Elimina la coma al final
```

Prueba de las funciones convnum y convstr en la ventana interactiva

```
>>> from convnum import convnum
>>> c='23,37,56,48'
>>> v=convnum(c)
>>> v
[23, 37, 56, 48]

>>> from convstr import convstr
>>> v=[23, 37, 56, 48]
>>> x=convstr(v)
>>> x
'23,37,56,48'
```

**NOTA.** Estas funciones pueden tener utilidad para almacenar y recuperar listas numéricas que se almacenan como una línea de texto en un archivo en disco.

### 7.3.2 Ejercicios de programación con cadenas de caracteres

1. Escriba un programa que realice lo siguiente

- a) Lea una frase.
- b) Cuente y muestre cuantas vocales tiene la frase
- c) Lea una palabra, cuente y muestre cuantas veces la frase contiene a la palabra
- d) Elimine todas las vocales que contiene la frase. Muestre la frase final

2. Escriba un programa que lea una dirección de correo electrónico con formato: **usuario@dominio.tipo** y muestre el código del usuario si el tipo del dominio es 'com'

3. Escriba un programa que lea una frase y enmáscara la sustituyendo las vocales con símbolos: 'a' sustituya con '\*', 'e' con '-', 'i' con '?', 'o' con '&', 'u' con '#'. Escriba otro programa que haga la sustitución inversa y restaure la frase original.

4. Una cadena ADN es una línea de texto conteniendo una lista de los caracteres A, C, G, T en cualquier secuencia. Ejemplo. CCGAATCGTA

Se considera que cada par de caracteres consecutivos está ordenado si el carácter a la izquierda es alfabéticamente menor o igual que el carácter a la derecha.

Escriba un programa que reciba una cadena ADN y muestre cuantos pares de la cadena están ordenados. Verifique que la cadena tenga caracteres válidos, caso contrario, muestre un mensaje.

5. Rescriba un programa que reciba una palabra y desordene las letras en forma aleatoria. Ejemplo: Recibe 'martes', entrega 'remsta' (un ejemplo)

Sugerencia: Para cada letra, seleccione aleatoriamente otra letra de la palabra con la que intercambiarán posiciones, pero elimínela de la palabra para que no sea elegida otra vez.

6. Escriba un programa para jugar el juego del ahorcado entre una persona y el computador. Primero almacene una lista de palabras en un vector. Luego el computador selecciona una palabra aleatoriamente pero no la muestra. La persona trata en intentos sucesivos adivinar la palabra ingresando una letra en cada intento. El computador muestra las letras que coinciden con la palabra seleccionada, pero en cada fallo, muestra un mensaje que acerca a la persona a ser ahorcado.

7. Un paso importante en la decodificación de mensajes encriptados es encontrar algunas letras utilizadas. Para ello se debe determinar la frecuencia de los símbolos usados y asociarlos a las letras del alfabeto. Por ejemplo, en el español la letra de mayor frecuencia es la letra e. Escriba un programa que lea un mensaje y determine la frecuencia de cada símbolo utilizado.

8. Escriba una función **codificar(x,k)** que reciba una cadena **x** y una constante **k** y entregue otra cadena con los caracteres desplazados **k** posiciones en el alfabeto. **k** puede ser positivo para codificar o negativo para decodificar. Al exceder el final o el inicio del alfabeto, el desplazamiento debe continuar en el otro extremo.

9. Escriba una **función recursiva** que permita invertir una cadena de caracteres.

10. En una expresión aritmética en notación INFIX se escriben los **operandos** (números) separados por un **operador** aritmético conocido (+, −, \*, /).

En una expresión aritmética en notación POSTFIX, primero se escriben los operandos y luego el operador, como se muestra en los ejemplos.

INFIX	POSTFIX
2 + 3	2 3 +
9 − 6	9 6 −
5 * 4	5 4 *
8 / 7	8 7 /

Suponga que los operandos aritméticos son números de una sola cifra.

- Escriba la función **infix** que reciba una cadena de 3 caracteres y verifique que está bien escrita en notación infix. La función devuelve 1 si es una cadena con la expresión infix válida y 0 si no lo es.
- Escriba la función **postfix** que reciba una cadena de 3 caracteres, previamente validada con la función **infix** y cambie la expresión de notación INFIX a POSTFIX.
- Escriba un programa de prueba para verificar que las funciones producen resultados correctos.

11. Escriba una función **strsubpos(c,t)** que entregue la posición inicial de todas las ocurrencias de una subcadena **t** en una cadena de caracteres **c**, como se muestra en el ejemplo:

```
>>> from strsubpos import strsubpos
>>> c='Cada proyecto tiene programas y compromisos'
>>> t='pro'
>>> v=strsubpos(c,t)
>>> v
[6, 21, 36]
```

12. Escriba un programa que lea una lista de palabras y encuentre los anagramas existentes en la lista. Dos palabras son anagramas si contienen las mismas letras aunque estén en orden diferente. Ejemplo. 'roma' y 'mora'

13. El siguiente dibujo muestra de manera divertida la pronunciación de cada letra del alfabeto en lenguaje japonés



**Ejemplo.** El nombre **JUAN PEREZ** se pronunciaría **zudokato nokushikura**

a) Escriba un programa que lea una frase en lenguaje español y muestre una línea de texto con la pronunciación de cada letra en el lenguaje japonés. Use los códigos del cuadro adjunto y el ejemplo anterior como referencia.

b) Escriba un programa que lea una línea de texto con la pronunciación en el lenguaje japonés y muestre la frase equivalentenete en español.

**14.** Una palabra monovocálica contiene al menos dos veces la misma vocal repetida. Ejemplos. Presente, campana, comodoro

a) Escriba una función **monovocal** que retorne un valor lógico que indique si una palabra es o no monovocálica.

b) Escriba un programa que lea una frase con palabras separadas con un espacio en blanco y determine cuantas palabras monovocálicas contiene.

Nota. Use la función **split** de la librería Python para convertir la frase en una lista de cadenas de texto:

```
f=input('Ingrese una frase: ')
s=f.split(' ')
n=len(s)
```

**15.** Escriba un programa que lea una frase con palabras separadas por un espacio en blanco. Muestre la cantidad de vocales que contiene cada palabra

**16.** Una palabra polivocálica contiene las cinco vocales sin repetir. Ejemplos. Republicano, murciélago, rumiadores.

a) Escriba una función **polivocal** que retorne un valor lógico que indique si una palabra es o no polivocálica.

b) Escriba un programa que lea una frase con palabras separadas con un espacio en blanco y determine cuantas palabras polivocálicas contiene.

**17.** El siguiente es el número  $\pi$  con 200 dígitos:

**$\pi=3.141592653589793238462643383279502884197169399375105820974944$   
**592307816406286208998628034825342117067982148086513282306647093**  
**844609550582231725359408128481117450284102701938521105559644622**  
**948954930382****

Escriba un programa que lea este dato y determine la cantidad de veces que aparece cada uno de los dígitos decimales. Use un vector para almacenar los conteos de los dígitos.

Sugerencia: Lea el dato como una cadena de texto pero sin incluir el punto decimal. Use la función **list** para convertir la cadena a una lista y el tipo **int** para convertir cada carácter a numérico

**18.** Para instrumentar un traductor elemental de lenguaje se leen dos listas de palabras. La primera lista contiene n palabras en el lenguaje A y la segunda contiene n palabras en el lenguaje B.

Lea una frase del lenguaje A conteniendo palabras separadas por un espacio en blanco. Muestre la misma frase traducida al lenguaje B.

## 7.4 Arreglos bidimensionales (matrices)

En la notación del lenguaje Python una matriz o arreglo de dos dimensiones es una lista cuyos elementos también son listas con igual longitud y con elementos del mismo tipo (numérico). Estos objetos, igual que los vectores (arreglos unidimensionales), son fundamentales en aplicaciones matemáticas y de ingeniería.

Existen módulos o librerías especiales para facilitar operaciones con vectores y matrices. La librería más conocida es la librería **NumPy** usada como soporte para manejo de matrices y aplicaciones en álgebra lineal, estadística y otras áreas de las matemáticas. Los ejemplos desarrollados en esta sección usan arreglos de dos dimensiones (matrices). Algunas aplicaciones pueden utilizarse con listas de dos dimensiones.

Se puede asociar una matriz a una representación de un cuadro con datos organizados en filas y columnas.

Las filas son horizontales y las columnas son verticales

**Ejemplos.** Escribir en Python la matriz

$$a = \begin{bmatrix} 23 & 45 & 63 \\ 72 & 81 & 91 \\ 56 & 64 & 37 \\ 34 & 75 & 26 \end{bmatrix}$$

Definición como una lista de dos niveles

```
>>> a=[[23,45,63],[72,81,91],[56,64,37],[34,75,26]]      Es una lista de listas
>>> print(a)
[[23, 45, 63], [72, 81, 91], [56, 64, 37], [34, 75, 26]]
```

Definición como un arreglo de dos dimensiones (matriz) con la librería **NumPy**

```
>>> from numpy import*
>>> a=array([[23,45,63],[72,81,91],[56,64,37],[34,75,26]])      Es un arreglo
>>> a
array([[23, 45, 63],
       [72, 81, 91],
       [56, 64, 37],
       [34, 75, 26]])      Los arreglos se visualizan mejor
                           en su forma tabular

>>> print(a)
[[23 45 63]
 [72 81 91]
 [56 64 37]
 [34 75 26]]              Al mostrar con print se omite la palabra array y las comas
```

Se puede especificar el tipo del arreglo: `int`, `float`, `complex`, `bool`

```
>>> a=array([[23,45,63],[72,81,91],[56,64,37],[34,75,26]],float)
>>> print(a)
[[23. 45. 63.]
 [72. 81. 91.]
 [56. 64. 37.]
 [34. 75. 26.]]
```

Si no se especifica el tipo, el tipo es tomado del contenido

La representación gráfica de un arreglo de dos dimensiones (matriz) en **NumPy** es un cuadro de celdas en dos dimensiones con filas y columnas. Las filas son horizontales y las columnas son verticales, ambas numeradas desde 0

0	23	45	63
1	72	81	91
2	56	64	37
3	34	75	26
	0	1	2

En el ejemplo anterior, la librería **NumPy** fué cargada con la instrucción

```
>>> from numpy import*
```

Esta forma permite declarar las matrices y usar las funciones de **NumPy** de forma directa y simple como en el ejemplo:

```
>>> a=array([[23,45,63],[72,81,91],[56,64,37],[34,75,26]])
```

Un inconveniente con esta notación es que en algunos casos entra en conflicto con otras funciones con el mismo nombre de la librería estándar de Python o de otras librerías. Por ejemplo si se desea el máximo valor de la matriz y se escribe:

```
>>> max(a)
ValueError
```

Se produce un error pues la función **max** es asociada a la librería estándar para listas pero no es aplicable al formato de arreglos bidimensionales.

Debido a esto, se prefiere cargar las librerías asignándolas una identificación propia, Esta identificación deberá entonces asociarse al uso de los recursos de la librería. En el caso de la librería **NumPy**, la costumbre es referirse a ella con la siguiente declaración:

```
>>> import numpy as np
```

Ahora, todas las definiciones y funciones deben escribirse con la notación **np**.

```
>>> a=np.array([[23,45,63],[72,81,91],[56,64,37],[34,75,26]])
```

```
>>> np.max(a)
91
```

Este formato para usar la librería NumPy será usado en todos los ejemplos siguientes

### Indices y “slicing” para matrices

Para referirse a los componentes de un arreglo se requieren dos índices y se puede usar la notación de índices separados entre corchetes, como en las listas bidimensionales:

**Nombre del arreglo[índice de fila][índice de columna]**

Es preferible usar la notación matemática común de índices separados por comas:

**Nombre del arreglo[índice de fila, índice de columna]**

Esta segunda forma de índices no es factible para listas de dos o más niveles

### Ejemplos.

```
>>> a=np.array([[23,45,63],[72,81,91],[56,64,37],[34,75,26]])
>>> print(a)
[[23 45 63]
 [72 81 91]
 [56 64 37]
 [34 75 26]]
```

```
>>> print(a[1,2])
91
```

Elemento en la fila 1, columna 2

Se pueden manejar filas, columnas o componentes individuales del arreglo. El uso de “slicing” (rebanar) para los índices permite referirse con eficiencia a porciones del arreglo.

```
>>> a[1,:]
array([72, 81, 91])
```

Fila 1, todas las columnas

```
>>> print(a[1,:])
[72 81 91]
```

Para omitir la palabra “array”

```
>>> print(a[:,1:2])
[[45]
 [81]
 [64]
 [75]]
```

Columna 1, todas las filas

```
>>> print(a[:,1:])
[[45 63]
 [81 91]
 [64 37]
 [75 26]]
```

Todas las filas de la col. 1 hasta el final



```

>>> print(a[2:,1:])          Submatriz inferior derecha
[[64 37]
 [75 26]]

>>> print(a[:,2:])          Filas pares, todas las columnas
[[23 45 63]
 [56 64 37]]
>>> print(a[1::2,:])        Filas impares, todas las columnas
[[72 81 91]
 [34 75 26]]

>>> v=np.array([[3],[6],[7],[2],[8]])    Creación de un vector columna
>>> print(v)
[[3],
 [6],
 [7],
 [2],
 [8]]

```

### Ejemplos de creación de matrices con especificación del tipo

```

>>> a=np.array([[4,2,5],[2,8,4],[6,9,5]],dtype=float)
>>> print(a)
[[ 4.,  2.,  5.],
 [ 2.,  8.,  4.],
 [ 6.,  9.,  5.]]

>>> a=np.array([[4,2,5],[2,8,4],[6,9,5]],dtype=int)
>>> print(a)
[[4, 2, 5],
 [2, 8, 4],
 [6, 9, 5]]

>>> a=np.array([[4,2,5],[2,8,4],[6,9,5]],dtype=complex)
>>> print(a)
[[ 4.+0.j,  2.+0.j,  5.+0.j],
 [ 2.+0.j,  8.+0.j,  4.+0.j],
 [ 6.+0.j,  9.+0.j,  5.+0.j]]

>>> a=np.array([[0,2,0],[-3,0,4],[0,0,3]],dtype=bool)
>>> print(a)
[[False,  True, False],
 [ True, False,  True],
 [False, False,  True]]

```

**NOTA:** Se puede omitir la especificación `"dtype="` y escribir solamente el tipo. Además, si no se indica el tipo, el tipo es tomado del contenido.

### Observaciones en el uso de “slicing” con arreglos bidimensionales

```
>>> import numpy as np
>>> a=np.array([[2,3,4,5],[8,3,2,1],[9,2,4,8]])
>>> print(a)
[[2 3 4 5]
 [8 3 2 1]
 [9 2 4 8]]
>>> print(a[:,2])           Con esta notación, el orden de los índices es confusa:
[9 2 4 8]                  Produce todas las columnas de la fila 2

>>> print(a[2][:])         Con esta notación, el orden de los índices es confusa:
[9 2 4 8]                  También produce todas las columnas de la fila 2

>>> print(a[:,2])          Esta notación produce todas las filas de la columna 2
[4 2 4]

>>> print(a[2,:])          Esta notación produce todas las columnas de la fila 2
[9 2 4 8]
```

Las formas especiales de los índices permiten asignar porciones de las matrices

```
>>> a=np.array([[2,3,4,5],[8,3,2,1],[9,2,4,8]])
>>> a
array([[2, 3, 4, 5],
       [8, 3, 2, 1],
       [9, 2, 4, 8]])

>>> a[1,:]=5
>>> a
array([[2, 3, 4, 5],
       [5, 5, 5, 5],
       [9, 2, 4, 8]])

>>> a[:,1]=7
>>> a
array([[2, 7, 4, 5],
       [5, 7, 5, 5],
       [9, 7, 4, 8]])

>>> a[1:,2:]=0
>>> a
array([[2, 7, 4, 5],
       [5, 7, 0, 0],
       [9, 7, 0, 0]])

>>> a[1,:]=[1,2,3,4]
>>> a
array([[2, 7, 4, 5],
       [1, 2, 3, 4],
       [9, 7, 0, 0]])
```

## Medición y reconfiguración de arreglos

```
>>> import numpy as np
>>> a=np.array([[4,2,5],[2,8,4],[6,9,5]])
>>> print(a)
[[4 2 5]
 [2 8 4]
 [6 9 5]]

>>> np.ndim(a)
2
Cantidad de dimensiones del arreglo

>>> np.size(a)
9
Cantidad total de elementos del arreglo

>>> [n,m]=np.shape(a)
>>> n
3
Cantidad de filas y columnas del arreglo
Número de filas

>>> m
3
Número de columnas

>>> a.ndim
2
Notación reducida

>>> a.size
9
Notación reducida

>>> [n,m]=a.shape
Notación reducida

>>> x=np.arange(12).reshape(3,4)
>>> print(x)
[[ 0  1  2  3]
 [ 4  5  6  7]
 [ 8  9 10 11]]
Arreglo unidimensional con enteros
reconfigurado a una matriz compatible

>>> a=np.array([4,7,8,3,5,9,2,4,6])
>>> b=a.reshape(3,3)
>>> print(b)
[[4 7 8]
 [3 5 9]
 [2 4 6]]
Arreglo unidimensional
Convertir a un arreglo de 2 dimensiones
La reconfiguración debe ser compatible
en las dimensiones

>>> c=b.reshape(9,1)
>>> c
array([[4, 7, 8, 3, 5, 9, 2, 4, 6]]) [7]
Convertir a un arreglo de 1 fila

>>> d=c.reshape(3,-1)
>>> d
array([[4, 7, 8],
       [3, 5, 9],
       [2, 4, 6]])
Si un valor es negativo, la reconfiguración
se basa en la otra dimensión especificada
```

```
>>> x=b.tolist()
>>> print(x)
[[4, 7, 8], [3, 5, 9], [2, 4, 6]]
```

Un arreglo se puede convertir a lista

```
>>> v=[[5,4],[7,3]]
>>> v
[[5,4],[7,3]]
>>> u=np.array(v)
>>> u
array([[5, 4],
       [7, 3]])
```

Una lista se puede convertir a arreglo  
pero debe tener estructura rectangular

Operador de pertenencia en arreglos bidimensionales

```
>>> import numpy as np
>>> a=np.array([[4,2,5],[2,8,4],[6,9,5]])
>>> 8 in a
True
>>> 7 in a
False
>>> 8 not in a
False
```

### Construcción declarativa de listas numéricas (matrices)

Las listas numéricas pueden construirse mediante declaraciones implícitas en la ventana interactiva o dentro de programas

```
>>> import numpy as np
>>> b=np.array(range(9))
>>> b
array([0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8])
```

Un arreglo se puede generar con un rango

```
>>> c=np.array([[i,2*i] for i in range(5)])
>>> c
array([[0, 0],
       [1, 2],
       [2, 4],
       [3, 6],
       [4, 8]])
```

Filas de dos componentes

```
>>> c=np.array([[3 for j in range(5)]for i in range(4)])
>>> print(c)
[[3 3 3 3 3]
 [3 3 3 3 3]
 [3 3 3 3 3]
 [3 3 3 3 3]]
```

Matriz de 4 filas y 4 columnas.  
con el valor 3

### Generación de arreglos de números aleatorios con la función choice

```
>>> import numpy as np
>>> c=np.random.choice(range(0,10),[4,5])
>>> c
array([[6, 6, 1, 8, 1],
       [7, 9, 3, 2, 2],
       [2, 0, 1, 6, 0],
       [6, 0, 9, 1, 2]])
```

Una matriz de 4 filas y 5 columnas con números aleatorios de una cifra  
Range no incluye el valor final

Una función para replicar una matriz: **tile**

```
>>> a=np.array([[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9]])
>>> a
array([[1, 2, 3],
       [4, 5, 6],
       [7, 8, 9]])
>>> u=np.tile(a,2)
>>> u
array([[1, 2, 3, 1, 2, 3],
       [4, 5, 6, 4, 5, 6],
       [7, 8, 9, 7, 8, 9]])
```

### Operaciones con arreglos bidimensionales y con matrices

```
>>> u=[[2,3],[4,5]]
>>> v=[[5,2],[1,4]]
>>> u+v
[[2, 3], [4, 5], [5, 2], [1, 4]]
```

Es una lista  
Es una lista  
+ concatena listas (comparar con arreglos)  
El resultado es una **lista concatenada**

```
>>> a=np.array([[2,3],[4,5]])
>>> b=np.array([[5,2],[1,4]])
>>> a+b
array([[7, 5],
       [5, 9]])
```

Arreglo (matriz)  
Arreglo (matriz)  
Suma de matrices (deben ser compatibles)  
El resultado es un **arreglo (matriz)**

```
>>> a-b
array([[ -3,  1],
       [ 3,  1]])
```

Resta de matrices

```
>>> a*b
array([[10,  6],
       [ 4, 20]])
```

Multiplicación (elemento con elemento)

```
>>> np.dot(a,b)
array([[13, 16],
       [25, 28]])
```

Multiplicación de matrices

```
>>> a.dot(b)
array([[13, 16],
       [25, 28]])
```

Notación reducida

### Algunas funciones matemáticas utilizables con matrices

Algunas de ellas se pueden usar con cualquier tipo de datos iterable

```
>>> import numpy as np
>>> a=np.array([[4,2,5],[2,8,4],[6,9,5]])      Matriz de enteros
>>> a
array([[4, 2, 5],
       [2, 8, 4],
       [6, 9, 5]])

>>> np.sum(a)                                  Suma todos los elementos de la matriz
45

>>> sum(a)                                     Sum de la librería estándar, suma columnas
array([12, 19, 14])

>>> np.prod(a)                                Producto de todos los elementos
691200

>>> np.mean(a)                                Media aritmética de todos los elementos
5.0

>>> np.average(a)                             Media aritmética de todos los elementos
5.0

>>> np.max(a)                                 El mayor valor del arreglo a
9

>>> np.min(a)                                 El menor valor del arreglo a
2

>>> np.argmax(a)                              Indice del mayor valor conteo por filas
7

>>> np.argmin(a)                              Indice del menor valor conteo por filas
1

>>> np.std(a)                                 Desviación estándar
2.2607766610417559

>>> np.median(a)                             Mediana
5.0

>>> b=np.sort(a)                              Ordenamiento por filas
>>> b
array([[2, 4, 5],
       [2, 4, 8],
       [5, 6, 9]])
```

```
>>> np.cumsum(a)                               Suma acumulada
array([ 4,  6, 11, 13, 21, 25, 31, 40, 45], dtype=int32)
```

### Matrices especiales

```
>>> import numpy as np
>>> a=np.array([[4,2,5],[2,8,4],[6,9,5]])      Matriz de enteros
>>> a
array([[4, 2, 5],
       [2, 8, 4],
       [6, 9, 5]])
```

```
>>> np.trace(a)                                Traza (suma de la diagonal)
17
```

```
>>> np.transpose(a)                           Matriz transpuesta
array([[4, 2, 6],
       [2, 8, 9],
       [5, 4, 5]])
```

```
>>> a.T                                         Notación reducida para la transpuesta
array([[4, 2, 6],
       [2, 8, 9],
       [5, 4, 5]])
```

```
>>> np.tril(a)                                Matriz triangular inferior
array([[4, 0, 0],
       [2, 8, 0],
       [6, 9, 5]])
```

```
>>> np.triu(a)                                Matriz triangular superior
array([[4, 2, 5],
       [0, 8, 4],
       [0, 0, 5]])
```

La sublibrería **Linalg** de **NumPy** contiene funciones matemáticas especiales

```
>>> import numpy as np
>>> np.linalg.det(a)                           Determinante
-105.99999999999997
```

```
>>> np.linalg.inv(a)                           Matriz inversa
array([[ -0.03773585, -0.33018868,  0.30188679],
       [ -0.13207547,  0.09433962,  0.05660377],
       [  0.28301887,  0.22641509, -0.26415094]])
```

## Funciones para llenar matrices

```
>>> import numpy as np
>>> a=np.array([[4,2,5],[2,8,4],[6,9,5]])
>>> a.fill(5)
>>> print(a)
```

Un arreglo se puede susutituir con algún valor

```
[[5 5 5]
 [5 5 5]
 [5 5 5]]
```

```
>>> a[:]=9
>>> print(a)
```

Forma abreviada para llenar la matriz

```
[[9 9 9]
 [9 9 9]
 [9 9 9]]
```

```
>>> a[1:,:2]=5
>>> print(a)
```

Se puede usar slicing para rellenar porciones de una matriz

```
[[9 9 9]
 [5 5 9]
 [5 5 9]]
```

```
>>> a=np.full([3,2],7,dtype=int)
>>> print(a)
```

Se puede crear y rellenar con la función **full**

```
[[7 7]
 [7 7]
 [7 7]]
```

```
>>> a=np.zeros([2,4],int)
>>> a
```

Llenar una matriz con ceros, tipo entero

```
array([[0, 0, 0, 0],
       [0, 0, 0, 0]])
```

```
>>> a=np.zeros([3,4],float)
>>> a
```

Llenar una matriz con ceros, tipo real

```
array([[ 0.,  0.,  0.,  0.],
       [ 0.,  0.,  0.,  0.],
       [ 0.,  0.,  0.,  0.]])
```

```
>>> c=np.zeros([2,3],dtype=complex)
>>> c
```

Matriz inicial con ceros complejos

```
array([[ 0.+0.j,  0.+0.j,  0.+0.j],
       [ 0.+0.j,  0.+0.j,  0.+0.j]])
```

```
>>> a=np.ones([3,4],int)
>>> a
```

Matriz inicial con unos, enteros

```
array([[1, 1, 1, 1],
       [1, 1, 1, 1],
       [1, 1, 1, 1]])
```



```
>>> np.identity(5)
array([[ 1.,  0.,  0.,  0.,  0.],
       [ 0.,  1.,  0.,  0.,  0.],
       [ 0.,  0.,  1.,  0.,  0.],
       [ 0.,  0.,  0.,  1.,  0.],
       [ 0.,  0.,  0.,  0.,  1.]])
```

Matriz identidad

```
>>> np.identity(5,dtype=int)
array([[1, 0, 0, 0, 0],
       [0, 1, 0, 0, 0],
       [0, 0, 1, 0, 0],
       [0, 0, 0, 1, 0],
       [0, 0, 0, 0, 1]])
```

Matriz identidad con enteros

```
>>> np.eye(5,dtype=int)
array([[1, 0, 0, 0, 0],
       [0, 1, 0, 0, 0],
       [0, 0, 1, 0, 0],
       [0, 0, 0, 1, 0],
       [0, 0, 0, 0, 1]])
```

El mismo resultado se obtiene con la función: **eye**

### Declaración de arreglos vacíos con dimensiones y tipo especificado

La función **empty** entrega un arreglo con las dimensiones y tipo especificados, pero sin inicializar el contenido. La ventaja de **empty** es que la asignación de memoria al arreglo es más rápida.

```
>>> import numpy as np
>>> c=np.empty([4,3],int)
```

Crea un arreglo de 4 filas y 3 cols. de tipo **int**  
No están definidos los valores iniciales

La declaración:

```
>>> np.array([],int)
```

Crea un arreglo vacío, sin dimensiones, de tipo **int**

Para crear arreglos de cadenas de caracteres, el contenido inicial son cadenas vacías

```
>>> c=np.empty([3,4], str)
>>> print(c)
[[' ' ' ' ' ']]
[[' ' ' ' ']]
[[' ' ' ' ']]
>>> c[1,2]='abc'
>>> print(c)
[[' ' ' ' ']]
[[' ' ' 'a' ']]
[[' ' ' ' ']]
```

El tipo **str** solamente admite celdas para almacenar un caracter

Se descartan caracteres sobrantes

```
>>> c=np.empty([3,4], 'U5')
>>> print(c)
[[' ' ' ' ' ']]
[[' ' ' ' ' ']]
[[' ' ' ' ' ']]
>>> c[1,2]='abc'
>>> c[2,1]='prueba'
>>> print(c)
[[' ' ' ' ' ']]
[[' ' ' 'abc' ' ']]
[[' ' 'prueb' ' ' ' ']]
```

El tipo **U** (Unicode) permite declarar celdas para almacenar cadenas hasta el máximo especificado. Ej. 5

Se descartan caracteres sobrantes

**NOTA.** El tipo **Unicode (U)** es un estándar de codificación de caracteres desarrollado para facilitar el tratamiento informático de textos de múltiples lenguajes. El antecesor del Unicode es el sistema de códigos ASCII el cual incluía solamente los caracteres que se utilizaban en la lengua inglesa.

**NOTA.** Las declaraciones anteriores para crear arreglos para cadenas de caracteres también se las puede realizar usando la función **zeros**, especificando el tipo adecuado:

```
>>> import numpy as np
>>> c=np.zeros([4,3],str)
>>> c=np.zeros([4,3], 'U5')
```

**Una función para sustituir en una matriz elementos especificados mediante índices**

```
>>> import numpy as np
>>> a=np.array([[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9]])
>>> a
array([[1, 2, 3],
       [4, 5, 6],
       [7, 8, 9]])
```

```
>>> np.put(a,[4,6],[-2,-3])
>>> a
array([[ 1,  2,  3],
       [ 4, -2,  6],
       [-3,  8,  9]])
```

Índices contados en sentido de filas

### Notación especial para agrupar índices de arreglos bidimensionales

```
>>> import numpy as np
>>> a=np.array([[10,20,30],[40,50,60],[70,80,90]])
>>> print(a)
[[10 20 30]
 [40 50 60]
 [70 80 90]]

>>> a[[0,1],[1]]
array([20, 50])
```

Elementos  $a_{0,1}$  ,  $a_{1,1}$

```
>>> a[[0,1,2],[1,1,0]]
array([20, 50, 70])
```

Elementos  $a_{0,1}$  ,  $a_{1,1}$  ,  $a_{2,0}$

```
>>> a[[0,1,2],[1,1,0]]=100
>>> print(a)
[[ 10 100 30]
 [ 40 100 60]
 [100 80 90]]
```

Los elementos elegidos  
se pueden asignar

### Función para comparar matrices (o listas bidimensionales: `array_equal`)

```
>>> a=[[2,3],[4,5]]
>>> b=[[2,3],[4,5]]
>>> np.array_equal(a,b)
True
```

Si al menos un elemento no coincide  
el resultado será **False**

### Una función para determinar si un objeto es iterable (lista, arreglo, cadena, etc.)

```
>>> a=np.array([[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9]])
>>> np.iterable(a)
1
>>> x='prueba'
>>> np.iterable(x)
1
>>> s=[4,6,3,8]
>>> np.iterable(x)
1
>>> r=5
>>> np.iterable(r)
0
```

## Funciones especiales para trasladar elementos de matrices

```
>>> import numpy as np
>>> A=np.array([[1,2,3,4],[5,6,7,8],[9,10,11,12],[13,14,15,16],[17,18,19,20]])
>>> print(A)
[[ 1  2  3  4]
 [ 5  6  7  8]
 [ 9 10 11 12]
 [13 14 15 16]
 [17 18 19 20]]
```

```
>>> B=np.rot90(A)
>>> print(B)
[[ 4  8 12 16 20]
 [ 3  7 11 15 19]
 [ 2  6 10 14 18]
 [ 1  5  9 13 17]]
```

Rotación de una matriz 90° opuesto al reloj

```
>>> np.fliplr(A)
array([[ 4,  3,  2,  1],
       [ 8,  7,  6,  5],
       [12, 11, 10,  9],
       [16, 15, 14, 13],
       [20, 19, 18, 17]])
```

Rotar alrededor del eje vertical central

```
>>> np.flipud(A)
array([[17, 18, 19, 20],
       [13, 14, 15, 16],
       [ 9, 10, 11, 12],
       [ 5,  6,  7,  8],
       [ 1,  2,  3,  4]])
```

Rotar alrededor del eje horizontal central

```
>>> np.roll(A,2)
array([[19, 20,  1,  2],
       [ 3,  4,  5,  6],
       [ 7,  8,  9, 10],
       [11, 12, 13, 14],
       [15, 16, 17, 18]])
```

Rotar o girar alrededor de la misma matriz en sentido del reloj un número especificado

### Funciones con operaciones “tipo conjunto” con matrices

```
>>> a=np.array([[2,3],[5,5]])
>>> b=np.array([[5,3],[7,3]])

>>> np.union1d(a,b)                                Unión
array([2, 3, 5, 7])

>>> np.intersect1d(a,b)                             Intersección
array([3, 5])

>>> np.unique(a)                                    Eliminar elementos repetidos
array([2, 3, 5])
```

### Selección de elementos en arreglos de dos dimensiones (matrices)

Los arreglos admiten formas especiales para selección de componentes con los que se puede construir expresiones compactas para el manejo de porciones de las matrices.

```
>>> import numpy as np
>>> a=np.array([[4,5,6],[2,8,4],[2,5,9]])
>>> print(a)
[[4 5 6]
 [2 8 4]
 [2 5 9]]

>>> a>5                                              Resulta un arreglo de valores lógicos
array([[False, False,  True],
       [False,  True, False],
       [False, False,  True]], dtype=bool)

>>> np.sum(a>5)                                     Los valores lógicos se puede sumar
3

>>> np.sum(a[a>5])                                  Los valores lógicos actúan como índices
23

>>> a[a>5]=7                                         Los elementos seleccionados se
>>> a                                                pueden modificar
array([[4, 5, 7],
       [2, 7, 4],
       [2, 5, 7]])
```

### Cuantificadores lógicos con matrices

```
>>> a=np.array([[4,5,6],[2,8,4],[2,5,9]])
>>> np.any(a<2)
False
>>> np.all(a>0)
True
```

### La función where de NumPy para seleccionar elementos de matrices

```
>>> import numpy as np
>>> a=np.array([[4,5,6],[2,8,4],[2,5,9]])
>>> print(a)
[[4 5 6]
 [2 8 4]
 [2 5 9]]

>>> [f,c]=np.where(a==4)
>>> f
array([0, 1], dtype=int32)
>>> c
array([0, 2], dtype=int32)
>>> np.where(a>5)
(array([0, 1, 2], dtype=int32), array([2, 1, 2], dtype=int32))
Produce un arreglo de elementos

>>> print(a[np.where(a>5)])
[6 8 9]
Notación compacta pero legible

>>> np.sum(a[np.where(a>5)])
23
```

La función especial **where** es un dispositivo muy útil para sustituir valores de matrices: **where(condition, x, y)**. Los valores que cumplen la condición son sustituidos por x. Los otros son sustituidos por y

```
>>> a=np.array([[5,3,6],[7,1,3],[3,9,6]])
>>> print(a)
[[5 3 6]
 [7 1 3]
 [3 9 6]]

>>> b=np.where(a>4,0,9)
>>> print(b)
[[0 9 0]
 [0 9 9]
 [9 0 0]]
Los valores mayores a 4 se sustituyen por 0
los otros por 9
```

```
>>> c=np.where(a>4,'Cumple','No cumple')
>>> print(c)
[['Cumple' 'No cumple' 'Cumple']
 ['Cumple' 'No cumple' 'No cumple']
 ['No cumple' 'Cumple' 'Cumple']]
```

Localiza y asigna directamente

### Uso de la especificación axis para la dirección de recorrido de matrices

En muchas funciones de NumPy se puede especificar mediante la opción axis si el recorrido es por columnas: `axis=0`, o por filas: `axis=1`

```
>>> import numpy as np
>>> a=np.array([[4,5,6],[2,8,4],[2,5,9]])
>>> print(a)
[[4 5 6]
 [2 8 4]
 [2 5 9]]
```

```
>>> np.sum(a,axis=1)
array([15, 14, 16])
```

Suma de filas

```
>>> np.sum(a,axis=0)
array([ 8, 18, 19])
```

Suma de columnas

```
>>> np.prod(a,1)
array([120, 64, 90])
```

Producto por filas

```
>>> np.prod(a,0)
array([ 16, 200, 216])
```

Producto por columnas

```
>>> np.mean(a,axis=1)
array([ 5.          ,  4.66666667,  5.33333333])
```

Media de filas

```
>>> np.mean(a,axis=0)
array([ 2.66666667,  6.          ,  6.33333333])
```

Media de columnas

```
>>> np.average(a,axis=1)
array([ 5.          ,  4.66666667,  5.33333333])
```

Media de filas

```
>>> np.average(a,axis=0)
array([ 2.66666667,  6.          ,  6.33333333])
```

Media de columnas

```
>>> np.average(a,axis=1,weights=np.arange(1,4))
array([ 5.33333333,  5.          ,  6.5          ])
```

Media aritmética ponderada fil.

```
>>> np.average(a,axis=0,weights=[1,2,2])      Media aritmética ponderada col.
array([ 2.4,  6.2,  6.4])
```

Se puede omitir la palabra `axis`

```
>>> np.sum(a,0)                               Suma de columnas
array([ 8, 18, 19])
```

```
>>> np.sum(a,1)                               Suma de filas
array([15, 14, 16])
```

```
>>> np.std(a,0)                               Desv. Std. de columnas
array([ 0.94280904,  1.41421356,  2.05480467])
```

```
>>> np.median(a,0)                           Mediana de columnas
array([ 2.,  5.,  6.])
```

```
>>> np.amax(a)                               El mayor de la matriz (igual que max)
9
```

```
>>> np.amax(a,0)                             El mayor de cada columna
array([4, 8, 9])
```

```
>>> np.amax(a,1)                             El mayor de cada fila
array([6, 8, 9])
```

```
>>> np.amin(a)                               El menor de la matriz (igual a min)
2
```

```
>>> np.amin(a,0)                             El menor de cada columna
array([2, 5, 4])
```

```
>>> np.amin(a,1)                             El menor de cada fila
array([4, 2, 2])
```

```
>>> np.argmax(a)                             Índice del mayor valor
8                                             contando por filas
```

```
>>> np.argmin(a)                             Índice del menor valor
3
```

```
>>> np.argmax(a,0)                           Posición del mayor de c/columna
array([0, 1, 2], dtype=int32)
```

```
>>> np.argmax(a,1)                           Posición del mayor de c/fila
array([2, 1, 2], dtype=int32)
```

```
>>> np.all(a>2)                             Todos los elementos mayores a 2
False
```

```
>>> np.all(a>2,0)                           Cuales colum. con todos elem. > 2
array([False,  True,  True], dtype=bool)
```



```
>>> a[:,np.all(a>2,0)]  
array([[5, 6],  
       [8, 4],  
       [5, 9]])
```

Mostrar las columnas

```
>>> np.all(a>2,1)  
array([ True, False, False], dtype=bool)
```

Cuales filas con todos elem. > 2

```
>>> a[np.all(a>2,1)]  
array([[4, 5, 6]])
```

Mostrar las filas

```
>>> np.any(a>6,0)  
array([False,  True,  True], dtype=bool)
```

Cuales cols. con algún elem. > 2

```
>>> a[:,np.any(a>6,0)]  
array([[5, 6],  
       [8, 4],  
       [5, 9]])
```

Mostrar las columnas

```
>>> np.any(a>6,1)  
array([False,  True,  True], dtype=bool)
```

Cuales filas con algún elem. > 2

```
>>> a[np.any(a>6,1)]  
array([[2, 8, 4],  
       [2, 5, 9]])
```

Mostrar las filas

## Funciones especiales de NumPy para modificar la estructura de matrices

Estas funciones especiales permiten modificar la estructura de los arreglos de NumPy de manera dinámica (durante la ejecución), similar a las listas

```
>>> a=np.array([[10,20,30],[40,50,60],[70,80,90]])
>>> a
array([[10, 20, 30],
       [40, 50, 60],
       [70, 80, 90]])
```

```
>>> e=np.insert(a,1,[1,2,3],axis=0)           Inserte en las columnas de la fila 1
>>> e
array([[10, 20, 30],
       [ 1,  2,  3],
       [40, 50, 60],
       [70, 80, 90]])
```

```
>>> e=np.insert(a,[1],[[1],[2],[3]],axis=1)   Inserte en las filas de la columna 1
>>> e
array([[10,  1, 20, 30],
       [40,  2, 50, 60],
       [70,  3, 80, 90]])
```

```
>>> c=np.delete(a,1,axis=1)                   Borrar todas las filas de la columna 1
>>> c
array([[10, 30],
       [40, 60],
       [70, 90]])
```

```
>>> b=np.delete(a,1,axis=0)                   Borrar todas las columnas de la fila 1
>>> b
array([[10, 20, 30],
       [70, 80, 90]])
```

```
>>> a=np.array([[10,20],[30,40]])
>>> a
array([[10, 20],
       [30, 40]])
```

```
>>> b=np.array([[50,60],[70,80]])
>>> b
array([[50, 60],
       [70, 80]])
```

```
>>> c=np.concatenate([a,b])                  Concatenar matrices
>>> c
array([[10, 20],
       [30, 40],
       [50, 60],
       [70, 80]])
```

```

>>> c=np.concatenate([a,b],axis=1)
>>> c
array([[10, 20, 50, 60],
       [30, 40, 70, 80]])

>>> c=np.concatenate([a,b],axis=0)
>>> c
array([[10, 20],
       [30, 40],
       [50, 60],
       [70, 80]])

>>> a=np.array([[10,20],[30,40]])
>>> a
array([[10, 20],
       [30, 40]])

>>> b=np.array([[50,60]])
>>> b
array([[50, 60]])

>>> c=np.concatenate([a,b.T],axis=1)
>>> c
array([[10, 20, 50],
       [30, 40, 60]])

>>> a=np.array([[10,20],[30,40]])
>>> a
array([[10, 20],
       [30, 40]])

>>> b=np.array([[50],[60]])
>>> b
array([[50],
       [60]])

>>> c=np.concatenate([a,b],axis=1)
>>> c
array([[10, 20, 50],
       [30, 40, 60]])

>>> a=np.array([[4,2,5],[2,8,4],[6,9,5]])
>>> a
array([[4, 2, 5],
       [2, 8, 4],
       [6, 9, 5]])
>>> b=np.array([3,7,1,6,8,6])
>>> c=np.append(a,b[1:4])

```

```
>>> c
array([4, 2, 5, 2, 8, 4, 6, 9, 5, 7, 1, 6])

>>> d=np.append(a,b[1:4]).reshape([3,4])
>>> d
array([[4, 2, 5, 2],
       [8, 4, 6, 9],
       [5, 7, 1, 6]])
```

Una matriz puede usarse como argumento para seleccionar elementos de otra matriz

```
>>> a=np.array([[4,2,5],[2,8,4],[6,9,5]])
>>> a
array([[4, 2, 5],
       [2, 8, 4],
       [6, 9, 5]])

>>> b=np.array([[1,7,3],[6,8,2],[6,8,7]])
>>> b
array([[1, 7, 3],
       [6, 8, 2],
       [6, 8, 7]])

>>> a[a>5]
array([8, 6, 9])
>>> a[a>b]
array([4, 5, 4, 9])
>>> a[a==b]
array([8, 6])

>>> c=np.array(['N','S','A'],['S','S','N'],['N','S','N'])
>>> c
array([[ 'N', 'S', 'A'],
       [ 'S', 'S', 'N'],
       [ 'N', 'S', 'N']],
      dtype='<U1')

>>> a[c=='S']
array([2, 2, 8, 9])

>>> list(a[c=='S'])
[2, 2, 8, 9]

>>> np.sum(a[c=='S'])
21

>>> np.average(a[c!='S'])
4.7999999999999998
```

## Selección de diagonales de matrices

```
>>> import numpy as np
>>> a=np.random.choice(range(10,20),[5,5])
>>> a
array([[13, 16, 17, 19, 19],
       [11, 13, 11, 11, 13],
       [13, 10, 20, 12, 20],
       [11, 16, 14, 12, 15],
       [11, 12, 14, 13, 13]])
```

Matriz aleatoria

```
>>> d=np.diag(a)
>>> d
array([13, 13, 20, 12, 13])
```

Diagonal principal

```
>>> d=np.diag(np.diag(a))
>>> d
array([[13,  0,  0,  0,  0],
       [ 0, 13,  0,  0,  0],
       [ 0,  0, 20,  0,  0],
       [ 0,  0,  0, 12,  0],
       [ 0,  0,  0,  0, 13]])
```

Matriz con la diagonal

```
>>> d=np.diag(np.diag(a,1))
>>> d
array([[16,  0,  0,  0],
       [ 0, 11,  0,  0],
       [ 0,  0, 12,  0],
       [ 0,  0,  0, 15]])
```

Matriz diagonal +1

```
>>> d=np.diag(np.diag(a,-1))
>>> d
array([[11,  0,  0,  0],
       [ 0, 10,  0,  0],
       [ 0,  0, 14,  0],
       [ 0,  0,  0, 13]])
```

Matriz diagonal -1

```
>>> d=np.diag(np.diag(a,2))
>>> d
array([[17,  0,  0],
       [ 0, 11,  0],
       [ 0,  0, 20]])
```

Matriz diagonal +2

```
>>> d=np.diag(np.diag(a,-2))
>>> d
array([[13,  0,  0],
       [ 0, 16,  0],
       [ 0,  0, 14]])
```

Matriz diagonal -2

## Broadcasting

Broadcasting (transmisión) es un mecanismo de **NumPy** que permite operar matemáticamente con arreglos de diferentes dimensiones. Comunmente se aplica cuando se desea operar varias veces con un arreglo de menor dimensión sobre un arreglo de mayor dimensión. Para su aplicación debe haber compatibilidad.

### Ejemplos.

```
>>> import numpy as np
>>> x=np.array([4,3,7,8])
>>> t=np.array([5])
>>> x+t
array([ 9,  8, 12, 13])
```

Agrega **t** a cada elemento de **x**

```
>>> x=np.array([[4,3],[7,8],[9,6]])
>>> t=np.array([5,2])
>>> x+t
array([[ 9,  5],
       [12, 10],
       [14,  8]])
```

Agrega **t** a cada fila de **x**

```
>>> x=np.array([[4,3],[7,8],[9,6]])
>>> t=np.array([5,2,6])
>>> x+t
```

ValueError: operands could not be broadcast

Error: Arreglos incompatibles

**Ejemplo.** Agregar el arreglo **[6,5]** a cada columna del arreglo **[[4,3,7],[7,8,9]]**

Para que haya compatibilidad, debe usarse la **transpuesta** de **x**:

```
>>> x=np.array([[4,3,7],[7,8,9]])
>>> t=np.array([6,5])
>>> r=x.T+t
>>> r.T
array([[10,  9, 13],
       [12, 13, 14]])
```

Notación reducida para transpuesta

**Aplicación:** Suponer un cuadro con las calificaciones de 4 estudiantes en 3 materias

	Algebra	Física	Química
Carmen	70	60	85
Juan	85	90	68
María	72	80	58
Pedro	65	78	92

Almacenar los datos en arreglos

```
>>> import numpy as np
>>> nomb=np.array(['Carmen','Juan','María','Pedro'])
>>> mat=np.array(['Algebra','Física','Química'])
>>> cal=np.array([[70,60,85],[85,90,68],[72,80,58],[65,78,92]])
>>> print(cal)
[[70 60 85]
 [85 90 68]
 [72 80 58]
 [65 78 92]]
```

Mostrar el promedio general de calificaciones

```
>>> print(np.mean(cal))
75.25
```

Mostrar para cada estudiante la mayor calificación de las materias que ha tomado

```
>>> for i in range(4):
    print(nomb[i], ' ', np.max(cal[i,:]))

Carmen 85
Juan 90
María 80
Pedro 92
```

Mostrar la calificación promedio de cada una de las tres materias

```
>>> for j in range(3):
    print(mat[j], ' ', np.mean(cal[:,j]))

Algebra 73.0
Física 77.0
Química 75.75
```

Mostrar de cada estudiante la mayor calificación y el nombre de la materia respectiva

```
>>> p=np.argmax(cal,axis=1)

>>> for i in range(4):
    print(nomb[i], ' ', np.max(cal[i,:]), ' ', mat[p[i]])

Carmen 85 Química
Juan 90 Física
María 80 Física
Pedro 92 Química
```

### Resolución de un sistema de ecuaciones lineales

**Ejemplo.** Resolver el sistema: 
$$\begin{bmatrix} 2 & 4 & 5 \\ 3 & 1 & 4 \\ 5 & 2 & 4 \end{bmatrix} X = \begin{bmatrix} 5 \\ 6 \\ 7 \end{bmatrix}$$

```
>>> import numpy as np
>>> a=np.array([[2,4,5],[3,1,4],[5,2,4]])
>>> b=np.array([[5],[6],[7]])
>>> x=np.linalg.solve(a,b)
>>> print(x)
```

Matriz de coeficientes  
Vector de constantes

```
[[ 0.72413793],
 [-0.44827586],
 [ 1.06896552]]
```

Vector solución

### Salida de arreglos con control de decimales

Con la opción `set_printoptions(precision = d)` se puede controlar la cantidad de decimales `d` al imprimir los arreglos de la librería **NumPy**

```
>>> np.set_printoptions(precision=5)
>>> print(x)
```

Cinco decimales

```
[[ 0.72414],
 [-0.44828],
 [ 1.06897]]
```

Vector solución

### Redondeo de decimales en arreglos

```
>>> s=np.array([[np.pi,np.sqrt(2)],[np.sqrt(5),1/3]])
>>> print(s)
[[ 3.14159265  1.41421356]
 [ 2.23606798  0.33333333]]
>>> t=np.around(s,4)
>>> print(t)
[[ 3.1416  1.4142]
 [ 2.2361  0.3333]]
```

### Almacenamiento y recuperación de arreglos en disco de archivos tipo texto

Función para almacenar un arreglo en un archivo de tipo texto en el disco:

- c:** nombre de un arreglo con contenido numérico
- f:** nombre de un archivo tipo texto en el disco

```
np.savetxt('f.txt',c)
```

Función para recuperar un arreglo almacenado como un archivo de tipo texto en el disco:

```
c=np.loadtxt('f.txt')
```

Las funciones también se pueden usar si el dato a almacenar es una lista o tupla con contenido numérico. Al almacenar y recuperar son convertidas en un arreglo.



### 7.4.1 Resolución de problemas con arreglos bidimensionales (matrices)

En esta sección se desarrollarán algunas aplicaciones, programas y funciones, con matrices. Este conocimiento será útil para el desarrollo de nuevas aplicaciones.

**Ejemplo.** Escribir un programa que reciba una matriz y muestre un arreglo conteniendo las sumas de las filas.

#### Variables

- a: matriz de nxm enteros
- f: cada fila de la matriz
- v: arreglo con las sumas de las filas de la matriz a

Los datos ingresarán uno a la vez guiados por un mensaje que indica la posición de la celda que lo recibe. El espacio para la matriz es creado agregando celdas a cada fila y cada fila a la matriz mientras ingresan los datos.

```
#Suma de filas de una matriz
from numpy import*
n=int(input('Cuántas filas: '))
m=int(input('Cuántas columnas: '))
a=zeros([n,m],dtype=int)           #Iniciar la matriz
for i in range(n):
    for j in range(m):
        a[i,j]=int(input('Dato fila '+str(i)+
                           ' columna '+str(j)+' : '))

v=zeros(n,int)
for i in range(n):
    v[i]=sum(a[i,:])                #Suma de filas
print('Suma de filas\n',v)
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Cuántas filas: 3
Cuántas columnas: 2
Dato fila 0 columna 0 : 4
Dato fila 0 columna 1 : 2
Dato fila 1 columna 0 : 3
Dato fila 1 columna 1 : 5
Dato fila 2 columna 0 : 6
Dato fila 2 columna 1 : 4
Suma de filas
[ 6  8 10]
```

```
>>> print(a)
[[4 2]
 [3 5]
 [6 4]]
```

Para verificar

**Ejemplo.** Reescribir el programa anterior mediante una función que reciba la matriz y retorne un vector conteniendo las sumas de las filas.

### Instrumentación

Nombre de la función: **sumat**

Parámetros

**a**: arreglo bidimensional (matriz )

Resultado

**v**: arreglo unidimensional (vector) con la suma de las filas

```
from numpy import*
def sumat(a):
    [n,m]=shape(a)
    v=[]
    for i in range(n):
        v=v+[sum(a[i][:])] #En cada fila i sumar todas las cols.
    return v
```

Prueba de la función desde la ventana interactiva

```
>>> from sumat import*
>>> a=[[4,5,6],[2,8,4],[2,5,9]]
>>> v=sumat(a)
>>> v
[15, 14, 16]

>>> b=array([[4,5,6],[2,8,4],[2,5,9]])
>>> v=sumat(b)
>>> v
[15, 14, 16]
```

### NOTAS.

En la función **sumat** se usa la notación separada para índices: **a[i][j]** esto permite que el parámetro para la función pueda ser una lista de dos niveles, o un arreglo bidimensional. Si se hubiese usado la notación **a[i,j]** no se pudiera enviar como parámetro una lista.

La función **sumat** carga la librería **NumPy**, por lo que al cargar la función **sumat** también se carga la librería **Numpy** y se puede tener acceso a esta librería fuera de la función.

En general, es preferible escribir funciones en vez de programas. Las funciones son más generales y constituyen instrumentos computacionales fundamentales para resolver problemas desde la ventana interactiva o desde programas que llaman a estas funciones. Las funciones en Python no requieren que se especifique ni el tipo ni la cantidad de elementos del parámetro de entrada.

**Ejemplo.** Escribir un programa para llenar una matriz  **$n \times n$**  con los coeficientes del triángulo de Pascal:

```

1
1   1
1   2   1
1   3   3   1
1   4   6   4   1
1   5   10  10  5   1
etc.

```

### Instrumentación

A partir de la tercera fila, los elementos intermedios se obtienen sumando los dos elementos cercanos ubicados en la fila anterior

### Variables

**p:** matriz con los coeficientes  
**n:** número de filas

Con la función **zeros** de la librería **numpy** se crea el espacio para la matriz iniciándola con ceros. Creada la matriz se puede acceder a cualquier elemento con los índices. También se puede crear esta matriz llenando filas con ceros y agregándolas a la matriz.

```

from numpy import*
n=int(input('cuantas filas: '))
p=zeros([n,n],int)
for i in range(n):
    p[i][0]=1
    p[i][i]=1
for i in range(2,n):
    for j in range(1,i):
        p[i][j]=p[i-1][j-1]+p[i-1][j]
print(p)

```

Prueba del programa

```

>>>
cuantas filas: 8
[[ 1  0  0  0  0  0  0  0]
 [ 1  1  0  0  0  0  0  0]
 [ 1  2  1  0  0  0  0  0]
 [ 1  3  3  1  0  0  0  0]
 [ 1  4  6  4  1  0  0  0]
 [ 1  5 10 10  5  1  0  0]
 [ 1  6 15 20 15  6  1  0]
 [ 1  7 21 35 35 21  7  1]]

```

**Ejemplo.** Escribir una función que localice un elemento en una matriz

### Instrumentación

Nombre de la función: **matbuscar**

Parámetros

**a**: matriz (puede ser una lista bidimensional)

**x**: elemento

Resultados

**i,j**: fila y columna del **primer** elemento **x** en la matriz **a**

si **x** no está en la matriz el resultado será: **-1, -1**

Se usa la función **shape** de la librería **numpy** para determinar la cantidad de filas y columnas de la matriz que entra a la función

```
from numpy import *
def matbuscar(a,x):
    [n,m]=shape(a)
    for i in range(n):
        for j in range(m):
            if x==a[i][j]:
                return [i,j]
    return [-1,-1]
```

Prueba de la función en la ventana interactiva

```
>>> from matbuscar import *
>>> a=[[4,5,6],[2,8,4],[2,5,9]]
>>> [i,j]=matbuscar(a,6)
>>> i
0
>>> j
2
>>> [f,c]=matbuscar(a,3)
>>> f
-1
>>> c
-1
```

La función **where** de **NumPy** permite obtener las coordenadas (filas y columnas) de **todas** las coincidencias

```
>>> from numpy import*
>>> a=array([[4,5,6],[2,8,4],[2,5,9]])
>>> [f,c]=where(a==4)
>>> print(f,c)
[0 1] [0 2]
>>> [f,c]=where(a==3)
>>> print(f,c)
[]
```

[]

**Ejemplo.** Escribir una función que reciba un arreglo (tabla o lista bidimensional) y entregue una subtabla conteniendo algunas columnas de la tabla enviada

Nombre de la función: `extraer`

Parámetros

**tabla:** lista bidimensional (puede ser un arreglo bidimensional)

**cols:** lista de columnas que se deben extraer

Resultados

subtabla: tabla con las columnas elegidas

```
def extraer(tabla,cols):
    n=len(tabla)
    subtabla=[]
    for i in range(n):
        linea=[]
        for j in cols:
            linea=linea+[tabla[i][j]]
        subtabla=subtabla+[linea]
    return subtabla
```

Prueba de la función en la ventana interactiva

```
>>> from extraer import*
>>> tabla=[[2,3,4,5],[8,3,2,1],[9,2,4,8]]
>>> subtabla=extraer(tabla,[1,3])
>>> subtabla
[[3, 5], [3, 1], [2, 8]]
```

```
>>> from numpy import*
>>> subtabla=array(subtabla)
>>> print(subtabla)
[[3 5]
 [3 1]
 [2 8]]
```

Para visualizar

Este ejemplo se puede resolver directamente usando “**slicing**” con la librería **NumPy**

```
>>> from numpy import*
>>> tabla=array([[2,3,4,5],[8,3,2,1],[9,2,4,8]])
>>> print(tabla)
[[2 3 4 5]
 [8 3 2 1]
 [9 2 4 8]]
>>> subtabla=tabla[:,1:4:2]
>>> print(subtabla)
[[3 5]
 [3 1]
 [2 8]]
```

**Ejemplo.** Escribir una función que genere una matriz **nxm** con números aleatorios en un rango especificado

### Instrumentación

Nombre de la función: **randmat**

Parámetros

**n,m**: dimensiones de la matriz

**a,b**: rango para los números aleatorios

Resultado

**c**: matriz con números aleatorios

Cada fila **f** se llena con los números aleatorios y luego es agregada a la matriz

```
from random import*
def randmat(n,m,a,b):
    c=[]
    for i in range(n):
        f=[]
        for j in range(m):
            x=randint(a,b)
            f=f+[x]
        c=c+[f]
    return c
```

Esta función entrega como resultado una lista de listas conteniendo los datos de la matriz

```
>>> from randmat import*
>>> c=randmat(3,4,10,20)
>>> c
[[18, 13, 12, 12], [13, 18, 14, 11], [17, 11, 13, 17]]
>>>
```

En la siguiente versión de la misma función, el espacio para la matriz es creado con la función **zeros** de la librería **numpy**

```
from random import*
from numpy import*
def randmat(n,m,a,b):
    c=zeros([n,m],int)
    for i in range(n):
        for j in range(m):
            c[i][j]=randint(a,b)
    return c
```

Esta función entrega como resultado una matriz (arreglo rectangular)

La lista o la matriz de números aleatorios se la puede construir directamente mediante una declaración implícita en la ventana interactiva

```
>>> from numpy import*
>>> from random import*
>>> c=[[randint(10,20) for j in range(4)] for i in range(3)]
>>> c
[[10, 15, 18, 19], [19, 19, 18, 15], [13, 10, 12, 11]]
>>> c=array([[randint(10,20) for j in range(4)] for i in range(3)])
>>> c
array([[13, 11, 13, 10],
       [19, 16, 16, 11],
       [11, 19, 11, 12]])
>>> print(c)
[[13 11 13 10]
 [19 16 16 11]
 [11 19 11 12]]
```

**Ejemplo.** Para diseñar un juego se necesita una matriz que represente un laberinto de tamaño  $n \times m$ . Los bordes deben contener 1 y las celdas interiores deben contener 0 o 1 aleatoriamente. Escribir y pruebe una función para generar la matriz.

## Instrumentación

### Variables

**laber:** nombre de la función  
**n,m:** dimensiones del laberinto  
**a:** matriz con el laberinto

Se llena cada fila con números aleatorios **0** o **1** y luego se llenan los bordes

```
from random import*
from numpy import*
def laber(n,m):
    a=zeros([n,m],dtype=int)
    for i in range(n):
        for j in range(m):
            a[i,j]=randint(0,1)
    for i in range(n):
        a[i,0]=1
        a[i,m-1]=1
    for j in range(m):
        a[0,j]=1
        a[n-1,j]=1
    return a
```

Prueba de la función

```
>>> from laber import*
>>> a=laber(10,12)
>>> print(a)
[[1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1]
 [1 0 0 1 0 0 1 0 1 0 0 1]
 [1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1]
 [1 1 0 0 1 0 1 1 0 1 0 1]
 [1 1 0 0 1 1 1 0 0 1 1 1]
 [1 1 0 1 1 1 0 1 0 0 1 1]
 [1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 1]
 [1 0 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1]
 [1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1]
 [1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1]]
```

La construcción de la matriz de números aleatorios dentro del programa:

```
a=zeros([n,m],dtype=int)
for i in range(n):
    for j in range(m):
        a[i,j]=randint(0,1)
```

Se puede sustituir con la siguiente instrucción

```
a=[[randint(0,1) for j in range(m)] for i in range(n)]
```



**Ejemplo.** Escribir una función para rotar  $90^\circ$  una matriz **nxm** en sentido del reloj **k** veces

### Instrumentación

Nombre de la función: **rotar**

Parámetros

**A**: matriz rectangular

**k**: cantidad de rotaciones  $90^\circ$  en sentido del reloj

Resultados

**B**: matriz rotada

Se usa la función **shape** de la librería **numpy** para determinar la cantidad de filas y columnas de la matriz que entra a la función.

Esta es una función no trivial que requiere observar con atención el manejo de los índices

La matriz resultante **B** tiene que ser iniciada en cada ciclo de **k** para cambiar sus dimensiones en caso de que sea una matriz rectangular.

```
#Rotar matrices nxm 90° k veces
from numpy import*
def rotar(A,k):
    [n,m]=shape(A)
    for i in range(k):
        B=zeros([m,n],int)
        for i in range(m):
            for j in range(n):
                B[i,j]=A[n-j-1,i]
        n,m=m,n
        A=B
    return B
```

Prueba de la función en la ventana interactiva

```
>>> from rotar import*
>>> A=[[1,2,3,4],[5,6,7,8],[9,10,11,12],[13,14,15,16],[17,18,19,20]]
>>> array(A)
array([[ 1,  2,  3,  4],
       [ 5,  6,  7,  8],
       [ 9, 10, 11, 12],
       [13, 14, 15, 16],
       [17, 18, 19, 20]])
>>> rotar(A,1)
array([[17, 13,  9,  5,  1],
       [18, 14, 10,  6,  2],
       [19, 15, 11,  7,  3],
       [20, 16, 12,  8,  4]])
```

```
>>> rotar(A,2)
array([[20, 19, 18, 17],
       [16, 15, 14, 13],
       [12, 11, 10,  9],
       [ 8,  7,  6,  5],
       [ 4,  3,  2,  1]])
>>> rotar(A,3)
array([[ 4,  8, 12, 16, 20],
       [ 3,  7, 11, 15, 19],
       [ 2,  6, 10, 14, 18],
       [ 1,  5,  9, 13, 17]])
>>> rotar(A,4)
array([[ 1,  2,  3,  4],
       [ 5,  6,  7,  8],
       [ 9, 10, 11, 12],
       [13, 14, 15, 16],
       [17, 18, 19, 20]])
```

**Nota.** La función **rot90** de la librería **NumPy** realiza una rotación de 90° pero en sentido opuesto al reloj

**Ejemplo.** Escribir una función para extraer una submatriz en la esquina de una matriz rectangular

### Instrumentación

Nombre de la función: **extraer\_esquina**

Parámetros

**A:** matriz rectangular de tamaño nxm

**t:** tamaño de la matriz extraída

**k:** Esquina de la cual se extrae (0, 1, 2, 3) comenzando en la esquina superior izquierda en sentido del reloj

Resultados

**B:** matriz extraída de tamaño txt

Solución usando “slicing” de matrices

```
from numpy import*
def extraeresquina(A,k,t):
    [n,m]=shape(A)
    if k==0:
        B=A[0:t+1,0:t+1]
    elif k==1:
        B=A[0:t+1,m-t+1:t+1]
    elif k==2:
        B=A[n-t+1:t+1,m-t+1:t+1]
    elif k==3:
        B=A[n-t+1:t+1,0:t+1]
    return B
```

Prueba de la función en la ventana interactiva

```
>>> from extraeresquina import*
>>> A=array([[0,1,2,3],[10,11,12,13],[20,21,22,23],[30,31,32,33]])
>>> print(A)
[[ 0,  1,  2,  3],
 [10, 11, 12, 13],
 [20, 21, 22, 23],
 [30, 31, 32, 33]]

>>> B=extraeresquina(A,0,2);print(B)
[[ 0,  1],
 [10, 11]]

>>> B=extraeresquina(A,1,2);print(B)
[[ 2,  3],
 [12, 13]]

>>> B=extraeresquina(A,2,2);print(B)
[[22, 23],
 [32, 33]]

>>> B=extraeresquina(A,3,2);print(B)
[[20, 21],
 [30, 31]]
```

**Ejemplo.** Diseñar una aplicación para administrar el uso de los casilleros en un club.

### Instrumentación

En un programa se usará una matriz para representar los casilleros. Los elementos de la matriz contendrán el código de identificación del usuario. Un casillero libre contendrá cero.

El programa incluirá la función **matbuscar** desarrollada anteriormente

Para la interacción se propone un menú con las siguientes opciones:

- 1) Asignar casillero
- 2) Devolver casillero
- 3) Consultar casillero
- 4) Consultar usuario
- 5) Salir

```
#Control de los casilleros de un club
import numpy as np
def matbuscar(c,x):
    [n,m]=np.shape(c)
    for i in range(n):
        for j in range(m):
            if x==c[i,j]:
                return [i,j]
    return [-1,-1]

n=int(input('Cuántas filas: '))
m=int(input('Cuántas columnas: '))
c=np.zeros([n,m],int)      #Iniciar la matriz con casilleros vacíos
salida=False
while not salida:
    print('1) Asignar casillero')
    print('2) Devolver casillero')
    print('3) Consultar casillero')
    print('4) Consultar usuario')
    print('5) Salir')
    opc=input('Elija una opción: ')
    if opc=='1':
        i=int(input('Cual fila: '))
        j=int(input('Cual columna: '))
        if c[i,j]==0:
            e=int(input('Ingrese el código: '))
            c[i,j]=e
        else:
            print('Casillero ocupado')
```

```

elif opc=='2':
    i=int(input('Cual fila: '))
    j=int(input('Cual columna: '))
    if c[i,j]==0:
        print('Casillero no está asignado')
    else:
        c[i,j]=0
elif opc=='3':
    i=int(input('Cual fila: '))
    j=int(input('Cual columna: '))
    if c[i,j]==0:
        print('Casillero no está asignado')
    else:
        print('El casillero está ocupado por',c[i,j])
elif opc=='4':
    x=int(input('Ingrese el código: '))
    [i,j]=matbuscar(c,x)
    if i>=0 and j>=0:
        print('El usuario está en el casillero: ',i,j)
    else:
        print('El usuario no tiene casillero asignado')
elif opc=='5':
    print('Adiós')
    salida=True

```

Prueba del programa

>>>

```

Cuantas filas: 4
Cuantas columnas: 4
1) Asignar casillero
2) Devolver casillero
3) Consultar casillero
4) Consultar usuario
5) Salir
Elija una opción: 1
Cual fila: 2
Cual columna: 3
Ingrese el código: 123
1) Asignar casillero
2) Devolver casillero
3) Consultar casillero
4) Consultar usuario
5) Salir
Elija una opción: 3
Cual fila: 2
Cual columna: 3
El casillero está ocupado
. . . . .

```

**Ejemplo.** Reescribir el ejemplo de los casilleros pero colocando las acciones en funciones junto al programa. Si las funciones se las almacena separadamente en una librería, debe ser importada por el programa para usar las funciones.

```
#Control de los casilleros de un club
import numpy as np
def matbuscar(c,x):
    [n,m]=np.shape(c)
    for i in range(n):
        for j in range(m):
            if x==c[i,j]:
                return [i,j]
    return [-1,-1]

def asignar(c):
    i=int(input('Cual fila: '))
    j=int(input('Cual columna: '))
    if c[i,j]==0:
        e=int(input('Ingrese el código: '))
        c[i,j]=e
    else:
        print('Casillero ocupado')
    return c

def devolver(c):
    i=int(input('Cual fila: '))
    j=int(input('Cual columna: '))
    if c[i,j]==0:
        print('Casillero no está asignado')
    else:
        c[i,j]=0
    return c

def casillero(c):
    i=int(input('Cual fila: '))
    j=int(input('Cual columna: '))
    if c[i,j]==0:
        print('Casillero no está asignado')
    else:
        print('El casillero está ocupado por',c[i,j])

def usuario(c):
    x=int(input('Ingrese el código: '))
    [i,j]=matbuscar(c,x)
    if i>=0 and j>=0:
        print('El usuario está en el casillero: ',i,j)
    else:
        print('El usuario no tiene casillero asignado')
```

```

n=int(input('Cuántas filas: '))
m=int(input('Cuántas columnas: '))
c=zeros([n,m],int)
salida=False
while not salida:
    print('1) Asignar casillero')
    print('2) Devolver casillero')
    print('3) Consultar casillero')
    print('4) Consultar usuario')
    print('5) Salir')
    opc=input('Elija una opción: ')
    if opc=='1':
        c=asignar(c)
    elif opc=='2':
        c=devolver(c)
    elif opc=='3':
        casillero(c)
    elif opc=='4':
        usuario(c)
    elif opc=='5':
        print('Adiós')
        salida=True

```

La estrategia de programación desarrollando unidades (segmentos, módulos) es necesaria para enfrentar proyectos de programación grandes y complejos, de tal manera que se facilite la especificación y asignación del desarrollo de los componentes, sus pruebas y los cambios que se requieran posteriormente.

Esta importante metodología se denomina **Programación Modular**

### 7.4.2 Listas y arreglos multidimensionales

Los tipos de datos **lista** y **arreglo** del lenguaje Python son muy generales. De manera directa se puede extender y manejar listas y arreglos de más niveles.

**Ejemplo.** Para organizar el sistema de control de inventario de una farmacia se desea usar una lista de dos niveles para representar la percha con casillas. Cada casilla contendrá el código y la cantidad de cajas de medicamentos. Esto agrega un tercer nivel a la lista.

A continuación se escriben las instrucciones Python para crear las celdas de almacenamiento de la percha para representar las casillas. Cada casilla con dos componentes: código y cantidad de cajas.

Inicialmente cada casilla contiene dos ceros (uno para el código y uno para la cantidad) pero luego contendrán los datos que deberán ingresarse por lectura.

```
n=int(input('Cuántas filas: '))
m=int(input('Cuántas columnas: '))
percha=[]
for i in range(n):
    fila=[]
    for j in range(m):
        casilla=[0,0]           #Para almacenar el código y la cantidad
        fila=fila+[casilla]
    print(fila)
    percha=percha+[fila]
```

Suponer que se suministran los siguientes datos:

```
n = 4   (cantidad de filas)
m = 3   (cantidad de columnas)
```

La matriz habrá sido creada con el nombre **percha**. El manejo de los componentes requiere índices. El uso de los índices se los describe mediante ejemplos.

```
>>>
Cuántas filas: 4
Cuántas columnas: 3
[[0, 0], [0, 0], [0, 0]]
[[0, 0], [0, 0], [0, 0]]
[[0, 0], [0, 0], [0, 0]]
[[0, 0], [0, 0], [0, 0]]
>>> percha
[[[0, 0], [0, 0], [0, 0]], [[0, 0], [0, 0], [0, 0]], [[0, 0], [0, 0], [0, 0]], [[0, 0], [0, 0], [0, 0]]]
```

Se puede manejar cada fila de la percha con un índice: **percha[i]**

Mostrar la fila 0 de la percha

```
>>> percha[0]
[[0, 0], [0, 0], [0, 0]]
```



Se requieren dos índices para manejo de una casilla en la fila *i* y columna *j*: `percha[i][j]`

Mostrar en la fila 0 la casilla 1

```
>>> percha[0][1]
[0, 0]
```

Se requieren tres índices para manejar el código o la cantidad de cajas del medicamento

Código almacenado en la casilla *i*, *j*: `percha[i][j][0]`

Mostrar en la fila 2, casilla 1, cual es código almacenado

```
>>> percha[2][1][0]
0
```

Cantidad de cajas almacenada en la casilla *i*, *j*: `percha[i][j][1]`

Mostrar en la fila 2, casilla 1, cual es la cantidad almacenada

```
>>> percha[2][1][1]
0
```

**NOTA.** El uso de arreglos multidimensionales de **NumPy** en lugar de listas multidimensionales, visualiza de otra manera la representación de los datos.

### Ejemplo.

Organización de la percha mediante una **lista de tres niveles**

```
>>> percha
[[[0, 0], [0, 0], [0, 0]], [[0, 0], [0, 0], [0, 0]], [[0, 0], [0, 0], [0, 0]], [[0, 0], [0, 0], [0, 0]]]
```

Se puede reformatear para visualizar las filas:

```
[[[0, 0], [0, 0], [0, 0]],
 [[0, 0], [0, 0], [0, 0]],
 [[0, 0], [0, 0], [0, 0]],
 [[0, 0], [0, 0], [0, 0]]]          cada fila es una fila de la percha
```

Visualización del contenido de la percha mediante un **arreglo de tres dimensiones**:

```
>>> from numpy import*
>>> print(array(percha))
[[[0 0]
  [0 0]
  [0 0]]]          cada submatriz es una fila de la percha
```

```
[[0 0]
 [0 0]
 [0 0]]
```

```
[[0 0]
 [0 0]
 [0 0]]
```

```
[[0 0]
 [0 0]
 [0 0]]]
```

**Ejemplo.** El siguiente ejemplo usa una lista con tres niveles. Se requiere almacenar por cada semana la cantidad de cada tipo de artículo vendida por cada uno de los vendedores de una empresa y determinar para cada semana el total de ventas de cada vendedor.

### Instrumentación

Se almacenarán los datos en una lista de tres niveles

**c:** lista de **ns** semanas por **nv** vendedores por **na** artículos

```
#Ventas semanales de artículos por cada vendedor
ns=int(input('Cuántas semanas: '))
nv=int(input('Cuántos vendedores: '))
na=int(input('Cuántos artículos: '))
c=[]
for i in range(ns):
    s=[]
    for j in range(nv):
        f=[]
        for k in range(na):
            print('Semana: ',i+1,' Vendedor: ',j+1,' Artículo: ',k+1)
            x=int(input('Ingrese la cantidad vendida: '))
            f=f+[x]
        s=s+[f]
    c=c+[s]

for i in range(ns):
    print('Semana: ',i+1)
    for j in range(nv):
        t=0
        for k in range(na):
            t=t+c[i][j][k]
        print('Vendedor: ',j+1,' Total: ',t)
```

**Prueba del programa**

&gt;&gt;&gt;

Cuántas semanas: 4

Cuántos vendedores: 3

Cuántos artículos: 3

Semana: 1 Vendedor: 1 Artículo: 1

Ingrese la cantidad vendida: 4

Semana: 1 Vendedor: 1 Artículo: 2

Ingrese la cantidad vendida: 3

Semana: 1 Vendedor: 1 Artículo: 3

Ingrese la cantidad vendida: 2

Semana: 1 Vendedor: 2 Artículo: 1

. . . . .

. . . . .

. . . . .

Semana: 4 Vendedor: 2 Artículo: 3

Ingrese la cantidad vendida: 6

Semana: 4 Vendedor: 3 Artículo: 1

Ingrese la cantidad vendida: 2

Semana: 4 Vendedor: 3 Artículo: 2

Ingrese la cantidad vendida: 3

Semana: 4 Vendedor: 3 Artículo: 3

Ingrese la cantidad vendida: 4

Semana: 1

Vendedor: 1 Total: 9

Vendedor: 2 Total: 12

Vendedor: 3 Total: 10

Semana: 2

Vendedor: 1 Total: 7

Vendedor: 2 Total: 3

Vendedor: 3 Total: 7

Semana: 3

Vendedor: 1 Total: 10

Vendedor: 2 Total: 15

Vendedor: 3 Total: 6

Semana: 4

Vendedor: 1 Total: 10

Vendedor: 2 Total: 15

Vendedor: 3 Total: 9

Ingreso de datos

Resultados

Mostrar la matriz **c** como una lista de listas de listas

```
>>> print(c)
[[[4, 3, 2], [5, 3, 4], [2, 3, 5]], [[6, 0, 1], [2, 1, 0], [0, 3, 4]],
 [[5, 2, 3], [4, 5, 6], [1, 2, 3]], [[5, 3, 2], [5, 4, 6], [2, 3, 4]]]
```

Reformateada en pantalla para su visualización

```
[[[4, 3, 2], [5, 3, 4], [2, 3, 5]],          Cada fila corresponde a una semana
 [[6, 0, 1], [2, 1, 0], [0, 3, 4]],
 [[5, 2, 3], [4, 5, 6], [1, 2, 3]],
 [[5, 3, 2], [5, 4, 6], [2, 3, 4]]]
```

Reformateada como un arreglo multidimensional de NumPy

```
>>> import numpy as np
>>> print(np.array(c))
[[[4 3 2]
  [5 3 4]
  [2 3 5]]
 [ [6 0 1]
   [2 1 0]
   [0 3 4]]
 [ [5 2 3]
   [4 5 6]
   [1 2 3]]
 [ [5 3 2]
   [5 4 6]
   [2 3 4]]]
```

Cada submatriz es una fila de la lista de listas  
(corresponde a una semana)

Una alternativa apropiada es manejar la aplicación como una lista de transacciones. Cada transacción con el formato: Semana/Vendedor/Cantidad. El programa debe desempacar las transacciones y procesarlas según el contenido.

Ejemplo:

```
Transacciones='2/Juan/5 3/María/3 2/Pedro/4 4/María/2... '
```

Para desempacar las transacciones se deberá usar la función `split` con el espacio como separador. Para separar el contenido cada transacción se deberá usar la función `split` con la barra / como separador.

### 7.4.3 Ejercicios de programación con arreglos bidimensionales (matrices)

Algunos problemas propuestos también se pueden resolver con listas bidimensionales

1. Lea una matriz cuadrada. Descomponga la matriz en tres matrices: submatriz debajo de la diagonal, submatriz diagonal, y submatriz sobre la diagonal. Verifique que la suma de las tres matrices coincide con la matriz original. Muestre las matrices obtenidas
2. Lea una matriz  $n \times m$ . Para cada fila, muestre el producto de los elementos cuyo valor es un número par.
3. Lea una matriz cuadrada. Muestre la suma de los elementos que no están en las dos diagonales principales.
4. Uno de los pasos que se requieren en los algoritmos para resolver un sistema de ecuaciones lineales consiste en intercambiar las filas de una matriz cuadrada para colocar en la diagonal principal los elementos de mayor magnitud de cada columna.

Escriba un programa que reciba una matriz cuadrada  $n \times n$ , intercambie las filas desde arriba hacia abajo de tal manera que el elemento de mayor magnitud de cada columna se ubique en la diagonal y sustituya con ceros el resto de la fila hacia la derecha, como se muestra en el ejemplo.

$$\begin{bmatrix} 2 & 7 & 6 \\ 4 & 5 & 3 \\ 9 & 8 & 1 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} 9 & 0 & 0 \\ 4 & 5 & 3 \\ 2 & 7 & 6 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} 9 & 0 & 0 \\ 2 & 7 & 0 \\ 4 & 5 & 3 \end{bmatrix}$$

5. Lea una matriz  $n \times n$ , siendo  $n$  un dato inicial. Suponga que cada celda contiene un dato (peso en kg.). Determine cuales son las celdas interiores en las cuales el valor del peso es mayor que el promedio de las cuatro celdas ubicadas a sus cuatro lados inmediatos, es decir que no debe considerar las celdas en los bordes.
6. El área de un patio está distribuida en celdas ordenadas en filas y columnas. En cada celda están almacenados paquetes del mismo tipo.  
Escriba un programa que lea una matriz cuyo contenido representa la cantidad de paquetes ubicados en cada celda
  - a) Encuentre el valor promedio de la cantidad de paquetes existentes en todas las celdas.
  - b) Encuentre cual celda contiene más paquetes.
  - c) Muestre las coordenadas y la cantidad de paquetes que contiene una celda cuya posición: número de fila y número de columna, son valores elegidos al azar en el programa..
7. Se dice que una matriz es 'Diagonal dominante' si en cada fila, el valor del elemento ubicado en la diagonal, es mayor a la cada uno de los otros elementos de esa fila. Escriba un programa que lea una matriz  $n \times n$  y determine si es tipo 'Diagonal dominante'
8. Si **a** es una matriz, la asignación **b = a**, asigna a ambas matrices las mismas celdas de memoria y los cambios en la una afectan a la otra. Escriba una función **b=copiar(a)** que reciba una matriz **a**, constuya y entregue una matriz **b** conteniendo una copia de la matriz **a** pero en celdas diferentes.

9. Escriba un solo programa que lea una matriz  **$n \times n$**  y desarrolle instrucciones que sucesivamente permitan determinar:

- La suma de los elementos con valor impar de cada columna
- El valor promedio de los elementos de cada fila
- El mayor valor y su posición en cada fila de la matriz
- La cantidad de elementos en cada fila que son mayores al promedio de la fila
- El producto de los elementos de la diagonal
- Sustituya cada elemento impar de la matriz con un núm. aleatorio de una cifra
- La suma de los elementos de la matriz que no pertenecen a la triangular superior
- Genere un entero aleatorio de 1 cifra. ¿Cuántas veces está en la matriz de **f** ?
- Convierta la matriz en un vector, ordene los elementos y muestre el vector

10. Un cuadrado semi-mágico es una matriz cuadrada conteniendo números tales que la suma las dos diagonales principales producen el mismo resultado.

Ejemplo. Un cuadrado semi-mágico de 4 filas y 4 columnas:

8	1	6	7
6	5	7	3
4	3	2	1
2	8	9	4

Escriba un programa que coloque números enteros aleatorios de una cifra en una matriz de 4 filas y 4 columnas. Repita el ciclo hasta que la matriz sea un cuadrado semi-mágico.

El programa debe mostrar la matriz resultante y la cantidad de intentos que realizó el programa hasta llenar la matriz con éxito.

11. Escriba un programa que coloque números aleatorios de una cifra en los cuatro bordes de una matriz. Después rellene los elementos del interior de la matriz con números aleatorios de una cifra, tales que cada uno sea menor o igual al promedio de todos los elementos en los bordes

Ejemplo. Matriz inicial de 4 x 4

8	1	6	7
6			3
4			1
2	8	9	4

promedio: **4.91**

Matriz rellena:

8	1	6	7
6	3	4	3
4	2	3	1
2	8	9	4

Al inicio no interesan los valores que se asignan a los elementos interiores pues serán sustituidos.

El programa debe mostrar la matriz resultante y la cantidad de intentos que realizó el programa hasta llenar la matriz con éxito.

12. Escriba una función  **$b=cambiar(a,h,k)$**  que reciba una matriz  $n \times n$  e intercambie la fila  **$h$**  con la fila  **$k$** . La función debe entregar la matriz transformada.

En la ventana interactiva genere una matriz cuadrada con números aleatorios de una cifra. Llame a la función y verifique si el resultado es correcto.

13. Escriba una función **b=diagonales(a)** que reciba una matriz **nxn** e intercambie los elementos de la diagonal principal con los elementos de la otra diagonal.

Ejm.            Matriz inicial de 4 x 4            Matriz modificada

3	2	7	9	<b>9</b>	2	7	<b>3</b>
6	5	3	7	6	<b>3</b>	<b>5</b>	7
8	8	1	6	8	<b>1</b>	<b>8</b>	6
3	5	9	2	<b>2</b>	5	9	<b>3</b>

En la ventana interactiva genere una matriz cuadrada con números aleatorios de una cifra. Llame a la función y verifique si el resultado es correcto.

14. Escriba una función que reciba una matriz. La función debe entregar un vector con la cantidad de elementos pares que contiene cada columna de la matriz

Ejemplo. Entra  $\begin{bmatrix} 3 & 4 & 5 \\ 6 & 1 & 8 \\ 8 & 6 & 3 \\ 7 & 8 & 7 \end{bmatrix}$  sale **[2, 3, 1]**

Escriba un programa que lea una matriz, llame a la función creada y determine cual es la columna con la mayor cantidad de números pares

15. Dado un vector **x** de **n** componentes: **[x<sub>0</sub>, x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, . . . , x<sub>n</sub>]**. Construya una función **d=van(x)** que reciba el vector **x** y entregue la matriz **d** según la definición indicada con el siguiente ejemplo. Esta matriz se denomina matriz de Vandermonde.

Ejemplo. Dado el vector **x = [2, 3, 5, 4]**, la matriz de Vandermonde es:

$$d = \begin{bmatrix} 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 \\ 3^3 & 3^2 & 3^1 & 3^0 \\ 5^3 & 5^2 & 5^1 & 5^0 \\ 4^3 & 4^2 & 4^1 & 4^0 \end{bmatrix}$$

16. Dado una matriz de Vandermonde **d**, el determinante **det(d)** de esta matriz es una definición que se la puede calcular con el producto de todas las diferencias **x<sub>i</sub> - x<sub>j</sub>** considerando todas las parejas en las que **j < i**, como se muestra en el siguiente ejemplo con la matriz del ejercicio anterior:

$$\begin{aligned} \det(d) &= (x_0 - x_1)(x_0 - x_2) \dots (x_0 - x_n)(x_1 - x_2)(x_1 - x_3) \dots (x_1 - x_n) \dots (x_{n-1} - x_n) \\ &= (2 - 3)(2 - 5)(2 - 4)(3 - 5)(3 - 4)(5 - 4) \end{aligned}$$

17. Sea **P** un polígono de **n** lados con vértices: **(x<sub>0</sub>, y<sub>0</sub>), (x<sub>1</sub>, y<sub>1</sub>), . . . , (x<sub>n-1</sub>, y<sub>n-1</sub>)**

Entonces el área de la región poligonal **S** se la puede calcular con la siguiente expresión denominada fórmula del área de Gauss que requiere calcular determinantes de parejas de vértices:

$$S = \frac{1}{2} \left( \begin{vmatrix} x_0 & x_1 \\ y_0 & y_1 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} x_1 & x_2 \\ y_1 & y_2 \end{vmatrix} + \dots + \begin{vmatrix} x_{n-1} & x_0 \\ y_{n-1} & y_0 \end{vmatrix} \right)$$

En donde

**S** es el área de la región poligonal

**n** es la cantidad de lados del polígono

**(x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>), i = 0, 1, 2, ..., n-1** son los **n** vértices del polígono.

Escriba una función que reciba los vectores  $\mathbf{x}$ ,  $\mathbf{y}$  conteniendo las coordenadas de los vértices de un polígono, calcule y entregue el área de la figura poligonal.

Pruebe su función desde la ventana interactiva de Python para calcular el área del polígono cuyos vértices son: **(8,7), (1,3), (-2,6), (-5, -4), (9,0)**

**18.** En el siguiente cuadro **C** se muestra la cantidad de unidades de los materiales M1, M2, M3 que se necesitan para producir una unidad de cada uno de los productos P1, P2, P3. Ejemplo. Para producir una unidad del producto P1 se necesitan 4 unidades del material M1, 5 unidades del material M2 y 8 unidades del material M3

	P1	P2	P3	P4
M1	4	5	2	6
M2	5	7	7	3
M3	8	2	1	4

Escriba una función que reciba el cuadro C (matriz) y un vector P conteniendo la cantidad de unidades que se desean fabricar de cada producto. La función debe entregar como resultado un vector R conteniendo la cantidad total de los materiales M1, M2, y M3 que se necesitan para completar la producción. Note que el vector R se puede obtener de la multiplicación  $R = CP$

**19.** Versión simple del juego de la vida

Generar una matriz aleatoria nxm con 0's y 1's, en donde 1 representa un organismo vivo y 0 su desaparición

Un ciclo de vida significa recorrer todas las celdas de la matriz con las siguientes reglas

- Si la celda contiene 0 y existe una o dos celdas con 1 en alguno de los cuatro lados, la celda cambia a 1
- Si la celda contiene 1 y existen tres o cuatro celdas con 1 en sus cuatro lados, su valor cambia a 0
- En los otros casos, la celda no cambia de valor

Escriba un programa para simular k ciclos de vida. Muestre la cantidad de organismos vivos al inicio y luego de los k ciclos

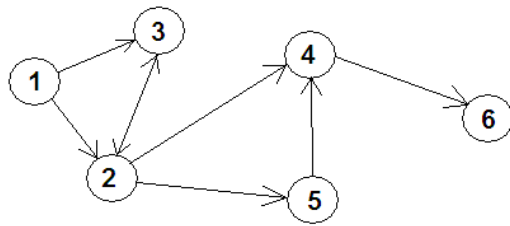
**20.** Escriba un programa para controlar la cantidad de contenedores en un patio. Ingrese como dato la cantidad inicial y ofrezca las siguientes opciones:

- Salida de contenedores
- Llegada de contenedores
- Cantidad actual de contenedores
- Terminar el control

En cada repetición el operador elige la opción ingresando el número y la cantidad de contenedores.



**21.** Un grafo consta de vértices que pueden representarse mediante círculos y arcos que los conectan. Esta conectividad puede describirse mediante una matriz en la que el valor **1** indica que existe un arco en esa dirección, mientras que el valor **0** indica que no existe el arco con esa dirección, como se muestra en el ejemplo



Matriz de conectividad

	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	0	0	0
2	0	1	1	1	1	0
3	0	1	1	0	0	0
4	0	0	0	1	0	1
5	0	0	0	1	1	0
6	0	0	0	1	0	1

Escriba un programa para almacenar 0 o 1 aleatoriamente en una matriz  $n \times n$ , siendo  $n$  un dato que debe leerse inicialmente. Dentro del programa llene la diagonal con 1's para indicar que cada nodo está conectado consigo mismo. El programa examinar las filas para determinar

- Cual nodo no tiene conecciones con otros nodos (no tiene arcos)
- Cual es el nodo que tiene más conecciones con otros nodos

**22.** Escriba un programa para controlar el uso de los camiones de una empresa. Cada camión tiene un código. Ingrese como dato inicial la lista de los códigos de los camiones. Programe una aplicación con las siguientes opciones:

- Salida de un camión
- Devolución de un camión
- Disponibilidad de un camión
- Terminar

El operador elige la opción ingresando el número.

**23.** Diseñe un programa para administrar el uso de los casilleros de una institución. Los casilleros están organizados en  $n$  filas y  $m$  columnas. Inicialmente los casilleros contienen el valor cero, lo cual significa que están vacíos. El programa debe usar un menú con las siguientes opciones:

- Consultar casillero
- Asignar casillero
- Devolver casillero
- Buscar usuario
- Salir

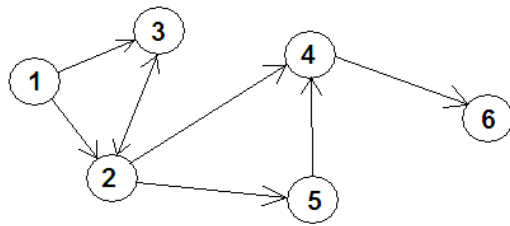
En la opción 1, verificar si el casillero contiene cero, mostrar el mensaje DISPONIBLE u OCUPADO

En la opción 2, almacenar en el casillero el código del usuario asignado

En la opción 3, almacenar cero en el casillero que es devuelto

En la opción 4, ingresar el código de algún usuario. Buscar la ubicación del casillero asignado.

**24.** Un grafo consta de vértices que pueden representarse mediante círculos y arcos que los conectan. Esta conectividad puede describirse mediante una **matriz** en la que el valor **1** indica que existe un arco en esa dirección, mientras que el valor **0** indica que no existe el arco con esa dirección, como se muestra en el ejemplo



Matriz de conectividad

	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	0	0	0
2	0	1	1	1	1	0
3	0	1	1	0	0	0
4	0	0	0	1	0	1
5	0	0	0	1	1	0
6	0	0	0	1	0	1

Escriba un programa para manejar interactivamente la conectividad de un grafo mediante un menú con las siguientes opciones:

- 1) Agregar arco
- 2) Eliminar arco
- 3) Consultar arco
- 4) Listar arcos
- 5) Salir

Al inicio debe pedir el número de vértices. Llenar con **1** la diagonal y **0** en el resto de la matriz

En la opción 1) debe pedir los vértices inicial y final, y colocar **1** en la celda de la matriz ubicada en la fila y columna respectivas.

En la opción 2) debe pedir los vértices inicial y final, y colocar **0** en la celda de la matriz ubicada en la fila y columna respectivas.

En la opción 3) debe pedir los vértices inicial y final, y mostrar un mensaje “Existe arco” o “No existe arco” dependiendo del contenido de la celda de la matriz ubicada en la fila y columna respectivas

En la opción 4) busque para cada fila (vértice inicial) cada columna (vértices finales), que contenga **1**.

**NOTA:** Las opciones deben ser instrumentadas mediante **funciones**.

**25.** Un problema hospitalario es la falta de control de las medicinas. Suponga que una percha de una farmacia tiene casillas ubicadas en n filas y m columnas. Cada casilla contiene los siguientes datos: código del medicamento y la cantidad de cajas disponibles.

Para organizar el sistema de control de inventario escriba un programa con una matriz para representar la percha en la que cada casilla contendrá el código y la cantidad de cajas del medicamento. El programa debe funcionar con un menú con las siguientes opciones:

- 1) Iniciar una casilla. Especificar la fila y columna. Almacenar el código de un medicamento y la cantidad inicial de cajas del medicamento
- 2) Consultar si una casilla está disponible (el código del medicamento es cero)

- 3) Mostrar la ubicación (fila y columna) de un medicamento dado su código
- 4) Mostrar la cantidad de cajas disponibles de un medicamento dado su código
- 5) Agregar más cajas de un medicamento. Especificar el código y la cantidad
- 6) Sacar cajas de un medicamento. Especificar el código y la cantidad
- 7) Eliminar un medicamento de la percha. Especificar la fila y columna. Asignar cero al código del medicamento y a la cantidad de cajas
- 8) Salir

**26.** Para medir la movilidad de las tortugas en una región de control de 10 x10 Km. se ha dividido esta región en cuadrículas de 1x1 Km. En la fecha inicial se colocaron tortugas en cada cuadrícula en una cantidad aleatoria (1 a 5). En una fecha posterior se ha contado y registrado la cantidad de tortugas en cada cuadrícula.

Escriba un programa asigne la distribución aleatoria inicial de las tortugas y lea la cantidad de tortugas encontradas en las cuadrículas en la fecha posterior. Muestre

- a) En cuantas cuadrículas no quedaron tortugas
- b) Las coordenadas (fila y columna) de las cuadrículas en las que aumentó la cantidad
- c) La cantidad de tortugas que salieron de la región de control

## 7.5 Tuplas

Una tupla es una colección de datos que pueden tener diferente tipo. Los datos se escriben entre **paréntesis**, separados por comas con la siguiente sintaxis. Opcionalmente se pueden omitir los paréntesis:

**(dato, dato, dato, ..., dato)**

Los componentes de una tupla **no se pueden modificar** después de haber sido creados.

Las celdas son numeradas desde **cero**. El **primer** componente, o primera celda, tiene índice **0**. El **segundo** componente, o segunda celda, tiene índice **1**, etc.

Se puede acceder a los componentes de una tupla mediante un índice entre corchetes

Se puede acceder a varios elementos o componentes mediante un **rango** para el índice usando "slicing"

El rango **no** incluye el extremo derecho especificado

**Ejemplo.** Descripción de una tupla con 5 componentes

```
>>> x = ('abc', 73, 5.28, 'rs', 5)
```

La representación de una tupla en celdas de memoria numeradas desde **cero**:

'abc'	73	5.28	'rs'	5
0	1	2	3	4

Los siguientes ejemplo son iguales a los usados en la sección en la que se describen las listas, pero ahora los resultados no son listas sino **tuplas**.

```
>>> x[0]
'abc'
Componente 0 (ubicado en la celda 0)
(es el primer componente o primera celda)

>>> x[2]
5.28
Componente 2 (ubicado en la celda 2)
(es el tercer componente o tercera celda)

>>> x[1:4]
(73, 5.28, 'rs')
Componentes desde 1 hasta el 3 (celdas 1 a 3)
(el rango no incluye el extremo final)

>>> x[2:]
(5.28, 'rs', 5)
Componentes 2 hasta el final (celda 2 hasta el final)
Los resultados también son tuplas

>>> x[1] = 45
Error: no se pueden modificar los elementos de tuplas
```

**TypeError: 'tuple' object does not support item assignment**

### Tupla con componentes de tipo estructurado

```
>>> x=(3,[6,7],8,(4,5),2)
>>> x[1]
[6, 7]
```

```
>>> x[1][1]=3
>>> x
(3, [6, 3], 8, (4, 5), 2)
```

Se puede modificar el componente interno lista

```
>>> x[3][1]=3
```

Error: No se pueden modificar componentes tupla

**TypeError: 'tuple' object does not support item assignment**

Los paréntesis son opcionales para definir tuplas

```
>>> x = ('abc', 73, 5.28, 'rs', 5)
>>> x
('abc', 73, 5.28, 'rs', 5)
```

Se pueden omitir los paréntesis para definir una tupla

```
>>> x = 'abc', 73, 5.28, 'rs', 5
>>> print(x)
('abc', 73, 5.28, 'rs', 5)
```

Una tupla se puede convertir a lista

```
>>> x = ('abc', 73, 5.28, 'rs', 5)
>>> x = list(x)
>>> x[1]=75
```

Una lista se puede convertir a tupla

```
>>> x = ['abc', 73, 5.28, 'rs', 5]
>>> x = tuple(x)
>>> print(x)
('abc', 73, 5.28, 'rs', 5)
```

Los valores de una tupla se pueden desempacar asignando a variables

```
>>> t = (34,'abc',42)
>>> a,b,c = t
>>> a
34
>>> b
'abc'
>>> c
42
```

Una función para formar tuplas entre dos listas: **zip**

```
>>> c=[101,231,725]
>>> m=['Algebra','Física','Química']
>>> p=zip(c,m)
>>> list(p)
[(101, 'Algebra'), (231, 'Física'), (725, 'Química')]
```

Las tuplas se pueden concatenar y reproducir

```
>>> a=(23,45,28)
>>> b=(52,19)
>>> c=a+b
>>> c
(23, 45, 28, 52, 19)
>>> d=3*b
>>> d
(52, 19, 52, 19, 52, 19)
```

Algunas funciones y operadores aplicables a tuplas

```
>>> a=(28,73,45,67,26,45)
>>> len(c)
6
>>> 45 in a
True
>>> max(a)
73
>>> max(a[2:len(a)])
67
>>> min(a)
26
>>> sum(a)
284
>>> sum(a[2:6])
183
>>> del a
>>> a
>>> a=(27,23,45,23,28)
>>> a.index(23)
1
>>> a.count(23)
2
```

Se puede especificar el rango de búsqueda

Elimina la tupla completa

Índice de la primera coincidencia

Conteo de coincidencias

No se puede eliminar elementos de una tupla, para hacerlo primero se la puede convertir a una lista, realizar la operación y luego convertirla nuevamente a tupla.

Se puede iterar sobre una tupla

```
>>> a=(28,73,45,67,26,45)
>>> for e in a:
    print(e)
28
73
45
67
26
45
```

Notación especial para agregar un elemento a una tupla

```
>>> x=5                                x es un entero
>>> print(x)
5
>>> x=5,                                x es una tupla (la coma hace la diferencia)
>>> print(x)
(5,)
```

```
>>> x=(5)                                x es un entero
>>> print(x)
5
>>> x=(5,)                                x es una tupla (la coma hace la diferencia)
>>> print(x)
(5,)
```

```
>>> x=x+(7)
TypeError: solamente se pueden concatenar tuplas a tuplas
```

```
>>> x=5,
>>> x=x+(7,)                            Concatenación correcta
>>> x                                    x es una tupla
(5, 7)
```

```
>>> x=(5,7,4,8)
>>> x=x+(6)
TypeError: solamente se pueden concatenar tuplas a tuplas
```

```
>>> x=x+(6,)                            Concatenación correcta
>>> x
(5, 7, 4, 8, 6)
```

Una función para formar una tupla con los cuadrados de los enteros

```
def cuadrado(n):
    y=2*n
    return y

t=()
for n in range(5):
    e=cuadrado(n)
    t=t+(e)
print(t)
```

Esta concatenación es incorrecta

**TypeError: solamente se pueden concatenar tuplas a tuplas**

Una solución correcta es redefinir el resultado obtenido de la función como una tupla:

```
def cuadrado(n):
    y=2*n
    return y

t=()
for n in range(5):
    e=cuadrado(n)
    t=t+(e,)
print(t)
```

Resultado

(0, 2, 4, 6, 8)

Otra solución correcta es definir como una tupla el resultado que entrega la función:

```
def cuadrado(n):
    y=2*n
    return y,

t=()
for n in range(5):
    e=cuadrado(n)
    t=t+(e)
print(t)
```

Resultado

(0, 2, 4, 6, 8)

Opcionalmente, se puede operar con listas y el resultado final convertirlo a tupla antes de mostrar el resultado.



## 7.6 Conjuntos

Los conjuntos se construyen como una lista de valores encerrados entre **llaves**. También se pueden definir conjuntos con la instrucción `set(c)` en donde **c** representa cualquier objeto que se pueda indexar, como tuplas, listas o cadenas de caracteres. Por definición, los componentes de un conjunto no están ordenados ni contienen elementos repetidos.

El resultado de la definición y operación entre conjuntos es un objeto que **no** se puede indexar. Pero se lo puede convertir nuevamente a un objeto indexable.

Sean: **a, b**: conjuntos

Símbolo	Operación	Resultado	Función equivalente
$a \mid b$	Unión de conjuntos	Conjunto	<b>a.union(b)</b>
$a \& b$	Intersección de conjuntos	Conjunto	<b>a.intersection(b)</b>
$a - b$	Diferencia de conjuntos	Conjunto	<b>a.difference(b)</b>
$a \wedge b$	Diferencia simétrica de conjuntos	Conjunto	<b>a.symmetric_difference(b)</b>
$a < b$	Subconjunto	Valor lógico	<b>a.issubset(b)</b>

```
>>> u={4,6,7,3,8,6}
```

Definición directa de un conjunto

```
>>> u
```

```
{8, 3, 4, 6, 7}
```

```
>>> r=set([7,3,8,6,9,8])
```

Definición de un conjunto desde una lista  
(Se puede usar la definición de conjunto para eliminar elementos repetidos)

```
>>> r
```

```
{8, 9, 3, 6, 7}
```

```
>>> a = {3, 4, 9, 6, 7}
```

Conjuntos

```
>>> b = {4, 6, 2, 9, 7, 5}
```

```
>>> c=a|b
```

Operación de unión entre los conjuntos **a, b**

```
>>> c
```

```
{2, 3, 4, 5, 6, 7, 9}
```

```
>>> c=a.union(b)
```

El mismo resultado que **c = a|b**

```
>>> c
```

```
{2, 3, 4, 5, 6, 7, 9}
```

```
>>> c=a&b
```

Intersección

```
>>> c
```

```
{9, 4, 6, 7}
```

```
>>> c=b-a
```

Diferencia

```
>>> c
```

```
{2, 5}
```

```
>>> c=a^b
```

Diferencia simétrica

```
>>> c
```

```
{2, 3, 5}
```

```
>>> a={2,5,3,7,8,9}
>>> b={9,5,4}
>>> c={9,5,8}
>>> b<a
False
>>> c<a
True
```

#### Propiedad de pertenencia de un elemento en un conjunto

```
>>> x={7,3,8,6,9}
>>> 5 in x
False
>>> 3 in x
True
>>> 6 not in x
False
```

#### Conversión de un conjunto a lista con la función `list`

```
>>> c = {3, 5, 6, 8}
>>> c[1]
Error: los conjuntos no se pueden indexar
TypeError: 'set' object does not support indexing
```

```
>>> d=list(c)
>>> d
[8, 3, 5, 6]
```

La función `list` convierte el conjunto en lista

```
>>> d[1]=7
>>> print(d)
[8, 7, 5, 6]
```

La lista es indexable y modificable

```
>>> c=set(d)
>>> c
{8, 5, 6, 7}
```

Se redefine la lista como un conjunto  
Los elementos no están ordenados

#### Cadenas de caracteres convertidas a listas y conjuntos

```
>>> x='adivinanza'
>>> t=set(x)
>>> t
{'n', 'i', 'd', 'v', 'z', 'a'}
```

Cadena, indexable pero **no** modificable  
Conjunto de caracteres sin repeticiones  
(los elementos no mantienen el orden)  
El conjunto no es modificable ni indexable

```
>>> r=list(x)
>>> r
['a', 'd', 'i', 'v', 'i', 'n', 'a', 'n', 'z', 'a']
```

Lista de caracteres con repeticiones  
(los elementos están ordenados)  
La lista es indexable y modificable

```
>>> r[1]='d'
>>> r
```

### Uso de conjuntos para encontrar caracteres comunes entre cadenas de caracteres:

```
>>> a='programa'
>>> b='panorama'
>>> c=set(a) & set(b)           Convertir cadenas a conjuntos
>>> c
{'a', 'r', 'o', 'p', 'm'}      Los elementos no están en orden
>>> len(c)
5
```

### Algunas funciones comunes aplicables a conjuntos

```
>>> x={7,3,8,6,9}
>>> len(x)
5
>>> sum(x)
33
>>> min(x)
3
>>> max(x)
9
```

### Definición de conjunto vacío

```
>>> x=set()                     La definición x={} crea un diccionario vacío
```

### Operaciones para modificar la estructura de los conjuntos

```
>>> x=set([7,3,8,6,9])
>>> x
{8, 9, 3, 6, 7}
```

```
>>> x.add(5)                     Agregar elemento
>>> x
{3, 5, 6, 7, 8, 9}
```

```
>>> x={7,3,8,6,9}
>>> x.remove(6)                 Eliminar elemento
>>> x
{8, 9, 3, 7}
```

```
>>> x.remove(5)                 Error: el elemento no está en el conjunto
KeyError: 5
```

```
>>> x.discard(5)                No genera error si no está. Si está lo elimina
>>> x
{8, 9, 3, 7}
>>> x.discard(9)
>>> x
{8, 3, 7}
```

```
>>> x={7,3,8,6,9}
>>> t=x.pop()
>>> t
8
>>> t=x.pop()
>>> t
9
>>> t=x.pop()
>>> t
3
>>> x
{6, 7}
```

Elimina un elemento aleatorio del conjunto

Contenido actual del conjunto

Se puede iterar sobre un conjunto. Los elementos de conjuntos no están ordenados

```
>>> x={7,3,8,6,9}
>>> for e in x:
    print(e)

8
9
3
6
7
```

**Ejemplo.** Creacion de un conjunto con lectura de datos

```
c=set() #iniciar el conjunto vacío
n=int(input('Cuantos datos: '))
for i in range(n):
    e=int(input('Elemento: '))
    c.add(e)
print(c)
```

Prueba del programa

```
>>>
Cuantos datos: 5
Elemento: 23
Elemento: 45
Elemento: 23
Elemento: 78
Elemento: 42
{42, 45, 78, 23}
```

El elemento repetido fue eliminado  
Los elementos no están ordenados

## 7.7 Diccionarios

Los diccionarios son colecciones de datos con un formato especial que permite definir y acceder a los componentes únicamente mediante una **clave**. Cada componente de un diccionario es un par **clave:valor** y se escriben entre **llaves**, separados por comas con la siguiente sintaxis:

```
{clave: valor, clave: valor, clave: valor, ..., clave: valor}
```

Las claves pueden ser valores simples de diferentes tipos y los valores asociados a la clave pueden ser datos simples o datos estructurados de tipo **lista**, **cadena de caracteres**, **tupla**, **conjunto**, e inclusive otro **diccionario**. No se pueden modificar las claves pero, si se pueden modificar los valores que están asociados a las claves siempre que sean datos modificables, ejemplo: listas.

Los componentes de un diccionario **no están en un orden específico**. Para acceder a los elementos de un diccionario debe especificarse la **clave** entre corchetes.

Ejemplo. Definir un diccionario con clave numérica entera y valor tipo cadena.

```
>>> x={123: 'Algebra', 325: 'Física', 215: 'Química'}
```

Su representación conceptual en la memoria con celdas identificadas con la **clave**

'Algebra'	'Física'	'Química'
123	325	215

```
>>> x[123]
'Algebra'
```

Mediante la clave se accede al valor

```
>>> x[215]
'Química'
```

```
>>> x[123]='Matemáticas'
```

Se puede modificar el valor

```
>>> x
{123: 'Matemáticas', 325: 'Física', 215: 'Química'}
```

**Definición de un diccionario nulo o vacío**

```
>>> dic={}
```

**Definición de un diccionario con componentes estructurados**

Ejemplo. Definir un diccionario con clave numérica y valor asociado que contiene una lista de dos componentes: nombre y edad

```
>>> dic={123:['Anita',25],234:['Elena',34],456:['Carmen',45]}
>>> dic
{456: ['Carmen', 45], 234: ['Elena', 34], 123: ['Anita', 25]}
```

### El manejo de las entradas del diccionario requiere especificar la clave

```
>>> dic[123]
['Anita', 25]
```

### Manejo del contenido de la lista asociada a la clave

Requiere especificar el índice del componente (si es una lista o tupla)

```
>>> dic[123][0]
'Anita'
>>> dic[123][1]
25
```

### Modificar el contenido de la lista asociada a una clave

```
>>> dic[123][0]='María'
>>> dic
{456: ['Carmen', 45], 234: ['Elena', 34], 123: ['María', 25]}
>>> dic[123][1]=27
>>> dic
{456: ['Carmen', 45], 234: ['Elena', 34], 123: ['María', 27]}
```

Cambiar el nombre

Cambiar la edad

### Eliminar elementos del diccionario dada una clave: **del**

```
>>> del dic[234]
>>> dic
{456: ['Carmen', 45], 123: ['María', 27]}
>>> del dic
```

Elimina el diccionario de la memoria

### Detectar si el diccionario contiene una clave: **in**

```
>>> dic={456: ['Carmen', 45], 123: ['María', 27]}
>>> 123 in dic
True
>>> 234 in dic
False
```

### Agregar elementos a un diccionario

Se deben especificar la clave y el contenido respectivo, que puede ser un valor simple o de tipo estructurado. Si la clave ya existe, esa entrada del diccionario es sustituida. Se puede agregar elementos a un diccionario si el diccionario ya existe. Si no existe, primero debe iniciarse el diccionario con un valor nulo.

```
>>> dic[572]=['Juanita',26]
>>> dic
{456: ['Carmen', 45], 234: ['Elena', 34], 123: ['María', 25], 572:
['Juanita', 26]}
```

También se pueden agregar entradas al diccionario con la palabra especial **setdefault**:

```
>>> dic.setdefault(584,['Laura',31])
['Laura', 31]
>>> dic
{456: ['Carmen', 45], 584: ['Laura', 31], 234: ['Elena', 34], 123:
['María', 25], 572: ['Juanita', 26]}
```

Otra opción para agregar entradas al diccionario con la palabra especial **update**:

```
>>> dato=[333,['Susana',27]]
>>> dic.update([dato])
>>> dic
{584: ['Laura', 31], 456: ['Carmen', 45], 234: ['Elena', 34], 123:
['María', 25], 572: ['Juanita', 26], 333: ['Susana', 27]}
```

Asignación de tuplas a diccionarios. Pueden omitirse los paréntesis

```
>>> dc={}
>>> dc[123]='Juanita',26,50.2
>>> dc
{123: ('Juanita',26,50.2)}
>>> dc[425]=['juan',28],35,['Guayaquil',2017]
>>> dc
{425: (['juan',28], 35, ['Guayaquil',2017]), 123: ('Juanita',26,50.2)}
```

### Para comparar: Acceso a valores en listas vs. valores en diccionarios

Caso lista: Requiere índices

```
>>> s=[[234, ['cuaderno', 30]],[123, ['libro', 20]]]
>>> s[0]
[234, ['cuaderno', 30]]

>>> s[0][1]
['cuaderno', 30]
>>> s[0][1][1]
30
```

Caso diccionario: Requiere clave e índice

```
>>> s={234:['cuaderno', 30],123:['libro', 20]}
>>> s[234]
['cuaderno', 30]
>>> s[234][1]
30
```

El uso de las claves de los diccionarios es más claro que el uso de índices en listas

### Algunas funciones comunes son aplicables a diccionarios

```
>>> dic={456: ['Carmen', 45], 123: ['María', 27], 572: ['Juanita', 26]}
>>> len(dic)                      Cantidad de elementos en el diccionario
3
>>> max(dic)                      El mayor valor de clave
572
>>> min(dic)                      El menor valor de clave
123
```

### Observaciones acerca de diccionarios con valores de tipo estructurado

Los valores asociados a la clave pueden ser datos simples o datos estructurados de tipo **lista**, **tupla**, **conjunto**, e inclusive otro **diccionario**. Se indican las restricciones de acceso en cada caso.

**Diccionario con valores de tipo lista:** Se puede listar y acceder a los valores de la lista mediante índices y se pueden modificar los valores incluidos en la lista

**Diccionario con valores de tipo tupla:** Se puede listar y acceder a los valores de la tupla mediante índices pero no se pueden modificar los valores dentro de la tupla

**Diccionario con valores de tipo conjunto:** Se puede listar o verificar la existencia de valores en el conjunto, pero no se puede usar índices ni modificar los valores incluidos en el conjunto

**Diccionario con valores de tipo diccionario:** Para acceder a los valores del diccionario interno se necesita una segunda clave. El acceso a los valores del diccionario interno depende del tipo de datos respectivo.

### Conversión de una lista con componentes tipo lista o tupla a diccionario: `dict`

La lista o tupla deben tener una estructura compatible con el diccionario que se desea

```
>>> a=[[123,['libro',20]], [234,['cuaderno',30]]]          listas
>>> d=dict(a)
>>> d
{123: ['libro', 20], 234: ['cuaderno', 30]}
```

```
>>> a=[(123,['libro',20]), (234,['cuaderno',30])]          tuplas
>>> d=dict(a)
>>> d
{234: ['cuaderno', 30], 123: ['libro', 20]}          El orden no es significativo
```

```
>>> a=( [123,['libro',20]], [234,['cuaderno',30]] )
>>> d=dict(a)
>>> d
{234: ['cuaderno', 30], 123: ['libro', 20]}          Se obtiene el mismo diccionario
```



```
>>> a=[[123,('libro',20)],[234,('cuaderno',30)]]
>>> d=dict(a)
>>> d
{234: ('cuaderno', 30), 123: ('libro', 20)}    Las tuplas no son modificables
```

Creación de un diccionario emparejando listas de claves y valores con **zip**

```
>>> claves=[123,234]
>>> datos=[['libro',20],['cuaderno',30]]
>>> d=dict(zip(claves,datos))
>>> d
{234: ['cuaderno', 30], 123: ['libro', 20]}
```

Crear una lista con las claves de un diccionario: **keys**

```
dc={456: ['Carmen', 45], 234: ['Elena', 34], 123: ['María', 25]}
>>> c=dc.keys()
>>> list(c)
[456, 234, 123]
```

```
>>> list(dc)    También se obtiene la lista de claves tomándolas directamente
[456, 234, 123]    con list
```

Crear una lista mediante el contenido de los valores asociados a las claves del diccionario: **values**

```
>>> dc={456: ['Carmen', 45], 234: ['Elena', 34], 123: ['María', 25]}
>>> v=dc.values()
>>> list(v)
[['Carmen', 45], ['Elena', 34], ['María', 25]]
```

Conversión de un diccionario a una lista (los componentes son tuplas) : **items**

```
>>> d={123: ['libro', 20], 234: ['cuaderno', 30]}    Diccionario
>>> c=d.items()
>>> d=list(c)
>>> d
[(123, ['libro', 20]), (234, ['cuaderno', 30])]    Componentes son tuplas
d[0][0]=345    No se pueden modificar las claves
```

**TypeError: 'tuple' object does not support item assignment**

```
>>> d[0][1]=['lápiz',30]    Segundo componente de la tupla
                             (tampoco se puede modificar)
```

**TypeError: 'tuple' object does not support item assignment**

```
>>> d[0][1][0]='pluma'    Pero se puede modificar dentro (lista)
>>> d
[(234, ['pluma', 30]), (123, ['libro', 20])]
```

### Conversión de un diccionario a una lista mediante declaración explícita

```
>>> d={123: ['libro', 20], 234: ['cuaderno', 30]}      Diccionario
>>> c=d.items()
>>> x=list(c)
>>> x
[(123, ['libro', 20]), (234, ['cuaderno', 30])]      Resulta una tupla

>>> t=[]
>>> for e in x:
>>>     r=list(e)
>>>     t=t+[r]
>>> t
[[123, ['libro', 20]], [234, ['cuaderno', 30]]]      Inicar una lista
>>> t[0][0]=345                                     para convertir a lista en
>>> t                                                  forma explicita cada
>>> t                                                  elemento de la tupla
>>> t
[[345, ['libro', 20]], [234, ['cuaderno', 30]]]      Se obtiene una lista
>>> t                                                  (todo es modificable)
```

Se puede iterar sobre un diccionario. El iterador es la clave

```
>>> dc={456: ['Carmen', 45], 123: ['María', 27], 572: ['Juanita', 26]}

>>> for c in dc:
>>>     print(c,dc[c])                               Mostrar clave y valor asociado

456 ['Carmen', 45]
123 ['María', 27]
572 ['Juanita', 26]
```

Recorridos del contenido de un diccionario con `items()` y `values()`

```
>>> d={123: ['libro', 20], 234: ['cuaderno', 30]}

>>> for c in d:
>>>     print(c,d[c])                                Por claves
>>>                                                  Mostrar clave y valor asociado

234 ['cuaderno', 30]
123 ['libro', 20]

>>> for e in d.items():
>>>     print(e)                                     Por componentes en tuplas

(234, ['cuaderno', 30])
(123, ['libro', 20])

>>> for c,v in d.items():
>>>     print(c,v)                                   Por componentes separados
>>>                                                  (equivalente al primero)

234 ['cuaderno', 30]
123 ['libro', 20]
```

```
>>> for v in d.values():
    print(v)
```

Por valores

```
['cuaderno', 30]
['libro', 20]
```

Uso de `get` para asignar un valor alternativo si no existe una clave

```
>>> d={123: ['libro', 20], 234: ['cuaderno', 30]}
>>> x=d.get(234,333)
>>> print(x)
['cuaderno', 30]
>>> x=d.get(235,999)
>>> print(x)
999
>>> x=d.get(235, 'Error')
>>> x
'Error'
```

Un diccionario con claves de tipo texto, y valores de tipo conjunto

**Ejemplo:** Clave: nombre, valores asociados: hijos

```
>>> d={'Juan':{'María','Pedro'}, 'Carlos':{'Susy','Jorge','Pedro'}}
>>> d['Juan']
{'María', 'Pedro'}
>>> d['Carlos']
{'Jorge', 'Susy', 'Pedro'}
```

```
>>> for p in d:
    print('\nPadre: ',p)
    for h in d[p]:
        print(h)
```

Listar familias: Padre e hijos

```
Padre: Carlos
Jorge
Susy
Pedro
```

Los componentes de un diccionario no están en algún orden específico

```
Padre: Juan
María
Pedro
```

**Definición implícita de un diccionario**

Iniciar con ceros un diccionario para conteo de lanzamientos de un dado:

```
>>> dc={i:0 for i in range(1,7)}
>>> dc
{1: 0, 2: 0, 3: 0, 4: 0, 5: 0, 6: 0}
```

## Un diccionario con componentes de tipo diccionario

Requieren dos claves para acceder al valor

**Ejemplo.** Un diccionario con el código del profesor como la clave en el primer nivel. En el diccionario del segundo nivel la clave es el nombre de la materia y el valor asociado es el número del paralelo:

```
>>> dic={123: {'Algebra':5, 'Física':3}, 234: {'Algebra':2, 'Física':4,
'Química':3}, 326: {'Física':2}}
```

>>> dic[234] Materias dictadas por el profesor 234  
{'Química': 3, 'Algebra': 2, 'Física': 4}

>>> dic[234]['Física'] El número del paralelo de la materia 'Física'  
4

>>> dic[472]= {'Química':2, 'Algebra':3} Agregar una nueva entrada al dicc.  
>>> dic  
{472: {'Química': 2, 'Algebra': 3}, 234: {'Química': 3, 'Algebra': 2, 'Física': 4}, 123: {'Algebra': 5, 'Física': 3}, 326: {'Física': 2}}

>>> dic[123]['Algebra']=7 Modificar el número de paralelo  
>>> dic  
{472: {'Química': 2, 'Algebra': 3}, 234: {'Química': 3, 'Algebra': 2, 'Física': 4}, 123: {'Algebra': 7, 'Física': 3}, 326: {'Física': 2}}

>>> del dic[234]['Física'] Eliminar materia  
>>> dic  
{472: {'Química': 2, 'Algebra': 3}, 234: {'Química': 3, 'Algebra': 2}, 123: {'Algebra': 7, 'Física': 3}, 326: {'Física': 2}}

## Recorrido del diccionario de dos niveles usando claves

```
>>> for cod in dic:
    print(cod,dic[cod])

472 {'Algebra': 3, 'Química': 2}
234 {'Algebra': 2, 'Química': 3}
123 {'Algebra': 7, 'Física': 3}
326 {'Física': 2}
```

```
>>> for cod in dic:
    print('Profesor: ',cod)
    for mater in dic[cod]:
        print(mater,dic[cod][mater])

Profesor: 472
Algebra 3
Química 2
Profesor: 234
```

```

Algebra 2
Química 3
Profesor: 123
Algebra 7
Física 3
Profesor: 326
Física 2

```

Recorrido del diccionario de dos niveles con `items()`

```

>>> for cod,mats in dic.items():
    print(cod,mats)

```

La notación es más simple

```

472 {'Algebra': 3, 'Química': 2}
234 {'Algebra': 2, 'Química': 3}
123 {'Algebra': 7, 'Física': 3}
326 {'Física': 2}

```

```

>>> for cod,mats in dic.items():
    print('Profesor: ',cod)
    for mater,paral in mats.items():
        print(mater,paral)

```

```

Profesor: 472
Algebra 3
Química 2
Profesor: 234
Algebra 2
Química 3

```

```

Profesor: 123
Algebra 7
Física 3
Profesor: 326
Física 2

```

Uso de `len` en diccionarios de varios niveles

```

mat={'Carmen':{'Física':60,'Química':82,'Inglés':78},'Luis':{'Química':89}}
>>> mat['Carmen']
{'Química': 82, 'Física': 60, 'Inglés': 78}
>>> mat['Carmen']['Química']
82
>>> len(mat)
2
>>> len(mat['Carmen'])
3

```

### Convertir una cadena de texto con unidades de información a un diccionario

El siguiente es un ejemplo referencial que será usado en aplicaciones posteriores. Suponer que una cadena de texto contiene la descripción de artículos, separadas con puntos y comas, y que los datos de cada artículo están separados con espacios.

```
>>> s='123 libro 20;324 cuaderno 35;425 lápiz 50;284 regla 25'
>>> x=s.split(';')
>>> x
['123 libro 20', '324 cuaderno 35', '425 lápiz 50', '284 regla 25']
>>> d={}
>>> for e in x:
    dato=e.split(' ')
    clave=int(dato[0])
    nomb=dato[1]
    cant=int(dato[2])
    d[clave]=[nomb,cant]

>>> d
{425: ['lápiz', 50], 123: ['libro', 20], 324: ['cuaderno', 35], 284:
['regla', 25]}
```

**Nota.** La asignación de los datos a variables puede también ser directa como se muestra en el ejemplo. Se obtendría el mismo resultado:

```
>>> s='123 libro 20;324 cuaderno 35;425 lápiz 50;284 regla 25'
>>> x=s.split(';')
>>> x
>>> d={}
>>> for e in x:
    [clave,nomb,cant]=e.split(' ')
    d[int(clave)]=[nomb,int(cant)]
```

### Reconstruir la cadena de texto con la información del diccionario

```
>>> s=''
>>> for clave in d:
    nomb=d[clave][0]
    cant=d[clave][1]
    s=s+str(clave)+' '+nomb+' '+str(cant)+';'

>>> s
'425 lápiz 50;123 libro 20;324 cuaderno 35;284 regla 25;'
>>> s=s[:-1]
>>> s
'425 lápiz 50;123 libro 20;324 cuaderno 35;284 regla 25'
```

**Ejemplo.** Un programa para crear un diccionario con lectura de datos de personas (clave: código, valores asociados: nombre y edad):

```
dic={}
n=int(input('Cuantos datos: '))
for i in range(n):
    cla=int(input('Clave: '))
    nom=input('Nombre: ')
    ed=int(input('Edad: '))
    dic[cla]=[nom,ed]

print('\nSalida: ')
for cod in dic:
    print('\nNombre: ',dic[cod][0])
    print('Edad:   ',dic[cod][1])

x=int(input('Clave para buscar: '))
if x in dic:
    print('Nombre: ',dic[x][0])
    print('Edad:   ',dic[x][1])
else:
    print('No está')
```

#### Prueba del programa

>>>

Cuantos datos: 3

Clave: 123

Nombre: María

Edad: 32

Clave: 234

Nombre: Juan

Edad: 28

Clave: 345

Nombre: Carmen

Edad: 30

Salida

Nombre: Carmen

Edad: 30

Los elementos no están en orden

Nombre: Juan

Edad: 28

...

**Ejemplo.** Una función para simular el lanzamiento de un dado y registrar la cantidad de veces que salió cada número. El parámetro es la cantidad de veces que se lanza el dado.

El resultado que entrega la función es un diccionario cuya clave es el número del dado y el valor asociado es la cantidad de veces que salió ese número.

El diccionario se inicia con ceros mediante una declaración implícita.

```
from random import*
def dados(n):
    d={i:0 for i in range(1,7)}
    for i in range(n):
        x=randint(1,6)
        d[x]=d[x]+1
    return d
```

Prueba de la función

```
>>> from dados import*
>>> d=dados(600)
>>> print(d)
{1: 93, 2: 98, 3: 104, 4: 93, 5: 106, 6: 106}
>>> d[3]
104
>>>
```

Verificar la suma de lanzamientos

```
>>> sum(d.values())
1000
```



Una función de prueba para detectar el tipo del parámetro. Esta propiedad demuestra que no es necesario definir el tipo de datos de los parámetros que entran a una función

```
def encontrartipo(x):
    if type(x)==list:
        print('Es una lista')
    elif type(x)==tuple:
        print('Es una tupla')
    elif type(x)==set:
        print('Es un conjunto')
    elif type(x)==dict:
        print('Es un diccionario')
    else:
        print('Otro tipo')
```

#### Prueba de la función

```
>>> from encontrartipo import*
>>> x=[2,5,3,7]
>>> encontrartipo(x)
Es una lista
>>> x=(2,5,3,7)
>>> encontrartipo(x)
Es una tupla
>>> x={2,5,3,7}
>>> encontrartipo(x)
Es un conjunto
>>> x={2:[5,3,7]}
>>> encontrartipo(x)
Es un diccionario
>>> x=7
>>> encontrartipo(x)
Otro tipo
```

Una función utilitaria para determinar si una variable es simple o es una estructura de datos iterable (lista, tupla, conjunto, arreglo, diccionario, cadena de caracteres)

```
>>> import numpy as np
>>> x=5
>>> np.iterable(x)
0
>>> x=(6,4,7)
>>> np.iterable(x)
1
```

## 7.8 Programación de recorridos de colecciones

Python ofrece varias formas de recorrer colecciones de datos (listas, tuplas, cadenas, diccionarios). Mediante ejemplos se describen algunas de estas técnicas.

Recorrido del primer nivel

```
lista=[('Lapiz',40,1.25),('Libro',35,5.2),('Cuaderno',50,2.4)]
for dato in lista:
    print(dato)

>>>
('Lapiz', 40, 1.25)
('Libro', 35, 5.2)
('Cuaderno', 50, 2.4)
```

Recorrido por componentes y uso de formas abreviadas. Los resultados son idénticos

```
lista=[('Lapiz',40,1.25),('Libro',35,5.2),('Cuaderno',50,2.4)]
for dato in lista:
    nombre=dato[0]
    cant=dato[1]
    precio=dato[2]
    print(nombre,cant,precio)

>>>
Lapiz 40 1.25
libro 35 5.2
Cuaderno 50 2.4
```

```
lista=[('Lapiz',40,1.25),('libro',35,5.2),('Cuaderno',50,2.4)]
for nombre,cant,precio in lista:
    print(nombre,cant,precio)

>>>
Lapiz 40 1.25
libro 35 5.2
Cuaderno 50 2.4
```

```
lista=[[ 'Lapiz',40,1.25],[ 'libro',35,5.2],[ 'Cuaderno',50,2.4]]
for nombre,cant,precio in lista:
    print(nombre,cant,precio)

>>>
Lapiz 40 1.25
libro 35 5.2
Cuaderno 50 2.4
```

```

cadenas=['Lapiz,40,1.25','Libro,35,5.2','Cuaderno,50,2.4']
for linea in cadenas:
    dato=linea.split(',')
    nombre=dato[0]
    cant=dato[1]
    precio=dato[2]
    print(nombre,cant,precio)

>>>
Lapiz 40 1.25
libro 35 5.2
Cuaderno 50 2.4

```

```

cadenas=['Lapiz,40,1.25','Libro,35,5.2','Cuaderno,50,2.4']
for linea in cadenas:
    nombre,cant,precio=linea.split(',')
    print(nombre,cant,precio)

>>>
Lapiz 40 1.25
libro 35 5.2
Cuaderno 50 2.4

```

En el caso de diccionarios, los resultados pueden salir sin un orden específico

```

dic={'Lapiz':[40,1.25],'Libro':[35,5.2],'Cuaderno':[50,2.4]}
for nombre in dic:
    cant=dic[nombre][0]
    precio=dic[nombre][1]
    print(nombre,cant,precio)

>>>
Libro 35 5.2
Cuaderno 50 2.4
Lapiz 40 1.25

```

```

dic={'Lapiz':[40,1.25],'Libro':[35,5.2],'Cuaderno':[50,2.4]}
for nombre in dic:
    cant,precio=dic[nombre]
    print(nombre,cant,precio)

```

```

dic={'Lapiz':[40,1.25],'Libro':[35,5.2],'Cuaderno':[50,2.4]}
for nombre,datos in dic.items():
    print(nombre,datos[0],datos[1])

```

```

dic={'Lapiz':[40,1.25],'Libro':[35,5.2],'Cuaderno':[50,2.4]}
for nombre,datos in dic.items():
    cant,precio=datos
    print(nombre,cant,precio)

```

## 7.9 Ejercicios de programación con colecciones y funciones

Estos ejercicios combinan el uso de listas, cadenas de caracteres, tuplas, conjuntos, diccionarios y funciones.

**Ejemplo.** Dada una lista de números que puede contener valores repetidos, escriba las instrucciones en la ventana interactiva para producir una lista de tuplas de dos componentes. El primer componente de la tupla es cada número diferente, y el segundo componente de la tupla es la cantidad de veces que el número aparece en la lista.

```
>>> x=[23,52,45,76,84,45,91,23,45,76,91]
...
>>> t=[(23,2),(45,3),(76,2),(84,1),(52,1),(91,2)]
```

Resultado esperado

Solución

```
>>> x=[23,52,45,76,84,45,91,23,45,76,91]
>>> c=set(x)
>>> t=[]
>>> for e in c:
        n=x.count(e)
        t=t+[(e,n)]

>>> t
[(76, 2), (45, 3), (84, 1), (52, 1), (23, 2), (91, 2)]
```

a) Resuelva los siguientes ejercicios mediante instrucciones en la ventana interactiva.

1. Dada una tupla **x** y un valor **v**, elimine el valor **v** de la tupla **x**

Ejemplo:

```
>>> x=(23, 61, 42, 78, 36)
>>> v=78
...
>>> x=(23, 61, 42, 36)
```

Resultado esperado

2. Dada una cadena de caracteres, Escriba las instrucciones en la ventana interactiva para determinar cuantos caracteres repetidos tiene. Sugerencia: convierta la cadena a conjunto.

Ejemplo

```
>>> x='esta es una prueba'
...
>>> 10
```

Resultado esperado

3. Dado un conjunto **x** con números enteros, escriba las instrucciones en la ventana interactiva para eliminar del conjunto los elementos con valor par

4. Dada una lista de tuplas de dos componentes. El primer componente de la tupla es el nombre de una materia y el segundo componente la cantidad de paralelos. Escriba las instrucciones para producir un diccionario cuya clave es el nombre de la materia, y los valores son la lista de los paralelos.

```
>>> lista=[('ALGEBRA',3),('FISICA',1),('QUIMICA',2)]
...
>>> d={'ALGEBRA':[1,2,3], 'FISICA':[1], 'QUIMICA':[1,2]}
```

5. Dado un número entero positivo, escriba las instrucciones en la ventana interactiva para construir una lista de tuplas en las que el primer componente es cada dígito diferente del número, y el segundo componente es la cantidad de veces que el dígito aparece en el número.

```
>>> n=327387725427
...
>>> t=[(4,1),(2,3),(7,4),(8,1),(5,1),(3,2)]
```

resultado esperado

6. Dado un número entero positivo, escriba las instrucciones en la ventana interactiva para construir un diccionario con clave igual a cada dígito diferente del número, y valor igual a la cantidad de veces que el dígito aparece en el número.

```
>>> n=327387725427
...
>>> d={2: 3, 3: 2, 4: 1, 5: 1, 7: 4, 8: 1}
```

resultado esperado

7. Se tienen anotados los datos de **tres** personas, cada una con un número de identificación, el nombre y la edad en años: **123 Juan 26; 234 María 25; 345 José 22**. Defina un diccionario escribiendo directamente estos valores. El número de identificación es la clave y los valores asociados forman una tupla.

8. Suponga que hay muchos datos de personas almacenados en un diccionario con el mismo formato del ejercicio anterior. Escriba las instrucciones en la ventana interactiva para formar una lista conteniendo únicamente los nombres de todas las personas.

9. Suponer que una cadena de caracteres contiene información de muchos vehículos usados. La información de cada vehículo incluye: placa, marca de carro, kilometraje recorrido y precio. Cada vehículo esta separado del siguiente por un punto y coma, y los datos de cada vehículo están separados por un espacio. Escriba las instrucciones para convertir la cadena en un diccionario. La clave es la placa.

Ejemplo.

```
>>> S='GSP1271 Chevrolet 25000 18500.00;GRT2438 Ford 15000 17800;...'
...
>>> d={'GSP1271': ['Chevrolet', 25000, 18500.00], 'GRT2438': ['Ford', 15000, ...]}
```

10. Escriba las instrucciones que conviertan el diccionario del ejemplo anterior a la cadena de caracteres original, con los mismos separadores.

- b) Para cada uno de los siguientes ejercicios escriba una **función** en Python.

Las funciones son más generales pues son independientes de los datos.

**Ejemplo.** Recibe una lista de números, que puede tener números repetidos, y entrega una lista de tuplas en las que el primer componente es cada número diferente, y el segundo componente es la cantidad de veces que el número aparece en la lista.

```
def parejas(x):
    lista=[]
    c=set(x)
    for e in c:
        n=x.count(e)
        lista=lista+[(e,n)]
    return lista
```

```
>>> from parejas import*
>>> x=[23,52,45,76,84,45,91,23,45,76,91]
>>> p=parejas(x)
>>> p
[(76, 2), (45, 3), (84, 1), (52, 1), (23, 2), (91, 2)]
```

1. Recibe una lista de números, que puede tener números repetidos, y entrega un diccionario con clave igual a cada número diferente, y valor igual a la cantidad de veces que el número aparece en la lista
2. Recibe una cadena de caracteres y entrega una lista de tuplas en las que el primer componente es cada una de las vocales y el segundo componente es la cantidad de veces que la vocal aparece en la cadena. No incluya los espacios entre caracteres.
3. Recibe una cadena de caracteres y entrega un diccionario con clave igual a a cada vocal, y valor igual a la cantidad de veces que la vocal aparece en la cadena
4. Recibe un número entero positivo y entrega una lista de tuplas en las que el primer componente es cada dígito diferente del número, y el segundo componente es la cantidad de veces que el dígito aparece en el número.
5. Recibe un número entero positivo y entrega un diccionario con clave igual a cada dígito diferente del número, y valor igual a la cantidad de veces que el dígito aparece en el número.
6. Recibe un entero positivo, lo convierte a número binario y entrega dos tuplas en las que el primer componente es uno de los dos dígitos binarios, y el segundo componente es la cantidad de veces que aparece en el número binario.
7. Recibe una frase en una cadena de caracteres y entrega una cadena con las letras iniciales de cada palabra, en mayúsculas. Ej. 'Mi programa favorito' → 'MPF'
8. Recibe una cadena y entrega una cadena reflejada, Ej. 'prueba' → 'pruebaabeurp'

9. Recibe una cadena y entrega la cadena sin vocales. Ej. 'prueba' → 'prb'
10. Recibe una cadena y la entrega sustituyendo cada espacio por un símbolo aleatorio que puede ser: '+', '#', '&'
11. Recibe una cadena y la entrega sustituyendo cada vocal por la siguiente vocal, rotando al final. Ejm 'prueba' → 'praibe'
12. Recibe una cadena y la entrega intercambiando parejas de caracteres consecutivos. Ej. 'programa' → 'rpgoaram'
13. Recibe una cadena de caracteres conteniendo una frase. Entrega una tupla con dos conjuntos. Conjunto de las vocales y conjunto de caracteres que no son vocales
14. Recibe un diccionario en el cual la clave es un entero y el valor asociado es un conjunto de enteros. Entrega una lista de tuplas, En cada tupla el primer componente es el valor de la clave y el segundo componente es la cantidad de elementos del conjunto asociado.
15. Recibe un diccionario en el cual la clave es un entero y el valor asociado es un conjunto de enteros. Entrega una lista de tuplas. En cada tupla el primer componente es la clave y el segundo componente es cada valor del conjunto. Por lo tanto, cada dato en el diccionario puede generar varias tuplas.
16. Recibe dos listas de nombres de personas. Ambas listas tienen la misma cantidad de componentes. Entrega un diccionario para asociar, sin repeticiones y en forma aleatoria, cada nombre de la primera lista con algún nombre de la segunda lista. Suponer que dentro de cada lista los nombres no están repetidos.
17. Recibe una lista de nombres y entrega una lista de tuplas. El primer componente de cada tupla es un nombre, y el segundo componente es un entero aleatorio entero entre 1 y n, siendo n la cantidad de nombres. Pero no deben haber tuplas con números repetidos.
18. Recibe una lista de tuplas en las que el primer componente es el nombre de una persona, y el segundo componente es su género: 'M' o 'F'. Entrega un diccionario cuya clave es el género, y el valor asociado es un conjunto con los nombres de las personas con ese género.
19. Recibe una cadena de caracteres conteniendo una frase. Entrega un diccionario en el cual la clave es cada palabra diferente y el valor asociado es un entero que representa la cantidad de veces que la palabra aparece en la frase.
20. Recibe una cadena de caracteres conteniendo una frase. Entrega una tupla en la cual el primer componente es cada vocal, y el segundo componente es la palabra más larga de la frase que contiene esa vocal.
21. Recibe una lista de números: 1, 2, o 3. Cada uno representa el voto por uno de los tres candidatos en una elección. Entrega un diccionario en el cual la clave es el número del candidato, y el valor, la cantidad de votos que obtuvo.
22. Recibe dos conjuntos y entrega una tupla conteniendo tres componentes de tipo conjunto: la unión, intersección y diferencia simétrica de los dos conjuntos dados.

**23.** Recibe tres conjuntos y entrega una tupla conteniendo dos componentes de tipo conjunto: la unión y la intersección de los tres conjuntos dados.

**24.** Recibe un diccionario en el que la clave es el código de un estudiante, y el valor asociado es un conjunto de los nombres de las materias que toma. El resultado es el conjunto de todas las materias que aparecen en el diccionario.



## 7.10 Formatos de salida en Python

En esta sección se describe el uso de algunas especificaciones de formato para mostrar resultados en Python. Mediante ejemplos se revisan tres opciones:

- a) Uso de la especificación `%` denominada como el “viejo estilo”,
- b) Uso de la especificación `.format` denominada como el “nuevo estilo”.
- c) La tercera opción es el uso de las funciones de manejo de cadenas para formatear la salida. Estas funciones están disponibles en la clase `str` de Python.

Para esta sección se han consultado como referencias bibliográficas los documentos disponibles en internet en las direcciones:

<http://www.python-course.eu/index.php>

<https://pyformat.info/>

El uso de las especificaciones se describirá mediante ejemplos. En algunos casos, algunas de las opciones no son aplicables para especificar la salida de resultados.

### Formatos básicos

#### Ejemplo.

```
>>> n=475
>>> s='ESPOL'
>>> r=38.726
```

- a) Primera opción: Uso simple de la especificación `%`

```
>>> print('Resultados: %d %s %f'%(x,s,r))
Resultados: 475 ESPOL 38.726000
```

En la primera opción, junto a cada símbolo `%` es necesario especificar el tipo de datos de las variables: `d` ó `i` para enteros, `s` para cadenas, `f` ó `F` para reales. Existen símbolos especiales para datos en formato octal (`o`), hexadecimal (`x`), notación de potencias (`E`), etc.

En la especificación básica del ejemplo, se usa la cantidad mínima de columnas necesarias para mostrar cada resultado. Se pueden insertar espacios entre las especificaciones.

- b) Segunda opción: Uso de la especificación `.format`

```
>>> print('Resultados: {} {} {}'.format(x,s,r))
Resultados: 475 ESPOL 38.726
```

En la segunda opción, se usan pares `{ }` como contenedores de las especificaciones de formato. Si están vacías, la salida usa la cantidad mínima de columnas necesarias para mostrar cada resultado. Se pueden insertar espacios entre las especificaciones.

Una diferencia muy importante con respecto a la especificación de formato %, es que con **.format** no es necesario indicar el tipo de datos de las variables.

Con las especificaciones { } se asume que hay correspondencia secuencial con cada variable. Esta correspondencia se puede indicar con un índice que se inicia en cero. El índice puede usarse para cambiar el orden de las variables:

```
>>> print('Resultados: {1} {2} {0}'.format(x,s,r))
Resultados: ESPOL 38.726 475
```

c) Tercera opción: Formatear con funciones para manejo de cadenas de caracteres

```
>>> c=str(n)+' '+s+' '+str(r)
>>> print('Resultados:',c)
Resultados: 475 ESPOL 38.726
```

En la tercera opción, la cadena de salida se arma convirtiendo los datos a cadenas y aplicando las funciones apropiadas

### Los valores formateados se pueden asignar a variables

La variable asignada toma el tipo **str** al que se ha convertido el valor asignado

```
>>> x=3.6777
>>> print('%5.2f'%x)
3.68
>>> s='%5.2f'%x
>>> s
' 3.68'
>>> print(s)
3.68
```

### Relleno y alineación de cadenas de caracteres

En las especificaciones se puede definir que los resultados sean alineados y rellenos en una cantidad de columnas especificada:

Alinear los resultados a la derecha en 10 columnas

```
>>> print('Resultados: %10d %10s %10f'%(n,s,r))
Resultados:          475          ESPOL  38.726000

>>> print('Resultados: {0:>10} {1:>10} {2:>10}'.format(n,s,r))
Resultados:          475          ESPOL  38.726

>>> c=str(n).rjust(10)+' '+s.rjust(10)+' '+str(r).rjust(10)
>>> print('Resultados:',c)
Resultados:          475          ESPOL  38.726
```

Alinear los resultados a la izquierda en 10 columnas

```
>>> print('Resultados: %-10d %-10s %-10f'%(n,s,r))
Resultados: 475          ESPOL          38.726000

>>> print('Resultados: {0:<10} {1:<10} {2:<10}'.format(n,s,r))
Resultados: 475          ESPOL          38.726

>>> c=str(n).ljust(10)+' '+s.ljust(10)+' '+str(r).ljust(10)
>>> print('Resultados:',c)
Resultados: 475          ESPOL          38.726
```

Alinear a la derecha en 10 columnas con relleno mediante algún carácter

Esta opción no está disponible con la especificación %

```
>>> print('Resultados: {0: >10} {1: >10} {2: >10}'.format(n,s,r))
Resultados: _____475 _____ESPOL _____38.726

>>> c=str(n).rjust(10,'_')+ ' '+s.rjust(10,'_')+ ' '+str(r).rjust(10,'_')
>>> print('Resultados;',c)
Resultados; _____475 _____ESPOL _____38.726
```

Alinear y rellenar a la izquierda con el carácter '\_'

```
>>> print('Resultados: {0: _<10} {1: _<10} {2: _<10}'.format(n,s,r))
Resultados: 475_____ ESPOL_____ 38.726_____

>>> c=str(n).ljust(10,'_')+ ' '+s.ljust(10,'_')+ ' '+str(r).ljust(10,'_')
>>> print('Resultados:',c)
Resultados: 475_____ ESPOL_____ 38.726_____
```

Alinear y rellenar en el centro con el carácter '\_'

```
>>> print('Resultados: {0: _^10} {1: _^10} {2: _^10}'.format(n,s,r))
Resultados: __475__ __ESPOL__ __38.726__

>>> c=str(n).center(10,'_')+ ' '+s.center(10,'_')+ ' '+str(r).center(10,'_')
>>> print('Resultados:',c)
Resultados: __475__ __ESPOL__ __38.726__
```

## Truncamiento de resultados en la salida

Truncamiento de cadenas y de números reales

```
>>> print('Resultados: %.3s %10.2f'%(s,r))
Resultados: ESP      38.73
```

```
>>> print('Resultados: {0:<10.3} {1:<10.4}'.format(s,r))
Resultados: ESP      38.73
```

**Nota:** En el formato %, la especificación 10.2 significa 10 columnas con 2 decimales  
En el formato { }, la especificación 10.4 significa 10 columnas con 4 cifras

Truncamiento, alineación y relleno con el carácter con el carácter '\_'

```
>>> print('Resultados: {0:_  
Resultados: ESP_____ 38.73_____
>>> c=s[0:3].ljust(10,'_')+ ' '+str(r)[0:5].ljust(10,'_')
>>> print('Resultados:',c)
Resultados: ESP_____ 38.72_____
```

Truncamiento, alineación de valores numéricos, y relleno con ceros

```
>>> print('Resultados: %010d %010.2f'%(n,r))
Resultados: 0000000475 0000038.73

>>> print('Resultados: {0:0>10} {1:0>10.4}'.format(n,r))
Resultados: 0000000475 0000038.73

>>> c=str(n).rjust(10,'0')+ ' '+str(r)[0:5].rjust(10,'0')
>>> print('Resultados:',c)
Resultados: 0000000475 0000038.72
```

## Números con signo

```
>>> n=475
>>> m=-382
>>> print('Resultados: %+10d %+10d'%(n,m))
Resultados:      +475      -382

>>> print('Resultados: {0:~+10d} {1:~+10d}'.format(n,m))
Resultados:      +475      -382
```

## Control de la posición del signo

```
>>> n=475
>>> m=-382
>>> print('Resultados: {0:=+10d} {1:=+10d}'.format(n,m))
Resultados: +      475 -      382
```

**Especificaciones de formato parametrizadas**

```
>>> n=475 print('Resultado: {0:{relleno}{alinear}{ancho}d}'.format  
(n,relleno='_',alinear='<',ancho='10'))  
Resultado: 475_____
```

```
>>> r=38.726  
>>> print('Resultados: %*.*f'%(10,2,r))  
Resultados:      38.73
```

```
>>> print('Resultados: {0:{ancho}.{decimales}f}'.format  
(r,ancho=10,decimales=2))  
Resultados:      38.73
```

## 8 Registros y archivos

### Definición de registro

Un registro es un dispositivo para contener datos que pueden tener diferente tipo. Los registros normalmente están asociados a dispositivos externos de almacenamiento como discos. Algunos lenguajes de programación tienen un tipo especial de datos para representar registros.

Python no dispone en su librería estándar este tipo de datos, sin embargo, se puede usar una variable de tipo **diccionario** o de tipo **lista** como contenedores naturales para almacenar registros puesto que estas estructuras de datos pueden contener componentes de diferente tipo y además pueden modificarse.

Los diccionarios o listas pueden contener los registros para facilitar su manejo en memoria. En el caso del diccionario, el acceso a los registros se realiza mediante una clave. Para las listas, se requiere usar índices.

### Uso de nombres como índices para identificar los componentes de registros

Usar nombres para los índices en lugar del número de celda para referirse a los componentes de una lista (registro con datos) facilita la revisión y aporta claridad a la programación en el uso del contenido de los componentes de la lista.

**Ejemplo.** Suponer una lista conteniendo algunos registros con datos de artículos (código, cantidad, precio y nombre). Listar el nombre y la cantidad de cada artículo.

El nombre y la cantidad corresponden a las celda 3 y a la celda 1, respectivamente, de la lista que contiene la información de cada artículo. Se deben usar estos números de celda:

```
>>> lista=[[123,20,5.2,'libro'],[234,40,2.1,'cuaderno'],[241,25,0.5,'regla']]
>>> for art in lista:
    print(art[3],art[1])
```

```
libro 20
cuaderno 40
regla 25
```

Una forma más comprensible de referirse a los componentes de los registros de la lista es asignar nombres a los índices de las celdas:

```
>>> lista=[[123,20,5.2,'libro'],[234,40,2.1,'cuaderno'],[241,25,0.5,'regla']]
>>> ind_cod=0
>>> ind_cant=1
>>> ind_pre=2
>>> ind_nom=3
>>> for art in lista:
    print(art[ind_nom],art[ind_cant])
```

```
libro 20
cuaderno 40
regla 25
```

## 8.1 Desarrollo de aplicaciones con registros en memoria

En esta sección se desarrolla una aplicación básica usando un **diccionario** y posteriormente una **lista**. El diccionario es una manera directa y simple para estas aplicaciones, sin embargo, para el almacenamiento de datos en el disco, el uso de una **lista** resulta más conveniente como se verá posteriormente.

**Ejemplo.** Desarrolle una aplicación usando un **diccionario** para manejo de los registros que contienen la descripción de los artículos de una empresa. El programa debe ofrecer las siguientes opciones:

- 1) **Ingresar:** Ingreso de un nuevo artículo: código, cantidad, precio y nombre
- 2) **Consultar:** Conocer los datos de un artículo dado su código
- 3) **Comprar:** Agregar cantidad a un artículo existente
- 4) **Vender:** Vender una cantidad de un artículo existente
- 5) **Eliminar:** Eliminar o dar de baja un artículo
- 6) **Salir**

### Datos de cada artículo:

Código de identificación del artículo  
 Cantidad actual  
 Precio  
 Nombre

### Variables:

**dic:** Es el diccionario que contendrá los registros de los datos de los artículos. Esta estructura estará disponible únicamente en la memoria. La clave será el código del artículo.

### Nombres de los componentes del registro

**cla:** clave (código de identificación del artículo)  
**cant:** cantidad actual de artículos disponibles  
**pre:** precio del artículo  
**nom:** nombre del artículo

Por claridad, se usan nombres para los índices en lugar de números

```
#Uso de un diccionario para manejo de registros en memoria
dic={}                                #Iniciar diccionario vacío
ind_cant=0                            #Índice para la cantidad
ind_pre=1                             #Índice para el precio
ind_nom=2                             #Índice para el nombre
salida=False
while not salida:
    print('\n1) Ingresar artículo')
    print('2) Consultar artículo')
    print('3) Comprar')
    print('4) Vender')
    print('5) Eliminar artículo')
    print('6) Salir')
    opc=input('\nElija una opción: ')
```

```

if opc=='1':
    cla=int(input('Clave: '))
    cant=int(input('Ingreso cantidad: '))
    pre=float(input('Ingreso precio: '))
    nom=input('Ingreso nombre: ')
    dic[cla]=[cant,pre,nom]           #Agregar registro al dicc.

elif opc=='2':
    cla=int(input('Ingreso clave: '))
    if cla in dic:
        print('Cantidad: ',dic[cla][ind_cant])
        print('Precio: ',dic[cla][ind_pre])
        print('Nombre: ',dic[cla][ind_nom])
    else:
        print('No existe')

elif opc=='3':
    cla=int(input('Ingreso clave: '))
    if cla in dic:
        c=int(input('Ingreso cantidad: '))
        dic[cla][ind_cant]=dic[cla][ind_cant]+c
    else:
        print('No existe')

elif opc=='4':
    cla=int(input('Ingreso clave: '))
    if cla in dic:
        c=int(input('Ingreso cantidad: '))
        dic[cla][ind_cant]=dic[cla][ind_cant]-c
    else:
        print('No existe')

elif opc=='5':
    cla=int(input('Ingreso clave: '))
    if cla in dic:
        del dic[cla]
    else:
        print('No existe')

elif opc=='6':
    salida=True

```



Prueba del programa

- 1) Ingresar artículo
- 2) Consultar artículo
- 3) Comprar
- 4) Vender
- 5) Eliminar artículo
- 6) Salir

Elija una opción: 1  
Clave: 123  
Ingrese cantidad: 20  
Ingrese precio: 5.2  
Ingrese nombre: libro

- 1) Ingresar artículo
- 2) Consultar artículo
- 3) Comprar
- 4) Vender
- 5) Eliminar artículo
- 6) Salir

Elija una opción: 1  
Clave: 234  
Ingrese cantidad: 40  
Ingrese precio: 1.2  
Ingrese nombre: cuaderno

- 1) Ingresar artículo
- 2) Consultar artículo
- 3) Comprar
- 4) Vender
- 5) Eliminar artículo
- 6) Salir

Elija una opción: 2  
Ingrese clave: 234  
Cantidad: 40  
Precio: 1.2  
Nombre: cuaderno

- 1) Ingresar artículo
- 2) Consultar artículo
- 3) Comprar
- 4) Vender
- 5) Eliminar artículo
- 6) Salir

Elija una opción: 6

En esta sección se desarrolla otra versión de la aplicación anterior de manejo de registros en memoria, usando listas y el uso de funciones para describir las acciones. Esta metodología se denomina Programación Modular.

**Ejemplo.** Crear una aplicación para manejar los datos de los artículos de una empresa con las siguientes opciones:.

- 1) Ingresar:** Ingreso de un nuevo artículo: código, cantidad, precio y nombre
- 2) Consultar:** Conocer los datos de un artículo dado su código
- 3) Comprar:** Agregar cantidad a un artículo existente
- 4) Vender:** Vender una cantidad de un artículo existente
- 5) Eliminar:** Eliminar o dar de baja un artículo
- 6) Salir**

#### **Datos de cada artículo:**

Código de identificación  
 Cantidad actual  
 Precio  
 Nombre

#### **Variables:**

- registros:** Es una lista cuyos componentes son listas que las contendrán los registros para almacenar los datos de los artículos. Esta lista será creada y estará disponible únicamente en la memoria.
- reg:** Estructura tipo lista que contendrá la descripción de cada registro.

#### **Nombres de los componentes del registro**

- cod:** código del artículo
- cant:** cantidad actual de artículos disponibles
- pre:** precio del artículo
- nom:** nombre del artículo

#### **Módulos**

**ingreso**  
**consulta**  
**compra**  
**venta**  
**eliminar**

Cada módulo contiene las instrucciones necesarias para realizar cada opción del menú. Los módulos o funciones pueden escribirse juntos en el mismo módulo que contiene al programa principal o pueden escribirse separadamente y almacenarse en una librería, la cual debe ser importada al programa para tener acceso a los módulos. En este ejemplo, los módulos se escriben antes del programa en el mismo documento.

El programa resultante contiene las instrucciones de llamada a las funciones dentro de las cuales se realizan las acciones correspondientes.

Se usarán nombres para los índices en lugar de números, pero para no escribirlos dentro de cada función, se los colocará en una área común con la declaración **global**

## #Manejo de registros en memoria. Desarrollo modular

```

global ind_cod,ind_cant,ind_pre,ind_nom
ind_cod=0
ind_cant=1
ind_pre=2
ind_nom=3

def ingreso(registros):
    cod=int(input('Ingrese código: '))
    cant=int(input('Ingrese cantidad: '))
    pre=float(input('Ingrese precio: '))
    nom=input('Ingrese nombre: ')
    reg=[cod,cant,pre,nom]
    registros=registros+[reg]
    return registros

def consulta(registros):
    c=int(input('Ingrese código: '))
    exito=False
    for reg in registros:
        if c==reg[ind_cod]:
            print('Cantidad: ',reg[ind_cant])
            print('Precio: ',reg[ind_pre])
            print('Nombre: ',reg[ind_nom])
            exito=True
            break
    if not exito:
        print('Artículo no existe')

def compra(registros):
    c=int(input('Ingrese código: '))
    exito=False
    for reg in registros:
        if c==reg[ind_cod]:
            k=int(input('Ingrese la cantidad comprada: '))
            reg[ind_cant]=reg[ind_cant]+k
            exito=True
            break
    if not exito:
        print('Artículo no existe')
    return registros

def venta(registros):
    c=int(input('Ingrese código: '))
    exito=False
    for reg in registros:
        if c==reg[ind_cod]:
            k=int(input('Ingrese la cantidad vendida: '))

```

```

        reg[ind_cant]=reg[ind_cant]-k
        exito=True
        break
    if not exito:
        print('Artículo no existe')
    return registros

def eliminar(registros):
    c=int(input('Ingrese código: '))
    exito=False
    for reg in registros:
        if c==reg[ind_cod]:
            ind_reg=registros.index(reg)
            del registros[ind_reg]
            exito=True
            break
    if not exito:
        print('Artículo no existe')
    return registros

#Programa
registros=[]
salida=False
while not salida:
    print('\n1) Ingresar artículo')
    print('2) Consultar artículo')
    print('3) Comprar')
    print('4) Vender')
    print('5) Eliminar artículo')
    print('6) Salir')
    opc=input('\nElija una opción: ')
    if opc=='1':
        registros=ingreso(registros)

    elif opc=='2':
        consulta(registros)

    elif opc=='3':
        registros=compra(registros)

    elif opc=='4':
        registros=venta(registros)

    elif opc=='5':
        registros=eliminar(registros)

    elif opc=='6':
        salida=True

```

Prueba del programa

- 1) Ingresar artículo
- 2) Consultar artículo
- 3) Comprar
- 4) Vender
- 5) Eliminar artículo
- 6) Salir

Elija una opción: 1  
Ingrese código: 123  
Ingrese cantidad: 20  
Ingrese precio: 5.2  
Ingrese nombre: libro

- 1) Ingresar artículo
- 2) Consultar artículo
- 3) Comprar
- 4) Vender
- 5) Eliminar artículo
- 6) Salir

Elija una opción: 1  
Ingrese código: 234  
Ingrese cantidad: 40  
Ingrese precio: 1.2  
Ingrese nombre: cuaderno

- 1) Ingresar artículo
- 2) Consultar artículo
- 3) Comprar
- 4) Vender
- 5) Eliminar artículo
- 6) Salir

Elija una opción: 2  
Ingrese código: 234  
Cantidad: 40  
Precio: 1.2  
Nombre: cuaderno

- 1) Ingresar artículo
- 2) Consultar artículo
- 3) Comprar
- 4) Vender
- 5) Eliminar artículo
- 6) Salir

Elija una opción: 6

## 8.2 Funciones para manejo de archivos secuenciales de tipo texto en el disco

El lenguaje Python provee las instrucciones para manejo de archivos de tipo texto en el disco. Estas instrucciones permiten almacenar los datos en el disco, de tal manera que se puedan conservar y usar posteriormente. La información que se almacena son cadenas de texto.

En las siguientes instrucciones se usará la notación:

- f:** Es el nombre de una variable del objeto creado de tipo archivo
- n:** Es una cadena con el nombre del archivo en el disco.  
Es adecuado agregar la extensión **.txt** para identificar el formato de archivo de tipo texto.

### Apertura de un archivo

La siguiente función se necesita para crear o abrir el archivo para su uso

**f=open(n,t)**

**t:** es el tipo de operación que se realizará con el archivo

### Tipos de operación

- 'w'** Crear el archivo y agregar datos. Si el archivo existe, lo borra y lo crea.
- 'a'** Agregar datos al archivo. Si el archivo no existe lo crea y luego agrega.
- 'r'** Leer datos del archivo
- 'r+'** Leer y escribir en el archivo

### Escritura de texto en el archivo

**f.write(s)**

Escribe en el archivo una línea de texto, normalmente finalizada con el carácter de fin de línea **'\n'**

**s** es alguna variable que contiene la línea de texto.

### Lectura del contenido de un archivo tipo texto

**v=f.readline()**

Lee **una línea** de texto del archivo hasta encontrar el carácter de fin de línea: **'\n'**  
Si no quedan líneas, retorna una línea vacía.

**v** es alguna variable que recibe la línea de texto

**v=f.readlines()**

Transfiere a una lista **todas las líneas** de texto almacenadas en el archivo

**v** es alguna variable que recibe como una lista todas las líneas de texto

### Cierre de un archivo

**f.close()**

Al finalizar la operación con un archivo, debe cerrarse. En el ingreso de datos, esta operación se necesita para completar el ingreso de los datos al archivo en el disco.

### Detectar la posición actual del dispositivo de lectura del archivo

**p=f.tell()**

**p** contendrá un entero con la posición actual. La posición inicial en el archivo es **0** (el valor **0** significa que no hay datos almacenados)

**Ubicar el dispositivo de lectura del archivo en una posición especificada**

`f.seek(d)`

`d` es el desplazamiento contado a partir del inicio que es la posición **0**

Nota: el valor `d` no es un índice. Es la posición inicial a partir de la cual se lee del disco.

**Ejemplo.** Mediante instrucciones en la ventana interactiva de Python, crear un archivo identificado como `'datos.txt'` en el disco. Escribir nombres de materias y almacenarlas en líneas de texto.

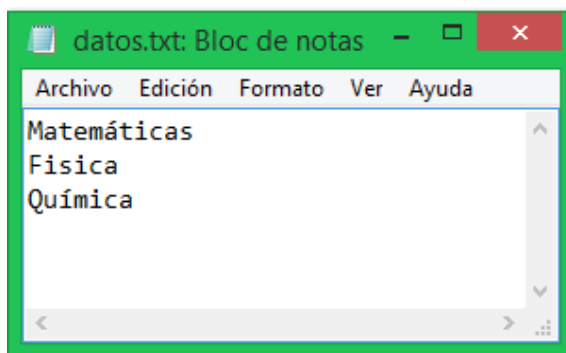
```
>>> f=open('datos.txt','w')
>>> r='Matemáticas\n'
>>> f.write(r)
>>> r='Física\n'
>>> f.write(r)
>>> r='Química\n'
>>> f.write(r)
>>> f.close()
```

Al escribir en el disco cada línea de texto desde la ventana interactiva, aparece en pantalla la longitud de la línea. Este valor se lo puede asignar y almacenar en una variable.

El carácter `'\n'` cuenta como un carácter. Este carácter especial actúa como marca de fin de línea y permite visualizar los datos en líneas separadas. Las líneas recibidas del disco se pueden editar para eliminar la marca de fin de línea.

Como regla general, cada vez que abre un archivo con `open()`, debe cerrarlo con `close()`. En la operación `write()`, si no se cierra el archivo puede ocurrir que no se completa la operación de almacenamiento en el disco.

Visualización del archivo con el utilitario **Bloc de Notas** de **Windows**. La marca `'\n'` muestra la información en el disco en líneas separadas.



Lectura de las líneas de texto mediante instrucciones en la ventana interactiva

El carácter `'\n'` actúa como salto de línea al visualizar los datos en pantalla con `print`:

```
>>> f=open('datos.txt','r')
>>> v=f.readline()
>>> v
'Matemáticas\n'
```

```
>>> print(v)
Matemáticas
```

*print utiliza el salto de línea: '\n'*

```
>>> r=f.readline()
>>> r
'Física\n'
>>> r=f.readline()
>>> r
'Química\n'
>>> f.close()
```

*Línea en blanco del salto de línea*

Para eliminar los caracteres a la derecha del texto de la línea recuperada del disco, incluyendo el carácter '\n' se puede usar la función **rstrip**:

```
>>> f=open('datos.txt','r')
>>> linea=f.readline().rstrip()
>>> linea
'Matemáticas'
```

También se puede usar la notación de índices para excluir el último carácter de la línea de texto recuperada del disco:

```
>>> f=open('datos.txt','r')
>>> linea=f.readline()[:-1]
>>> linea
'Matemáticas'
```

El mismo resultado se obtiene si se reemplaza el carácter '\n' por un carácter nulo

```
>>> f=open('datos.txt','r')
>>> linea=f.readline().replace('\n','')
>>> linea
'matemáticas'
```

La lectura de las líneas de texto desde el archivo almacenado en el disco se puede realizar en un **ciclo** en el que se incluye el nombre del archivo abierto para lectura. En el ciclo se trae una por una las líneas de texto. No se necesita usar la instrucción **readline()**.

Cada línea almacenada en el archivo en el disco debe tener al final el carácter '\n':

**Ejemplo.** Leer los nombres de la materias almacenadas en el archivo 'datos.txt'

```
>>> f=open('datos.txt','r')
>>> for linea in f:
    print(linea[:-1])
```

*recupera cada línea de texto  
No requiere usar readline()  
[:-1] elimina el carácter final '\n'  
para no realizar el salto de línea*

```
Matemáticas
Física
Química
```

Se puede descargar en una **lista** todas las líneas de texto almacenadas en el archivo:



```
>>> f=open('datos.txt','r')
>>> s=f.readlines()
>>> s
['Matemáticas\n', 'Física\n', 'Química\n']
```

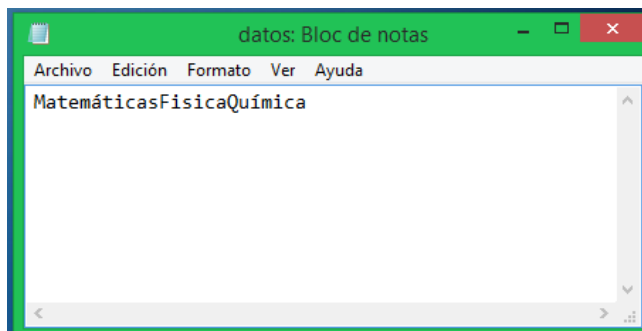
Equivalentemente, se pueden descargar en una **lista** todas las líneas de texto almacenadas en el archivo con la función **list**:

```
>>> f=open('datos.txt','r')
>>> s=list(f)
>>> s
['Matemáticas\n', 'Física\n', 'Química\n']
```

El símbolo '**\n**' cuenta como un carácter. Si se omiten las marcas de fin de línea: '**\n**' las líneas de texto se almacenan sin separación y en la lectura se obtendrá una sola línea de texto. Ejemplo:

```
>>> f=open('datos.txt','w')
>>> r='Matemáticas'
>>> f.write(r)
>>> r='Física'
>>> f.write(r)
>>> r='Química'
>>> f.write(r)
>>> f.close()
```

Visualización del archivo con el utilitario **Bloc de Notas**:



Lectura del archivo

```
>>> f=open('datos.txt','r')
>>> r=f.readline()
>>> r
'MatemáticasFísicaQuímica'
```

Los datos están en una sola línea sin separación

### Acceso directo a los datos almacenados en el archivo

La combinación **tell – seek** permite modificar un dato en el disco. Los datos deben tener **igual longitud** para no modificar datos adyacentes en el disco.

**Ejemplo.** Sustituir 'Física' por 'Física' en el archivo almacenado en el disco.

Para el ejemplo, nuevamente se almacena el archivo inicial y luego se lo modificará:

```
>>> f=open('datos.txt','w')
>>> f.tell()
0                                Posición en el inicio del archivo (inicio de grabación)
>>> r='Matemáticas\n'
>>> f.write(r)
12                               La longitud de la línea '\n' cuenta como un carácter
>>> f.tell()
13                               Posición en el disco donde se grabará la siguiente línea
>>> r='Física\n'
>>> f.write(r)
7
>>> f.tell()
21                               Posición en el disco donde se grabará la siguiente línea
>>> r='Química\n'
>>> f.write(r)
8
>>> f.close()

>>> f=open('datos.txt','r+')      Abrir archivo para modificar
>>> f.seek(13)                   Ubicar la posición en el disco para escribir (cambiar)
13                               En esta posición se grabó la línea 'Física\n'
>>> r='Física\n'
>>> f.write(r)                   Grabar la nueva línea 'Física\n'
7                               El contenido del archivo ha sido modificado
>>> f.close()                   Es importante cerrar el archivo para completar
                                el almacenamiento de los datos en el disco

>>> f=open('datos.txt','r')
>>> for línea in f:
    print(línea[:-1])

Matemáticas
Física
Química
```

### Primer ejemplo de uso de instrucciones para almacenar y recuperar líneas de texto en un archivo secuencial en disco

**Ejemplo.** Programa para almacenar en un archivo secuencial en disco una lista de nombres.

```
#Programa para almacenar nombres en un archivo secuencial
arch=open('nombres.txt','w')
n=int(input('Cuantos: '))
for i in range(n):
    nom=input('Ingrese nombre: ')
    nom=nom+'\n'           #Agregar la marca de fin de línea
    arch.write(nom)
arch.close()
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Cuantos: 4
Ingrese nombre: Guayas
Ingrese nombre: Manabí
Ingrese nombre: El Oro
Ingrese nombre: Los Ríos
```

**Ejemplo.** Programa para leer de un archivo secuencial en disco una lista de nombres para mostrarlos en pantalla.

```
#Programa para leer los nombres del archivo secuencial
arch=open('nombres.txt','r')
for dato in arch:
    print(dato)
arch.close()
```

#### Prueba del programa

```
>>>
Guayas           La marca '\n' actúa como salto de línea

Manabí

El Oro

Los Ríos
```

### Reinicio de la lectura de un archivo secuencial

Cada línea de texto almacenada en un archivo secuencial debe tener la marca '\n' al final. La lectura de cada línea del archivo secuencial mueve el control a la siguiente línea almacenada, hasta que ya no existan líneas y retorna una línea vacía.

Si se desea repetir la lectura del archivo desde el inicio se lo debe abrir nuevamente con la instrucción `f.open` o colocar la posición de lectura en el inicio del archivo con la instrucción `f.seek(0)`

### Procedimiento para evitar que se interrumpa el programa si se intenta abrir para lectura un archivo que no existe en el disco.

Si se intenta abrir un archivo que no está en el disco, se producirá un error de ejecución del programa. Para evitar esta interrupción, se puede usar la instrucción `try-except` para detectar este error. Si el archivo no existe, se puede ofrecer la opción de crearlo o solicitar nuevamente el nombre del archivo. El siguiente segmento de instrucciones es una propuesta para instrumentar esta sugerencia:

**nombre:** Nombre del archivo en el disco  
**arch:** Objeto tipo archivo para uso en la memoria por el programa

```
correcto=False
while not correcto:
    nombre=input('Ingrese el nombre del archivo: ')
    try:
        correcto=True
        arch=open(nombre+'.txt','r')
    except FileNotFoundError:
        correcto=False
        print('El archivo no existe')
        crear=input('Digite 1 si desea crear este archivo: ')
        if crear=='1':
            correcto=True
            arch=open(nombre+'.txt','w')
```

## Conversión de listas a líneas de texto para almacenar en el disco

Para almacenar el contenido de una lista, tupla o diccionario a líneas de texto para almacenar en un archivo en disco, cada dato debe convertirse a texto usando algun separador. Ejemplo, comas. A la línea de texto resultante se debe agregar la marca de fin de línea '\n'. Cada línea contiene los datos de un registro y es almacenada en el archivo secuencial en disco .

Al traer cada línea de texto del disco se la convierte en una lista con la función `split` usando el mismo separador. Ejemplo, la coma. Esta función reconoce las comas que separan los componentes en la línea de texto. De esta lista se toman los datos convirtiéndolos al tipo original. En el siguiente ejemplo se usa este procedimiento en la ventana interactiva, pero puede desarrollarse en programas y funciones.

Armar y almacenar un registro en una línea de texto en el archivo 'nuevo '

```
>>> f=open('nuevo.txt','a')           Abrir archivo para agregar
>>> reg=[123,20,12.5,'libro']         Registro que se almacenará en disco
>>> cod=reg[0]                         Componentes del registro
>>> cant=reg[1]
>>> pre=reg[2]
>>> nom=reg[3]
>>> linea=str(cod)+','+str(cant)+','+str(pre)+','+nom+'\n'   Armar la linea
>>> linea
'123,20,12.5,libro\n'
>>> f.write(linea)                     Escribir la linea en el archivo
>>> f.close()                         Terminar de grabar y cerrar archivo
```

La línea de texto para almacenar en el disco, también se puede armar con la función `join`:

```
>>> art=[str(cod),str(cant),str(pre),nom+'\n']
>>> linea=', '.join(art)
>>> linea
'123,20,12.5,libro\n'
```

Lectura de la línea de texto del disco y reconstrucción de los datos con el tipo original

```
>>> f=open('nuevo.txt','r')           Abrir archivo para lectura
>>> linea=f.readline()
>>> s=linea.split(',')                 Separar componentes en una lista
>>> s
['123', '20', '12.5', 'libro\n']
>>> cod=int(s[0])                     Convertir componentes a su tipo original
>>> cant=int(s[1])
>>> pre=float(s[2])
>>> nom=s[3]
>>> reg=[cod,cant,pre,nom]            Registro original reconstruido
>>> reg
[123, 20, 12.5, 'libro\n']
>>> f.close()                         Cerrar archivo
```

El carácter `'\n'` es la marca de fin de línea para la lectura de líneas de texto del **disco**. Este símbolo permite visualizar el contenido del archivo en el disco en líneas separadas. También produce un salto de línea al imprimir la línea en la pantalla. Se puede eliminar escribiendo:

```
>>> nom=s[3][: -1]
```

Igualmente, se puede eliminar el carácter de fin de línea, escribiendo:

```
>>> s=linea[: -1].split(',')
```

Otra forma de suprimir el carácter de fin de línea, puede ser realizado al traer la línea de texto desde el archivo del disco, escribiendo cualquiera de las instrucciones siguientes:

```
>>> linea=f.readline().rstrip()
>>> linea=f.readline()[: -1]
```

### Conversión a líneas de texto de componentes de estructuras de dos niveles

Si la lista tuviese registros y cada registro tuviese otra lista, entonces la conversión a línea de texto de cada registro y la posterior reconstrucción de cada línea de texto a registro en memoria necesitaría dos separadores, como se muestra en el siguiente ejemplo:

Para separar los componentes del primer nivel se usará la coma. Para separar los datos del segundo nivel (sublista o lista interna) se usará como separador el punto y coma. La marca de fin de línea `'\n'` separa las líneas de texto de las siguientes líneas

```
>>> cod=123
>>> cant=40
>>> pr=5.2
>>> nom='libro'
>>> reg=[cod,[cant,pr,nom]]
>>> reg
[123, [40, 5.2, 'libro']]
>>> linea=str(cod)+','+str(cant)+';'+str(pr)+';'+nom+'\n'
>>> linea
'123,40;5.2;libro\n'
```

Reconstrucción del componente de la lista original desde la línea de texto

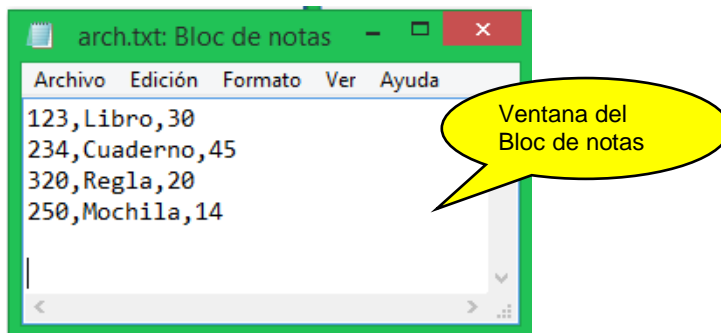
```
>>> s=linea[: -1].split(',')
>>> s
['123', '40;5.2;libro']
>>> t=s[1].split(';')
>>> t
['40', '5.2', 'libro']
>>> reg=[int(s[0]),[int(t[0]),float(t[1]),t[2]]]
>>> reg
[123, [40, 5.2, 'libro']]
```

Los caracteres usados como separadores son arbitrarios. Pueden usarse otros caracteres.

### Construcción directa de un archivo de texto en el disco para su lectura secuencial

Un archivo de texto se puede crear mediante algún utilitario o directamente como un documento de texto con el **Bloc de notas** de **Windows**. El final de cada línea (al presionar la tecla de ingreso) introduce la marca '\n'. Al guardar el archivo, el sistema agrega al nombre la extensión **.txt**

**Ejemplo.** Crear con el Bloc de notas un archivo de datos de artículos conteniendo su código, nombre y cantidad. Almacenarlos en el pendrive (**g:**) con el nombre **arch**. Suponer que los datos de cada artículo en el disco están separados con una coma.



Programa para leer el archivo secuencial, línea por línea. Para cada línea, se separan los componentes con **split**, y se elimina la marca de fin de línea '\n'. Cada registro de datos es agregado a una lista. Finalmente se muestran en pantalla los datos de la lista.

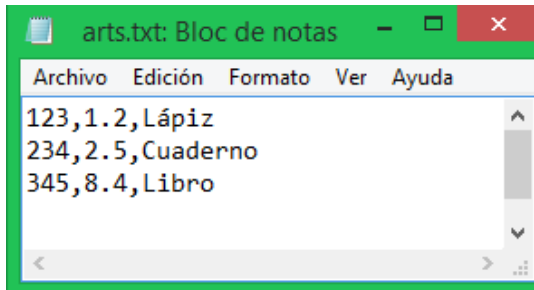
```
f=open('g:arch.txt','r')
lista=[]
for linea in f:
    s=linea[:-1].split(',')
    cod=int(s[0])
    nombre=s[1]
    cant=int(s[2])
    reg=[cod,nombre,cant]
    lista=lista+[reg]
for reg in lista:
    print(reg)
f.close()
```

### Resultados

```
>>> ===== RESTART =====
>>>
[123, 'Libro', 30]
[234, 'Cuaderno', 45]
[320, 'Regla', 20]
[250, 'Mochila', 14]
>>>
```

### Funciones utilitarias para descargar archivos de texto a estructuras en memoria

Suponer que en el disco está almacenado un archivo 'g:arts.txt' conteniendo información de artículos: código(entero), precio(real) y nombre(cadena de caracteres). Al final de cada línea está implícita la marca de fin de línea. Suponer que los datos de cada artículo están separados con una **coma** como se muestra en el ejemplo:



### Función para descargar en una lista un archivo de texto desde el disco

La función `disco_a_lista(arch)` recibe el nombre del archivo y entrega una lista con todos los datos almacenados, con los tipos que corresponden. Cada componente de la lista será una lista con los datos de cada artículo.

```
def disco_a_lista(arch):
    f=open(arch,'r')
    lista=[]
    for linea in f:
        dato=linea.rstrip().split(',')
        cod=int(dato[0])
        precio=float(dato[1])
        nombre=dato[2]
        reg=[cod,precio,nombre]
        lista=lista+[reg]
    f.close()
    return lista
```

Prueba de la función en la ventana interactiva

```
>>> from disco_a_lista import*
>>> arch='g:arts.txt'
>>> lista=disco_a_lista(arch)
>>> lista
[[123, 1.2, 'Lápiz'], [234, 2.5, 'Cuaderno'], [345, 8.4, 'Libro']]
>>> lista[1]
[234, 2.5, 'Cuaderno']
>>> lista[1][2]
'Cuaderno'
```



### Función para descargar en un diccionario un archivo de texto desde el disco

La función `disco_a_diccionario(arch)` recibe el nombre del archivo y entrega un diccionario con todos los datos almacenados, con los tipos que correspondan.

El código del artículo será la clave mientras que el precio y el nombre serán los valores asociados a la clave.

Los datos están almacenados en el archivo `'g:arts.txt'`

```
def disco_a_dicc(arch):
    f=open(arch, 'r')
    dc={}
    for linea in f:
        dato=linea.rstrip().split(',')
        cod=int(dato[0])
        precio=float(dato[1])
        nombre=dato[2]
        val=[precio,nombre]
        dc[cod]=val
    f.close()
    return dc
```

Prueba de la función en la ventana interactiva

```
>>> from disco_a_dicc import*
>>> arch='g:arts.txt'
>>> dc=disco_a_dicc(arch)
>>> dc
{345: [8.4, 'Libro'], 234: [2.5, 'Cuaderno'], 123: [1.2, 'Lápiz']}
>>> dc[234]
[2.5, 'Cuaderno']
>>> dc[234][1]
'Cuaderno'
```

Se puede simplificar la notación desempacando la línea del archivo, convertida a lista con `split`, y asignando directamente a variables y luego creando la entrada en el diccionario modificando el tipo de los datos desempacados.

### Ejemplo

```
def disco_a_dicc(arch):
    f=open(arch,'r')
    dc={}
    for linea in f:
        cod,precio,nombre=linea.rstrip().split(',')
        dc[int(cod)]=[float(precio),nombre]
    f.close()
    return dc
```

```
>>> from disco_a_dicc import*
>>> arch='g:arts.txt'
>>> dc=disco_a_dicc(arch)
>>> dc
{345: [8.4, 'Libro'], 234: [2.5, 'Cuaderno'], 123: [1.2, 'Lápiz']}
>>> dc[234]
[2.5, 'Cuaderno']
>>> dc[234][1]
'Cuaderno'
```

### Funciones utilitarias para almacenar en disco datos desde estructuras en memoria

Suponer que se tienen los datos de artículos: código(entero), precio(real) y nombre(cadena de caracteres) en una estructura de datos en memoria y se los desea trasladar al disco como un archivo de texto.

#### Función para almacenar en disco los datos desde una lista

La función `lista_a_disco(lista,arch)` recibe como parámetros una lista y el nombre del archivo. La lista contiene la información de artículos: código(entero), precio(real) y nombre(cadena de caracteres).

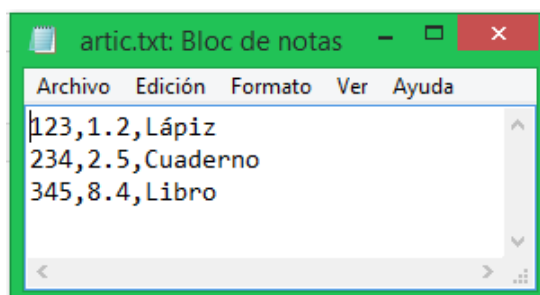
En el disco, los datos de cada artículo estarán separados con una coma y serán almacenados como líneas de texto. Al final de cada línea debe agregarse la marca `'\n'`.

```
def lista_a_disco(lista,arch):
    f=open(arch,'w')
    for reg in lista:
        cod=reg[0]
        precio=reg[1]
        nombre=reg[2]
        art=[str(cod),str(precio),nombre]
        linea=', '.join(art)+'\n'
        f.write(linea)
    f.close()
```

Prueba de la función en la ventana interactiva. Crear el archivo `'g:artic.txt'`

```
>>> from lista_a_disco import*
>>> lista=[[123, 1.2, 'Lápiz'], [234, 2.5, 'Cuaderno'], [345, 8.4,
'Libro']]
>>> arch='g:artic.txt'
>>> lista_a_disco(lista,arch)
>>>
```

Revisión del archivo creado en el disco (entrar con el utilitario Bloc de notas)



### Función para almacenar en disco los datos desde un diccionario

La función `dicc_a_disco(lista,arch)` recibe como parámetros un diccionario y el nombre del archivo. El diccionario contiene la información de artículos: código(entero), precio(real) y nombre(cadena de caracteres). El código es la clave en el diccionario.

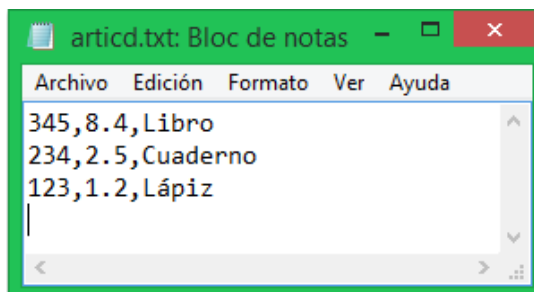
En el disco, los datos de cada artículo estarán separados con una coma y serán almacenados como líneas de texto. Al final de cada línea debe agregarse la marca `'\n'`.

```
def dicc_a_disco(dc,arch):
    f=open(arch,'w')
    for cod in dc:
        precio=dc[cod][0]
        nombre=dc[cod][1]
        art=[str(cod),str(precio),nombre]
        linea=', '.join(art)+'\n'
        f.write(linea)
    f.close()
```

Prueba de la función en la ventana interactiva. Crear el archivo `'g:artidc.txt'`

```
>>> from dicc_a_disco import*
>>> dc={123:[1.2, 'Lápiz'],234:[2.5, 'Cuaderno'], 345:[8.4, 'Libro']}
>>> arch='g:artidc.txt'
>>> dicc_a_disco(dc,arch)
>>>
```

Revisión del archivo creado en el disco (entrar con el utilitario Bloc de notas)



**Nota.** Las funciones utilitarias desarrolladas en esta sección pueden ser incorporadas en programas para realizar las operaciones de traslado de datos entre la memoria y el disco.

### 8.3 Desarrollo de una aplicación de archivos usando el Bloc de notas de Windows

El uso de un instrumento externo a Python, como el Bloc de notas de Windows, es un enfoque simple y práctico para administrar datos de tipo texto desde un disco o pendrive.

Primero se debe abrir un documento con el Bloc de notas de Windows. En este documento se escriben directamente los datos, insertando el separador, y presionando al final de cada línea la tecla de ingreso para insertar la marca '\n'. Posteriormente se puede agregar, eliminar o modificar los datos abriendo el archivo desde el directorio. Se pueden organizar los archivos en varios niveles.

El uso de Python se requiere y se limita a realizar consultas a los datos almacenados. La administración de los datos es externa al programa y se realiza directamente en los archivos de tipo texto que se pueden visualizar y modificar.

Lo interesante de este enfoque es que se pueden visualizar los datos y hacer pruebas en la ventana interactiva mientras se desarrolla la codificación de los programas Python que procesan los datos.

El siguiente ejemplo describe esta técnica para el manejo de archivos de dos niveles.

**Ejemplo.** Para esta aplicación se creará con el Bloc de notas de Windows un archivo de concesionarios de venta de vehículos usados. Este archivo es el primer nivel. Cada registro de este archivo contiene datos de concesionarios y también el nombre del archivo en el cual se almacenarán los datos de los carros disponibles. El separador es una coma.

También se crean los archivos con los registros iniciales con los datos de los carros disponibles en el concesionario. Estos archivos se consideran del segundo nivel. El separador de los datos es un espacio.

Todos los archivos estarán ubicados en el pendrive, que en esta instrumentación se identifica como la unidad **j:**

Archivo en el primer nivel:

Contenido

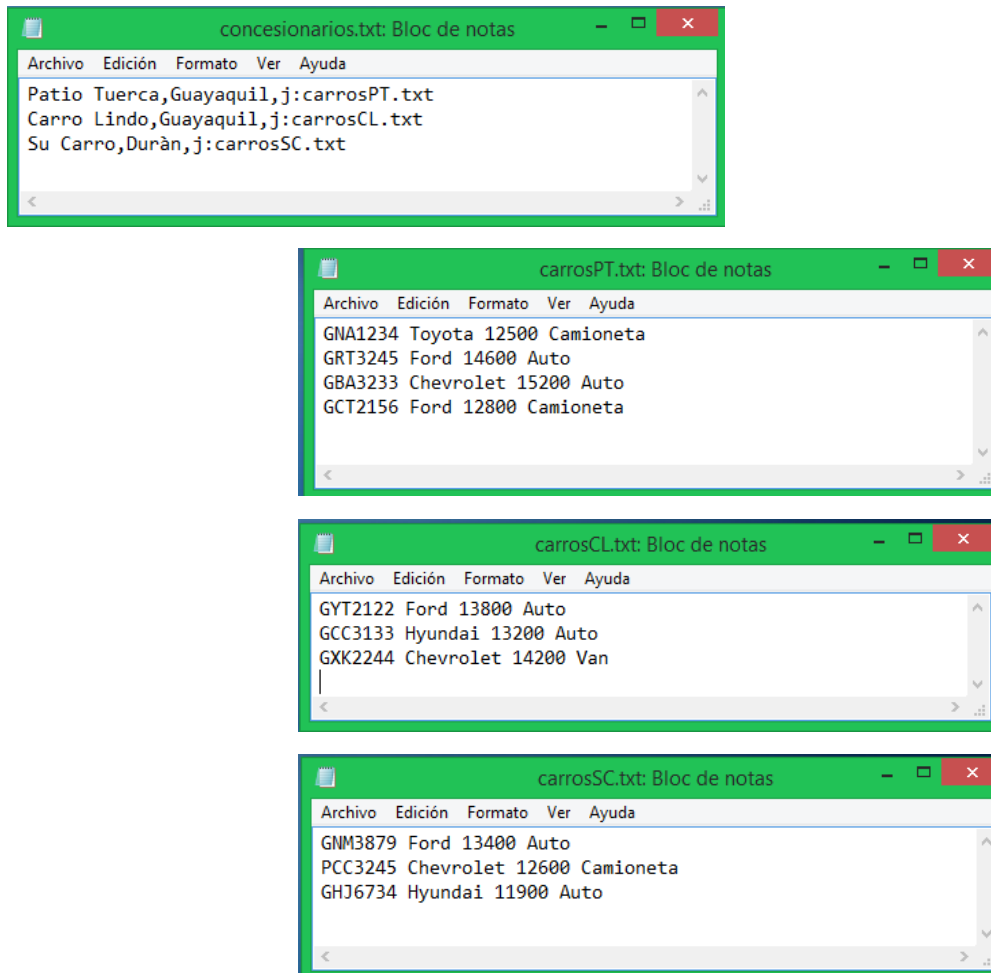
- Nombre del concesionario
- Ciudad de ubicación
- Nombre del archivo con los datos de los carros disponibles

Archivos en el segundo nivel:

Contenido:

- Placa del vehículo
- Marca
- Precio
- Tipo de vehículo (Auto, Camioneta, Van, etc)

## Creación inicial de los archivos usando el Bloc de notas de Windows



## Instrumentación del programa de consultas en el lenguaje Python

Luego de hacer pruebas en la ventana interactiva, abriendo los archivos y leyendo algunos registros almacenados, en esta sección se muestra la codificación final del programa Python para consultar los archivos creados. Solamente se requieren operaciones de consulta. Estas operaciones se han codificado como funciones. Se ha incluido una función especial para afinar la búsqueda con más datos. Se pueden agregar funciones adicionales.

Se ha desarrollado una función auxiliar para obtener los datos de cada registro del archivo de concesionarios y otra función para obtener los datos de cada registro del archivo de carros.

Las operaciones de agregar datos, eliminar o modificar, serán realizadas directamente en los archivos que fueron creados incluyendo los datos iniciales con el Bloc de notas de Windows. Estos archivos fueron almacenarse con extensión `.txt` para que puedan modificarse y visualizarse durante las pruebas.

Los nombres de las funciones y variables son suficientemente claras para entender su utilización

```

def datos_concesionario(conc):
    datoconc=conc.split(',')
    concnomb=datoconc[0]
    ciudad=datoconc[1]
    arch_carros_disco=datoconc[2][: -1]
    return [concnomb,ciudad,arch_carros_disco]

def datos_carro(carro):
    datocarro=carro.split(' ')
    placa=datocarro[0]
    marca=datocarro[1]
    precio=int(datocarro[2])
    tipo=datocarro[3][: -1]
    return [placa,marca,precio,tipo]

def consulta_concesionario(arch_conc_disco):
    archcon=open(arch_conc_disco,'r')
    concx=input('Ingrese nombre del concesionario: ')
    for conc in archcon:
        [concnomb,ciudad,arch_carros_disco]=datos_concesionario(conc)
        if concx==concnomb:
            archcarros=open(arch_carros_disco,'r')
            for carro in archcarros:
                [placa,marca,precio,tipo]=datos_carro(carro)
                print('Placa:',placa,'Marca:',marca,
                    'Precio:',precio,'Tipo:',tipo)
            archcarros.close()
            return
    print('Concesionario no existe')
    archcon.close()

def consulta_marca(arch_conc_disco):
    marcax=input('Ingrese marca: ')
    archcon=open(arch_conc_disco,'r')
    for conc in archcon:
        [concnomb,ciudad,arch_carros_disco]=datos_concesionario(conc)
        archcarros=open(arch_carros_disco,'r')
        for carro in archcarros:
            [placa,marca,precio,tipo]=datos_carro(carro)
            if marcax==marca:
                print('Concesionario:',concnomb,
                    'Precio:',precio,'Tipo:',tipo)
        archcarros.close()
    archcon.close()

```

```

def consulta_precio(arch_conc_disco):
    precimin=int(input('Ingrese menor precio: '))
    precimax=int(input('Ingrese mayor precio: '))
    archcon=open(arch_conc_disco,'r')
    for conc in archcon:
        [concnomb,ciudad,arch_carros_disco]=datos_concesionario(conc)
        archcarros=open(arch_carros_disco,'r')
        for carro in archcarros:
            [placa,marca,precio,tipo]=datos_carro(carro)
            if precimin<=precio<=precimax:
                print('Concesionario:',concnomb,'Marca:',marca,
                    'Precio:',precio,'Tipo:',tipo)
        archcarros.close()
    archcon.close()

def consulta_tipo(arch_conc_disco):
    tipox=input('Ingrese tipo: ')
    archcon=open(arch_conc_disco,'r')
    for conc in archcon:
        [concnomb,ciudad,arch_carros_disco]=datos_concesionario(conc)
        archcarros=open(arch_carros_disco,'r')
        for carro in archcarros:
            [placa,marca,precio,tipo]=datos_carro(carro)
            if tipox==tipo:
                print('Concesionario:',concnomb,'Marca:',marca,
                    'Precio:',precio)
        archcarros.close()
    archcon.close()

def consulta_compuesta(arch_conc_disco):
    marcax=input('Ingrese marca: ')
    precimin=int(input('Ingrese menor precio: '))
    precimax=int(input('Ingrese mayor precio: '))
    tipox=input('Ingrese tipo: ')
    archcon=open(arch_conc_disco,'r')
    for conc in archcon:
        [concnomb,ciudad,arch_carros_disco]=datos_concesionario(conc)
        archcarros=open(arch_carros_disco,'r')
        for carro in archcarros:
            [placa,marca,precio,tipo]=datos_carro(carro)
            if marcax==marca and precimin<=precio<=precimax and
                tipox==tipo:
                print('Concesionario:',concnomb,'Ciudad:',ciudad,
                    'Precio:',precio)
        archcarros.close()
    archcon.close()

```



```

#Programa principal
arch_conc_disco='j:concesionarios.txt'
salida=False
while not salida:
    print('\n1) Consulta por concesionario: ')
    print('2) Consulta por marca')
    print('3) Consulta por precio')
    print('4) Consulta por tipo')
    print('5) Consulta compuesta')
    print('6) Salir')
    opc=input('Elija una opción: ')
    if opc=='1':
        consulta_concesionario(arch_conc_disco)
    elif opc=='2':
        consulta_marca(arch_conc_disco)
    elif opc=='3':
        consulta_precio(arch_conc_disco)
    elif opc=='4':
        consulta_tipo(arch_conc_disco)
    elif opc=='5':
        consulta_compuesta(arch_conc_disco)
    elif opc=='6':
        salida=True

```

Prueba del programa

```
>>>
```

```

1) Consulta por concesionario:
2) Consulta por marca
3) Consulta por precio
4) Consulta por tipo
5) Consulta compuesta
6) Salir

```

Elija una opción: 1

Ingrese nombre del concesionario: Su Carro

Placa: GNM3879 Marca: Ford Precio: 13400 Tipo: Auto

Placa: PCC3245 Marca: Chevrolet Precio: 12600 Tipo: Camioneta

Placa: GHJ6734 Marca: Hyundai Precio: 11900 Tipo: Auto

```

1) Consulta por concesionario:
2) Consulta por marca
3) Consulta por precio
4) Consulta por tipo
5) Consulta compuesta
6) Salir

```

Elija una opción: 2

Ingrese marca: Chevrolet

Concesionario: Patio Tuerca Precio: 15200 Tipo: Auto

Concesionario: Carro Lindo Precio: 14200 Tipo: Van

Concesionario: Su Carro Precio: 12600 Tipo: Camioneta

- 1) Consulta por concesionario:
- 2) Consulta por marca
- 3) Consulta por precio
- 4) Consulta por tipo
- 5) Consulta compuesta
- 6) Salir

Elija una opción: 3

Ingrese menor precio: 12500

Ingrese mayor precio: 13500

Concesionario: Patio Tuerca Marca: Toyota Precio: 12500 Tipo: Camioneta

Concesionario: Patio Tuerca Marca: Ford Precio: 12800 Tipo: Camioneta

Concesionario: Carro Lindo Marca: Hyundai Precio: 13200 Tipo: Auto

Concesionario: Su Carro Marca: Ford Precio: 13400 Tipo: Auto

Concesionario: Su Carro Marca: Chevrolet Precio: 12600 Tipo: Camioneta

- 1) Consulta por concesionario:
- 2) Consulta por marca
- 3) Consulta por precio
- 4) Consulta por tipo
- 5) Consulta compuesta
- 6) Salir

Elija una opción: 4

Ingrese tipo: Camioneta

Concesionario: Patio Tuerca Marca: Toyota Precio: 12500

Concesionario: Patio Tuerca Marca: Ford Precio: 12800

Concesionario: Su Carro Marca: Chevrolet Precio: 12600

- 1) Consulta por concesionario:
- 2) Consulta por marca
- 3) Consulta por precio
- 4) Consulta por tipo
- 5) Consulta compuesta
- 6) Salir

Elija una opción: 5

Ingrese marca: Ford

Ingrese menor precio: 0

Ingrese mayor precio: 15000

Ingrese tipo: Auto

Concesionario: Patio Tuerca Ciudad: Guayaquil Precio: 14600

Concesionario: Carro Lindo Ciudad: Guayaquil Precio: 13800

Concesionario: Su Carro Ciudad: Duràn Precio: 13400

- 1) Consulta por concesionario:
- 2) Consulta por marca
- 3) Consulta por precio
- 4) Consulta por tipo
- 5) Consulta compuesta
- 6) Salir

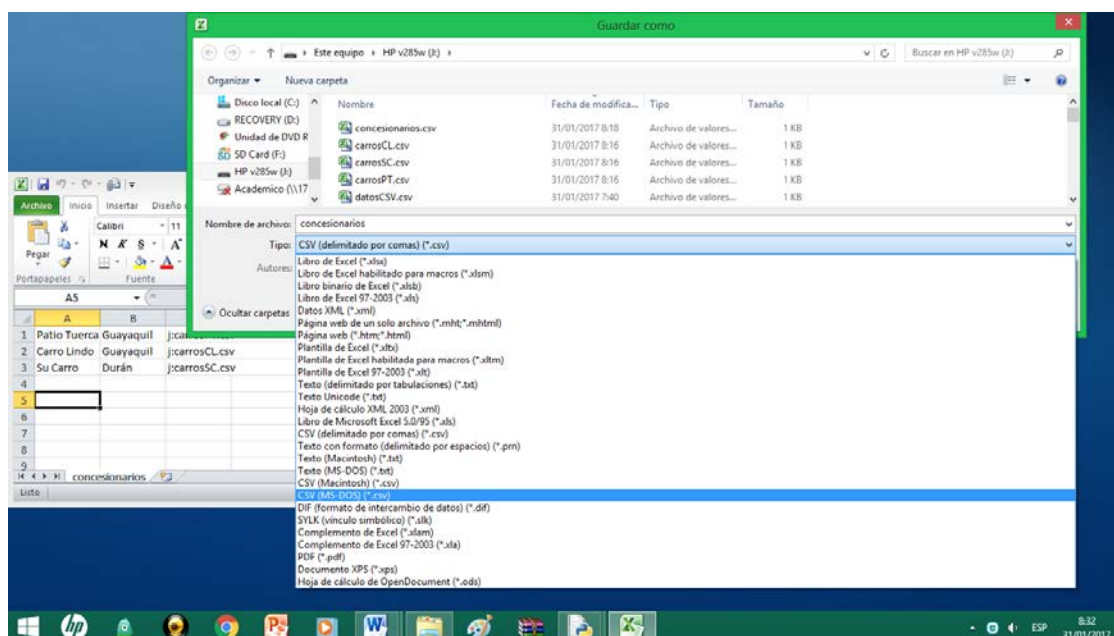
Elija una opción: 6

## 8.4 Desarrollo de una aplicación de archivos usando la hoja EXCEL

El uso de la hoja electrónica EXCEL resulta conveniente para manejo de datos pues aparte de las ventajas propias de este utilitario informático, se puede usar Python para procesar los datos tabulados, con nuevas operaciones y funcionalidad.

Los datos deben escribirse normalmente en las celdas de la hoja EXCEL. Las celdas actúan como separadores de los datos. Se puede agregar, eliminar o modificar los datos directamente en la hoja EXCEL. Se pueden organizar los archivos en varios niveles. Al almacenar la hoja EXCEL debe elegirse el tipo **.csv** como se muestra en la figura.

El uso de Python se limita a realizar consultas a los datos almacenados. La administración de los datos es externa usando la hoja EXCEL.



**Nota.** El tipo **csv** significa ‘valores separados por comas’, sin embargo al escribir los datos separados en las celdas de la hoja EXCEL y se carga el archivo desde Python, se recibe como separador el **punto y coma**. Al final de cada línea de datos, EXCEL introduce la marca '**\n**'

Los datos también se pueden escribir usando el **Bloc de notas** de Windows usando como separador el **punto y coma**. Si se almacena este archivo con extensión **.csv** los datos se almacenan como una hoja EXCEL con los datos almacenados en celdas separadas. Al final de cada línea de datos automáticamente se introduce la marca '**\n**'. Si se abre esta hoja, se abre como un documento EXCEL

También se puede usar como separador la **coma** y escribir los datos usando el **Bloc de notas** de Windows o directamente EXCEL. Si se escribe con el **Bloc de notas**, debe almacenar con extensión **.csv** y se convierte en un documento EXCEL. Si usa EXCEL, debe elegir el tipo **.csv** para almacenar. En ambos casos los datos ya no se almacenan en celdas separadas sino como líneas de texto plano continuo en la hoja EXCEL. Al final de cada línea se inserta automáticamente la marca '**\n**'

El siguiente ejemplo describe esta técnica para el manejo de archivos de dos niveles. Los datos son administrados en EXCEL y las consultas se realizan con el lenguaje Python.

**Ejemplo.** Para esta aplicación se creará con EXCEL la tabla de concesionarios de venta de vehículos usados. Esta tabla es el primer nivel. Cada registro de este archivo contiene datos de concesionarios y también el nombre de la tabla o archivo en el cual se almacenarán los datos de los carros disponibles.

También se crean los archivos con los registros iniciales con los datos de los carros disponibles en el concesionario. Los datos se escriben en las celdas de la hoja EXCEL.

Todos los archivos estarán ubicados en el pendrive, que en esta instrumentación se identifica como la unidad **j**:

Archivo en el primer nivel:

Contenido

Nombre del concesionario

Ciudad de ubicación

Nombre del archivo con los datos de los carros disponibles

Archivos en el segundo nivel:

Contenido:

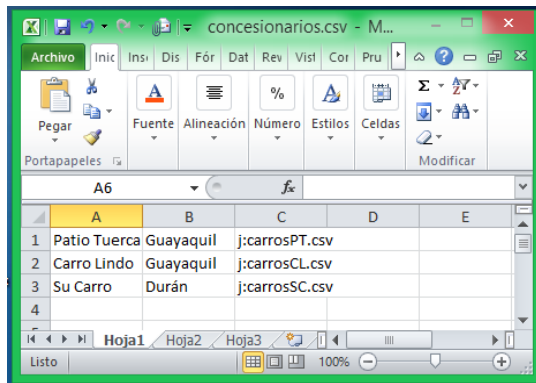
Placa del vehículo

Marca

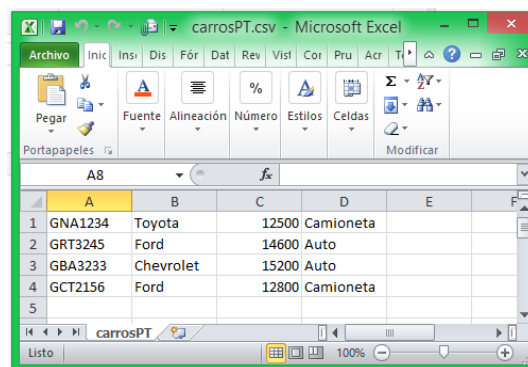
Precio

Tipo de vehículo (Auto, Camioneta, Van, etc)

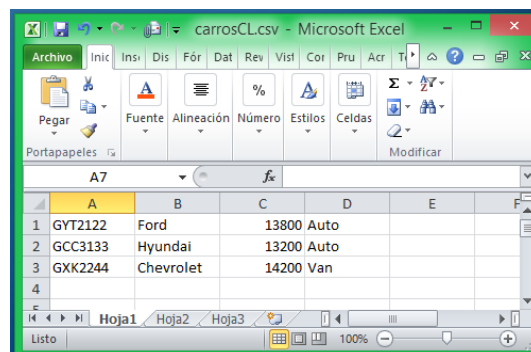
## Creación inicial de los archivos usando EXCEL



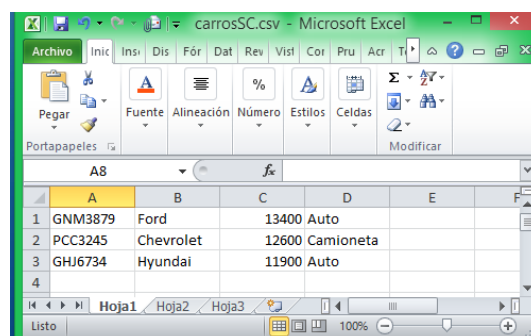
	A	B	C
1	Patio Tuerca	Guayaquil	j:carrosPT.csv
2	Carro Lindo	Guayaquil	j:carrosCL.csv
3	Su Carro	Durán	j:carrosSC.csv



	A	B	C
1	GNA1234	Toyota	12500 Camioneta
2	GRT3245	Ford	14600 Auto
3	GBA3233	Chevrolet	15200 Auto
4	GCT2156	Ford	12800 Camioneta



	A	B	C
1	GYT2122	Ford	13800 Auto
2	GCC3133	Hyundai	13200 Auto
3	GXX2244	Chevrolet	14200 Van



	A	B	C
1	GNM3879	Ford	13400 Auto
2	PCC3245	Chevrolet	12600 Camioneta
3	GHJ6734	Hyundai	11900 Auto

## Instrumentación del programa de consultas en el lenguaje Python

Pruebas preliminares en la ventana interactiva de Python.

Abrir los archivos y leer algunos registros almacenados para verificar los separadores de datos en EXCEL:

```
>>> arch=open('j:concesionarios.csv','r')
>>> for conc in arch:
    print(conc)
    dato=conc.split(';')
    print(dato)
```

Patio Tuerca;Guayaquil;j:carrosPT.csv

```
['Patio Tuerca', 'Guayaquil', 'j:carrosPT.csv\n']
```

Carro Lindo;Guayaquil;j:carrosCL.csv

```
['Carro Lindo', 'Guayaquil', 'j:carrosCL.csv\n']
```

Su Carro;Durán;j:carrosSC.csv

```
['Su Carro', 'Durán', 'j:carrosSC.csv\n']
```

En la siguiente sección se muestra la codificación final del programa Python para consultar los archivos creados. Solamente se requieren operaciones de consulta. Estas operaciones se han codificado como funciones. Se han incluido dos funciones especiales para afinar la búsqueda con más datos. Se pueden agregar funciones adicionales.

Se ha desarrollado una función auxiliar para obtener los datos de cada registro del archivo de concesionarios y otra función para obtener los datos de cada registro del archivo de carros. El separador que introduce la hoja excel entre las celdas es recibido desde Python como un punto y coma, mientras que al final de cada fila de la hoja, EXCEL introduce la marca '\n'

Las operaciones de agregar datos, eliminar o modificar, serán realizadas directamente en los archivos que fueron creados incluyendo los datos iniciales con EXCEL. Estos archivos se almacenaron con el tipo **.csv**

Los nombres de las funciones y variables son suficientemente claras para entender su utilización

```

def datos_concesionario(conc):
    [concnomb,ciudad,arch_carros_disco]=conc.split(';')
    return [concnomb,ciudad,arch_carros_disco[:-1]]

def datos_carro(carro):
    [placa,marca,precio,tipo]=carro.split(';')
    return [placa,marca,int(precio),tipo[:-1]]

def consulta_concesionario(arch_conc_disco):
    archcon=open(arch_conc_disco,'r')
    concx=input('Ingrese nombre del concesionario: ')
    for conc in archcon:
        [concnomb,ciudad,arch_carros_disco]=datos_concesionario(conc)
        if concx==concnomb:
            archcarros=open(arch_carros_disco,'r')
            for carro in archcarros:
                [placa,marca,precio,tipo]=datos_carro(carro)
                print('Placa:',placa,'Marca:',marca,'Precio:',precio,
                    'Tipo:',tipo)
            archcarros.close()
            return
    print('Concesionario no existe')
    archcon.close()

def consulta_marca(arch_conc_disco):
    marcax=input('Ingrese marca: ')
    archcon=open(arch_conc_disco,'r')
    for conc in archcon:
        [concnomb,ciudad,arch_carros_disco]=datos_concesionario(conc)
        archcarros=open(arch_carros_disco,'r')
        for carro in archcarros:
            [placa,marca,precio,tipo]=datos_carro(carro)
            if marcax==marca:
                print('Concesionario:',concnomb,'Precio:',precio,
                    'Tipo:',tipo)
        archcarros.close()
    archcon.close()

```

```

def consulta_precio(arch_conc_disco):
    precimin=int(input('Ingrese menor precio: '))
    precimax=int(input('Ingrese mayor precio: '))
    archcon=open(arch_conc_disco,'r')
    for conc in archcon:
        [concnomb,ciudad,arch_carros_disco]=datos_concesionario(conc)
        archcarros=open(arch_carros_disco,'r')
        for carro in archcarros:
            [placa,marca,precio,tipo]=datos_carro(carro)
            if precimin<=precio<=precimax:
                print('Concesionario:',concnomb,'Marca:',marca,
                    'Precio:',precio,'Tipo:',tipo)
        archcarros.close()
    archcon.close()

def consulta_tipo(arch_conc_disco):
    tipox=input('Ingrese tipo: ')
    archcon=open(arch_conc_disco,'r')
    for conc in archcon:
        [concnomb,ciudad,arch_carros_disco]=datos_concesionario(conc)
        archcarros=open(arch_carros_disco,'r')
        for carro in archcarros:
            [placa,marca,precio,tipo]=datos_carro(carro)
            if tipox==tipo:
                print('Concesionario:',concnomb,'Marca:',marca,
                    'Precio:',precio)
        archcarros.close()
    archcon.close()

def consulta_compuesta(arch_conc_disco):
    marcax=input('Ingrese marca: ')
    precimin=int(input('Ingrese menor precio: '))
    precimax=int(input('Ingrese mayor precio: '))
    tipox=input('Ingrese tipo: ')
    archcon=open(arch_conc_disco,'r')
    for conc in archcon:
        [concnomb,ciudad,arch_carros_disco]=datos_concesionario(conc)
        archcarros=open(arch_carros_disco,'r')
        for carro in archcarros:
            [placa,marca,precio,tipo]=datos_carro(carro)
            if marcax==marca and precimin<=precio<=precimax and
                tipox==tipo:
                print('Concesionario:',concnomb,'Ciudad:',ciudad,
                    'Precio:',precio)
        archcarros.close()
    archcon.close()

```



```

def consulta_menor_precio(arch_conc_disco):
    marcax=input('Ingrese marca: ')
    tipox=input('Ingrese tipo: ')
    archcon=open(arch_conc_disco,'r')
    precio_actual=1000000
    encontrado=False
    for conc in archcon:
        [concnomb,ciudad,arch_carros_disco]=datos_concesionario(conc)
        archcarros=open(arch_carros_disco,'r')
        for carro in archcarros:
            [placa,marca,precio,tipo]=datos_carro(carro)
            if marcax==marca and tipox==tipo and precio<precio_actual:
                precio_actual=precio
                concnomb_actual=concnomb
                placa_actual=placa
                encontrado=True
        archcarros.close()
    archcon.close()
    if encontrado==True:
        print('Concesionario:',concnomb,'Ciudad:',ciudad,
              'Placa:',placa,'Precio:',precio)
    else:
        print('El vehículo no está disponible')

```

```

#Programa principal
arch_conc_disco='j:concesionarios.csv'
salida=False
while not salida:
    print('\n1) Consulta por concesionario: ')
    print('2) Consulta por marca')
    print('3) Consulta por precio')
    print('4) Consulta por tipo')
    print('5) Consulta compuesta')
    print('6) Consulta del menor precio')
    print('7) Salir')
    opc=input('Elija una opción: ')
    if opc=='1':
        consulta_concesionario(arch_conc_disco)
    elif opc=='2':
        consulta_marca(arch_conc_disco)
    elif opc=='3':
        consulta_precio(arch_conc_disco)
    elif opc=='4':
        consulta_tipo(arch_conc_disco)
    elif opc=='5':
        consulta_compuesta(arch_conc_disco)
    elif opc=='6':
        consulta_menor_precio(arch_conc_disco)
    elif opc=='7':
        salida=True

```

Prueba del programa

```

1) Consulta por concesionario:
2) Consulta por marca
3) Consulta por precio
4) Consulta por tipo
5) Consulta compuesta
6) Salir
Elija una opción: 1
Ingrese nombre del concesionario: Su Carro
Placa: GNM3879 Marca: Ford Precio: 13400 Tipo: Auto
Placa: PCC3245 Marca: Chevrolet Precio: 12600 Tipo: Camioneta
Placa: GHJ6734 Marca: Hyundai Precio: 11900 Tipo: Auto

```

```

1) Consulta por concesionario:
2) Consulta por marca
3) Consulta por precio
4) Consulta por tipo
5) Consulta compuesta
6) Salir
Elija una opción: 2

```

Ingrese marca: Chevrolet

Concesionario: Patio Tuerca Precio: 15200 Tipo: Auto

Concesionario: Carro Lindo Precio: 14200 Tipo: Van

Concesionario: Su Carro Precio: 12600 Tipo: Camioneta

1) Consulta por concesionario:

2) Consulta por marca

3) Consulta por precio

4) Consulta por tipo

5) Consulta compuesta

6) Salir

Elija una opción: 3

Ingrese menor precio: 12500

Ingrese mayor precio: 13500

Concesionario: Patio Tuerca Marca: Toyota Precio: 12500 Tipo: Camioneta

Concesionario: Patio Tuerca Marca: Ford Precio: 12800 Tipo: Camioneta

Concesionario: Carro Lindo Marca: Hyundai Precio: 13200 Tipo: Auto

Concesionario: Su Carro Marca: Ford Precio: 13400 Tipo: Auto

Concesionario: Su Carro Marca: Chevrolet Precio: 12600 Tipo: Camioneta

1) Consulta por concesionario:

2) Consulta por marca

3) Consulta por precio

4) Consulta por tipo

5) Consulta compuesta

6) Salir

Elija una opción: 4

Ingrese tipo: Camioneta

Concesionario: Patio Tuerca Marca: Toyota Precio: 12500

Concesionario: Patio Tuerca Marca: Ford Precio: 12800

Concesionario: Su Carro Marca: Chevrolet Precio: 12600

1) Consulta por concesionario:

2) Consulta por marca

3) Consulta por precio

4) Consulta por tipo

5) Consulta compuesta

6) Salir

Elija una opción: 5

Ingrese marca: Ford

Ingrese menor precio: 0

Ingrese mayor precio: 15000

Ingrese tipo: Auto

Concesionario: Patio Tuerca Ciudad: Guayaquil Precio: 14600

Concesionario: Carro Lindo Ciudad: Guayaquil Precio: 13800

Concesionario: Su Carro Ciudad: Durán Precio: 13400

1) Consulta por concesionario:

2) Consulta por marca

3) Consulta por precio

4) Consulta por tipo  
5) Consulta compuesta  
6) Salir  
Elija una opción: 6

## 8.5 Conversión entre tablas numéricas EXCEL y arreglos NumPy

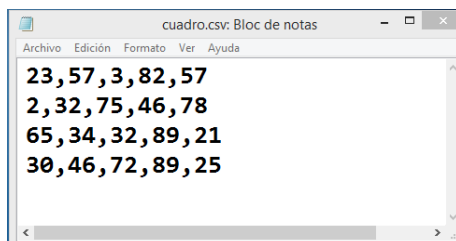
Una tabla numérica se la puede crear con el Bloc de notas de Windows usando como separador la **coma**: Al almacenar el archivo con extensión **.csv** automáticamente es convertido a una tabla EXCEL con las líneas de datos almacenadas en filas planas sin separación de celdas, con los datos separados por **comas**. Al final de cada fila EXCEL inserta la marca **'\n'**

También se puede crear una tabla numérica con el Bloc de notas de Windows pero usando el **punto y coma** como separador entre datos. Cuando este archivo se almacena con extensión **.csv** automáticamente es convertido a una tabla EXCEL con los datos almacenados en celdas separadas. Al final de cada fila EXCEL inserta la marca **'\n'**

También se pueden escribir los datos directamente en una hoja EXCEL colocando los datos separados por **comas** en filas planas, o escribiendo los datos individualmente en las **celdas**. En este caso, no se requiere usar coma o punto y coma como separadores. Las celdas actúan como separadores de datos.

Cuando se abre la tabla EXCEL desde Python, el separador que recibe es el **punto y coma** si los datos están escritos en celdas, o **comas** si los datos están escritos separados por **comas** en las filas de la tabla. En ambos casos al final de cada fila EXCEL inserta la marca **'\n'**

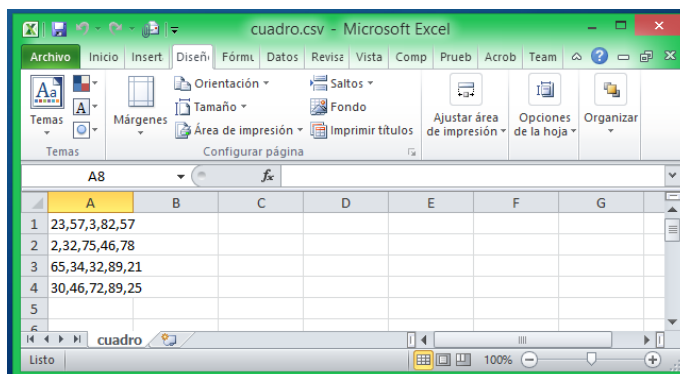
**Ejemplo.** Escribir en el Bloc de notas una tabla numérica usando la **coma** como separador:



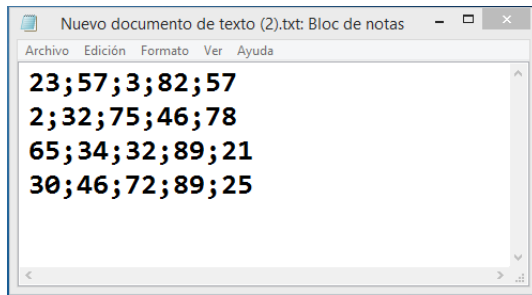
Al almacenar el archivo con extensión **.csv** se crea una tabla EXCEL

Si se abre el archivo se verifica, que se ha creado una tabla EXCEL con los datos en filas continuas separados por **comas**

Archivo EXCEL con los datos de la tabla numérica almacenados en filas continuas:



**Ejemplo.** Escribir en el Bloc de notas una tabla numérica usando el **punto y coma** como separador:



Al almacenar el archivo con extensión **.csv** se crea una tabla EXCEL

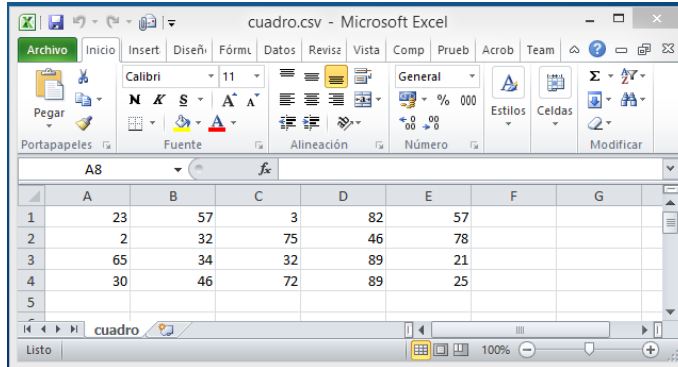
Si se abre el archivo se verifica, que se ha creado una tabla EXCEL con los datos en celdas separadas

Archivo EXCEL con los datos de la tabla numérica:

	A	B	C	D	E	F	G
1	23	57	3	82	57		
2	2	32	75	46	78		
3	65	34	32	89	21		
4	30	46	72	89	25		

## Una función Python para leer una tabla EXCEL y convertirla en una matriz o arreglo de dos dimensiones de NumPy

Se supondrá que el archivo EXCEL es una tabla con los datos escritos en celdas separadas:



	A	B	C	D	E	F	G
1	23	57	3	82	57		
2	2	32	75	46	78		
3	65	34	32	89	21		
4	30	46	72	89	25		
5							

```
import numpy as np
def creaMatriz(nombreArchivo):
    f=open(nombreArchivo,'r')
    cuadro=[]
    for linea in f:
        fila=linea[:-1].split(';')
        cuadro=cuadro+[fila]
    matriz=np.array(cuadro,int)
    f.close()
    return matriz
```

Prueba de la función

```
>>> ===== RESTART =====
>>> from creaMatriz import*
>>> matriz=creaMatriz('j:cuadro.csv')
>>> matriz
array([[23, 57,  3, 82, 57],
       [ 2, 32, 75, 46, 78],
       [65, 34, 32, 89, 21],
       [30, 46, 72, 89, 25]])
>>>
```

El resultado entregado es una matriz o arreglo de dos dimensiones NumPy

## Una función Python para convertir una matriz o arreglo de dos dimensiones de NumPy a una tabla de EXCEL

Se supondrá que se quiere crear un archivo EXCEL con la tabla conteniendo los datos en celdas separadas

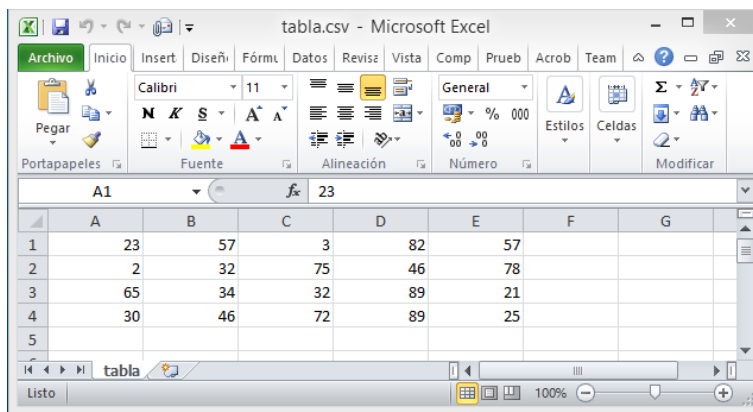
```
import numpy as np
def creaTabla(matriz,nombreArchivo):
    f=open(nombreArchivo,'w')
    for fila in matriz:
        linea=''
        for dato in fila:
            linea=linea+str(dato)+';'
        linea=linea[:-1]+'\\n'
        f.write(linea)
    f.close()
```

Prueba de la función

```
>>> ===== RESTART =====
>>> from creaMatriz import*
>>> matriz=creaMatriz('j:cuadro.csv')
>>> matriz
array([[23, 57,  3, 82, 57],
       [ 2, 32, 75, 46, 78],
       [65, 34, 32, 89, 21],
       [30, 46, 72, 89, 25]])
>>> from creaTabla import*
>>> creaTabla(matriz,'j:tabla.csv')
>>>
```

Verificar que el archivo creado es una tabla EXCEL

Si se abre el archivo se verifica, que se ha creado una tabla EXCEL con los datos en celdas separadas



The screenshot shows a Microsoft Excel window titled 'tabla.csv - Microsoft Excel'. The spreadsheet contains the following data:

	A	B	C	D	E	F	G
1	23	57	3	82	57		
2	2	32	75	46	78		
3	65	34	32	89	21		
4	30	46	72	89	25		
5							



## 8.6 Salida de resultados para imprimir o transmitir

Una manera conveniente de entregar los resultados obtenidos en la ventana interactiva de Python o desde programas Python, para imprimirlos o para transmitirlos por algún medio de comunicación como el correo electrónico, es formatear y guardar los resultados en un archivo tipo texto con extensión **.txt** (Bloc de notas de Windows). Opcionalmente se lo puede almacenar con la extensión de un procesador de texto **.doc** para editar el documento (WORD de Windows). Posteriormente, este archivo se puede imprimir o transmitir.

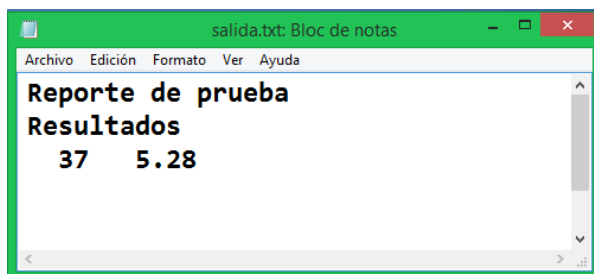
### Ejemplo.

Imprimir un reporte tipo texto con los resultados producidos con el siguiente código Python en la ventana interactiva

```
>>> x=37
>>> t=5.277
>>> s='%4d %6.2f'%(x,t)
>>> f=open('j:salida.txt','w')
>>> f.write('Reporte de prueba\n')
>>> f.write('Resultados\n')
>>> f.write(s+'\n')
>>> f.close()
```

Se ha creado un archivo formateado de tipo texto que se lo puede abrir:

**j:salida.txt**



El archivo se puede imprimir o enviar por algún medio de comunicación

Si se crea el archivo con extensión **.doc** se obtendrá un documento que se lo puede abrir con el procesador de texto WORD de Windows, con lo que se puede aprovechar todo el poder de este utilitario para editar y adornar el reporte con tipos de letra, colores, figuras, etc. Posteriormente se puede imprimir el reporte o enviarlo mediante algún medio de comunicación

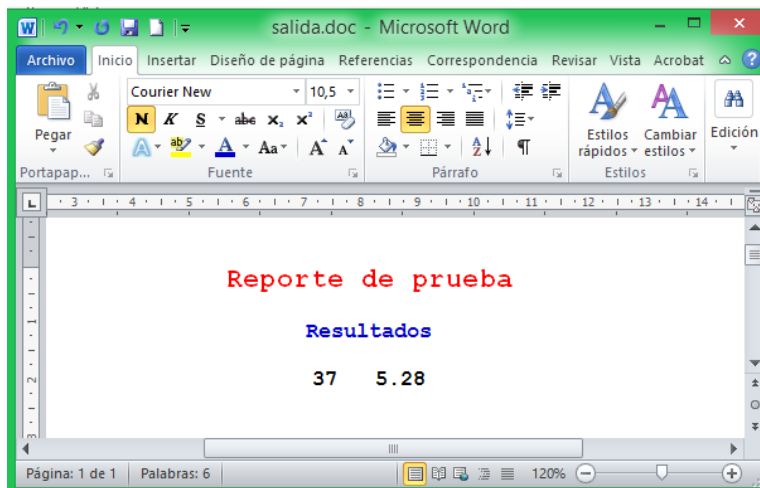
### Ejemplo.

Imprimir un reporte tipo documento de WORD con los resultados producidos con el siguiente código Python en la ventana interactiva

```
>>> x=37
>>> t=5.277
>>> s='%4d %6.2f'%(x,t)
>>> f=open('j:salida.doc','w')
>>> f.write('Reporte de prueba\n')
>>> f.write('Resultados\n')
>>> f.write(s+'\n')
>>> f.close()
```

Se ha creado un archivo tipo **.doc** que se lo puede abrir y editar con el procesador WORD:

**j:salida.doc**



El documento editado se puede imprimir o enviar por algún medio de comunicación

## 8.7 Programas para almacenamiento y recuperación de registros en archivos de texto en disco mediante instrucciones Python en programas y funciones.

En esta sección se exploran mediante programas de ejemplo las estrategias de almacenamiento de registros en un archivo de texto en el disco usando instrucciones Python con programas y funciones, sin usar dispositivos externos para manejo de datos (tales como el Bloc de Notas de Windows o la hoja EXCEL). La administración de los datos (creación y modificación) es realizada mediante instrucciones Python en el programa.

- a) En el primer ejemplo, los registros son convertidos individualmente a líneas de texto y almacenados y recuperados en forma individual en el disco. Este procedimiento permite escribir y leer del disco las líneas de texto en forma secuencial. Se puede crear, agregar y leer los registros pero no se puede modificar la información almacenada en el archivo.
- b) En el segundo ejemplo la técnica consiste en manejar los datos en una lista en la memoria usando las funciones y operadores disponibles para listas. Al finalizar el programa se trasladan todos los datos de la lista a un archivo en disco convertidos en líneas de texto. Posteriormente, al ejecutar otra vez el programa, al inicio se leen las líneas de texto desde el disco y se reconstruye la lista para continuar el proceso. Opcionalmente puede usarse un diccionario en lugar de la lista. Este método puede requerir disponer de una gran cantidad de memoria para almacenar los datos del disco
- c) En el tercer ejemplo se instrumenta un método para manejo individual de registros almacenados en disco. Esta técnica no requiere trasladar o recuperar todos los registros de una lista al disco. Para acceder a los registros se usan las instrucciones de posicionamiento en el disco: **tell** y **seek**. La técnica requiere que los registros tengan la misma longitud para ubicarlos y poder leerlos, modificarlos y almacenarlos individualmente

### a) Registros individuales en memoria convertidas en líneas de texto para almacenarlas secuencialmente en un archivo en disco

En este ejemplo, los registros son convertidos individualmente a líneas de texto y almacenados y recuperados en forma secuencial en el disco para su proceso en memoria.

Este enfoque no permite modificar los datos en el disco, a menos que se use las instrucciones **tell** y **seek**.

**Ejemplo.** Instrumentar una aplicación para almacenar en disco y listar los datos de los artículos de una empresa mediante registros individuales que son almacenados y recuperados del disco. Solamente se instrumentarán dos opciones: ingresar y consultar.

#### Especificaciones

Componentes de cada artículo

- Código del artículo (entero)
- Cantidad de artículos (entero)
- Precio del artículo (real)
- Nombre del artículo (cadena de caracteres)

Opciones

- 1) Ingresar artículo** (Agrega un nuevo artículo al archivo)
- 2) Consulta de artículo** (Dado un código mostrar los datos del artículo)
- 3) Salir**

Para almacenar los datos, cada registro es convertidos a una línea de texto agregando la marca '**\n**'. Al leer cada línea desde el disco, se la convierte nuevamente al tipo de los datos originales. Al inicio del programa se incluye la validación del nombre del archivo.

#### Variables

- nombre:** Nombre del archivo en el disco
- arch:** Objeto tipo archivo para uso en la memoria por el programa
- línea:** Línea de texto con los datos de un registro convertidos a texto separados por comas, y la marca de fin de línea al final
- reg:** Registro con los datos de un artículo (estructura tipo lista)
- cod:** Código del artículo (**entero**)
- cant:** Cantidad de artículos (**entero**)
- pre:** Precio del artículo (**real**)
- nom:** Nombre del artículo (**cadena de caracteres**)

```

correcto=False
while not correcto:
    nombre=input('Ingrese el nombre del archivo: ')
    try:
        correcto=True
        arch=open(nombre+'.txt','r')
    except FileNotFoundError:
        correcto=False
        print('El archivo no existe')
        crear=input('Digite 1 si desea crear este archivo: ')
        if crear=='1':
            correcto=True
            arch=open(nombre+'.txt','w')
salida=False
while not salida:
    print('\n1) Ingreso de artículo')
    print('2) Consulta de artículo')
    print('3) Salir')
    opc=input('\nElija una opción: ')
    if opc=='1':
        arch=open(nombre+'.txt','a')
        cod=int(input('Ingrese código: '))
        cant=int(input('Ingrese cantidad: '))
        pre=float(input('Ingrese precio: '))
        nom=input('Ingrese nombre: ')
        linea=str(cod)+','+str(cant)+','+str(pre)+','+nom+'\n'
        arch.write(linea)
        arch.close()
    elif opc=='2':
        arch=open(nombre+'.txt','r')
        xcod=int(input('Ingrese código: '))
        exito=False
        for linea in arch:
            reg=linea.split(',')
            cod=int(reg[0])
            cant=int(reg[1])
            pre=float(reg[2])
            nom=reg[3]
            if xcod==cod:
                print('Cantidad: ',cant)
                print('Precio: ',pre)
                print('Nombre: ',nom)
                exito=True
                break
        if not exito:
            print('No existe el registro')
        arch.close()
    elif opc=='3':
        print('Adiós')
        salida=True

```

**Prueba del programa (almacenar registros en el archivo en disco)**

```
>>> ===== RESTART =====  
Ingrese el nombre del archivo: prueba  
El archivo no existe  
Dígame 1 si desea crear este archivo: 1
```

- 1) Ingreso de artículo
- 2) Consulta de artículo
- 3) Salir

```
Elija una opción: 1  
Ingrese código: 123  
Ingrese cantidad: 20  
Ingrese precio: 5.2  
Ingrese nombre: libro
```

- 1) Ingreso de artículo
- 2) Consulta de artículo
- 3) Salir

```
Elija una opción: 1  
Ingrese código: 234  
Ingrese cantidad: 40  
Ingrese precio: 0.65  
Ingrese nombre: lápiz
```

- 1) Ingreso de artículo
- 2) Consulta de artículo
- 3) Salir

```
Elija una opción: 1  
Ingrese código: 345  
Ingrese cantidad: 50  
Ingrese precio: 0.50  
Ingrese nombre: pluma
```

- 1) Ingreso de artículo
- 2) Consulta de artículo
- 3) Salir

```
Elija una opción: 3  
Adiós
```

**Prueba del programa (recuperación de registros del archivo en disco)**

```
>>> ===== RESTART =====  
Ingrese el nombre del archivo: prueba
```

- 1) Ingreso de artículo
- 2) Consulta de artículo
- 3) Salir

```
Elija una opción: 2  
Ingrese código: 234  
Cantidad: 40  
Precio: 0.65  
Nombre: lápiz
```

- 1) Ingreso de artículo
- 2) Consulta de artículo
- 3) Salir

```
Elija una opción: 2  
Ingrese código: 123  
Cantidad: 20  
Precio: 5.2  
Nombre: libro
```

- 1) Ingreso de artículo
- 2) Consulta de artículo
- 3) Salir

```
Elija una opción: 3  
Adiós
```

## **b) Desarrollo de una aplicación con todos registros de datos en una lista para manejo en memoria almacenada como líneas de texto en un archivo en el disco**

En este ejemplo los registros no son almacenados y recuperados secuencialmente en el disco para procesarlos, sino que se almacenan todos como líneas de texto en disco una sola vez al finalizar el programa y se recuperan y trasladan nuevamente todos a una lista una sola vez al inicio del programa para su manejo en memoria.

Este enfoque permite usar las funciones de manejo de listas en memoria. También se pudiera usar un diccionario para facilitar el uso en memoria.

**Ejemplo.** Crear una aplicación para manejar en una lista en memoria los datos de los artículos de una empresa. Los datos serán almacenados en el disco al final del programa

### **Opciones:**

- 1) Ingresar:** Ingreso de un nuevo artículo: código, cantidad, precio y nombre
- 2) Consultar:** Conocer los datos de un artículo dado su código
- 3) Comprar:** Agregar cantidad a un artículo existente
- 4) Vender:** Vender una cantidad de un artículo existente
- 5) Eliminar:** Eliminar o dar de baja un artículo
- 6) Salir**

### **Datos de cada artículo:**

Código de identificación  
 Cantidad actual  
 Precio  
 Nombre

### **Variables:**

- lista:** Es una lista cuyos componentes son listas que las contendrán los registros para almacenar los datos de los artículos. Esta lista será creada y estará disponible para manejo en la memoria.
- reg:** Estructura tipo lista que contendrá la descripción de cada registro.
- linea:** Línea de texto conteniendo los datos de cada registro. Los componentes de cada registro están separados con comas. Las líneas de texto estarán separadas con la marca de fin de línea '\n'
- arch:** Variable para contener el nombre del archivo en el disco

### **Nombres de los componentes del registro**

- cod:** código del artículo
- cant:** cantidad actual de artículos disponibles
- pre:** precio del artículo
- nom:** nombre del artículo

### **Módulos**

**Ingreso, consulta, compra, venta, eliminar, almacenar, recuperar**



```
#Manejo de registros en memoria con datos almacenados
#y recuperados en líneas de texto en un archivo
#secuencial en el disco con los registros separados con '\n'
```

```
global ind_cod,ind_cant,ind_pre,ind_nom
ind_cod=0
ind_cant=1
ind_pre=2
ind_nom=3

def ingreso(lista):
    cod=int(input('Ingrese código: '))
    cant=int(input('Ingrese cantidad: '))
    pre=float(input('Ingrese precio: '))
    nom=input('Ingrese nombre: ')
    reg=[cod,cant,pre,nom]
    lista=lista+[reg]
    return lista

def consulta(lista):
    c=int(input('Ingrese código: '))
    exito=False
    for reg in lista:
        if c==reg[ind_cod]:
            print('Cantidad: ',reg[ind_cant])
            print('Precio: ',reg[ind_pre])
            print('Nombre: ',reg[ind_nom])
            exito=True
            break
    if not exito:
        print('Artículo no existe')

def compra(lista):
    c=int(input('Ingrese código: '))
    exito=False
    for reg in lista:
        if c==reg[ind_cod]:
            k=int(input('Ingrese la cantidad comprada: '))
            reg[ind_cant]=reg[ind_cant]+k
            exito=True
            break
    if not exito:
        print('Artículo no existe')
    return lista
```

```

def venta(lista):
    c=int(input('Ingrese código: '))
    exito=False
    for reg in lista:
        if c==reg[ind_cod]:
            k=int(input('Ingrese la cantidad vendida: '))
            reg[ind_cant]=reg[ind_cant]-k
            exito=True
            break
    if not exito:
        print('Artículo no existe')
    return lista

def eliminar(lista):
    c=int(input('Ingrese código: '))
    exito=False
    for reg in lista:
        if c==reg[ind_cod]:
            ind_reg=lista.index(reg)
            del lista[ind_reg]
            exito=True
            break
    if not exito:
        print('Artículo no existe')
    return lista

def recuperar(arch):
    lista=[]
    for linea in arch:
        scomp=linea.split(',')          #separación de componentes
        cod=int(scomp[ind_cod])          #recuperación de datos
        cant=int(scomp[ind_cant])        #con su tipo original
        pre=float(scomp[ind_pre])
        nom=scomp[ind_nom]
        reg=[cod,cant,pre,nom[:-1]]      #registro con datos originales
                                         # '\n' se quita para no repetirla
                                         #lista de registros en memoria
        lista=lista+[reg]
    arch.close()
    return lista

def almacenar(lista,nombre):
    arch=open(nombre,'w')
    for reg in lista:
        scod=str(reg[ind_cod])           #convertir componentes a texto
        scant=str(reg[ind_cant])
        spre=str(reg[ind_pre])
        nom=reg[ind_nom]                 #la coma separa componentes
        sreg=scod+', '+scant+', '+spre+', '+nom    #armar el registro
        linea=sreg+'\n'                 #marca de fin de registro en disco

```

```

        arch.write(linea)          #almacenar cada linea en disco
    arch.close()
    print('Archivo almacenado')

#Programa principal
correcto=False
while not correcto:
    nombre=input('Ingrese el nombre del archivo: ')
    try:
        correcto=True
        nombre=nombre+'.txt'
        arch=open(nombre,'r')
        lista=recuperar(arch)
    except FileNotFoundError:
        correcto=False
        print('El archivo no existe')
        crear=input('Digite 1 si desea crear este archivo: ')
        if crear=='1':
            correcto=True
            lista=[]
salida=False
while not salida:
    print('\n1) Ingresar artículo')
    print('2) Consultar artículo')
    print('3) Comprar')
    print('4) Vender')
    print('5) Eliminar artículo')
    print('6) Salir')
    opc=input('\nElija una opción: ')
    if opc=='1':
        lista=ingreso(lista)
    elif opc=='2':
        consulta(lista)
    elif opc=='3':
        lista=compra(lista)
    elif opc=='4':
        lista=venta(lista)
    elif opc=='5':
        lista=eliminar(lista)
    elif opc=='6':
        almacenar(lista,nombre)
        salida=True

```

### c) Desarrollo de una aplicación con acceso directo a registros almacenados en disco

En este ejemplo final se desarrolla una aplicación completa en forma modular para manejo de datos almacenados en el disco en un archivo. Se usa acceso directo con las instrucciones **tell** y **seek** para manejo individual de los registros en el disco. Este enfoque evita traer todo el archivo del disco a una lista en memoria para su manejo

Para la instrumentación se requiere que los registros almacenados tengan la misma longitud para que pueden ser recuperados y almacenados en la misma posición. También permite reusar el espacio en el disco. Esta aplicación debe ser estudiada como una referencia para este tipo de proyectos.

**Ejemplo.** Instrumentar una aplicación para manejo del inventario de los artículos de una empresa mediante registros almacenados en el disco. Incluir validaciones de los datos.

#### Especificaciones

Componentes de cada artículo

- Código del artículo (entero en 5 columnas)
- Cantidad de artículos (entero en 6 columnas)
- Precio del artículo (real en 8 columnas)
- Nombre del artículo (cadena de caracteres en 20 columnas)

Opciones

- 1) Ingresar artículo
- 2) Consultar artículo
- 3) Comprar
- 4) Vender
- 5) Eliminar
- 6) Salir

Con la opción 1) se agrega un nuevo artículo al archivo

Con la opción 2) se visualiza en pantalla los datos de un artículo dado su código

Las opciones 2) y 3) permitirán actualizar la cantidad de un artículo dado su código

La opción 4) se usará para eliminar un artículo del archivo

#### Instrumentación

Para almacenar los registros en el archivo los datos ingresados son convertidos a una línea de texto de tamaño fijo (39 caracteres más un carácter adicional para la marca de fin de línea '\n'). El tamaño fijo facilita la localización de los registros almacenados en el disco como líneas de texto. Al leer una línea desde el disco, se la convierte nuevamente a una lista con el tipo de los datos originales.

Para acceder a cada línea de manera directa se utilizan las funciones **seek** y **tell**. De esta manera se puede leer y volver a escribir la línea en la misma posición en el disco.

Los registros son líneas de texto almacenadas en el disco con una longitud fija (40 caracteres incluyendo la marca de fin de línea '\n'). La estrategia para eliminar un registro será asignar el valor 0 a la clave. Esto evita dejar espacios sin usar en el disco.

Al ingresar un nuevo registro, se buscan registros disponibles en el disco (su clave es 0). En esta posición se almacena el nuevo registro. Si no existen registros disponibles se lo agrega al final del archivo. Esto es posible por la longitud fija que tienen los registros.

### Variables

<b>archivo:</b>	Nombre del archivo en el disco (variable global)
<b>arch:</b>	Objeto tipo archivo para uso en la memoria por el programa
<b>línea:</b>	Línea de texto con los datos de cada registro separados por comas con la marca de fin de línea al final.
<b>cod:</b>	Código del artículo (entero)
<b>cant:</b>	Cantidad de artículos (entero)
<b>pre:</b>	Precio del artículo (real)
<b>nom:</b>	Nombre del artículo (cadena de caracteres)

### Módulos

Esta aplicación está desarrollada en base a módulos asociados a las acciones básicas que fueron identificadas en varios niveles. La comunicación entre el programa y los módulos usa una variable global para transmitir el nombre del archivo.

### Módulos de acciones principales

<b>apertura:</b>	Solicita el nombre del archivo para leerlo o crearlo
<b>ingreso:</b>	Valida y agrega al archivo un registro con los datos de un nuevo artículo
<b>consulta:</b>	Dado un código, muestra los datos del artículo almacenado
<b>comprar:</b>	Localiza en el disco y modifica el dato de la cantidad de un artículo
<b>vender:</b>	Localiza en el disco y modifica el dato de la cantidad de un artículo
<b>eliminar:</b>	Descarta del disco el registro de un artículo dado su código

### Módulos de soporte

<b>leer_registro:</b>	Trae una línea (registro) del disco en una posición especificada
<b>buscar_registro:</b>	Localiza la posición de un registro en el disco dado el código
<b>buscar_bloque_libre:</b>	Localiza un bloque disponible para grabar un nuevo registro
<b>grabar_registro:</b>	Graba una línea (registro) en el archivo
<b>encera_registro:</b>	Anula un registro en el disco asignando cero a la clave
<b>reemplaza_registro:</b>	Reemplaza un registro con otro con datos modificados
<b>línea_a_registro:</b>	Convierte un registro almacenado en el disco como una línea de texto, al formato de una lista para acceder a los componentes.

En las siguientes páginas se muestran los módulos instrumentados. En la parte final de la codificación está el programa principal que llama a los módulos. Para usar esta aplicación deben escribirse juntos los módulos y el programa y almacenar el conjunto con algún nombre.

```

#Aplicación final con acceso directo a registros en el disco
def apertura():
    global archivo
    correcto=False
    while not correcto:
        nombre=input('Ingrese el nombre del archivo: ')
        try:
            correcto=True
            arch=open(nombre+'.txt','r')
            arch.close()
        except FileNotFoundError:
            correcto=False
            print('El archivo no existe')
            crear=input('Digite 1 si desea crear este archivo: ')
            if crear=='1':
                correcto=True
                arch=open(nombre+'.txt','w')
                arch.close()

def ingreso():
    global archivo
    try:
        c=int(input('Ingrese código : '))
    except ValueError:
        print('Dato incorrecto')
        return
    if c<=0:
        print('Código incorrecto')
        return
    [exito,pos]=buscar_registro(c)
    if exito:
        print('Código ya existe')
    else:
        try:
            cant=int(input('Ingrese cantidad: '))
            pre=float(input('Ingrese precio : '))
            nom=input('Ingrese nombre : ')
        except ValueError:
            print('Dato incorrecto')
            return
        linea=str(c).rjust(5)+' '+str(cant).rjust(6)+' '+
            str(pre).rjust(8)+' '+nom.rjust(20)+'\n'
        grabar_registro(linea)

```

```

def consulta():
    global archivo
    try:
        c=int(input('Ingrese código: '))
    except ValueError:
        print('Código incorrecto')
        return
    [exito,pos]=buscar_registro(c)
    if exito:
        linea=leer_registro(pos)
        [cod,cant,pre,nom]=linea_a_registro(linea)
        print('Código:   ',cod)
        print('Cantidad: ',cant)
        print('Precio:   ',pre)
        print('Nombre:    ',nom.strip())
    else:
        print('Registro no existe')

def comprar():
    global archivo
    try:
        c=int(input('Ingrese código: '))
    except ValueError:
        print('Código incorrecto')
        return
    [exito,pos]=buscar_registro(c)
    if exito:
        try:
            k=int(input('Ingrese la cantidad comprada: '))
        except ValueError:
            print('Dato incorrecto')
            return
        reemplaza_registro(pos,k)
    else:
        print('Registro no existe')

```

```

def vender():
    global archivo
    try:
        c=int(input('Ingrese código: '))
    except ValueError:
        print('Código incorrecto')
        return
    [exito,pos]=buscar_registro(c)
    if exito:
        linea=leer_registro(pos)
        [cod,cant,pre,nom]=linea_a_registro(linea)
        try:
            k=int(input('Ingrese la cantidad vendida: '))
        except ValueError:
            print('Dato incorrecto')
            return
        if k>cant:
            print('Cantidad disponible insuficiente')
            return
        reemplaza_registro(pos,-k)
    else:
        print('Registro no existe')

```

```

def eliminar():
    global archivo
    try:
        c=int(input('Ingrese código: '))
    except ValueError:
        print('Código incorrecto')
        return
    [exito,pos]=buscar_registro(c)
    if exito:
        encera_registro(pos)
    else:
        print('Registro no existe')

```

```

def leer_registro(pos):
    global archivo
    arch=open(archivo+'.txt','r')
    arch.seek(pos)
    linea=arch.readline()
    return linea

```



```

def buscar_registro(c):
    global archivo
    arch=open(archivo+'.txt','r')
    pos=arch.tell()
    linea=arch.readline()
    exito=False
    while linea!='':
        [cod,cant,pre,nom]=linea_a_registro(linea)
        if c==cod:
            exito=True
            break
        pos=arch.tell()
        linea=arch.readline()
    arch.close()
    return [exito,pos]

def grabar_registro(linea):
    global archivo
    [exito,pos]=buscar_bloque_libre()
    if exito:
        arch=open(archivo+'.txt','r+')
        arch.seek(pos)
        arch.write(linea)
    else:
        arch=open(archivo+'.txt','a')
        arch.write(linea)
    arch.close()

def buscar_bloque_libre():
    global archivo
    arch=open(archivo+'.txt','r')
    pos=arch.tell()
    linea=arch.readline()
    exito=False
    while linea!='':
        [cod,cant,pre,nom]=linea_a_registro(linea)
        if cod==0:
            exito=True
            break
        pos=arch.tell()
        linea=arch.readline()
    arch.close()
    return [exito,pos]

```

```

def encera_registro(pos):
    global archivo
    linea=leer_registro(pos)
    [cod,cant,pre,nom]=linea_a_registro(linea)
    cod=0
    linea=str(cod).rjust(5)+' '+str(cant).rjust(6)+' '+
        str(pre).rjust(8)+' '+nom.rjust(20)+'\n'
    arch=open(archivo+'.txt','r+')
    arch.seek(pos)
    arch.write(linea)
    arch.close()

def reemplaza_registro(pos,k):
    global archivo
    linea=leer_registro(pos)
    [cod,cant,pre,nom]=linea_a_registro(linea)
    cant=cant+k
    linea=str(cod).rjust(5)+' '+str(cant).rjust(6)+' '+
        str(pre).rjust(8)+' '+nom.rjust(20)+'\n'
    arch=open(archivo+'.txt','r+')
    arch.seek(pos)
    arch.write(linea)
    arch.close()

def linea_a_registro(linea):
    x=linea.split(' ')
    cod=int(x[0])
    cant=int(x[1])
    pre=float(x[2])
    nom=x[3][0:len(x[3])-1]
    return [cod,cant,pre,nom]

```

```

#Programa principal: Manejo de registros en disco
apertura()
salida=False
while not salida:
    print('\n1) Ingresar artículo')
    print('2) Consultar artículo')
    print('3) Comprar')
    print('4) Vender')
    print('5) Eliminar')
    print('6) salir')
    opc=input('\nElija una opción: ')
    if opc=='1':
        ingreso()
    elif opc=='2':
        consulta()
    elif opc=='3':
        comprar()
    elif opc=='4':
        vender()
    elif opc=='5':
        eliminar()
    elif opc=='6':
        print('Adiós')
        salida=True

```

### Prueba del programa

```

>>>
Ingrese el nombre del archivo: ferretero
El archivo no existe
Digite 1 si desea crear el archivo en el disco: 1

1) Ingresar artículo
2) Consultar artículo
3) Comprar
4) Vender
5) Eliminar
6) salir

Elija una opción: 1
Ingrese código : 123
Ingrese cantidad: 20
Ingrese precio : 18.5
Ingrese nombre : Taladro

```

- 1) Ingresar artículo
- 2) Consultar artículo
- 3) Comprar
- 4) Vender
- 5) Eliminar
- 6) salir

Elija una opción: 1  
Ingrese código : 234  
Ingrese cantidad: 40  
Ingrese precio : 3.25  
Ingrese nombre : Flexómetro

- 1) Ingresar artículo
- 2) Consultar artículo
- 3) Comprar
- 4) Vender
- 5) Eliminar
- 6) salir

Elija una opción: 1  
Ingrese código : 345  
Ingrese cantidad: 50  
Ingrese precio : 2.45  
Ingrese nombre : Destornillador

- 1) Ingresar artículo
- 2) Consultar artículo
- 3) Comprar
- 4) Vender
- 5) Eliminar
- 6) salir

Elija una opción: 2  
Ingrese código: 234  
Código: 234  
Cantidad: 40  
Precio: 3.25  
Nombre: Flexómetro

- 1) Ingresar artículo
- 2) Consultar artículo
- 3) Comprar
- 4) Vender
- 5) Eliminar
- 6) salir

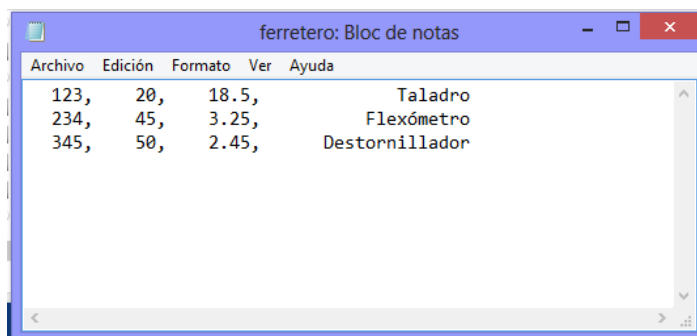
Elija una opción: 3  
Ingrese código: 234  
Ingrese la cantidad comprada: 5

- 1) Ingresar artículo
- 2) Consultar artículo
- 3) Comprar
- 4) Vender
- 5) Eliminar
- 6) salir

Elija una opción: 2  
Ingrese código: 234  
Código: 234  
Cantidad: 45  
Precio: 3.25  
Nombre: Flexómetro

Los archivos son almacenados en el disco en formato texto, por lo cual se puede visualizar el contenido de estos archivos para constatar y depurar los programas

El siguiente gráfico muestra en pantalla el contenido del archivo que fue creado en el disco para el ejemplo anterior



## 8.8 Ejercicios de programación con registros y archivos

1. Escriba un programa para el pago a los  $n$  vendedores por comisión de una empresa. Para cada vendedor se deben leer registros con los siguientes datos: Código de identificación, nombre del vendedor, nivel (entero que puede ser 1, 2, 3), y el monto en dinero vendido en el mes. El pago depende del nivel: nivel 1: \$400, nivel 2: \$500, nivel 3: \$600. A este valor hay que agregar el 5% del valor de las ventas realizadas. Adicionalmente hay un bono de \$100 al o los vendedores con el mayor valor de ventas. Lea los datos y muestre:

- a) El valor que hay que pagar a cada vendedor
- b) El monto total que se requiere para pagar a todos los vendedores

Los datos deben almacenarse en listas en memoria.

2. Se tiene una lista de  $n$  códigos de artículos (números enteros) y la cantidad disponible de cada uno, y otra lista de  $m$  clientes (números enteros) junto con el código del artículo que desea (un solo artículo por cliente) y la cantidad requerida.

Almacene ambas listas en memoria y determine la cantidad total sobrante o faltante de cada artículo para atender las solicitudes de todos los clientes.

3. Escriba un programa para control del registro de los estudiantes para un evento.

El sistema debe incluir las siguientes opciones en un menú:

- 1) Registrar estudiante
- 2) Eliminar estudiante
- 3) Consultar registro de estudiantes
- 4) Mostrar estudiantes registrados
- 5) Salir

Los datos serán manejados en una lista en memoria

4. Escriba un programa con un menú para registrar estudiantes en uno de los dos paralelos de una materia mediante las opciones indicadas a continuación. Cada paralelo debe ser representado mediante una lista para manejo en memoria.

- 1) Registrar
  - Lea el numero del paralelo elegido (1 o 2), luego lea el código del estudiante y agréguelo a la lista correspondiente
- 2) Consultar
  - Lea el código del estudiante, búsquelo en las listas y muestre el paralelo en el que está registrado
- 3) Cambiar
  - Lea el código del estudiante. Si está registrado elimínelo de la lista y agréguelo a la otra lista
- 4) Salir

5. Desarrolle una solución en lenguaje Python para la siguiente aplicación de control de los socios en un club. Para esta aplicación use **registros en memoria**

Cada socio es un registro con tres datos:

Código:	entero, es la identificación del socio.
Nombre:	texto
Categoría:	entero: 1 si es niño, 2 si es adulto y 3 si es tercera edad
Cuotas:	número de cuotas que el socio adeuda al club.

El programa debe mostrar un menú con las siguientes opciones

- 1) Ingresar socio
- 2) Consultar socio
- 3) Incrementar cuotas vencidas
- 4) Reducir cuotas vencidas
- 5) Borrar socio
- 6) Salir

6. Diseñe y pruebe un sistema para control de los socios de un club mediante el menú:

- 1) Ingresar datos del socio
- 2) Consultar datos del socio
- 3) Salir

Los datos deben ser almacenados en un **archivo secuencial en disco**

Cada socio es un registro con tres datos:

Código:	entero, es la identificación del socio.
Categoría:	entero: 1 si es niño, 2 si es adulto y 3 si es tercera edad
Cuotas:	número de cuotas que el socio adeuda al club.

La primera opción permite ingresar los datos del socio en un registro y almacenarlo en un archivo

La segunda opción pide el código del socio, lo busca en el archivo, y en caso de existir, muestra los datos.

7. Cada libro de una biblioteca es un registro con los siguientes datos: código, título, ubicación (número de estante, número de fila y número de columna).

Estos registros deben almacenarse en un archivo secuencial en disco con el nombre 'libros.txt' para realizar consultas. Cada registro debe convertirse a una línea de texto agregado al final la marca '\n'

Escriba un programa que ofrezca las siguientes opciones:

- |                      |   |
|----------------------|---|
| 1) Agregar libro     | (agregar los datos de un libro al archivo en disco) |
| 2) Consulta de libro | (dado el código mostrar el título y ubicación)      |
| 3) Salir             |   |

**8.** El Ministerio de Salud requiere implementar un programa para gestión de donantes de sangre que permita registrar y consultar resultados con el menú mostrado. Los datos deben almacenarse en forma permanente en el disco.

1. Ingreso de donante
2. Consulta de donante
3. Consulta por tipo de sangre
4. Salir

La información que se registra por paciente es: cédula, nombre, edad y tipo de sangre  
La consulta por donante muestra el nombre del donante y su tipo de sangre, dado el número de cédula.

La consulta por tipo de sangre presenta el número de donantes por tipo de sangre

El tipo de sangre es un número (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) los cuales corresponden a los siguientes tipos: (1) O-, (2) O+, (3) A-, (4) A+, (5) B-, (6) B+, (7) AB-, (8) AB+

**9.** Diseño de un sistema de registro y control de atención de los pacientes de una clínica. Los datos deben almacenarse en disco.

Menú con las opciones y acciones que se deben instrumentar

- 1.- Ingreso de Paciente  
Ingresar y almacenar los datos del paciente:  
Código del paciente  
Código de la enfermedad  
Código del médico tratante
- 2.- Consulta de paciente  
Ingresar el código del paciente  
Mostrar el código de la enfermedad y el código del médico tratante
- 3.- Dar de alta a un paciente  
Ingresar el código de un paciente  
Eliminar el registro del paciente
- 4.- Consulta de médico  
Ingresar el código de un médico  
Mostrar la lista de los códigos de los pacientes asignados
- 5.- Consulta de enfermedad  
Ingresar el código de una enfermedad  
Mostrar la lista de los códigos de los pacientes que la tienen
- 6.- Salir

**10.** Diseño de un sistema para registro y control de alquiler de vehículos

Los datos deben almacenarse en disco.

Menú con las opciones y acciones que se deben instrumentar

- 1.- Registro de vehículo  
Ingresar y almacenar los datos del vehículo:  
Código del vehículo (entero positivo)  
Tipo de vehículo (1: auto, 2: campero, 3: camioneta)  
Estado del vehículo (0: libre, 1: alquilado, 2: en reparación)  
Código del cliente en uso del vehículo (0 inicialmente)
- 2.- Consulta de vehículo



- Ingresar el código del vehículo
- Mostrar el tipo y estado del vehículo y el código del cliente en uso.
- 3.- Alquiler de vehículo
  - Leer código del cliente (entero positivo)
  - Leer tipo de acción (0: alquila, 1: devuelve)
  - Cambiar el estado del vehículo
- 4.- Reparación de vehículo
  - Ingresar el código de un vehículo
  - Cambiar el estado del vehículo
- 5.- Dar de baja vehículo
  - Ingresar el código del vehículo
  - Eliminar el registro de vehículo del archivo
- 6.- Salir

**11.** Diseñe y pruebe un sistema para control del alquiler de los  $n$  casilleros de un club. Los casilleros son numerados 1, 2, 3, ...,  $n$ .

Inicialmente cada uno contiene el valor 0: disponible

- 1) Asignar casillero
- 2) Consultar casillero
- 3) Buscar usuario
- 4) Notificar casilleros vencidos
- 5) Liberar casillero
- 6) Salir

Cada usuario del casillero contiene los siguientes datos:

Código: entero, es la identificación del socio.

Nombre: Nombre y apellido del socio

Mes: entero que indica el número del mes de vencimiento de uso del casillero

Los datos deben almacenarse en el disco

La opción 1 almacena el código del usuario, nombre y el número del mes de vencimiento.

La opción 2 muestra un mensaje: casillero disponible o el código del usuario y el número del mes de vencimiento de uso, dado el número del casillero

La opción 3, muestra los datos del socio y su casillero asignado, dado el código del socio

La opción 4 lista los casilleros y usuarios cuyo mes es mayor o igual a un mes dado.

La opción 5, libera un casillero dado su número

## 9 Soluciones propuestas para problemas de exámenes de programación de computadoras con el lenguaje Python

En esta sección se desarrollan soluciones para temas de exámenes recientes de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001) receptados en la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación (FIEC) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).

Estos problemas representan los requerimientos actuales de conocimiento del lenguaje Python que se incluyen en estas evaluaciones.

**Ejercicio 9.1** El siguiente ejercicio corresponde al enunciado del primer tema del examen de la Primera Evaluación de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001 – FIEC – ESPOL – Primer Término, 2016):

Suponga que está disponible la siguiente lista de los URLs de diferentes sitios Web que han sido visitados

```
lista=['www.espol.edu.ec','www.google.com','www.sri.gob.ec','www.fiec.espol.edu.ec','www.uess.edu.ec','www.FIEC.espol.edu.ec','www.fict.espol.edu.ec','www.fcnm.espol.edu.ec','www.ucsg.edu.ec','www.Stanford.edu','www.harvard.edu','www.stanford.edu','www.UCSG.edu.ec','www.google.com.ec','www.facebook.com','www.opensource.org','www.educacionbc.edu.mx']
```

Los URLs se pueden repetir y algunos corresponden a universidades del Ecuador y de otros países.

Los URLs no diferencian entre mayúsculas y minúsculas. Por ejemplo. `www.espol.edu.ec` y `www.ESPOL.edu.ec` representan el mismo sitio Web.

Escriba un programa que dada la lista indicada realice lo siguiente

- a. Muestre numerados los nombres o siglas de las universidades que aparecen en la lista (sin repetir)
- b. Muestre la cantidad y el número y los nombres o siglas de las universidades del Ecuador que aparecen en la lista (sin repetir)
- c. Dado el nombre de un usuario y el nombre o sigla de la universidad, imprima la identificación del correo del usuario con el formato del siguiente ejemplo:

```
juan_perez@espol.edu.ec
```

## Programa propuesto

En la solución solicitada en el examen no es necesario escribir la lista de URLs. En la solución propuesta la lista se la incluye al inicio del programa para que pueda ser utilizada en las pruebas.

```

lista=['www.espol.edu.ec','www.google.com','www.sri.gob.ec','www.fie
c.espol.edu.ec','www.uess.edu.ec','www.FIEC.espol.edu.ec','www.fict.
espol.edu.ec','www.fcnm.espol.edu.ec','www.ucsg.edu.ec','www.Stanfor
d.edu','www.harvard.edu','www.stanford.edu','www.UCSG.edu.ec','www.g
oogle.com.ec','www.facebook.com','www.opensource.org','www.educacion
bc.edu.mx']

univ_nombres=[]
univ_ecuador=[]
for u in lista:
    u=u.upper()
    url=u.split('.')
    if 'EDU' in url and url[1] not in univ_nombres and
        url[2] not in univ_nombres:
        univ_nombres.append(url[1])
    if 'EC' in url:
        univ_ecuador.append(url[1])

print('Nombres de universidades')
for i in range(len(univ_nombres)):
    print(i+1,' ',univ_nombres[i])

print('\nUniversidades de Ecuador')
print('Cantidad: ',len(univ_ecuador))
for i in range(len(univ_ecuador)):
    print(i+1,' ',univ_ecuador[i])

usuario=input('\nIngrese el usuario: ').upper()
univer=input('Universidad: ').upper()
for u in lista:
    u=u.upper()
    url=u.split('.')
    if univer in url:
        correo=usuario+'@'
        for j in range(1,len(url)):
            correo=correo+str(url[j])+ '.'
        print('Correo de usuario\n',correo[:-1].lower())
        break

```

Prueba del programa

```
>>>
```

```
Nombres de universidades
```

```
1  ESPOL
2  UESS
3  UCSG
4  STANFORD
5  HARVARD
6  EDUCACIONBC
```

```
Universidades de Ecuador
```

```
Cantidad 3
```

```
1  ESPOL
2  UESS
3  UCSG
```

```
Ingrese el usuario: juan.perez
```

```
Universidad: espol
```

```
Correo de usuario
```

```
juan.perez@espol.edu.ec
```

```
>>>
```

**Ejercicio 9.2** Segundo tema del examen de la Primera Evaluación de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001 – FIEC – ESPOL – Primer Término, 2016):

Una empresa registra las visitas a sitios de internet que realizan sus empleado y los minutos de navegación. Cada registro se almacena en una cadena de texto con el formato **'empleado|sitio de internet visitado|minutos':**

```
visitados=['maría|www.facebook.com|160','javier|www.youtube.com|50',
           'josé|www.sri.gob.ec|30','maría|www.twitter.com|30',
           'javier|www.inec.gob.ec|10','maría|www.espol.edu.ec|50',
           'josé|www.sri.gob.ec|120','javier|www.sri.gob.ec|20',
           '. . .
           'maría|www.twitter.com|20']
```

Se dispone también de la lista de los empleados y de la lista de los sitios de internet que usan los empleados para su trabajo.

```
empleados=['maría','josé',...,'javier']
trabajo=['www.espol.edu.ec','www.inec.gob.ec',...,'www.sri.gob.ec']
```

Se desea escribir un programa para analizar la información de las listas 'visitados', 'empleados' y 'trabajo' y producir los siguientes reportes:

- a. Lista de los sitios de internet visitados que son de diversión (no son de trabajo)
- b. Cuadro del tiempo en minutos usados por cada empleado en cada sitio visitado

En la solución propuesta a continuación se incluyen los datos dentro del programa solamente para realizar pruebas. Los comentarios se agregan con fines didácticos.

```

visitados=['maría|www.facebook.com|160','javier|www.youtube.com|50',
            'josé|www.sri.gob.ec|30','maría|www.twitter.com|30',
            'javier|www.inec.gob.ec|10','maría|www.espol.edu.ec|50',
            'josé|www.sri.gob.ec|120','javier|www.sri.gob.ec|20',
            'maría|www.twitter.com|20']
empleados=['maría','josé','javier']
trabajo=['www.espol.edu.ec','www.inec.gob.ec','www.sri.gob.ec']

import numpy as np
t=len(visitados)
n=len(empleados)
p=len(trabajo)

diversion=[]                #Lista de sitios de diversión
for v in visitados:         #Examinar cada registro de visitas
    dato=v.split('|')       #Separa el registro de visita en una lista
    if dato[1] not in diversion and dato[1] not in trabajo:
        diversion.append(dato[1])

q=len(diversion)
print('Lista de sitios de diversión\n',diversion)

print('Cuadro de registro de tiempos')
cuadro=np.zeros([n,p+q],dtype=int)
for i in range(n):         #Ciclo para examinar cada empleado
    for v in visitados:     #Examinar cada registro de visitas
        dato=v.split('|')  #Separa el registro de visita en una lista
        if empleados[i]==dato[0]: #Empleado es localizado
            for j in range(p):  #Coloca los minutos en el cuadro
                if dato[1]==trabajo[j]: #en sitio de trabajo
                    cuadro[i,j]=cuadro[i,j]+int(dato[2])
            for j in range(q):  #Coloca los minutos en el cuadro
                if dato[1]==diversion[j]: #en sitio de diversión
                    cuadro[i,j+q]=cuadro[i,j+q]+int(dato[2])
    print(empleados[i], ' ',cuadro[i,:])

```

Prueba del programa

```
>>>
```

Lista de sitios de diversión

```
['www.facebook.com', 'www.youtube.com', 'www.twitter.com']
```

Cuadro de registro de tiempos

```
maría [ 50  0  0 160  0 50]
```

```
josé [ 0  0 150  0  0  0]
```

```
javier [ 0 10 20  0 50  0]]
```

**Ejercicio 9.3** El uso de índices en Python es un instrumento muy flexible y potente para manejar porciones de arreglos. El siguiente ejercicio es un ejemplo de referencia del uso de “slicing” en matrices.

Este ejercicio corresponde al tercer tema del examen de la Primera Evaluación de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001 – FIEC – ESPOL – Primer Término, 2016):

Suponer que se dispone de un cuadro que contiene el tiempo en minutos de internet usado por los empleados de una empresa en sitios categorizados como “trabajo” y “diversión”:

	TRABAJO			DIVERSIÓN		
	ESPOL	INEC	SRI	FACEBOOK	YOUTUBE	TWITTER
MARIA	50	10	0	160	20	50
JOSE	40	5	150	0	25	10
JAVIER	5	10	20	30	50	40

Escriba un programa para elaborar un reporte con información de interés relacionada con el uso de internet según se indica en cada uno de los siguientes literales. Las respuestas deben mostrarse por pantalla.

- a. Almacenar el cuadro de datos en un arreglo
- b. Almacenar los nombres de empleados y sitios de internet en listas
- c. Determinar el tiempo total de uso de internet
- d. Determinar el tiempo total de uso de internet por empleado
- e. Determinar el tiempo total de uso de internet por sitios de trabajo
- f. Determinar el tiempo total de uso de internet por sitios de diversión
- g. Determinar cual es el empleado con más tiempo en sitios de diversión
- h. Determinar cual sitio de trabajo ha sido usado más tiempo
- i. Determinar el costo total de uso de internet sabiendo que cada minuto de los sitios de trabajo cuesta 5 cvs. y 10 cvs. cada minuto de los sitios de diversión
- j. Determinar la cantidad total de empleados que han visitado cada sitio de internet

## Programa propuesto

#a. Almacenar el cuadro de datos en un arreglo

```
import numpy as np
cuadro=np.array([[50,10,0,160,20,50],[40,5,150,0,25,10],
[5,10,20,30,50,40]])
print('Cuadro de datos')
print(cuadro)
```

#b. Almacenar nombres de empleados y sitios de internet en listas

```
empleados=['MARIA','JOSE','JAVIER']
trabajo=['ESPOL','INEC','SRI']
diversion=['FACEBOOK','YOUTUBE','TWITTER']
n=len(empleados)
p=len(trabajo)
q=len(diversion)
```

#c. Determinar el tiempo total de uso de internet

```
print('\nTiempo total de uso de internet')
print(np.sum(cuadro))
```

#d. Determinar el tiempo total de uso de internet por empleado

```
print('\nTiempo total de uso de internet por empleado')
for i in range(n):
    print(empleados[i],np.sum(cuadro[i,:]))
```

#e. Tiempo total de uso de internet por sitios de trabajo

```
print('\nTiempo total de uso de internet por sitios de trabajo')
for i in range(p):
    print(trabajo[i],np.sum(cuadro[:,i]))
```

#f. Tiempo total de uso de internet por sitios de diversión

```
print('\nTiempo total de uso de internet por sitios de diversión')
for i in range(q):
    print(diversion[i],np.sum(cuadro[:,p+i]))
```



```

#g. Cual es el empleado con más tiempo en sitios de diversión

print('\nEmpleado con más tiempo en sitios de diversión')
tiempodiversion=np.zeros(q,dtype=int)
for i in range(n):
    tiempodiversion[i]=np.sum(cuadro[i,p:])

k=np.argmax(tiempodiversion)
print(empleados[k])

#h. Determinar cual sitio de trabajo ha sido usado más tiempo

print('\nSitio de trabajo usado más tiempo')
tiempotrabajo=np.zeros(p,dtype=int)
for i in range(p):
    tiempotrabajo[i]=np.sum(cuadro[:,i])

k=np.argmax(tiempotrabajo)
print(trabajo[k])

#i. Determinar el costo total de uso de internet

print('\nCosto total de uso de internet')
s=0.05*np.sum(cuadro[:,p])+0.1*np.sum(cuadro[:,p:p+q])
print('$',s)

#j. Cantidad total de empleados que han visitado cada sitio

print('\nTotal de empleados que han usado cada sitio de internet')
for i in range(p):
    print(trabajo[i],np.sum(cuadro[:,i]>0))

for i in range(q):
    print(diversion[i],np.sum(cuadro[:,p+i]>0))

```

Prueba del programa

```

>>>
Cuadro de datos
[[ 50  10   0 160  20  50]
 [ 40   5 150   0  25  10]
 [  5  10  20  30  50  40]]

Tiempo total de uso de internet
675

```

Tiempo total de uso de internet por empleado

MARIA 290

JOSE 230

JAVIER 155

Tiempo total de uso de internet por sitios de trabajo

ESPOL 95

INEC 25

SRI 170

Tiempo total de uso de internet por sitios de diversión

FACEBOOK 190

YOUTUBE 95

TWITTER 100

Empleado con más tiempo en sitios de diversión

MARIA

Sitio de trabajo usado más tiempo

SRI

Costo total de uso de internet

\$ 53.0

Total de empleados que han usado cada sitio de internet

ESPOL 3

INEC 3

SRI 2

FACEBOOK 2

YOUTUBE 3

TWITTER 3

>>>

**Ejercicio 9.4** Cuarto tema del examen de la Primera Evaluación de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001 – FIEC – ESPOL – Primer Término, 2016):

a. Dada la siguiente secuencia de instrucciones, realice la prueba de escritorio para las siguientes variables: **cuantos**, **donde**, **lista**

```

mensaje='No basta saber, se debe también aplicar. No es
        suficiente querer, se debe también hacer. Goethe(1749-1832)'
largo=len(mensaje)
cual='be'
cuantos=0
lista=[]
donde=-1
i=0
while i<largo:
    donde=mensaje[i:].find(cual)
    if donde>0:
        cuantos=cuantos+1
        i=i+donde+1
        lista.append(donde)
    else:
        i=i+1
print(cuantos)
print(lista)

```

Prueba de escritorio

cuantos	donde	lista
0	-1	[]
1	11	[11]
2	9	[11, 9]
3	49	[11, 9, 49]
3	-1	[11, 9, 49]
3	-1	[11, 9, 49]
3	-1	[11, 9, 49]
	.	
	.	
	.	
3		
[11, 9, 49]		

b. ¿Cual es el resultado luego de ejecutar el siguiente código?. Justifique su respuesta mostrando cómo cambian de valor de **i** y **lista2** durante la ejecución del código.

```
lista=[5,3,2,6,7,34,1,23,5,6]
lista2=[]
for i in range(1,len(lista)):
    if lista[i-1]<=lista[i] and lista[i]>=lista[i+1]:
        lista2.append(lista[i])
print(lista2)
```

Prueba de escritorio

i	lista[i]	lista2
1	3	[]
2	2	[]
3	6	[]
4	7	[]
5	34	[34]
6	1	[34]
7	23	[34, 23]
8	5	[34, 23]
9	6	[34, 23]

**IndexError: list index out of range**

En la instrucción:

```
if lista[i-1]<=lista[i] and lista[i]>=lista[i+1]:
```

El error se produce cuando **i** es **9** y se hace referencia al índice **10**, valor que no existe

**Ejercicio 9.5** Primer tema del examen de la Segunda Evaluación de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001 – FIEC – ESPOL – Primer Término, 2016):

Suponga que existe un **diccionario** con el nombre **tendencias** cuya clave es una cadena representando una fecha en formato mm-dd-aaa, y como valor un **conjunto** de las **etiquetas** (hashtags) que fueron tendencia en Twitter para esa fecha.

Ejemplo.

```
tendencias={'08-22-2016':{'#Rio2016','#BSC','#ECU'},'08-25-2016':
{'#GYE','#BSC'},'08-27-2016':{'#BRA','#YoSoyEspol','#GYE','#BSC'},...}
```

a. Instrumente una función **cuentaetiquetas(tendencias, listafechas)** que reciba el diccionario **tendencias** y una lista de cadenas **listafechas** conteniendo fechas en el formato mm-dd-aaaa. La función debe retornar un nuevo **diccionario** con la etiqueta como clave y como valor, el número de días que esta etiqueta fue tendencia durante las fechas especificadas.

Ejemplo.

Si **listafechas=['08-22-2016','08-25-2016','08-27-2016']**, la función retornaría:  
**{'#BSC': 3, '#ECU': 1, '#BRA': 1, '#YoSoyEspol': 1, '#Rio2016': 1, '#GYE': 2}**

b. Instrumente una función **reportatendencias(tendencias, listafechas)** que reciba el diccionario **tendencias** y una lista de cadenas **listafechas** conteniendo fechas en el formato mm-dd-aaaa. La función debe **mostrar por pantalla**:

1. Las etiquetas que fueron tendencia **todas** las fechas en **listafechas**
2. Las etiquetas que fueron tendencia **al menos una** fecha en **listafechas**

c. Instrumente una función **tendenciasexcluyentes(tendencias, fecha1, fecha2)** que reciba el diccionario **tendencias** y dos cadenas conteniendo fechas en el formato mm-dd-aaaa. La función debe **mostrar por pantalla** las etiquetas que fueron tendencia en fecha1 o en fecha2, pero no en ambas. Suponga que fecha1 y fecha2 existen en el diccionario como claves.

Solución propuesta

a.

```
def cuentaetiquetas(tendencias, listafechas):
    dic={}
    for fecha in listafechas:
        if fecha in tendencias:
            for etiqueta in tendencias[fecha]:
                if etiqueta in dic:
                    dic[etiqueta]=dic[etiqueta]+1
                else:
                    dic[etiqueta]=1
    return dic
```

b.

```
from cuentaetiquetas import*
def reportatendencias(tendencias, listafechas):
    dic=cuentaetiquetas(tendencias, listafechas)
    print('Etiquetas que fueron tendencia todas las fechas')
    for etiqueta in dic:
        if dic[etiqueta]==len(listafechas):
            print(etiqueta)
    print('Etiquetas que fueron tendencia al menos una fecha')
    for etiqueta in dic:
        if dic[etiqueta]>0:
            print(etiqueta)
```

c.

```
from cuentaetiquetas import*
def tendenciasexcluyentes(tendencias, fecha1, fecha2):
    dic=cuentaetiquetas(tendencias, [fecha1, fecha2])
    print('Etiquetas que fueron tendencia una sola fecha')
    for etiqueta in dic:
        if dic[etiqueta]==1:
            print(etiqueta)
```

Pruebas de las funciones

```
>>> from cuentaetiquetas import*
>>> tendencias={'08-22-2016':{'#Rio2016', '#BSC', '#ECU'}, '08-25-2016':
{'#GYE', '#BSC'}, '08-27-2016':{'#BRA', '#YoSoyEspol', '#GYE', '#BSC'}}
>>> listafechas=['08-22-2016', '08-25-2016', '08-27-2016']
>>> dic=cuentaetiquetas(tendencias, listafechas)
>>> print(dic)
{'#BSC': 3, '#ECU': 1, '#BRA': 1, '#YoSoyEspol': 1, '#Rio2016': 1, '#GYE': 2}
```

```
>>> from reportatendencias import*
>>> tendencias={'08-22-2016':{'#Rio2016','#BSC','#ECU'},'08-25-2016':
{'#GYE','#BSC'},'08-27-2016':{'#BRA','#YoSoyEspol','#GYE','#BSC'}}
>>> listafechas=['08-22-2016','08-25-2016','08-27-2016']
>>> reportatendencias(tendencias,listafechas)
Etiquetas que fueron tendencia todas las fechas
#BSC
Etiquetas que fueron tendencia al menos una fecha
#GYE
#YoSoyEspol
#Rio2016
#ECU
#BRA
#BSC

>>> from tendenciasexcluyentes import*
>>> tendencias={'08-22-2016':{'#Rio2016','#BSC','#ECU'},'08-25-2016':
{'#GYE','#BSC'},'08-27-2016':{'#BRA','#YoSoyEspol','#GYE','#BSC'}}
>>> fecha1='08-22-2016'
>>> fecha2='08-27-2016'
>>> tendenciasexcluyentes(tendencias,fecha1,fecha2)
Etiquetas que fueron tendencia una sola fecha
#YoSoyEspol
#Rio2016
#BRA
#GYE
#ECU
```

Otra solución de la función **tendenciasexcluyentes** usando definiciones de conjuntos y la operación de diferencia simétrica de conjuntos

```
def tendenciasexcluyentes(tendencias,fecha1,fecha2):
    f1=tendencias[fecha1]                #conjuntos de etiquetas
    f2=tendencias[fecha2]
    etiquetas=f1^f2                       #Diferencia simétrica
    print('Etiquetas que fueron tendencia una sola fecha')
    for e in etiquetas:
        print(e)
```

**Ejercicio 9.6** Segundo tema del examen de la Segunda Evaluación de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001 – FIEC – ESPOL – I Término, 2016):

Suponer que está disponible en el archivo **'ecuador\_distancias.txt'** las distancias en Km, enteros positivos, entre ciudades del Ecuador conectadas directamente, con el siguiente formato:

```
Ciudad de partida|Ciudad,Distancia|Ciudad,Distancia|Ciudad,Distancia . . .
Ciudad de partida|Ciudad,Distancia|Ciudad,Distancia|Ciudad,Distancia . . .
Ciudad de partida|Ciudad,Distancia|Ciudad,Distancia|Ciudad,Distancia . . .
. . .
```

Ejemplo. Suponer que el archivo **'ecuador\_distancias.txt'** contiene:

```
Pedernales|Ambato,318|Azogues,555
Ambato|Azogues,280|Babahoyo,212|Pedernales,318
Azogues|Pedernales,555|Babahoyo,125
. . .
```

**a.** Escriba una función **cargardatos(nombrearchivo)** que lea las líneas de texto del archivo y retorne el diccionario **distancias**. El resultado es un diccionario, cuyos valores también son diccionarios, con el siguiente formato, con referencia al ejemplo:

```
{'Pedernales':{'Ambato':318,'Azogues':555},'Ambato':{'Pedernales':318,'Babahoyo':212,
'Azogues':280},{'Azogues':{'Pedernales':555,'Babahoyo':125},. . .}
```

**b.** Escriba una función **ciudadescercanas(distancias,km)** donde **km** es un valor entero positivo y **distancias** es el diccionario generado por la función anterior. La función debe retornar una **lista de tuplas** con todos los pares de ciudades conectadas directamente por una carretera que estén a una distancia menor o igual que el valor de km. La tupla debe tener el formato: (ciudad1, ciudad2, distancia que las separa).

Ejemplo. Si **km=300** y el diccionario **distancias** contiene:

```
{'Azogues': {'Pedernales': 555, 'Babahoyo': 125}, 'Pedernales': {'Azogues': 555, 'Ambato': 318}, 'Ambato': {'Azogues': 280, 'Pedernales': 318, 'Babahoyo': 212}}
```

La lista de tuplas resultantes será:

```
[('Ambato', 'Babahoyo', 212), ('Ambato', 'Azogues', 280), ('Azogues', 'Babahoyo', 125)]
```



c. Escriba una función **guardartciudadescercanas(distancias,listakms)** que reciba el diccionario **distancias** generado por la función anterior y una lista de valores enteros positivos **listakms**. La función debe generar por cada valor de **listakms**, un archivo con las ciudades separadas a máximo dicho valor. Por ejemplo:

Si se invoca a la función con: **guardartciudadescercanas(distancias,[300,100,250])**

Se habrán creado en el disco los siguientes tres archivos:

**ciudades300.txt, ciudades100.txt, ciudades250.txt**

Para los datos anteriores, el contenido del archivo **ciudades300.txt** sería:

```
Azoguez,Babahoyo,125
Ambato,Azogues,280
Ambato,Babahoyo,212
```

Escriba un **programa** que lea el archivo **ecuador\_distancias.txt** y genere un diccionario de distancias de acuerdo al formato del literal **a**. Luego, usando este diccionario, su programa deberá crear los archivos de las ciudades separadas hasta 150, 225, 320 y 555 km.

Solución propuesta

a.

```
def cargardatos(nombrearchivo):
    distancias={}
    f=open(nombrearchivo,'r')
    for linea in f:
        datos=linea[:-1].split('|')
        ciudad_partida=datos[0]
        conecta={}
        for i in range(1,len(datos)):
            par=datos[i].split(',')
            ciudad_llegada=par[0]
            dist=int(par[1])
            conecta[ciudad_llegada]=dist
        distancias[ciudad_partida]=conecta
    f.close()
    return distancias
```

b.

```
def ciudadescercanas(distancias,km):
    lista=[]
    for ciudad_partida in distancias:
        for ciudad_llegada in distancias[ciudad_partida]:
            dist=distancias[ciudad_partida][ciudad_llegada]
            if dist<=km:
                lista=lista+[(ciudad_partida,ciudad_llegada,dist)]
    return lista
```

c.

```
from ciudadescercanas import*
def guardarciudadescercanas(distancias,listakm):
    for km in listakm:
        nombre='ciudades'+str(km)+'.txt'
        lista=ciudadescercanas(distancias,km)
        arch=open(nombre,'w')
        for dato in lista:
            ciudad1=dato[0]
            ciudad2=dato[1]
            dist=dato[2]
            if dist<=km:
                linea=ciudad1+', '+ciudad2+', '+str(dist)+'\n'
                arch.write(linea)
        arch.close()
```

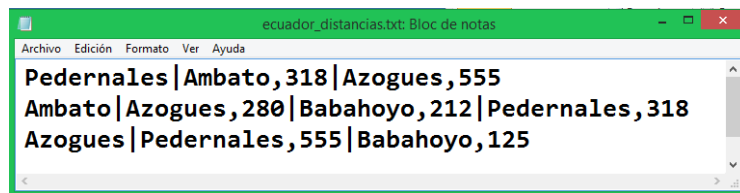
## Programa

```

from cargardatos import*
from guardarciudades cercanas import*
nombrearchivo=input('Nombre del archivo: ')
distancias=cargardatos(nombrearchivo)
print(distancias)
guardarciudades cercanas(distancias,[150,225,320,555])
print('Archivos fueron creados')

```

Prueba de las funciones. Suponer creado el archivo 'ecuador\_distancias.txt'



```

>>> from cargardatos import*
>>> nombrearchivo='ecuador_distancias.txt'
>>> distancias=cargardatos(nombrearchivo)
>>> print(distancias)
{'Azogues': {'Pedernales': 555, 'Babahoyo': 125}, 'Pedernales':
{'Azogues': 555, 'Ambato': 318}, 'Ambato': {'Azogues': 280, 'Pedernales':
318, 'Babahoyo': 212}}

>>> from ciudadescercanas import*
>>> lista=ciudadescercanas(distancias,300)
>>> print(lista)
[('Ambato', 'Babahoyo', 212), ('Ambato', 'Azogues', 280), ('Azogues',
'Babahoyo', 125)]

```

## Prueba del programa

```

>>>
Nombre del archivo: ecuador_distancias.txt
{'Pedernales': {'Ambato': 318, 'Azogues': 555}, 'Ambato': {'Pedernales':
318, 'Babahoyo': 212, 'Azogues': 280}, 'Azogues': {'Pedernales': 555,
'Babahoyo': 125}}
Archivos fueron creados
>>>

```

Se puede verificar en el disco que los tres archivos fueron creados y se puede examinar su contenido abriéndolos directamente con el Bloc de notas de Windows

Otra solución para la función `ciudadescercanas(distancias,km)`

En esta solución se usa una forma especial para examinar el contenido de los diccionarios

```
def ciudadescercanas(distancias,km):  
    lista=[]  
    for ciudadpartida,enlace in distancias.items():  
        for ciudad,dist in enlace.items():  
            if dist<=km:  
                lista=lista+[(ciudadpartida,ciudad,dist)]  
    return lista
```

**Ejercicio 9.7** Tercer tema del examen de la Segunda Evaluación de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001 – FIEC – ESPOL – I Término, 2016):

a. Instrumente una función **buscar(listaanidada,valor)** que reciba una lista de listas de enteros y retorne un valor lógico si el valor existe en alguna posición de la lista anidada

Solución propuesta

```
def buscar(listaanidada,valor):  
    for lista in listaanidada:  
        if valor in lista:  
            return True  
    return False
```

Prueba de la función

```
>>> from buscar import*  
>>> x=[[2,3,5],[4],[5,3]]  
>>> buscar(x,2)  
True  
>>> buscar(x,7)  
False
```

b. Instrumente una función para sumar o multiplicar todos los elementos enteros almacenados en una lista anidada. Si se invoca a la función únicamente con la lista, debe retornar la suma. Si se la invoca con un segundo parámetro con la palabra 'multiplicar' debe entregar el producto. Para cualquier otro valor del segundo parámetro, debe entregar -1 como resultado

Para la instrumentación se requiere definir un parámetro por omisión.

Solución propuesta

```
def operar(listaanidada, op='sumar'):
    if op=='sumar':
        res=0
        for e in listaanidada:
            for x in e:
                res=res+x
    elif op=='multiplicar':
        res=1
        for e in listaanidada:
            for x in e:
                res=res*x
    else:
        res=-1
    return res
```

Prueba de la función

```
>>> from operar import*
>>> x=[[2,3,5],[4],[5,3]]
>>> operar(x)
22

>>> operar(x,'multiplicar')
1800
>>> operar(x,'dividir')
-1
```

El siguiente ejercicio no fue parte del tema propuesto en el examen. Se lo agrega con fines didácticos

Modifique la función `buscar(listaanidada,valor)` para que la lista anidada pueda incluir elementos que no son listas.

Se necesita detectar si los elementos son de tipo lista o valores simples. Para valores simples no se puede usar el operador `in`

```
def buscar(listaanidada,valor):  
    for elemento in listaanidada:  
        if type(elemento)==list:  
            if valor in elemento:  
                return True  
        else:  
            if valor==elemento:  
                return True  
    return False
```

```
>>> from buscar import*  
>>> x=[[2,3,5],[4],7,[5,3]]  
>>> buscar(x,5)  
True  
>>> buscar(x,7)  
True  
>>> buscar(x,6)  
False
```

**Ejercicio 9.8** Primer tema del examen de la Tercera Evaluación de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001 – FIEC – ESPOL – I Término, 2016):

Una empresa de telecomunicaciones necesita automatizar el cálculo del costo de enviar un mensaje basado en el número de palabras, el tamaño de cada palabra y el tipo de palabra. Para el cálculo se hacen las siguientes consideraciones:

1. Una palabra corta tiene máximo M caracteres
2. Una palabra larga tiene más de M caracteres
3. Se define como palabra especial los verbos en infinitivo, es decir, palabras terminadas en “ar”, “er”, “ir”, sin importar su tamaño.

Para calcular el costo total del mensaje se debe cobrar un valor dependiendo del tipo de palabras según la clasificación anterior

Instrumentar las siguientes funciones:

**a. cargardatos(nombrearchivo)** que recibe el nombre del archivo que contiene en líneas separadas: Tamaño M, el costo de las palabras cortas, el costo de las palabras largas, y el costo de los infinitivos.

La función deberá leer este archivo y retornar un diccionario con el siguiente formato del ejemplo:

Archivo: costos.txt

```
10
0.2
0.5
0.3
```

Al llamar a la función con: **cargardatos('costos.txt')** deberá retornar el diccionario: **{'M':10, 'Corta':0.2, 'Larga':0.5, 'Infinitivo':0.3}**

**b. calcularcostos(datos, nombrearchivo)** que recibe el diccionario de datos generado en el literal a) y un nombre de archivo.

El archivo contiene el texto del mensaje grabado línea por línea. Además, cada línea contiene múltiples palabras separadas por espacios. El único signo de puntuación presente en el texto es un punto '.' al final del mensaje y no deberá ser considerado para determinar el costo de esa palabra.

La función debe retornar el costo total del mensaje.

**c. cambiarmensaje(datos, nombrearchivo1, nombrearchivo2)** que recibe el diccionario de datos generado en el literal a) y dos nombres de archivos. La función debe leer el texto del mensaje de **nombrearchivo1** y escribir en **nombrearchivo2** el nuevo mensaje, acortando las palabras largas a M – 1 caracteres y colocando '#' al final de cada una de ellas, y reemplazando el punto final con la palabra especial 'END'.



Solución propuesta

a.

```
def cargardatos(nombrearchivo):
    f=open(nombrearchivo,'r')
    M=int(f.readline()[:-1])
    C=float(f.readline()[:-1])
    L=float(f.readline()[:-1])
    I=float(f.readline()[:-1])
    datos={'M':M,'Corta':C,'Larga':L,'Infinitivo':I}
    f.close()
    return datos
```

b.

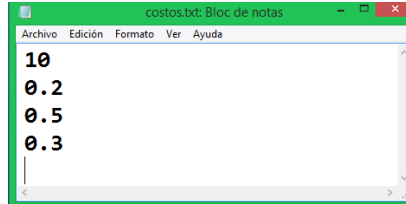
```
def calcularcostos(datos,nombrearchivo):
    f=open(nombrearchivo,'r')
    costo=0
    for linea in f:
        lista=linea[:-1].split(' ')
        if lista[-1][-1]=='.':
            lista[-1]=lista[-1][:-1]
        for pal in lista:
            if pal[-2:] in ['ar','er','ir']:
                costo=costo+datos['Infinitivo']
            elif len(pal)<=datos['M']:
                costo=costo+datos['Corta']
            else:
                costo=costo+datos['Larga']
    f.close()
    return costo
```

c.

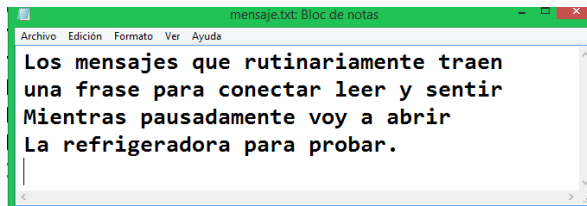
```
def cambiarmensaje(datos,nombrearchivo1,nombrearchivo2):
    f=open(nombrearchivo1,'r')
    g=open(nombrearchivo2,'w')
    for linea in f:
        lista=linea[:-1].split(' ')
        if lista[-1][-1]=='.':
            lista[-1]=lista[-1].replace('.', 'END')
        for i in range(len(lista)):
            if len(lista[i])>datos['M'] and not lista[i].endswith('END'):
                lista[i]=lista[i][:datos['M']] + '#'
        lineamodificada=''
        for pal in lista:
            lineamodificada=lineamodificada+pal
        g.write(lineamodificada+'\n')

    f.close()
    g.close()
```

Prueba de las funciones



```
>>> from cargardatos import*
>>> nombrearchivo='costos.txt'
>>> datos=cargardatos(nombrearchivo)
>>> print(datos)
{'M': 10, 'Larga': 0.5, 'Corta': 0.2, 'Infinitivo': 0.3}
```



```
>>> from calcularcostos import*
>>> nombrearchivo='mensaje.txt'
>>> costo=calcularcostos(datos,nombrearchivo)
>>> print(costo)
5.6
```

```
>>> from cambiarmensaje import*
>>> nombrearchivo1='mensaje.txt'
>>> nombrearchivo2='mensajemodificado.txt'
>>> cambiarmensaje(datos, nombrearchivo1, nombrearchivo2)
```

Se puede verificar en el disco que el archivo `nombrearchivo2` fue creado y se puede examinar su contenido abriéndolo directamente.

## Observaciones

Forma abreviada de construir la línea para almacenar en el disco

En la función `cambiarmensaje(datos, nombrearchivo1, nombrearchivo2)` se pueden sustituir las líneas:

```
lineamodificada=''
for pal in lista:
    lineamodificada=lineamodificada+pal
g.write(lineamodificada+'\n')
```

Por una sola línea armada con la función `join`:

```
lineamodificada=' '.join(lista)
g.write(lineamodificada+'\n')
```

**Ejercicio 9.9** Segundo tema del examen de la Tercera Evaluación de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001 – FIEC – ESPOL – I Término, 2016):

Una empresa agrícola ha decidido integrar un dron (avión no tripulado) a una de sus plantaciones de área  $M \times N$  para poder monitorear el crecimiento de sus cultivos. El dron a utilizarse tiene la capacidad de sensar el número de cultivos en una posición  $(i,j)$  por medio de la función **sensarcultivos(tuplaposicion)** que mueve el dron a la posición dada por la tupla y retorna un valor entero correspondiente al número de cultivos en dicha posición. Suponga que esta función ya existe, por lo tanto, no necesita ser desarrollada por usted. Implemente las siguientes funciones:

**a. generarplantacion(tupladimensionPlantacion)** que recibe una tupla indicando el tamaño total  $(M,N)$  de la plantación y procede a sensar los cultivos utilizando **sensarCultivos**. La función retorna la matriz **plantación** que indica el número de cultivos en cada posición de la plantación.

**b. analizarDensidad(plantación, limite)** que recibe como parámetro la matriz plantación del literal a) y un valor entero positivo. La función debe retornar una nueva matriz indicando los grados de crecimiento de la plantación. Una posición  $(i,j)$  de la plantación es considerada con crecimiento 'BAJO' si tiene menos de limite cultivos, caso contrario es considerada de crecimiento 'ALTO'. Al definir la función, considere que el valor por defecto de limite debe ser 4. Por ejemplo, si **plantacion** es

```
[[5, 3, 2],
 [1, 4, 8],
 [2, 3, 1]]
```

**analizarDensidad(plantacion)**, retorna:

```
[['ALTO', 'BAJO', 'BAJO'],
 ['BAJO', 'ALTO', 'BAJO'],
 ['BAJO', 'BAJO', 'BAJO']]
```

**c. reporteCrecimiento(plantacion, densidad)** que recibe como parámetros las matrices de los literales a) y b). Suponga que “surco” es equivalente a una fila de la matriz y “parcela” es equivalente a una celda de la matriz. La función debe retornar una tupla de tres elementos con la siguiente información:

1. Los promedios de cultivos por surcos.
2. Las posiciones, relativas a cada surco, de las parcelas que tienen el mayor número de cultivos en dicho surco.
3. Los promedios de cultivos de las parcelas para los grados de crecimiento 'ALTO' y 'BAJO'

Por ejemplo, si **plantacion** contiene:

```
[[5, 3, 2],
 [1, 4, 8],
 [2, 3, 1]]
```

**reporteCrecimiento(plantacion, densidad)** retorna:

```
( [3.33333333, 4.33333333, 2.0], [0, 2, 1], [5.66667, 2.0] )
```

En la solución propuesta se definen las matrices en forma explícita. Al final de la solución desarrollada se describen otras formas abreviadas para crear las matrices.

```

import numpy as np
def sensarcultivos(tuplaposicion):
    # En el tema no se pide escribir esta función. Es para las pruebas
    i,j=tuplaposicion
    # Se sustituye el dron con un número aleatorio para las pruebas
    n=np.random.randint(0,10)
    return n

```

```

import numpy as np
from sensarcultivos import *
def generarplantacion(tupladimensionplantacion):
    M,N=tupladimensionplantacion
    plantacion=np.zeros([M,N],int)
    for i in range(M):
        for j in range(N):
            plantacion[i,j] = sensarcultivos((i,j))
    return plantacion

```

```

import numpy as np
def analizardensidad(plantacion,limite=4):
    M,N=np.shape(plantacion)
    densidad=[]
    for i in range(M):
        fila=[]
        for j in range(N):
            if plantacion[i,j]<limite:
                fila=fila+['BAJO']
            else:
                fila=fila+['ALTO']
        densidad=densidad+[fila]
    densidad=np.array(densidad)
    return densidad

```

```

import numpy as np
def reportecrecimiento(plantacion,densidad):
    surcos=np.mean(plantacion, axis=1)
    reporte1=list(surcos)
    parcelas=np.argmax(plantacion, axis=1)
    reporte2=list(parcelas)
    M,N=np.shape(plantacion)
    A=[]
    B=[]
    for i in range(M):
        for j in range(N):
            if densidad[i,j]=='ALTO':
                A=A+[plantacion[i,j]]
            else:
                B=B+[plantacion[i,j]]
    reporte3 = [np.mean(A), np.mean(B)]
    return reporte1,reporte2,reporte3

```

Pruebas de las funciones

```
>>> from generarplantacion import*
>>> p=generarplantacion((4,5))
>>> print(p)
[[5 2 7 8 8]
 [3 4 7 9 6]
 [2 0 7 5 5]
 [7 6 7 8 0]]

>>> from analizardensidad import*
>>> d=analizardensidad(p,5)
>>> print(d)
[['ALTO' 'BAJO' 'ALTO' 'ALTO' 'ALTO']
 ['BAJO' 'BAJO' 'ALTO' 'ALTO' 'ALTO']
 ['BAJO' 'BAJO' 'ALTO' 'ALTO' 'ALTO']
 ['ALTO' 'ALTO' 'ALTO' 'ALTO' 'BAJO']]

>>> from reportecrecimiento import*
>>> r1,r2,r3=reportecrecimiento(p,d)
>>> print(r1)
[6.0, 5.7999999999999998, 3.7999999999999998, 5.5999999999999996]
>>> print(r2)
[3, 3, 2, 3]
>>> print(r3)
[6.7857142857142856, 1.8333333333333333]
```

### Observaciones

Solución alternativa para la función `generarplantacion(tupladimensionplantacion)` definiendo la matriz **plantación** en forma implícita.

```
import numpy as np
from sensarcultivos import *
def generarplantacion(tupladimensionplantacion):
    M,N=tupladimensionplantacion
    plantacion=np.array([[sensarcultivos((i,j)) for j in range(N)]
                        for i in range(M)])
    return plantacion
```

Una solución alternativa para la función `analizardensidad(plantacion,limite=4)` definiendo la matriz **densidad** en forma implícita y resultados de búsqueda de otra matriz.

```
import numpy as np
def analizardensidad(plantacion,limite=4):
    M,N=np.shape(plantacion)
    densidad=np.array([[ ' ' for j in range(N)]for i in range(M)])
    densidad[plantacion<limite]='BAJO'
    densidad[plantacion>=limite]='ALTO'
    return densidad
```

Solución compacta para la función `analizardensidad(plantacion,limite=4)` definiendo la matriz **densidad** con la función **where** con opciones.

```
def analizardensidad(plantacion,limite=4):  
    densidad=np.where(plantacion < limite, 'BAJO', 'ALTO')  
    return densidad
```

Solución compacta para la función `reportecrecimiento(plantacion,densidad)` usando selección de elementos de una matriz con **axis** y los resultados de la búsqueda en otra matriz

```
import numpy as np  
def reportecrecimiento(plantacion,densidad):  
    reporte1 = list(np.mean(plantacion, axis = 1))  
    reporte2 = list(np.argmax(plantacion, axis = 1))  
    reporte3 = list((np.mean(plantacion[densidad == 'ALTO']),  
                    np.mean(plantacion[densidad == 'BAJO'])))  
    return reporte1,reporte2,reporte3
```

**Sugerencia.** Estas soluciones compactas deben estudiarse y aplicarse luego de revisar el código de las soluciones propuestas en la versión dada al inicio.

**Ejercicio 9.10** Tercer tema del examen de la Tercera Evaluación de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001 – FIEC – ESPOL – I Término, 2016):

a. Considere el siguiente código. Indique que se muestra en la pantalla. Justifique su respuesta

```
lista1 = [3,'A',6]
lista2 = ['A']

def funcion(lista1, lista2):
    a=[]
    for i in lista1:
        for j in lista2:
            if i != j:
                a.append(str(i) + str(j))
            for x in a[:]:
                a.append(str(i) + str(j))
    return a

print(funcion (lista1, lista2))
```

Prueba

['3A', '3A', '6A', '6A', '6A', '6A']

b. Considere el siguiente código. Indique que se muestra en la pantalla. Justifique su respuesta

```
def fun(cadena, k):
    L = []
    for elem in set(cadena.split(' ')):
        L.append(elem * k)
    return '#'.join(L)

cadena = 'programar es estupendo estupendo es programar'
print(fun(cadena, 2))
```

## Pruebas

```
>>> ===== RESTART =====
eses#programarprogramar#estupendoestupendo
```

```
>>> ===== RESTART =====
programarprogramar#estupendoestupendo#eses
```

```
>>> ===== RESTART =====
estupendoestupendo#eses#programarprogramar
```

```
>>> ===== RESTART =====
estupendoestupendo#programarprogramar#eses
```

```
>>> ===== RESTART =====
programarprogramar#eses#estupendoestupendo
```

Pueden haber varias soluciones correctas porque la iteración sobre un conjunto no tiene un recorrido único debido a que los elementos no están en un orden específico.



**Ejercicio 9.11** Primer tema del examen de la Primera Evaluación de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001 – FIEC – ESPOL – II Término, 2016):

Nuestros robots siempre están trabajando para mejorar sus habilidades lingüísticas. Para esta misión, investigan el alfabeto latino y sus aplicaciones.

El alfabeto contiene letras vocales y consonantes.

Vocales - **A E I O U**

Consonantes - **B C D F G H J K L M N P Q R S T V W X Y Z**

Suponga que se le da un bloque de texto con diferentes palabras. Estas palabras están separadas por un espacio en blanco o un punto. No habrán dos o más espacios en blanco seguidos o combinaciones de espacios en blanco y puntos. No habrán vocales con tildes en el texto. Pueden haber números en el texto pero no se consideran palabras en esta misión (una mezcla de letras y dígitos no es una palabra tampoco).

Usted debe contar el número de palabras que tienen la misma cantidad de vocales y consonantes. Las mayúsculas y minúsculas no son significativas para esta misión.

Desarrolle un programa en Python que pida un bloque de texto por teclado y muestre por pantalla la cantidad de palabras que cumplen con la descripción anterior. Por ejemplo:

#### Usuario ingresa por teclado

Mi nombre **eS**

**Hola** mundo

Hola mundo

Algunas Palabras **pArA** contar **en un** programa con **algo de** Python

Perro.**gato** raton **pajaro.Humano.**

#### Programa muestra

2

1

0

5

3

#### Solución propuesta

```
vocales='AEIOU'
consonantes='BCDFGHJKLMNPQRSTVWXYZ'
texto=input('Ingrese texto: ')
texto=texto.upper()
texto=texto.replace('.', ' ')
lista=texto.split(' ')
palabras=[]
for pal in lista:
    if pal.isalpha():
        palabras.append(pal)
npal=0
for pal in palabras:
    nvoc=0
    for v in vocales:
        nvoc=nvoc+pal.count(v)
    ncon=0
    for c in consonantes:
        ncon=ncon+pal.count(c)
    if nvoc==ncon:
        npal=npal+1
print('Cantidad de palabras encontradas:', npal)
```

**Pruebas**

```
>>> ===== RESTART =====
```

```
>>>
```

```
Ingrese texto: Mi nombre es
```

```
Cantidad de palabras encontradas: 2
```

```
>>> ===== RESTART =====
```

```
>>>
```

```
Ingrese texto: Algunas.Palabras pAra contar en.un programa.con algo de Python
```

```
Cantidad de palabras encontradas: 5
```

**Ejercicio 9.12** Segundo tema del examen de la Primera Evaluación de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001 – FIEC – ESPOL – II Término, 2016):

*Marathon Sports* es un establecimiento que ofrece una amplia gama de **productos** en diferentes **categorías** y de diferentes **marcas**. Estos productos se venden en **tiendas** localizadas en tres **sectores** de la ciudad de Guayaquil: **sur**, **centro** y **norte**.

En su programa usted ya tiene definidas tres listas con los nombres de las tiendas de *Marathon Sports* en Guayaquil en cada sector. El nombre de la tienda corresponde a su ubicación:

```
sur = ['LosEsteros', 'Pradera', ... , 'RiocentroSur']
centro = ['Bahia', 'Malecon2000', ... , 'MaleconSalado']
norte = ['MallDelSol', 'CityMall', ... , 'RiocentroNorte']
```

Además tiene dos listas de los productos que se venden en las categorías **Fútbol** y **Natación**. Cada elemento de estas listas representa un producto y su marca separados por un guión (-):

```
futbol = ['zapatos-Adidas', 'zapatos-Nike', ... , 'rodilleras-Reebok']
natacion = ['short-Nike', 'gafasPiscina-Swingo', ... , 'aletas-Speedo']
```

Finalmente, tiene una matriz **M**. Las filas de **M** representan las tiendas del sur, centro y norte en el orden dado en las listas respectivas. Las columnas de **M** representan los productos de fútbol y luego de natación en el orden dado en las listas respectivas. En las celdas de la matriz **M** se almacena el valor de las ventas que se han generado por cada tienda para cada producto.

Escriba sentencias de programación en Python que, usando la información dada, muestre por pantalla:

- La categoría que tiene mayor cantidad de ventas y su valor. Por ejemplo:
  - Si ambas tuvieran la misma cantidad de ventas, muestre: Iguales: 12348.37
  - Si fútbol tiene más ventas muestre: Fútbol tiene más ventas: 15000.95
- La tienda que más ha vendido. Por ejemplo:  
Bahía, con un monto de 8238.93
- La tienda que más ha vendido en el norte. Por ejemplo:  
CityMall con 1345.90
- El artículo más vendido en el sur. Por ejemplo:  
zapatos-Nike
- El número de productos distintos que se han vendido en una tienda dada por el usuario y cuáles son esos productos. Si la tienda no existiera, debe darle un mensaje al usuario: "Tienda no existente". Por ejemplo:  
Tienda: MaleconSalado  
Productos distintos vendidos: 3  
Productos: zapatos-Adidas, zapatos-Nike, gafasPiscina-Swingo
- El porcentaje de tiendas en el cual se han vendido productos de natación.  
Ayuda: Busque el número de tiendas en el cual se han vendido productos de natación y divida esa cantidad para el total de tiendas, esa división le dará el porcentaje.  
Porcentaje: 54%
- El promedio de ventas de los productos de Fútbol. Por ejemplo:  
Promedio de ventas de productos de fútbol: 18218.21

### Solución propuesta

En la solución propuesta se incorporaron los datos al programa solamente para poder realizar las pruebas. En el desarrollo solicitado en el examen no es necesario escribir estos datos ni generarlos aleatoriamente.

```
import numpy as np
sur      = ['LosEsteros','Pradera','RioCentroSur']
centro   = ['Bahia','Malecon2000','MaleconSalado']
norte    = ['MallDelSol','CityMall','RioCentroNorte']

futbol   = ['zapatos-Adidas','zapatos-Nike','rodilleras-Reebok']
natacion = ['short-nike','gafasPiscina-Swingo','aletas-Speedo']

tiendas = sur+centro+norte           #Lista de todas las tiendas
articulos= futbol+natacion           #Lista de todos los artículos

ntS = len(sur)                       #Número de tiendas del Sur
ntC = len(centro)                   #Número de tiendas del Centro
ntN = len(norte)                   #Número de tiendas del Norte
nFut = len(futbol)                 #Número de artículos de fútbol
nNat = len(natacion)               #Número de artículos de natación

M = np.random.choice(range(0,20),[ntS+ntC+ntN,nFut+nNat])
print('Matriz de datos de prueba')
print(M)

#1
print('\n Ventas por categoría')
ventaFutbol=np.sum(M[:,nFut:])
ventaNatacion=np.sum(M[:,nFut:])
if ventaFutbol==ventaNatacion:
    print('Ventas iguales a:',ventaFutbol)
elif ventaFutbol>ventaNatacion:
    print('Fútbol tiene más ventas:',ventaFutbol)
else:
    print('Natación tiene más ventas:',ventaNatacion)

#2
print('\n La tienda que más ha vendido')
sumas=np.sum(M,axis=1)
nMaxT=np.argmax(sumas)
print(tiendas[nMaxT],'con un monto de:',sumas[nMaxT])

#3
print('\n La tienda que más ha vendido en el norte')
tiendasNorte=M[ntS+ntC:,:]
sumas=np.sum(tiendasNorte,axis=1)
nMaxT=np.argmax(sumas)
print(norte[nMaxT],'con un monto de:',sumas[nMaxT])

#4
print('\n El artículo más vendido en el sur')
articSur=M[:ntS,:]
sumas=np.sum(articSur,axis=0)
nMaxA=np.argmax(sumas)
print(articulos[nMaxA],'con un monto de:',sumas[nMaxA])
```

```

#5
print('\n Número de productos distintos en una tienda')
artic=np.array(articulos)
xtienda=input('Ingrese una tienda: ')
if xtienda not in tiendas:
    print('Tienda no existe')
else:
    nt=tiendas.index(xtienda)
    productos=M[nt,:]
    prodVend=np.where(productos!=0)
    nprodVend=np.size(prodVend)
    nomProdVend=artic[prodVend]
    print('Tienda:',tiendas[nt])
    print('Productos distintos vendidos:',nprodVend)
    print('Productos:',nomProdVend)

#6
print('\n Porcentaje de tiendas que vendieron productos de natación')
tiendasNat=M[:,nFut:]
sumTiendNat=np.sum(tiendasNat,axis=1)
tiendNatVend=sum(sumTiendNat>0)
porc=tiendNatVend/len(tiendas)*100
print('%6.2f'%porc)

#7
print('\n Promedio de ventas de los productos de fútbol')
prodfutbol=M[:,nFut]
prom=np.mean(prodfutbol)
print('%6.2f'%prom)

```

## Pruebas

```
>>> ===== RESTART =====
```

```
>>>
```

```
Matriz de datos de prueba
```

```
[[ 3 13 17 13 11 16]
 [17 12 11 19 19 10]
 [ 1  2 19  0  8 19]
 [ 2  1  0 11  9 15]
 [15  3  7 14  0  6]
 [17  6 13  3  7  5]
 [ 1 16 17 11 17 13]
 [ 4  8 17  4  8 14]
 [14 10  2 12 13 14]]
```

```
Ventas por categoría
```

```
Natación tiene más ventas: 291
```

```
La tienda que más ha vendido
```

```
Pradera con un monto de: 88
```

```
La tienda que más ha vendido en el norte
```

```
MallDelSol con un monto de: 75
```

```
El artículo más vendido en el sur
```

```
rodilleras-Reebok con un monto de: 47
```

```
Número de productos distintos en una tienda
```

```
Ingrese una tienda: CityMall
```

```
Tienda: CityMall
```

```
Productos distintos vendidos: 6
```

```
Productos: ['zapatos-Adidas' 'zapatos-Nike' 'rodilleras-Reebok' 'short-
nike'
```

```
'gafasPiscina-Swingo' 'aletas-Speedo']
```

```
Porcentaje de tiendas que vendieron productos de natacion
```

```
100.00
```

```
Promedio de ventas de los productos de fútbol
```

```
9.19
```

**Ejercicio 9.13** Tercer tema del examen de la Primera Evaluación de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001 – FIEC – ESPOL – II Término, 2016):

En su programa usted ya tiene definida una lista con las **transacciones** de las tiendas de Marathon Sports en Guayaquil. Cada elemento de la lista es un string con los siguientes campos:

**sector/tienda/categoria/producto/totalVentas/día-mes-año**

que contiene el **total de ventas** en un **día** para un **producto** de una cierta **categoría** en una **tienda** ubicada en un determinado **sector** .

```
transacciones = [ 'centro|Bahia|futbol|zapatos-Adidas|290.78|25-03-2013',
    ..., 'centro|Malecon2000|natacion|chaleco-Fins|110.92|01-02-2014',
    ..., 'sur|MallDelSur|natacion|gafasPiscina-Swingo|90.07|13-05-2014',
    ..., 'centro|Bahia|natacion|zapatos-Nike|315.72|13-12-2015',
    ..., 'norte|CityMall|natacion|gafasPiscina-Adidas|310.19|31-05-2016']
```

Escriba sentencias un programa en Python que, usando la información dada, genere la siguiente información:

1. Tres listas (sur,centro,norte) cuyos elementos son los nombres **únicos** de las tiendas: una lista por cada sector.
2. El total de ventas de los productos Adidas en el mes de mayo del año ingresado por teclado.

## Solución propuesta

En la solución propuesta se incorporaron los datos al programa solamente para poder realizar las pruebas. En el desarrollo solicitado en el examen no es necesario escribir estos datos.

```
transacciones=
    ['centro|Bahia|futbol|zapatos-Adidas|290.78|25-05-2013',
     'centro|Malecon2000|natacion|chaleco-Fins|110.92|01-02-2014',
     'sur|MallDelSur|natacion|gafasPiscina-Swingo|90.07|13-05-2014',
     'centro|Bahia|natacion|zapatos-Nike|315.72|13-12-2015',
     'norte|CityMall|natacion|gafasPiscina-Adidas|310.19|31-05-2016']

print('Listas de tiendas por sector')
sur=[] #Lista de tiendas sector Sur
centro=[] #Lista de tiendas sector Centro
norte=[] #Lista de tiendas sector Norte
for dato in transacciones:
    trans=dato.split('|')
    if trans[0]=='sur' and trans[1] not in sur:
        sur.append(trans[1])
    if trans[0]=='centro' and trans[1] not in centro:
        centro.append(trans[1])
    if trans[0]=='norte' and trans[1] not in norte:
        norte.append(trans[1])
print('Sector Sur:',sur)
print('Sector Centro:',centro)
print('Sector Norte:',norte)

print('\n Total de ventas de Adidas')
año=input('Ingrese año: ')
total=0
for dato in transacciones:
    trans=dato.split('|')
    if 'Adidas' in trans[3] and trans[5][3:5]=='05' and trans[5][6:]==año:
        total=total+float(trans[4])
print('Total de ventas de Adidas en mayo del año',año,'es:',total)
```

## Prueba

```
>>> ===== RESTART =====
>>>
Listas de tiendas por sector
Sector Sur: ['MallDelSur']
Sector Centro: ['Bahia', 'Malecon2000']
Sector Norte: ['CityMall']

Total de ventas de Adidas
Ingrese año: 2013
Total de ventas de Adidas en mayo del año 2013 es: 290.78
```



**Ejercicio 9.14** Cuarto tema del examen de la Primera Evaluación de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001 – FIEC – ESPOL – II Término, 2016):

a. Dada la secuencia de instrucciones, indique lo que se muestra por pantalla. Justifique su respuesta.

```
palabra = 'aabbccdefggh'
final = ''
actual = ''
for letra in palabra:
    if letra != actual:
        final = final + letra
        actual = letra
print(final)
```

```
>>> ===== RESTART =====
>>>
abcdefgh
>>>
```

b. Analice el código en cada columna y escriba la salidas por pantalla que producen.

```
for i in range(1, 10):
    print(str(i) * i)
```

```
>>> ===== RESTART =====
>>>
1
22
333
4444
55555
666666
7777777
88888888
999999999
```

```
for i in range(1, 10):
    for j in range(i):
        print(i, end='')
    print()
```

```
>>> ===== RESTART =====
>>>
1
22
333
4444
55555
666666
7777777
88888888
999999999
```

**Ejercicio 9.15** Primer tema del examen de la Segunda Evaluación de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001 – FIEC – ESPOL – II Término, 2016):

**TEMA 1. (30 PUNTOS)**

Se le ha encargado la tarea del control del tránsito. Para esto, la ciudad será representada siempre por una matriz de 5x5, dividida en cuadrantes y sectores, donde se registrará los valores de las multas generadas. Cada celda de la matriz corresponde a un cuadrante y registrará el total de multas generadas para ese cuadrante. Habrán cinco sectores: Norte, Sur, Centro, Este y Oeste, que agruparán varios cuadrantes, de acuerdo al esquema mostrado a la derecha:

Esta matriz muestra únicamente la distribución de sectores (no debe crear esta matriz)

Norte	Norte	Norte	Norte	Norte
Oeste	Centro	Centro	Centro	Este
Oeste	Centro	Centro	Centro	Este
Oeste	Centro	Centro	Centro	Este
Sur	Sur	Sur	Sur	Sur

Para cumplir con la tarea, deberá implementar lo siguiente:

1. Una función **generaMatriz(listaMultas)** que recibe una lista de tuplas, donde cada tupla es (coordenadaX, coordenadaY, valor\_multa), con las coordenadas del cuadrante y el valor de la multa. La función deberá retornar una matriz de Numpy con el valor agregado de las multas generadas para cada cuadrante.

Por ejemplo, para la lista de multas:

[(0, 0, 120), (1, 2, 330), (3, 4, 123), (4, 2, 62), (0, 0, 50), (4, 4, 89), (0, 3, 25), (2, 0, 43), (3, 2, 21), (0, 0, 120)]

Nota: las coordenadas empiezan en 0,0 y se pueden repetir en la lista de tuplas.

La función retornará:

290	0	0	25	0
0	0	330	0	0
43	0	0	0	0
0	0	21	0	123
0	0	62	0	89

2. Una función **sectorTop(matriz)** que reciba la matriz generada en el tema anterior, calcule el sector con el valor total de multas más alto y retorne una tupla con el nombre del sector (Norte, Sur, Centro, Este, Oeste) y dicho valor.

Para nuestro ejemplo anterior, la función retornará: ('Centro', 351)

**Solución propuesta**

1.

```
import numpy as np
def generaMatriz(listaMultas):
    matriz=np.zeros([5,5],int)
    for dato in listaMultas:
        fila,col,valor=dato          #Desempacar tupla
        matriz[fila,col]+=valor      #Agregar valor
    return matriz
```

### Prueba de la función generaMatriz

```
>>> ===== RESTART =====
>>> from generaMatriz import*
>>> listaTuplas=([0,0,120],[1,2,330],[3,4,123],[4,2,62],[0,0,50],
[4,4,89],[0,3,25],[2,0,43],[3,2,21],[0,0,120])
>>> matriz=generaMatriz(listaTuplas)
>>> print(matriz)
[[290  0  0 25  0]
 [ 0  0 330  0  0]
 [ 43  0  0  0  0]
 [ 0  0 21  0 123]
 [ 0  0 62  0 89]]
```

Otras formas de desempacar cada tupla de la lista en la función generaMatriz.

Los resultados son idénticos

```
import numpy as np
def generaMatriz(listaMultas):
    matriz=np.zeros([5,5],int)
    for dato in listaMultas:
        fila=dato[0]
        col=dato[1]
        valor=dato[2]
        matriz[fila,col]+=valor
    return matriz
```

```
import numpy as np
def generaMatriz(listaMultas):
    matriz=np.zeros([5,5],int)
    for dato in listaMultas:
        matriz[dato[0],dato[1]]+=dato[2]
    return matriz
```

```
import numpy as np
def generaMatriz(listaMultas):
    matriz=np.zeros([5,5],int)
    for fila,col,valor in listaMultas:
        matriz[fila,col]+=valor
    return matriz
```

2.

```

import numpy as np
def sectorTop(matriz):
    sumN=np.sum(matriz[0,:])           #Sector Norte
    sumC=np.sum(matriz[1:4,1:4])       #Sector Centro
    sumS=np.sum(matriz[4,:])           #Sector Sur
    sumE=np.sum(matriz[1:4,4])         #Sector Este
    sumO=np.sum(matriz[1:4,0])         #Sector Oeste
    sector=np.array(['Norte','Centro','Sur','Este','Oeste'])
    sumas=np.array([sumN,sumC,sumS,sumE,sumO])
    p=np.argmax(sumas)
    return (sector[p],sumas[p])

```

### Prueba de la función sectorTop

```

>>> ===== RESTART =====
>>> from generaMatriz import*
>>> listaTuplas=([0,0,120],[1,2,330],[3,4,123],[4,2,62],[0,0,50],
[4,4,89],[0,3,25],[2,0,43],[3,2,21],[0,0,120])
>>> matriz=generaMatriz(listaTuplas)
>>> from sectorTop import*
>>> sectorTop(matriz)
('Centro', 351)

```

### Notación alternativa para manejo de funciones de NumPy con arreglos.

Los resultados son idénticos

```

import numpy as np
def sectorTop(matriz):
    sumN=matriz[0,:].sum()             #Sector Norte
    sumC=matriz[1:4,1:4].sum()         #Sector Centro
    sumS=matriz[4,:].sum()             #Sector Sur
    sumE=matriz[1:4,4].sum()           #Sector Este
    sumO=matriz[1:4,0].sum()           #Sector Oeste
    sector=np.array(['Norte','Centro','Sur','Este','Oeste'])
    sumas=np.array([sumN,sumC,sumS,sumE,sumO])
    p=sumas.argmax()
    return (sector[p],sumas[p])

```

**Ejercicio 9.16** Segundo tema del examen de la Segunda Evaluación de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001 – FIEC – ESPOL – II Término, 2016):

## TEMA 2. (60 PUNTOS)

Usted escribirá un programa que ayudará a personas alrededor del mundo a decidir cuál es el país al cual quieren ir a vivir cuando se jubilen. Para ello su programa ofrecerá información sobre el costo de vida usando las métricas descritas debajo.

- 1.) Escriba la función `cargarDatos(nomFile)` que recibe el nombre de un archivo que en cada línea contiene los siguientes campos "ciudad,metrica,valorDeMetrica" (ver ejemplo). La función retorna un diccionario con la estructura descrita a continuación:

"datos.txt" contiene:

```
Cuenca,temperatura,22
Guayaquil,precioCasas,130000
Cuenca,precioCasas,120000
Bogota,precioCasas,100000
Bogota,temperatura,20
Guayaquil,temperatura,29
```

`cargarDatos("datos.txt")` retorna un diccionario con la siguiente estructura:

```
{"Guayaquil": {"precioCasas":130000,
               "temperatura":29},
 "Cuenca": {"precioCasas":120000,
            "temperatura":22}, ...}
```

Nota: solo existen dos métricas posibles 'precioCasas' y 'temperatura' y todas las ciudades tienen ambas métricas.

- 2.) Escriba la función `metricaPais(datos, paises)` que recibe el diccionario `datos` con la estructura del diccionario generado en la función anterior y el diccionario `paises` que tiene como clave el nombre del país y como valor la lista de ciudades para ese país. Esta función calcula el valor promedio de cada métrica por país y retorna un diccionario cuya clave es el país y cuyo valor es otro diccionario con los promedios por métrica. Por ejemplo, para *Guayaquil* y *Cuenca* que pertenecen al mismo país se calcula el promedio de las métricas *precioCasas* y *temperatura* y se lo asigna al país Ecuador:
 

```
{"Ecuador": {"precioCasas":125000,"temperatura":25.5},
 "Colombia": {"precioCasas":120000,"temperatura":20} }
```

- 3.) Escriba la función `generaPaises(promedios,metrica,minimo,maximo)` que recibe el diccionario `promedios` con la estructura del diccionario generado en la función anterior, un string denominado `metrica` que puede ser 'precioCasas' o 'temperatura' y un valor `minimo` y un `maximo` para dicha métrica. Esta función busca aquellos países en los cuales el valor de `metrica` esté entre el valor mínimo y máximo dados como argumento y escribe en un archivo el país y el valor de la métrica separados por coma. El nombre del archivo de salida es el mismo nombre de la métrica con la extensión ".csv". Por ejemplo:

`generaPaises(proms,"temperatura",23,26)` para el ejemplo anterior generaría el archivo

"temperatura.csv" con el siguiente contenido:  
Ecuador,temperatura,25.5

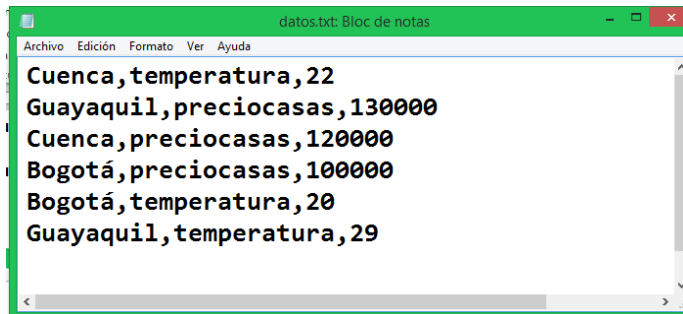
## Solución propuesta

1.

```
def cargarDatos(nombrearchivo):
    datos={}
    f=open(nombrearchivo,'r')
    for linea in f:
        ciudad,metrica,valor=linea[:-1].split(',') #Desempacar lista
        if ciudad not in datos:
            datos[ciudad]={metrica:int(valor)}
        else:
            datos[ciudad][metrica]=int(valor)
    f.close()
    return datos
```

## Prueba de la función cargarDatos

Archivo disponible



```
>>> ===== RESTART =====
>>> from cargarDatos import*
>>> nombrearchivo='j:datos.txt'
>>> datos=cargarDatos(nombrearchivo)
>>> datos
{'Guayaquil': {'preciocasas': 130000, 'temperatura': 29}, 'Bogotá':
{'preciocasas': 100000, 'temperatura': 20}, 'Cuenca': {'preciocasas':
120000, 'temperatura': 22}}
```

2.

```
def metricaPais(datos,países):
    promedios={}
    for pais in países:
        for ciudad in países[pais]:
            for metrica in datos[ciudad]:
                valor=datos[ciudad][metrica]
                if pais not in promedios:
                    promedios[pais]={metrica:valor}
                else:
                    if metrica not in promedios[pais]:
                        promedios[pais][metrica]=valor
                    else:
                        promedios[pais][metrica]+=valor
            for metrica in promedios[pais]:
                promedios[pais][metrica]/=len(países[pais])
    return promedios
```

#### Prueba de la función metricaPais

```
>>> ===== RESTART =====
>>> from cargarDatos import*
>>> nombreadchivo='j:datos.txt'
>>> datos=cargarDatos(nombreadchivo)
>>> datos
{'Guayaquil': {'preciocasas': 130000, 'temperatura': 29}, 'Bogotá':
{'preciocasas': 100000, 'temperatura': 20}, 'Cuenca': {'preciocasas':
120000, 'temperatura': 22}}

>>> países={'Ecuador':['Cuenca','Guayaquil'],'Colombia':['Bogotá']}
>>> from metricaPais import*
>>> promedios=metricaPais(datos,países)
>>> promedios
{'Ecuador': {'temperatura': 25.5, 'preciocasas': 125000.0}, 'Colombia':
{'temperatura': 20.0, 'preciocasas': 100000.0}}
```

3.

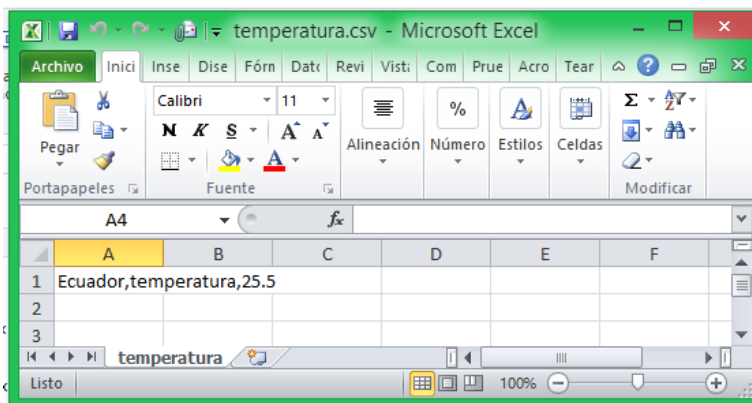
```
def generaPaises(promedios,metrica,minimo,maximo):
    nombreakchivo='j:'+metrica+'.csv'
    f=open(nombreakchivo,'w')
    for pais in promedios:
        valor=promedios[pais][metrica]
        if minimo<valor<maximo:
            linea=pais+', '+metrica+', '+str(valor)+'\n'
            f.write(linea)
    f.close()
```

### Prueba de la función generaPaises

```
>>> ===== RESTART =====
>>> from cargardatos import*
>>> nombreakchivo='j:datos.txt'
>>> datos=cargardatos(nombreakchivo)
>>> paises={'Ecuador':['Cuenca','Guayaquil'],'Colombia':['Bogotá']}
>>> from metricaPais import*
>>> promedios=metricaPais(datos,paises)
>>> from generaPaises import*
>>> generaPaises(promedios,'temperatura',23,26)
```

Si el separador en la línea es la coma, se almacena en una hoja EXCEL como texto plano separado por comas

Archivo creado: **temperatura.csv**

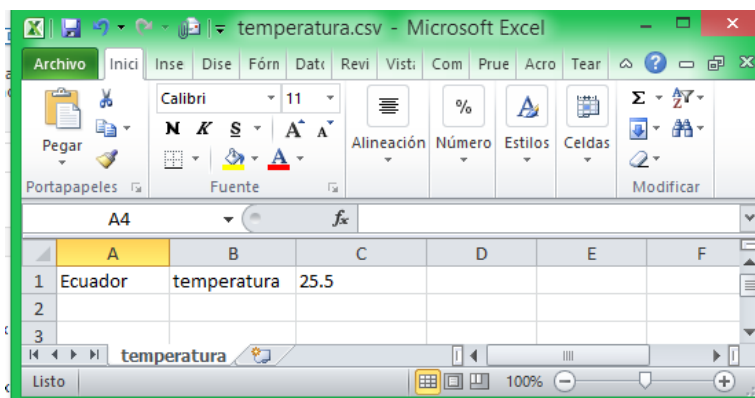




**NOTA.** Si el separador en la línea es el punto y coma, los datos se almacenan en celdas separadas en la hoja EXCEL

```
def generaPaíses(promedios,metrica,minimo,maximo):
    nombreakchivo='j: '+metrica+'.csv'
    f=open(nombreakchivo,'w')
    for pais in promedios:
        valor=promedios[pais][metrica]
        if minimo<valor<maximo:
            linea=pais+';'+metrica+';'+str(valor)+'\n'
            f.write(linea)
    f.close()
```

Archivo creado: **temperatura.csv**



**Ejercicio 9.17** Tercer tema del examen de la Segunda Evaluación de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001 – FIEC – ESPOL – II Término, 2016):

### TEMA 3 (10 PUNTOS)

Dados los conjuntos:

$A = \{1, 2, 3, 4, 5\}$

$B = \{4, 5, 6, 7, 8, 9\}$

$C = \{5, 4, 7, 0, 1\}$

$Y = \{\text{len}(A), \text{len}(B), \text{len}(C)\}$

a. Indique la salida del programa. Justifique su respuesta

$X = A \cup B$

$Z = X \cap C$

$E = X - C$

`print(A.issubset(E))`

b. Indique la salida del programa. Justifique su respuesta

$Y = A \cap Y$

$Z = Y - C$

`print(Z)`

### Solución simulando la ventana interactiva de Python

a.

```
>>> A={1,2,3,4,5}
>>> B={4,5,6,7,8,9}
>>> C={5,4,7,0,1}
>>> Y={len(A),len(B),len(C)}
>>> print(Y)
{5, 6}
```

```
>>> X=A|B;print(X)
{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9}
```

```
>>> Z=X^C;print(Z)
{0, 2, 3, 6, 8, 9}
```

```
>>> E=X-C;print(E)
{8, 9, 2, 3, 6}
```

```
>>> print(A.issubset(E))
False
```

b.

```
>>> Y=A&Y;print(Y)
{5}
```

```
>>> Z=Y-C
```

```
>>> print(Z)
set()
```

Conjunto vacío

### Ejercicio 9.18 Primer tema del examen de la Tercera Evaluación de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001 – FIEC – ESPOL – II Término, 2016):

#### TEMA 1. (45 PUNTOS)

Se tiene el archivo llamado `clientes.csv`, cuya información corresponde a los clientes de una compañía telefónica ubicada en Guayaquil, el cual está estructurado de la siguiente manera:

Cédula,NúmeroTeléfono,Sector,MinutosLlamadaNacional|MinutosLlamadaInternacional,Estado

Por ejemplo: `Clientes.csv`

```
1278112648,04-443288,Norte,12|30,Activo
1278112648,04-383056,Sur,50|15,Activo
1302511926,04-325363,Este,90|12,Activo
1174253723,04-430419,Oeste,30|30,Cortado
2061722895,04-356539,Norte,17|40,Cortado
1729478396,04-437289,Centro,4|2,Activo
1174253723,04-324426,Norte,0|9,Cortado
1174253723,04-283497,Norte,15|27,Activo
```

1. Crear una función llamada `obtenerClientes(nombreArchivo)` la cual recibe como parámetro el nombre del archivo con los clientes de la empresa, y devuelve un diccionario con la siguiente estructura:

```
{'1174253723': {'04-324426': {'sector': 'Norte', 'nac': 0, 'estado': 'Cortado', 'inter': 9},
                '04-430419': {'sector': 'Oeste', 'nac': 30, 'estado': 'Cortado', 'inter': 30},
                '04-283497': {'sector': 'Norte', 'nac': 15, 'estado': 'Activo', 'inter': 27}},
 '1302511926': {'04-325363': {'sector': 'Este', 'nac': 90, 'estado': 'Activo', 'inter': 12}},
 '1278112648': {'04-443288': {'sector': 'Norte', 'nac': 12, 'estado': 'Activo', 'inter': 30},
                '04-383056': {'sector': 'Sur', 'nac': 50, 'estado': 'Activo', 'inter': 15}},
 '1729478396': {'04-437289': {'sector': 'Centro', 'nac': 4, 'estado': 'Activo', 'inter': 2}},
 '2061722895': {'04-356539': {'sector': 'Norte', 'nac': 17, 'estado': 'Cortado', 'inter': 40}}}
```

2. Crear una función llamada `generarFactura(dclientes)` la cual recibe como parámetro el diccionario de clientes generado el literal anterior, y genera un archivo por cada cliente, cuyo nombre es la cédula del cliente, y el contenido corresponde a los valores a pagar por cada cliente. La estructura del archivo es la siguiente:

Archivo `1278112648.txt`

```
Empresa Telefonica de Guayaquil
Cliente :1278112648
Detalle Deuda:
04-443288 nac:0.36 inter:1.5 total:1.86
04-383056 nac:1.5 inter:0.75 total:2.25
Total a Pagar:4.11
```

Para calcular los valores a pagar considere las siguientes tarifas:

Tarifa Nacional: 0.03 el minuto

Tarifa internacional:

- Menos de 60 min: 0.05 el minuto
- Entre 60 y 90 min: 0.04 el minuto
- Más de 90 min: 0.03 el minuto

3. Crear una función llamada `estadisticaSector(dclientes,sector)` que recibe como parámetro el diccionario de clientes generado en el literal 1 y el sector, y devuelve un diccionario con el promedio de minutos de llamadas nacionales e internacionales que han realizado los números telefónicos del sector en estado 'Activo'.

Por ejemplo:

`estadisticaSector(dclientes,"Norte")`

Respuesta:

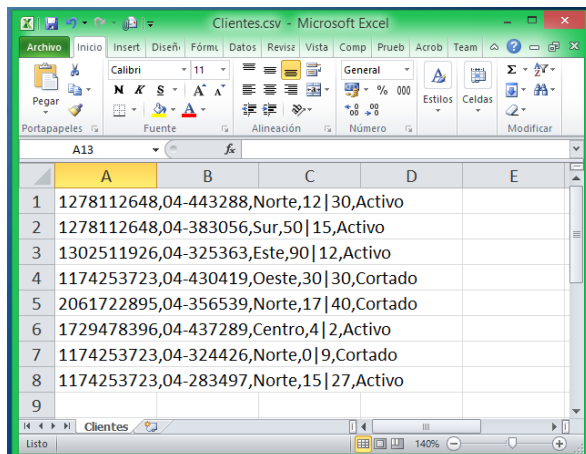
`{'Nacionales': 13.50, 'Internacionales': 28.50}`

## Solución propuesta

1.

```
def obtenerClientes(nombreArchivo):
    f=open(nombreArchivo,'r')
    dclientes={}
    for linea in f:
        ced,tel,sec,mins,est=linea[:-1].split(',')
        minNac,minInt=mins.split('|')
        if ced not in dclientes:
            dclientes[ced]={tel:{'sector':sec,'nac':int(minNac),
                                'estado':est,'inter':int(minInt)}}
        else:
            dclientes[ced][tel]={'sector':sec,'nac':int(minNac),
                                'estado':est,'inter':int(minInt)}
    f.close()
    return dclientes
```

Prueba de la función



	A	B	C	D	E
1	1278112648,04-443288,Norte,12 30,Activo				
2	1278112648,04-383056,Sur,50 15,Activo				
3	1302511926,04-325363,Este,90 12,Activo				
4	1174253723,04-430419,Oeste,30 30,Cortado				
5	2061722895,04-356539,Norte,17 40,Cortado				
6	1729478396,04-437289,Centro,4 2,Activo				
7	1174253723,04-324426,Norte,0 9,Cortado				
8	1174253723,04-283497,Norte,15 27,Activo				
9					

```
>>> ===== RESTART =====
>>> from obtenerClientes import*
>>> dclientes=obtenerClientes('j:Clientes.csv')
>>> dclientes
{'2061722895': {'04-356539': {'nac': 17, 'inter': 40, 'sector': 'Norte',
'estado': 'Cortado'}}}, '1278112648': {'04-383056': {'nac': 50, 'inter':
15, 'sector': 'Sur', 'estado': 'Activo'}, '04-443288': {'nac': 12,
'inter': 30, 'sector': 'Norte', 'estado': 'Activo'}}}, '1302511926': {'04-
325363': {'nac': 90, 'inter': 12, 'sector': 'Este', 'estado': 'Activo'}}},
'1174253723': {'04-324426': {'nac': 0, 'inter': 9, 'sector': 'Norte',
'estado': 'Cortado'}, '04-283497': {'nac': 15, 'inter': 27, 'sector':
'Norte', 'estado': 'Activo'}, '04-430419': {'nac': 30, 'inter': 30,
'sector': 'Oeste', 'estado': 'Cortado'}}}, '1729478396': {'04-437289':
{'nac': 4, 'inter': 2, 'sector': 'Centro', 'estado': 'Activo'}}}
>>>
```

Para verificar, se puede visualizar mejor el diccionario en la ventana interactiva:

```
>>> for cedula in dclientes:
    print(cedula)
    for tel in dclientes[cedula]:
        print(tel,dclientes[cedula][tel])

2061722895
04-356539 {'nac': 17, 'inter': 40, 'sector': 'Norte', 'estado': 'Cortado'}
1278112648
04-383056 {'nac': 50, 'inter': 15, 'sector': 'Sur', 'estado': 'Activo'}
04-443288 {'nac': 12, 'inter': 30, 'sector': 'Norte', 'estado': 'Activo'}
1302511926
04-325363 {'nac': 90, 'inter': 12, 'sector': 'Este', 'estado': 'Activo'}
1174253723
04-324426 {'nac': 0, 'inter': 9, 'sector': 'Norte', 'estado': 'Cortado'}
04-283497 {'nac': 15, 'inter': 27, 'sector': 'Norte', 'estado': 'Activo'}
04-430419 {'nac': 30, 'inter': 30, 'sector': 'Oeste', 'estado': 'Cortado'}
1729478396
04-437289 {'nac': 4, 'inter': 2, 'sector': 'Centro', 'estado': 'Activo'}
```

2.

```
def generaFactura(dclientes):
    for ced in dclientes:
        nombArch='j:'+ced+'.txt'
        f=open(nombArch,'w')
        f.write('Empresa Telefónica de Guayaquil\n')
        f.write('Cliente :'+ced+'\n')
        f.write('Detalle Deuda:\n')
        totalGen=0
        for tel in dclientes[ced]:
            minNac=dclientes[ced][tel]['nac']
            minInt=dclientes[ced][tel]['inter']
            totalNac=0.03*minNac
            if minInt<60:
                totalInt=0.05*minInt
            elif 60<=minInt<=90:
                totalInt=0.04*minInt
            else:
                totalInt=0.03*minInt
            totalNac+=totalInt
            totalGen+=totalNac
            f.write(tel+' nac: '+ '%5.2f'%totalNac+' inter: '+
                '%5.2f'%totalInt+' total: '+ '%5.2f'%totalGen+'\n')
        f.write('Total a pagar: '+ '%5.2f'%totalGen+'\n')
        f.close()
```

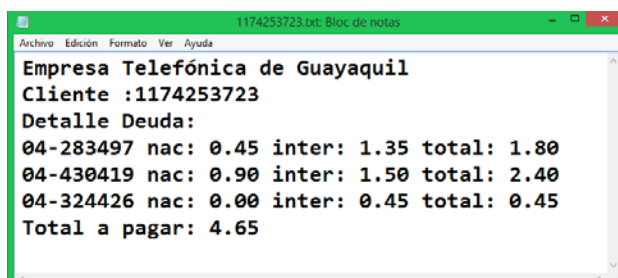
Se han formateado los valores numéricos para redondear a dos decimales. Esto no es necesario hacerlo en el examen.

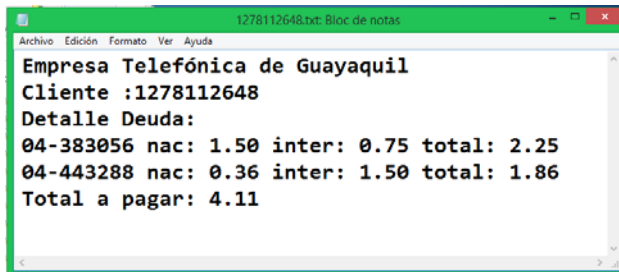
Al formatear los valores numéricos se convierten en cadenas de texto.

Prueba de la función

```
>>> ===== RESTART =====
>>> from obtenerClientes import*
>>> dclientes=obtenerClientes('j:Clientes.csv')
>>> from generaFactura import*
>>> generaFactura(dclientes)
>>>
```

Archivos creados

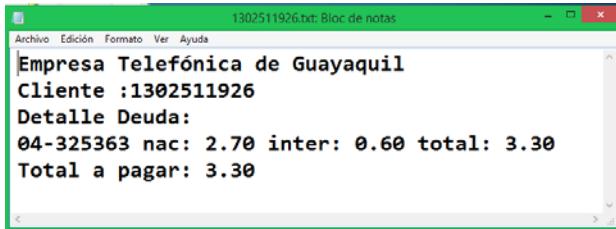




1278112648.txt: Bloc de notas

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

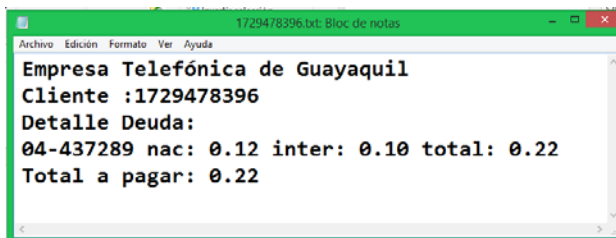
Empresa Telefónica de Guayaquil  
Cliente :1278112648  
Detalle Deuda:  
04-383056 nac: 1.50 inter: 0.75 total: 2.25  
04-443288 nac: 0.36 inter: 1.50 total: 1.86  
Total a pagar: 4.11



1302511926.txt: Bloc de notas

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

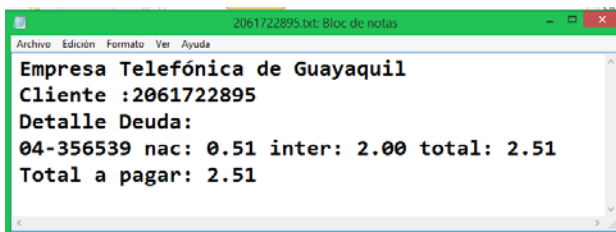
Empresa Telefónica de Guayaquil  
Cliente :1302511926  
Detalle Deuda:  
04-325363 nac: 2.70 inter: 0.60 total: 3.30  
Total a pagar: 3.30



1729478396.txt: Bloc de notas

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

Empresa Telefónica de Guayaquil  
Cliente :1729478396  
Detalle Deuda:  
04-437289 nac: 0.12 inter: 0.10 total: 0.22  
Total a pagar: 0.22



2061722895.txt: Bloc de notas

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

Empresa Telefónica de Guayaquil  
Cliente :2061722895  
Detalle Deuda:  
04-356539 nac: 0.51 inter: 2.00 total: 2.51  
Total a pagar: 2.51

3.

```

def estadisticaSector(dclientes,sector):
    sumNac=0
    sumInt=0
    numNac=0
    numInt=0
    for ced in dclientes:
        for tel in dclientes[ced]:
            if dclientes[ced][tel]['sector']==sector
                and dclientes[ced][tel]['estado']=='Activo':
                minNac=dclientes[ced][tel]['nac']
                sumNac+=minNac
                numNac+=1
                minInt=dclientes[ced][tel]['inter']
                sumInt+=minInt
                numInt+=1
    dsector={'Nacionales':sumNac/numNac,'Internacionales':sumInt/numInt}
    return dsector

```

Prueba de la función

```

>>> ===== RESTART =====
>>> from obtenerClientes import*
>>> dclientes=obtenerClientes('j:Clientes.csv')
>>> from estadisticaSector import*
>>> dsector=estadisticaSector(dclientes,'Norte')
>>> dsector
{'Nacionales': 13.5, 'Internacionales': 28.5}
>>>

```



**Ejercicio 9.19** Segundo tema del examen de la Tercera Evaluación de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001 – FIEC – ESPOL – II Término, 2016):

**TEMA 2. (45 PUNTOS)**

Para el control de las elecciones presidenciales de un país, Ud. tiene dos matrices: JRV\_H (juntas receptoras del voto, hombres) y JRV\_M (juntas receptoras del voto, mujeres) con los votos de hombres y mujeres para cada uno de los candidatos. Las filas representan las juntas receptoras del voto y las columnas representan los candidatos. El número en la celda representa el número de votos para un candidato en una JRV:

JRV_H (hombres)						JRV_M (mujeres)					
	Candidato 1	Candidato 2	Candidato 3	...	Candidato n		Candidato 1	Candidato 2	Candidato 3	...	Candidato n
JRV 0	15	145	230	...	45	JRV 0	100	240	19	...	45
JRV 1	18	187	89	...	67	JRV 1	50	38	242	...	67
JRV 2	109	12	28	...	18	JRV 2	178	12	164	...	5
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
JRV m	231	76	67	...	137	JRV m	123	23	38	...	333

También tiene una tupla con los nombres de los candidatos: **candidatos** = ('candidato1', 'candidato2', ... 'candidatoN').

Suponga que estas matrices son creadas por una función ya existente y retornadas al inicio de su programa principal. Por ejemplo:

```
JRV_H = creaMatrizHombres()
JRV_M = creaMatrizMujeres()
```

**Nota:** NO necesita implementar estas funciones o crear las matrices; esto ya ha sido hecho por usted.

Se le pide lo siguiente:

- 1) Crear una función **contarVotos(JRV\_H, JRV\_M)** que recibe ambas matrices y devuelve una tupla con los votos totales para cada candidato.
- 2) Crear la función **segundaVuelta(JRV\_H, JRV\_M)** que recibe ambas matrices y devuelve el valor booleano *True* si hay segunda vuelta, *False* si no. No hay segunda vuelta si el primer candidato tiene al menos el 40% de los votos registrados en las matrices, y al menos 10 puntos porcentuales de diferencia con el segundo.
- 3) Crear la función **estadística(JRV\_H, JRV\_M, candidatos, nombreCandidato)** que recibe ambas matrices, la tupla con los nombres de los candidatos, el nombre de un candidato y devuelve para ese candidato una tupla con el porcentaje de votos (del total global de votos), porcentaje de votos de hombres (del total de votos para ese candidato) y porcentaje de votos de mujeres (del total de votos para ese candidato).
- 4) Crear un programa principal que utilizando las matrices JRV\_H, JRV\_M y las tres funciones anteriores muestre lo siguiente:

```

Elecciones Presidenciales
Candidato: Perico De Los Palotes
% votos totales: 41%
% votos hombres: 55%
% votos mujeres: 45%

Candidato: Juan Pueblo
% votos totales: 30%
% votos hombres: 48%
% votos mujeres: 52%

Candidato: Juanita Pueblo
% votos totales: 15%
% votos hombres: 30%
% votos mujeres: 70%
...
SI/NO hay segunda vuelta (dependiendo de si hay o no segunda vuelta)

```

1.

```

import numpy as np
def contarVotos(JRV_H,JRV_M):
    votos_H=np.sum(JRV_H,axis=0)
    votos_M=np.sum(JRV_M,axis=0)
    votos_C=votos_H+votos_M
    return tuple(votos_C)

```

Prueba de la función

```

>>> ===== RESTART =====
>>> from creaMatriz import*
>>> JRV_H=creaMatriz('j:cuadro_H.csv')
>>> JRV_M=creaMatriz('j:cuadro_M.csv')
>>> print(JRV_H)
[[ 15 145 230 45]
 [ 18 187 89 67]
 [109 12 28 18]
 [231 76 67 137]]
>>> print(JRV_M)
[[100 240 19 45]
 [ 50 38 242 67]
 [178 12 164 5]
 [123 23 38 333]]
>>> from contarVotos import*
>>> votos_C=contarVotos(JRV_H,JRV_M)
>>> print(votos_C)
(824, 733, 877, 717)

```

**Nota.** La función `creaMatriz` está descrita en el capítulo anterior de esta obra. No necesita escribirla en el examen. Esta función recibe una tabla EXCEL con los datos en las celdas o en líneas separados por comas, y entrega una matriz (arreglo de dos dimensiones NumPy).

2.

```

import numpy as np
from contarVotos import*
def segundaVuelta(JRV_H,JRV_M):
    votos_C=contarVotos(JRV_H,JRV_M)
    votos_C=np.sort(votos_C)[::-1]
    total_V=np.sum(votos_C)
    if votos_C[0]>=0.4*total_V and
                                   (votos_C[0]-votos_C[1])/total_V*100>=10:
        return True
    else:
        return False

```

Prueba de la función

```

>>> ===== RESTART =====
>>> from creaMatriz import*
>>> JRV_H=creaMatriz('j:cuadro_H.csv')
>>> JRV_M=creaMatriz('j:cuadro_M.csv')
>>> print(JRV_H)
[[ 15 145 230 45]
 [ 18 187 89 67]
 [109 12 28 18]
 [231 76 67 137]]
>>> print(JRV_M)
[[100 240 19 45]
 [ 50 38 242 67]
 [178 12 164 5]
 [123 23 38 333]]
>>> from segundaVuelta import*
>>> segundaVuelta(JRV_H,JRV_M)
False
>>>

```

3.

```

import numpy as np
def estadistica(JRV_H,JRV_M,candidatos,nombreCandidato):
    votos_H=np.sum(JRV_H,axis=0)
    votos_M=np.sum(JRV_M,axis=0)
    votos_C=votos_H+votos_M
    total_V=np.sum(votos_C)
    nC=list(candidatos).index(nombreCandidato)
    total_C=votos_H[nC]+votos_M[nC]
    porc_C=total_C/total_V*100
    porc_H=votos_H[nC]/total_C*100
    porc_M=votos_M[nC]/total_C*100
    return porc_C,porc_H,porc_M

```

Prueba de la función

```

>>> ===== RESTART =====
>>> from creaMatriz import*
>>> JRV_H=creaMatriz('j:cuadro_H.csv')
>>> JRV_M=creaMatriz('j:cuadro_M.csv')
>>> from estadistica import*
>>> candidatos=('Perico de los Palotes','Juan Pueblo','Juanita
Pueblo','Pedrito Lio')
>>> nombreCandidato='Juan Pueblo'
>>> resultados=estadistica(JRV_H,JRV_M,candidatos,nombreCandidato)
>>> resultados
(23.262456363059346, 57.298772169167798, 42.701227830832195)

```

## 4.

El programa escribirá un reporte en un archivo de salida. Este archivo puede posteriormente imprimirse o enviarse por algún medio como el correo electrónico. En el examen era suficiente mostrar los resultados con `print()`

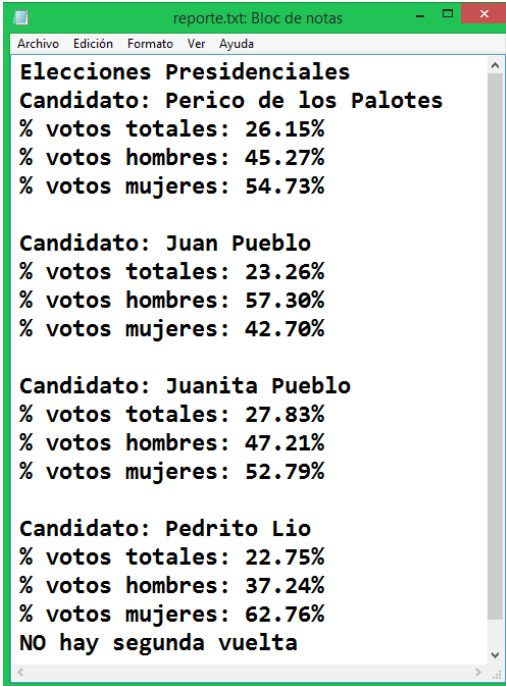
```
#Programa principal
import numpy as np
from creaMatriz import*
JRV_H=creaMatriz('j:cuadro_H.csv')
JRV_M=creaMatriz('j:cuadro_M.csv')
from estadistica import*
candidatos=('Perico de los Palotes','Juan Pueblo','Juanita
Pueblo','Pedrito Lio')
f=open('j:reporte.txt','w')
f.write('Elecciones Presidenciales')
for nombreCandidato in candidatos:
    res=estadistica(JRV_H,JRV_M,candidatos,nombreCandidato)
    f.write('\nCandidato: '+nombreCandidato+'\n')
    linea1='% votos totales: '+ '%5.2f'%res[0]+'%\n'
    linea2='% votos hombres: '+ '%5.2f'%res[1]+'%\n'
    linea3='% votos mujeres: '+ '%5.2f'%res[2]+'%\n'
    f.write(linea1)
    f.write(linea2)
    f.write(linea3)
from segundaVuelta import*
sv=segundaVuelta(JRV_H,JRV_M)
if sv:
    f.write('SI hay segunda vuelta\n')
else:
    f.write('NO hay segunda vuelta\n')
f.close()
```

Ejecución del programa

```
>>> ===== RESTART =====
>>>
>>>
```

Se ha generado el archivo `j:reporte.txt`

Visualización del archivo `j:reporte.txt`



The image shows a screenshot of a Notepad window titled 'reporte.txt: Bloc de notas'. The window has a menu bar with 'Archivo', 'Edición', 'Formato', 'Ver', and 'Ayuda'. The text inside the window is as follows:

```
Elecciones Presidenciales
Candidato: Perico de los Palotes
% votos totales: 26.15%
% votos hombres: 45.27%
% votos mujeres: 54.73%

Candidato: Juan Pueblo
% votos totales: 23.26%
% votos hombres: 57.30%
% votos mujeres: 42.70%

Candidato: Juanita Pueblo
% votos totales: 27.83%
% votos hombres: 47.21%
% votos mujeres: 52.79%

Candidato: Pedrito Lio
% votos totales: 22.75%
% votos hombres: 37.24%
% votos mujeres: 62.76%
NO hay segunda vuelta
```

**Ejercicio 9.20** Tercer tema del examen de la Tercera Evaluación de la materia Fundamentos de Programación (CCPG1001 – FIEC – ESPOL – II Término, 2016):

### TEMA 3 (10 PUNTOS)

1. Dado el programa descrito a continuación, indique la salida y justifique su respuesta:

```
import numpy as np
L = [10,12,11,4,8]
M = [4,2,1,2,7]
matriz = np.array([],int)
A = np.append(matriz,L[2:4])
B = np.append(A,M[1:3]).reshape((2,2))
C = (A * B)//2
print(C)
```

```
>>> ===== RESTART =====
>>>
[[60  8]
 [11  2]]
>>>
```

1. Dado el programa descrito a continuación, indique la salida y justifique su respuesta:

```
L = 'lala'
while len(L) < 20:
    L = L *5
print(L)
```

```
>>> ===== RESTART =====
>>>
lalalalalalalalalala
>>>
```

## 10 Programación Orientada a Objetos

La metodología de la Programación Orientada a Objetos organiza el desarrollo de la programación usando como centro los datos. Los datos son categorizados mediante clases. Una clase permite empaquetar **atributos** o propiedades que son las variables que recibirán valores y los **métodos** que son funciones que contienen instrucciones.

Cuando se crea una instancia de la clase, esta entidad se denomina **objeto**, el cual tiene acceso a los atributos y a los métodos definidos en la clase.

Hay otros aspectos especializados y que deberán revisarse posteriormente, como la herencia, el polimorfismo, etc.

La clase se la define con la palabra reservada **class**

La clase debe contener un método especial con el nombre **\_\_init\_\_** denominado constructor, el cual inicia algunas variables y ejecuta algunos métodos necesarios

Los métodos deben tener al menos un parámetro, generalmente se acostumbra escribir la palabra **self**, y los demás parámetros requeridos. El parámetro **self** sirve para hacer referencias a los atributos de la clase en cada método.

Los atributos o variables que deben ser accesibles desde fuera de la clase deben declararse anteponiendo la palabra **self**. al nombre de la variable.

Los objetos son instancias o referencias a la clase y deben ser creados antes de acceder a los métodos y atributos.

**Ejemplo.** Diseñar una clase para describir un artículo con los siguientes atributos: código, cantidad y precio.

### Instrumentación

Nombre de la clase: **articulo**

Atributos:	<b>cod</b>	(código del artículo)
	<b>cant</b>	(cantidad actual)
	<b>pre</b>	(precio)
Métodos	<b>cantidad</b>	(muestra la cantidad actual)
	<b>precio</b>	(muestra el precio)
	<b>vender</b>	(reduce la cantidad actual)
	<b>comprar</b>	(incrementa la cantidad actual)



## La clase articulo

```
class articulo():
    def __init__(self,cd,ct,pr):
        self.cod=cd
        self.cant=ct
        self.pre=pr

    def cantidad(self):
        print('Cantidad actual: ',self.cant)

    def precio(self):
        print('Precio: ',self.pre)

    def vender(self,x):
        if x<=self.cant:
            self.cant=self.cant-x
        else:
            print('Cantidad insuficiente')

    def comprar(self,x):
        self.cant=self.cant+x
```

## Creación de objetos de la clase artículo en la ventana interactiva

```
>>> from articulo import*
>>> a=articulo(123,20,5.4)
>>> a.precio()
Precio: 5.4
>>> a.cantidad()
Cantidad actual: 20
>>> a.vender(5)
>>> a.cantidad()
Cantidad actual: 15
>>> b=articulo(234,30,4.2)
>>> b.cantidad()
Cantidad actual: 30
>>> b.comprar(5)
>>> b.cantidad()
Cantidad actual: 35
```

Se crea el objeto **a** de la clase **artículo**

Se crea el objeto **b** de la clase **artículo**

## 10.1 Diseño de clases para representar estructuras de datos especiales

Las estructuras de datos son dispositivos especiales usados como contenedores de datos. Son diseñados para facilitar las operaciones en ciertas aplicaciones.

El tipo **lista** de Python tiene muchos métodos con los que fácilmente se pueden instrumentar directamente las estructuras de datos lineales básicas: Pila, Cola, Lista. Sin embargo, con fines didácticos y para que el uso de los métodos de Python queden ocultos al programador, se instrumentan las estructuras de datos Pila y Cola usando la metodología de la Programación Orientada a Objetos

### 10.1.1 Estructura de datos Pila

Una Pila es una estructura lineal que está definida para operar solamente con el dato en el tope o extremo del contenedor de datos que representa a la Pila.

#### Instrumentación de la clase Pila

Variable:

**lista** Es el contenedor de datos

Métodos:

**Constructor:** Inicia el contenedor de datos

**Poner:** Agrega un elemento al tope de la pila

**Sacar:** Elimina el elemento del tope de la pila

**Tope:** Entrega una copia del elemento del tope

**Vacía:** Detecta si la pila está vacía

```
class pila():
    def __init__(self):           #Constructor
        self.lista=[]           #Inicia el contenedor de datos

    def poner(self,x):           #Agrega un elemento al tope
        self.lista=self.lista+[x]

    def sacar(self):             #Elimina el tope de la pila
        if not self.vacia():
            del self.lista[-1]   #Ubicado como último elemento

    def tope(self):              #Entrega el tope de la pila
        if not self.vacia():
            x=self.lista[-1]
            return x

    def mostrar(self):
        print(self.lista)

    def vacia(self):             #Detecta si la pila está vacía
        return len(self.lista)==0
```

### Prueba de la clase pila en la ventana interactiva

```
>>> from pila import *
```

```
>>> p=pila()
```

Crea el objeto **p** de la clase pila

```
>>> p.poner(3)
```

```
>>> p.mostrar()
```

```
[3]
```

```
>>> p.poner(7)
```

```
>>> p.mostrar()
```

```
[3, 7]
```

```
>>> p.poner(8)
```

```
>>> p.mostrar()
```

```
[3, 7, 8]
```

```
>>> p.sacar()
```

```
>>> p.mostrar()
```

```
[3, 7]
```

```
>>> p.poner(9)
```

```
>>> p.mostrar()
```

```
[3, 7, 9]
```

```
>>> x=p.tope()
```

```
>>> x
```

```
9
```

```
>>> p.mostrar()
```

```
[3, 7, 9]
```

```
>>> p.vacia()
```

```
False
```

```
>>> q=pila()
```

Crea el objeto **q** de la clase pila

```
>>> q.poner(4)
```

```
>>> q.poner(6)
```

```
>>> q.mostrar()
```

```
[4, 6]
```

```
>>> p.mostrar()
```

```
[3, 7, 9]
```

**Nota.** El elemento que se coloca en la pila puede ser un dato estructurado, por ejemplo una lista.

## Aplicación de la clase Pila

### Búsqueda de la salida en un laberinto

Suponga el problema de encontrar la ruta de salida de un laberinto de **nxm** casillas. La casilla inicial es la casilla en la esquina superior izquierda, y la casilla de salida es la casilla en la esquina opuesta. Las otras casillas en los bordes están bloqueadas.

### Instrumentación

Las casillas libres se marcan con 0 y las bloqueadas con 1. De cualquier casilla se puede seguir a alguna de las 8 casillas adyacente, siempre que esté libre y no haya sido visitada anteriormente. Se necesita una pila para almacenar la ruta y poder retroceder y continuar con otra casilla libre y no visitada. Una matriz adicional se define para mantener el registro de casillas visitadas.

### Variables

- q:** Matriz que contiene el laberinto
- p:** Pila que contiene la ruta recorrida en el laberinto
- v:** Matriz para registrar con 1 las casillas visitadas
- dx,dy:** Listas con valores para actualizar las coordenadas alrededor de una casilla
- x,y:** Coordenadas de la ruta

```

from numpy import*
from pila import*

#Definición del laberinto para una prueba
q=array([[0,1,1,1,1,1,1,1],
        [1,0,0,0,1,0,0,1],
        [1,1,1,0,1,1,1,1],
        [1,0,0,1,1,1,1,1],
        [1,0,1,0,1,0,1,1],
        [1,0,1,1,0,1,0,1],
        [1,0,1,0,0,0,0,1],
        [1,1,1,1,1,1,1,0]])

print('Laberinto\n',q)
[n,m]=q.shape

dx=[0,1,1,1,0,-1,-1,-1] # Valores para actualizar coordenadas
dy=[1,1,0,-1,-1,-1,0,1]
v=zeros([n,m],int)      # Matriz de marcas de casillas visitadas

p=pila()                # Pila para guardar la ruta recorrida
z=[0,0]                 # Celda inicial
p.poner(z)
salida=False

```

```

while not p.vacia() and not salida:
    [x,y]=p.tope()
    if x==n-1 and y==m-1:      # Si llega a la celda final, salir
        salida=True
        break
    p.sacar()
    nuevo=True
    while nuevo:
        nuevo=False;
        for i in range(8):
            px=x+dx[i]
            py=y+dy[i]
            if px>0 and px<n and py>0 and py<m and
                q[px][py]==0 and v[px][py]==0:
                z=[px,py]      # Colocar celda en la pila
                p.poner(z)      # si hay ruta y no fue visitada
                nuevo=True
                x=px
                y=py
                v[px][py]=1     # Marcar celda visitada
                break

if salida:
    print('Ruta de salida en reversa')
    while not p.vacia():      # Ruta de salida del laberinto en reversa
        [x,y]=p.tope()
        print('x =',x, ' y =',y)
        p.sacar()
else:
    print('No hay ruta de salida')

```

### Prueba del programa

```
>>>
```

```
Laberinto
```

```

[[0 1 1 1 1 1 1 1]
 [1 0 0 0 1 0 0 1]
 [1 1 1 0 1 1 1 1]
 [1 0 0 1 1 1 1 1]
 [1 0 1 0 1 0 1 1]
 [1 0 1 1 0 1 0 1]
 [1 0 1 0 0 0 0 1]
 [1 1 1 1 1 1 1 0]]

```

```
Ruta de salida en reversa
```

```

x = 7  y = 7
x = 6  y = 6
x = 6  y = 5

```

```
x = 5  y = 4
x = 4  y = 3
x = 3  y = 2
x = 2  y = 3
x = 1  y = 3
x = 1  y = 2
x = 1  y = 1
>>>
```

**Nota:** Para verificar la ruta en la solución, hay que recordar que la numeración de celdas en Python comienza en 0

### 10.1.2 Estructura de datos Cola

Una Cola es una estructura lineal que está definida para operar con los datos ubicados en el inicio o en el final del contenedor de datos que representa a la cola.

#### Diseño de la clase Cola

Variable:

**Lista:** Es el contenedor de datos

Métodos:

**Constructor:** Inicia el contenedor

**Poner:** Agrega un elemento al final de la cola

**Sacar:** Elimina el elemento del frente de la cola

**Frente:** Entrega una copia del elemento del frente

**Vacía:** Detecta si la cola está vacía

```
class cola():
    def __init__(self):      #Constructor
        self.lista=[]      #Inicia el contenedor de datos vacío

    def poner(self,x):      #Agrega elemento al final de la cola
        self.lista=[x]+self.lista

    def sacar(self):
        if not self.vacia():
            del self.lista[-1] #Borra el elemento del frente

    def frente(self):      #Entrega una copia del frente
        if not self.vacia():
            x=self.lista[-1]
            return x

    def mostrar(self):
        print(self.lista)

    def vacia(self):      #Detecta si la cola está vacía
        return len(self.lista)==0
```

#### Prueba de la clase cola en la ventana interactiva

```
>>> from cola import cola
>>> c=cola()
>>> c.poner(34)
>>> c.mostrar()
[34]
>>> c.poner(45)
>>> c.mostrar()
[45, 34]
```

```
>>> c.poner(73)
>>> c.mostrar()
[73, 45, 34]
>>> c.poner(25)
>>> c.mostrar()
[25, 73, 45, 34]
>>> c.sacar()
>>> c.mostrar()
[25, 73, 45]
```



## Aplicación de la clase cola

### Simulación del comportamiento de una cola de clientes

**Ejemplo.** Suponer una cola de clientes que serán atendidos en una estación de servicio. Se conoce que la llegada de un cliente en cada minuto tiene distribución uniforme con un valor de probabilidad dado. El tiempo de atención del cliente que está frente a la cola también es un valor aleatorio entero entre 1 y un valor máximo dado como dato en minutos. Se desea conocer cuantos clientes quedarían en la cola luego de transcurrir una cantidad de minutos especificada.

### Instrumentación

#### Variables

- c:** Cola cuyos elementos contienen el tiempo de atención a cada cliente que llega
- t:** Tiempo de la simulación
- t\_frente:** Tiempo de atención del cliente en el frente de la cola

```
#Simulación de una cola de clientes
from cola import cola
from random import*
t_simul=int(input('Cantidad de minutos para la simulación: '))
prob_ing=float(input('Probabilidad de ingreso de un cliente en cada
                    minuto: '))
t_atenc=int(input('Tiempo máximo para atención a cada cliente
                  en minutos: '))

c=cola()
t=0          #Tiempo para el proceso de la simulación (reloj)
t_frente=0;  #Tiempo del cliente en el frente
while t<t_simul:
    p=random()          #Probabilidad para la llegada de un cliente
    if p<=prob_ing:
        d=randint(1,t_atenc)    #Duración de la atención del cliente
        c.poner(d)              #Agregar cliente (guardar duración)
    if t_frente<=0:
        if not c.vacia():        #El cliente del frente terminó
            t_frente=c.frente()  #Se inicia el tiempo del frente
            c.sacar()
    else:
        t_frente=t_frente-1     #Restar 1 min al tiempo del frente
    t=t+1;
n=0
while not c.vacia():
    c.sacar()
    n=n+1
print('Cantidad de clientes que quedaron: ',n)
```

**Prueba del programa**

```
>>>
```

```
Cantidad de minutos para la simulación: 120
```

```
Probabilidad de ingreso de un cliente en cada minuto: 0.25
```

```
Tiempo máximo para atención a cada cliente en minutos: 5
```

```
Cantidad de clientes que quedaron: 4
```

```
>>>
```

## 10.2 Ejercicios de programación orientada a objetos

1. Crear una clase Empleado que modele la información que una empresa mantiene sobre cada empleado: código, sueldo base, pago por hora extra, horas extras realizadas en el mes, casado o no y número de hijos.

Al crear objetos de esta clase se deberán proporcionar los datos de un empleado, y los métodos deberán permitir realizar:

- a) Cálculo sueldo incluyendo pago de horas extras.
- b) Cálculo de retenciones. Suponer 5% si es casado y 5% por cada hijo
- c) Cálculo del sueldo neto.
- d) Mostrar el detalles de pago

2. Crear una clase Rectangulo para modelar rectángulos por medio de cuatro puntos (los vértices).

Los métodos deberán permitir

- a) Trasladar el rectángulo a una posición dados los desplazamientos en cada eje.
- b) Contraer las dimensiones, dado un valor en porcentaje.
- c) Rotar el rectángulo alrededor del origen, dado el ángulo de rotación
- c) Mostrar las coordenadas de los cuatro vértices

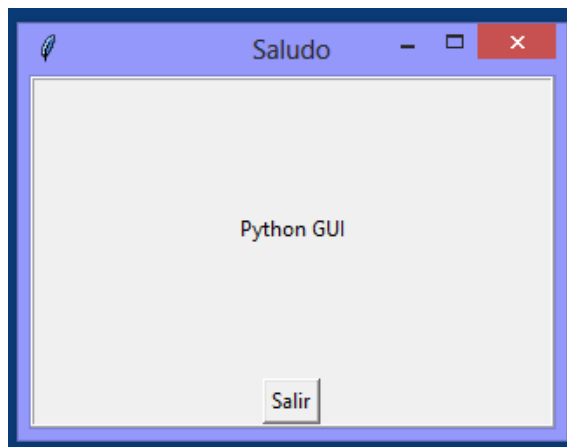
## 11 Diseño de Interfaz de Usuario

Tkinter es la librería estándar de Python disponible para desarrollar aplicaciones gráficas para interfaz de usuario (GUI).

El uso de los controles disponibles para construir una GUI se puede encontrar en la documentación en línea del shell de Python y en tutoriales en la red.

En el siguiente ejemplo se crea un objeto 'ventana' de la clase Tk de tkinter. Se coloca un mensaje en una etiqueta y se crea un botón para salir de la ventana.

```
from tkinter import*
tk = Tk()
ventana = Frame(tk, relief=RIDGE, borderwidth=2)
ventana.pack(fill=BOTH, expand=1)
tk.title('Saludo')
tk.geometry('300x200')
etiqueta = Label(ventana, text='Python GUI')
etiqueta.pack(fill=X, expand=1)
boton = Button(ventana, text='Salir', command=tk.destroy)
boton.pack(side=BOTTOM)
tk.mainloop()
```



### 11.1 Diseño de interfaz de usuario con programación orientada a objetos

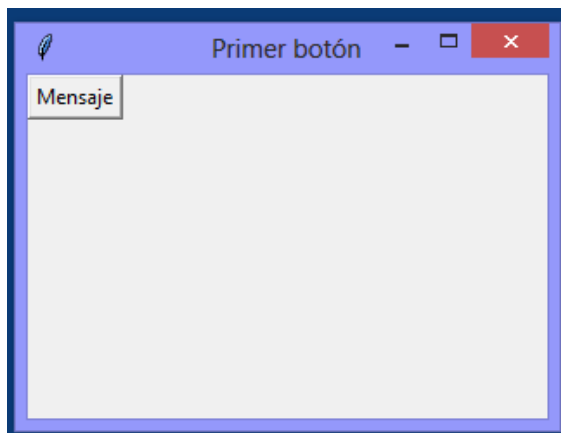
La Programación Orientada a Objetos provee un procedimiento más formal para definir clases, objetos gráficos, asignación de código y activación.

El siguiente ejemplo es una adaptación del ejemplo que se puede encontrar en la referencia: **Basic Python Tutorial** de **Investary** en el canal de YouTube:

[https://www.youtube.com/channel/UCvfluOiZ\\_eyBfzDXNft\\_7Eg](https://www.youtube.com/channel/UCvfluOiZ_eyBfzDXNft_7Eg)

#### Aplicación para crear un botón

```
from tkinter import*  
class aplicacion(Frame):  
  
    def __init__(self, master):  
        Frame.__init__(self, master)  
        self.grid()  
        self.crear_widgets()  
  
    def crear_widgets(self):  
        self.boton1=Button(self, text="Mensaje")  
        self.boton1.grid()  
  
ventana=Tk()  
ventana.title('Primer botón')  
ventana.geometry('300x200')  
  
app=aplicacion(ventana)  
  
ventana.mainloop()
```



## Otras formas de asignar texto al botón

```

from tkinter import*
class aplicacion(Frame):

    def __init__(self, master):
        Frame.__init__(self, master)
        self.grid()
        self.crear_widgets()

    def crear_widgets(self):
        self.boton1=Button(self)
        self.boton1.grid()
        self.boton1.configure(text='Mensaje')

ventana=Tk()
ventana.title('Primer botón')
ventana.geometry('300x200')

app=aplicacion(ventana)

ventana.mainloop()

```

```

from tkinter import*
class aplicacion(Frame):

    def __init__(self, master):
        Frame.__init__(self, master)
        self.grid()
        self.crear_widgets()

    def crear_widgets(self):
        self.boton1=Button(self)
        self.boton1.grid()
        self.boton1['text']='mensaje'

ventana=Tk()
ventana.title('Primer botón')
ventana.geometry('300x200')

app=aplicacion(ventana)

ventana.mainloop()

```

### Aplicación para conteo de clicks del botón

```

from tkinter import*
class aplicacion(Frame):

    def __init__(self, master):
        Frame.__init__(self, master)
        self.grid()
        self.boton_clicks=0
        self.crear_widgets()

    def crear_widgets(self):
        self.boton1=Button(self)
        self.boton1.grid()
        self.boton1['text']='Conteo de clicks'
        self.boton1['command']=self.actualice_conteo

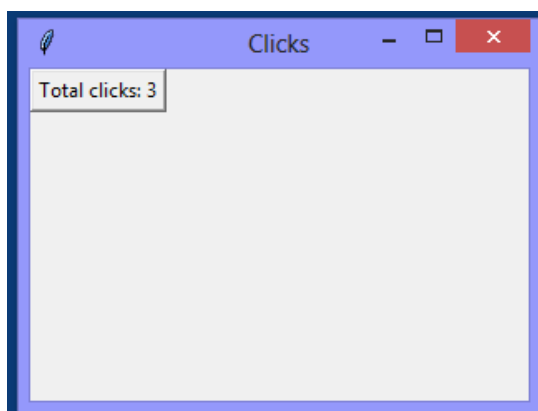
    def actualice_conteo(self):
        self.boton_clicks=self.boton_clicks+1
        self.boton1['text']='Totalclicks: '+
            str(self.boton_clicks)

ventana=Tk()
ventana.title('Clicks')
ventana.geometry('300x200')

app=aplicacion(ventana)

ventana.mainloop()

```



## Aplicación para ingreso y verificación de un dato

```

from tkinter import*
class aplicacion(Frame):

    def __init__(self, master):
        Frame.__init__(self, master)
        self.grid()
        self.crear_widgets()

    def crear_widgets(self):
        self.instruction=Label(self, text='Entre el password')
        self.instruction.grid(row=0, column=0, columnspan=2,
                               sticky=W)
        self.password=Entry(self)
        self.password.grid(row=1, column=1, sticky=W)
        self.submit_button=Button(self, text='Ingrese',
                                   command=self.verificar)
        self.submit_button.grid(row=2, column=1, sticky=W)
        self.text=Text(self, width=35, height=5, wrap=WORD)
        self.text.grid(row=3, column=0, columnspan=2, sticky=W)

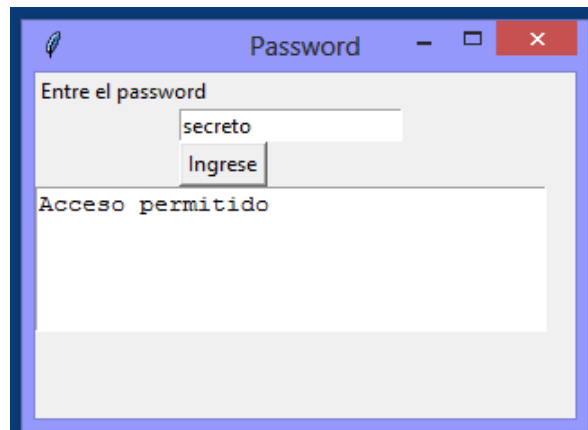
    def verificar(self):
        contenido=self.password.get()
        if contenido=='secreto':
            mensaje='Acceso permitido'
        else:
            mensaje='Acceso negado'
        self.text.delete(0.0, END)
        self.text.insert(0.0, mensaje)

ventana=Tk()
ventana.title('Password')
ventana.geometry('300x200')

app=aplicacion(ventana)

ventana.mainloop()

```





## 12 Eficiencia de algoritmos y programas

La eficiencia de un algoritmo y su programación está relacionada con el tiempo necesario para obtener la solución. Este tiempo depende de la cantidad de operaciones que se deben realizar. Así, si se tienen dos algoritmos para resolver un mismo problema, es más eficiente el que requiere menos operaciones para producir el mismo resultado.

Sea  $n$  el tamaño del problema, y  $T(n)$  una función que mide la eficiencia del algoritmo (cantidad de operaciones requeridas). Para obtener  $T(n)$  se pueden realizar pruebas en el computador con diferentes valores de  $n$  registrando el tiempo real de ejecución. Este tiempo es proporcional a la cantidad de operaciones que se realizaron, por lo tanto se puede usar para estimar la función  $T(n)$ .

Esta forma experimental para determinar  $T(n)$  tiene el inconveniente de usar la instrumentación computacional del algoritmo para realizar las pruebas. Es preferible conocer la eficiencia del algoritmo antes de invertir el esfuerzo de la programación computacional para prever que sea un algoritmo aceptable.

Para determinar la eficiencia de un algoritmo antes de su instrumentación se puede analizar la estructura del algoritmo o realizar un recorrido del mismo en forma abstracta.

**Ejemplo.** El siguiente algoritmo calcula la suma de los primeros  $n$  números naturales. Encontrar  $T(n)$

Sea  $T$  la cantidad de sumas que se realizan

```
. . .
s = 0
for i in range(n):
    s = s + i
.
```

La suma está dentro de una repetición que se realiza  $n$  veces, por lo tanto,

$$T(n) = n$$

**Ejemplo.** El siguiente algoritmo suma los elementos de una matriz cuadrada  $a$  de orden  $n$ . Encontrar  $T(n)$

Sea  $T$  la cantidad de sumas

```
. . .
s = 0
for i in range(n):
    for j in range(n):
        s = s + a[i][j]
```

La suma está incluida en una repetición doble. La variable  $i$ , cambia  $n$  veces y para cada uno de sus valores, la variable  $j$  cambia  $n$  veces. Por lo tanto,

$$T(n) = n^2$$

**Ejemplo.** El siguiente algoritmo es una modificación del anterior. Suponga que se desea sumar únicamente los elementos de la sub-matriz triangular superior. Obtener **T(n)**

```

. . .
s = 0
for i in range(n):
    for j in range(i,n):
        s = s + a[i][j]

```

Si no es evidente la forma de **T(n)**, se puede recorrer el algoritmo y anotar la cantidad de sumas que se realizan

Valor Cantidad de ciclos

i	j
0	n
1	n-1
2	n-2
...	...
n-1	1

Entonces,  $T(n) = 1 + 2 + \dots + n = \frac{n}{2}(n+1) = \frac{n^2}{2} + \frac{n}{2}$  (suma de una serie aritmética)

Otra manera de obtener la función **T(n)** consiste en programar el conteo de los ciclos de un algoritmo para obtener puntos de su eficiencia.

**Ejemplo.** Programa para conteo de ciclos para el ejemplo anterior

```

n=int(input('Ingrese n: '))
c=0
for i in range(n):
    for j in range(i,n):
        c=c+1
print(c)

```

Debido a que son dos ciclos, **T(n)** debe ser un polinomio algebraico de segundo grado. Para obtener este polinomio son suficientes tres puntos **(n, c)**:

Se realizaron tres pruebas del programa de conteo y se obtuvieron los resultados :

```

>>>
Ingrese n: 4
10

```

```

>>>
Ingrese n: 5
15

```

```

>>>
Ingrese n: 6
21

```

Con estos resultados se puede construir el polinomio de interpolación que representa a  $T(n)$ . Este polinomio se lo puede obtener manualmente o con un método computacional. En el capítulo 14 se describe el método de Lagrange para obtener  $T(n)$

El resultado que se obtuvo fue :

```
>>> n=[4,5,6]
>>> c=[10,15,21]
>>> p=lagrange(n,c)
t**2/2 + t/2
```

Resultado que coincide con el obtenido anteriormente con un conteo directo manual

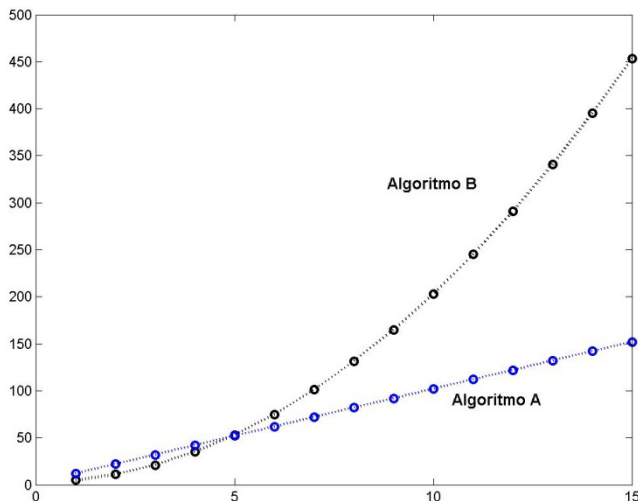
Para medir el tiempo real de ejecución de un proceso (programa o función) se puede usar la función `clock()` de la librería `time`:

```
>>> from time import*
>>> t1=clock(); ... proceso ... ;t2=clock();print(t2-t1)
```

## 12.1 La notación $O()$

Supongamos que para resolver un problema se han diseñado dos algoritmos: **A** y **B**, con eficiencias  $T_A(n) = 10n+2$ ,  $T_B(n) = 2n^2 + 3$ , respectivamente. ¿Cual algoritmo es más eficiente?.

Para valores pequeños de  $n$ ,  $T_B(n) < T_A(n)$ , pero para valores grandes de  $n$ ,  $T_B(n) > T_A(n)$ . Es de interés práctico determinar la eficiencia de los algoritmos para valores grandes de  $n$ , por lo tanto el algoritmo **A** es más eficiente que el algoritmo **B** como se puede observar en el siguiente gráfico:



Si  $T(n)$  incluye términos de  $n$  que tienen diferente orden, es suficiente considerar el término de mayor orden pues es el que determina la eficiencia del algoritmo cuando  $n$  es grande. Para compararlos, no es necesario incluir los coeficientes y las constantes.

**Ejemplo.** Suponga  $T(n) = n^2 + n + 10$ . Evaluar  $T$  para algunos valores de  $n$

$$\begin{aligned} T(2) &= 4 + 2 + 10 \\ T(5) &= 25 + 5 + 10 \\ T(20) &= 400 + 20 + 10 \\ T(100) &= 10000 + 100 + 10 \end{aligned}$$

Se observa que a medida que  $n$  crece,  $T$  depende principalmente del término dominante  $n^2$ . Este hecho se puede expresar usando la notación  $O(\ )$  la cual indica el “orden” de la eficiencia del algoritmo, y se puede escribir:  $T(n) = O(n^2)$  lo cual significa que la eficiencia es proporcional a  $n^2$ , y se dice que el algoritmo tiene eficiencia cuadrática o de segundo orden.

En general, dado un problema de tamaño  $n$ , la medida de la eficiencia  $T(n)$  de un algoritmo se puede expresar con la notación  $O(g(n))$  siendo  $g(n)$  alguna expresión tal como:  $n$ ,  $n^2$ ,  $n^3$ , ...,  $\log(n)$ ,  $n \log(n)$ , ...,  $2^n$ ,  $n!$ , ... etc, la cual expresa el orden de la cantidad de operaciones que requiere el algoritmo.

Es de interés medir la eficiencia de los algoritmos antes de su instrumentación computacional. En el siguiente cuadro se ha tabulado  $T(n)$  con algunos valores de  $n$  y para algunas funciones típicas  $g(n)$ .

**Tabulación de  $T(n)$  con algunos valores de  $n$  para algunas funciones típicas  $g(n)$**

$n$	$[\log(n)]$	$n$	$[n \log(n)]$	$n^2$	$n^3$	$2^n$	$n!$
1	0	1	0	1	1	2	1
3	1	3	3	9	27	8	6
5	1	5	8	25	125	32	120
7	1	7	13	49	343	128	5040
9	2	9	19	81	729	512	$3.62 \times 10^5$
11	2	11	26	121	1331	2048	$3.99 \times 10^7$
13	2	13	33	169	2197	8192	$6.22 \times 10^9$
15	2	15	40	225	3375	32768	$1.30 \times 10^{12}$
17	2	17	48	289	4913	$1.31 \times 10^5$	$3.55 \times 10^{14}$
19	2	19	55	361	6859	$5.24 \times 10^5$	$1.21 \times 10^{17}$
21	3	21	63	441	9261	$2.09 \times 10^6$	$5.10 \times 10^{19}$
23	3	23	72	529	12167	$8.38 \times 10^6$	$2.58 \times 10^{22}$
25	3	25	80	625	15625	$3.35 \times 10^7$	$1.55 \times 10^{25}$
50	3	50	195	2500	125000	$1.12 \times 10^{15}$	$3.04 \times 10^{64}$
100	4	100	460	10000	1000000	$1.26 \times 10^{30}$	$9.33 \times 10^{157}$

Los algoritmos en las dos últimas columnas son de tipo **exponencial** y **factorial** respectivamente. Se puede observar que aún con valores relativamente pequeños de  $n$  (mayor a 100) el valor  $T(n)$  es muy alto. Los algoritmos con este tipo de eficiencia se denominan **no factibles** pues ningún computador actual pudiera calcular la solución para valores de  $n$  grandes en un tiempo aceptable.

## 13 Librerías especializadas

En esta sección se introduce a los usuarios de Python al conocimiento de algunas librerías especializadas disponibles en la red internet.

La librería Pandas es un instrumento para manejo y análisis de datos. Las librerías gráficas proveen soporte para despliegue visual de información. Otras librerías proveen soporte para manejo matemático simbólico y numérico y requieren que los usuarios tengan un nivel matemático mayor al nivel básico utilizado en los capítulos anteriores

### 13.1 Librería Pandas

Pandas es una librería de acceso libre para los usuarios y programadores en el lenguaje Python. El nombre proviene de las palabras “**panel data**”. Provee una interfaz eficiente y fácil de usar para manipulación y análisis de datos. En particular provee estructuras de datos y operaciones para manejo numérico y estadístico de tablas y de series de tiempo.

El uso de Pandas requiere el conocimiento básico de nuevas instrucciones integradas al lenguaje Python y se describirán en las siguientes secciones con la ayuda de ejemplos.

#### Librerías requeridas para aplicaciones con Pandas

```
>>> import pandas as pd
>>> import matplotlib.pyplot as plt
>>> import numpy as np
```

#### Creación de datos para Pandas

Pandas opera con paneles o tablas de datos que pueden ser creados de diferentes maneras. Estos objetos pueden generarse dentro de Python o en forma externa con algún utilitario como Excel, y almacenados en disco en formato CSV (**Valores Separados por Comas**) normalmente con una línea de cabecera para identificar las columnas:

**Ejemplo.** Los datos de prueba serán los registros semanales de tiempo en minutos dedicados al uso de sitios de internet (FB, YT, TW, Otros) por los 5 empleados de una empresa, incluyendo también la cantidad de accesos a estos sitios de internet. En este primer ejemplo no se consideran los nombres de los empleados:

FB	YT	TW	Otros	Cant
13.2	24.7	0	21.5	20
24.5	25.4	10.5	18.6	25
20.1	0	5.4	8.3	12
32.5	12.8	12.8	10.5	5
5.1	14.8	25.4	16.1	32

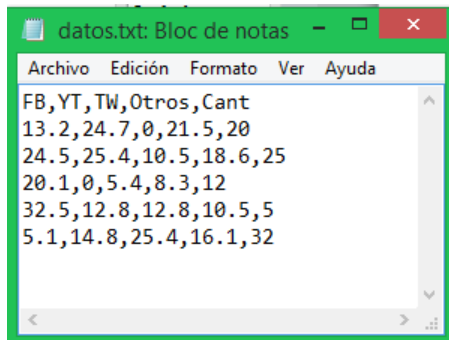
### Escritura de datos en formato CSV

Este cuadro puede almacenarse directamente como un archivo de texto usando algún utilitario como Excel. Por simplicidad se lo escribirá como documento de texto en la ventana del **Bloc de notas** de Windows. En otra sección revisaremos la construcción del cuadro de datos utilizando algunas estructuras de datos propias de Python e instrucciones especiales de Pandas.

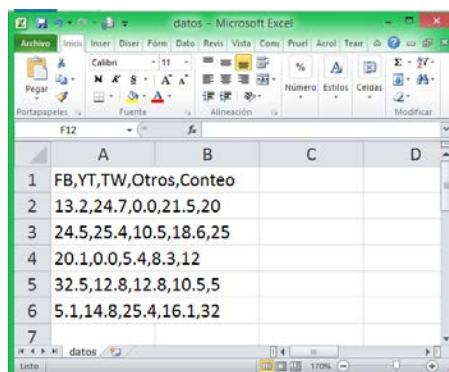
Al escribir los datos, la primera línea debe contener los nombres de las columnas. Las siguientes líneas contendrán los datos. Los nombres y los datos se separan con comas, en líneas separadas. Ejemplo.

```
FB,YT,TW,Otros,Cant
13.2,24.7,0,21.5,20
24.5,25.4,10.5,18.6,25
20.1,0,5.4,8.3,12
32.5,12.8,12.8,10.5,5
5.1,14.8,25.4,16.1,32
```

Suponer que se escriben los datos como un documento de texto en el Bloc de Notas y se lo guarda con el nombre **'datos'** en el pendrive (**h:**). El sistema guarda estos archivos con extensión **.txt**



Si se lo escribiera directamente en una hoja de Excel, los datos serían ingresados como texto plano como se muestra en la siguiente figura y se lo deberá almacenar como un archivo de de tipo Datos Separados por Valores (CSV), con extensión **.csv**



En ambos casos suponer que el archivo se guarda en un pendrive (dispositivo **h:**)

## Lectura del archivo en formato csv (valores separados por comas)

Para recuperar el archivo almacenado se usa la instrucción de Pandas: **read\_csv**.

Si el archivo está almacenado como un documento de texto con los valores separados por comas, se escribirá:

```
>>> cuadro=pd.read_csv('h:datos.txt')
```

```
>>> cuadro
```

	FB	YT	TW	Otros	Cant
0	13.2	24.7	0.0	21.5	20
1	24.5	25.4	10.5	18.6	25
2	20.1	0.0	5.4	8.3	12
3	32.5	12.8	12.8	10.5	5
4	5.1	14.8	25.4	16.1	32

Si el archivo se leyera desde un archivo plano creado en Excel con extensión **.csv**, la lectura se la hará con la instrucción

```
>>> cuadro=pd.read_csv('h:datos.csv')
```

```
>>> cuadro
```

	FB	YT	TW	Otros	Cant
0	13.2	24.7	0.0	21.5	20
1	24.5	25.4	10.5	18.6	25
2	20.1	0.0	5.4	8.3	12
3	32.5	12.8	12.8	10.5	5
4	5.1	14.8	25.4	16.1	32

En ambos casos se obtiene la misma información

La variable '**cuadro**' es un nombre arbitrario con el cual se manejarán los datos en la ventana de Python

La primera línea del archivo es tomada como la lista de nombres de encabezado de las columnas de datos. Las siguientes líneas son las líneas de los datos

Si el cuadro de datos no contiene la línea de encabezado, entonces la primera línea es tomada como la línea de nombres de datos. Para evitar este caso se usa la instrucción de lectura con la opción **header=None**. Pandas asigna números como nombres de cabecera:

```
>>> cuadro=pd.read_csv('h:datos.csv',header=None)
```

```
>>> cuadro
```

	0	1	2	3	4
0	13.2	24.7	0.0	21.5	20
1	24.5	25.4	10.5	18.6	25
2	20.1	0.0	5.4	8.3	12
3	32.5	12.8	12.8	10.5	5
4	5.1	14.8	25.4	16.1	32

Otra opción es asignar los nombres de cabecera, no en el cuadro de datos almacenado en el archivo sino al leer los datos, con la instrucción **names**:

```
>>> cuadro=pd.read_csv('h:datos.csv',names=['FB','YT','TW','Otros','Cant'])
>>> cuadro
```

	FB	YT	TW	Otros	Cant
0	13.2	24.7	0.0	21.5	20
1	24.5	25.4	10.5	18.6	25
2	20.1	0.0	5.4	8.3	12
3	32.5	12.8	12.8	10.5	5
4	5.1	14.8	25.4	16.1	32

**NOTA.** Si se desea almacenar y recuperar tablas en formato de tabla de Excel se pueden usar las siguientes instrucciones, pero deberá estar instalada una librería especial que facilita la conversión:

```
df.to_excel('datos.xlsx')
pd.read_excel('datos.xlsx')
```

### Despliegue de la tabla de datos de Pandas

Para mostrar la tabla completa de datos es suficiente escribir el nombre

```
>>> cuadro
```

Con el siguiente formato de Pandas se muestran las cinco primeras líneas de la tabla:

```
>>> cuadro.head()
```

Con este formato se puede mostrar una cantidad específica de columnas

Mostrar las 3 primeras líneas del cuadro de datos:

```
>>> cuadro.head(3)
```

	FB	YT	TW	Otros	Cant
0	13.2	24.7	0.0	21.5	20
1	24.5	25.4	10.5	18.6	25
2	20.1	0.0	5.4	8.3	12

Mostrar las 3 últimas líneas del cuadro de datos:

```
>>> cuadro.tail(3)
```

	FB	YT	TW	Otros	Cant
2	20.1	0.0	5.4	8.3	12
3	32.5	12.8	12.8	10.5	5
4	5.1	14.8	25.4	16.1	32



Se pueden mostrar columnas individuales

```
>>> cuadro[['YT']]
      YT
0  24.7
1  25.4
2   0.0
3  12.8
4  14.8
```

Usando el número de la columna

```
>>> cuadro[[1]]
      YT
0  24.7
1  25.4
2   0.0
3  12.8
4  14.8
```

Agrupar columnas de datos

```
>>> subc=cuadro[['FB', 'TW']]
>>> subc
      FB    TW
0  13.2   0.0
1  24.5  10.5
2  20.1   5.4
3  32.5  12.8
4   5.1  25.4
```

Para verificar el tipo de datos

```
>>> cuadro.dtypes
FB      float64
YT      float64
TW      float64
Otros   float64
Cant     int64
dtype: object
```

Para conocer las características del grupo de datos

```
>>> cuadro.info()
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 5 entries, 0 to 4
Data columns (total 5 columns):
FB          5 non-null float64
YT          5 non-null float64
TW          5 non-null float64
Otros       5 non-null float64
Conteo      5 non-null int64
dtypes: float64(4), int64(1)
memory usage: 240.0 bytes
```

### Análisis estadístico básico de los datos

La instrucción '**describe**' muestra las estadísticas descriptivas básicas del grupo de datos:

```
>>> cuadro.describe()
          FB          YT          TW          Otros          Cant
count  5.000000  5.000000  5.000000  5.000000  5.000000
mean   19.080000  15.540000  10.820000  15.000000  18.800000
std    10.494379  10.376319   9.526909   5.512713  10.616026
min     5.100000   0.000000   0.000000   8.300000   5.000000
25%    13.200000  12.800000   5.400000  10.500000  12.000000
50%    20.100000  14.800000  10.500000  16.100000  20.000000
75%    24.500000  24.700000  12.800000  18.600000  25.000000
max    32.500000  25.400000  25.400000  21.500000  32.000000
```

Los resultados muestran la siguiente información: conteo, media, desviación estándar, mínimo valor, cuartiles, y máximo valor

Por ejemplo. Se puede observar que en promedio los empleados usaron 19.08 minutos en la semana visitando el sitio FB en un rango que va de 5.1 a 32.5 minutos

### Rotación de la tabla Pandas

La tabla de datos o los reportes de resultados se pueden rotar para visualizar horizontalmente las columnas. En la siguiente notación, la letra 'T' representa la transpuesta del cuadro (rotación alrededor de la diagonal)

```
>>> reporte=cuadro.describe()
>>> reporte.T
          count  mean          std  min  25%  50%  75%  max
FB           5.0  19.08  10.494379  5.1  13.2  20.1  24.5  32.5
YT           5.0  15.54  10.376319  0.0  12.8  14.8  24.7  25.4
TW           5.0  10.82   9.526909  0.0   5.4  10.5  12.8  25.4
Otros        5.0  15.00   5.512713  8.3  10.5  16.1  18.6  21.5
Cant         5.0  18.80  10.616026  5.0  12.0  20.0  25.0  32.0
```

Se puede mostrar el reporte de columnas individuales

```
>>> cuadro['TW'].describe()
count      5.000000
mean       10.820000
std         9.526909
min         0.000000
25%         5.400000
50%        10.500000
75%        12.800000
max        25.400000
Name: TW, dtype: float64
```

También con grupos de columnas

Estadísticas básicas de las columna 'FB' y 'TW'

```
>>> subc=cuadro[['FB','TW']]
>>> subc.describe()
              FB              TW
count      5.000000      5.000000
mean      19.080000     10.820000
std       10.494379      9.526909
min        5.100000      0.000000
25%       13.200000      5.400000
50%       20.100000     10.500000
75%       24.500000     12.800000
max       32.500000     25.400000
```

### Funciones comunes para operar con columnas

Sumar el contenido de la columna 'FB'

```
>>> cuadro['FB'].sum()
95.400000000000006
```

El menor valor de la columna 'FB'

```
>>> cuadro['FB'].min()
5.0999999999999996
```

El mayor valor de la columna 'TW'

```
>>> cuadro['TW'].max()
25.399999999999999
```

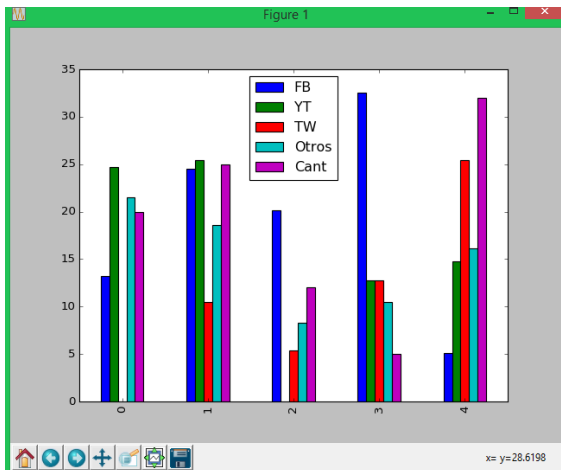
Los resultados muestran valores con pequeños errores en los decimales. Esto se debe a la representación digital de los números reales.

## Representación gráfica del cuadro de datos

La librería Matplotlib es el soporte para visualizar las tablas o reportes de Pandas

Graficar el cuadro de datos mediante un diagrama de barras

```
>>> cuadro.plot(kind='bar')
>>> plt.show()
```



Guardar un gráfico en disco

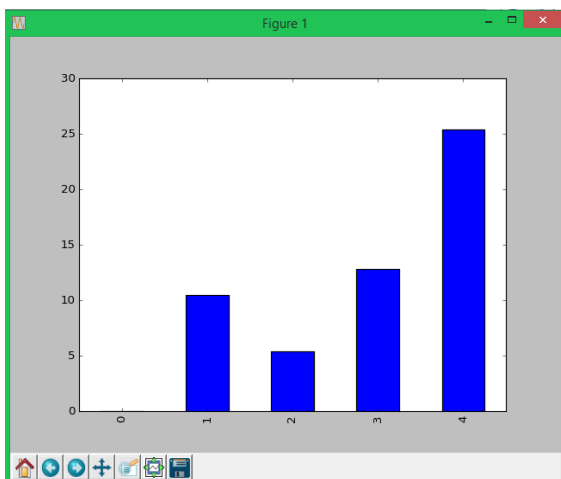
Se puede almacenar el gráfico con la siguiente instrucción

```
>>> plt.savefig('grafico.png')
```

Graficar columnas individuales

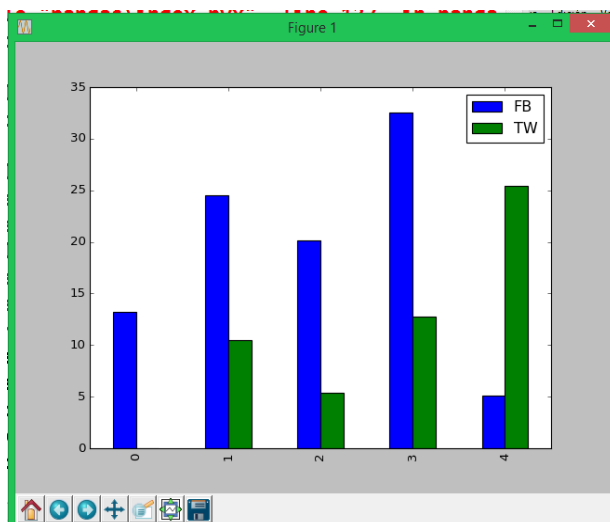
Se debe elegir el rótulo de la columna que se graficará

```
>>> cuadro['TW'].plot(kind='bar')
>>> plt.show()
```



Graficar columnas seleccionadas

```
>>> subc=cuadro[['FB','TW']]
>>> subc.plot(kind='bar')
>>> plt.show()
```



Colocar rótulos en los ejes del gráfico

Se debe identificar al gráfico para editarlo

```
>>> subc=cuadro[['FB','TW']]
>>> graf=subc.plot(kind='bar')
>>> graf.set_xlabel('Sitios FB y TW')
>>> graf.set_ylabel('Minutos usados')
>>> plt.show()
```

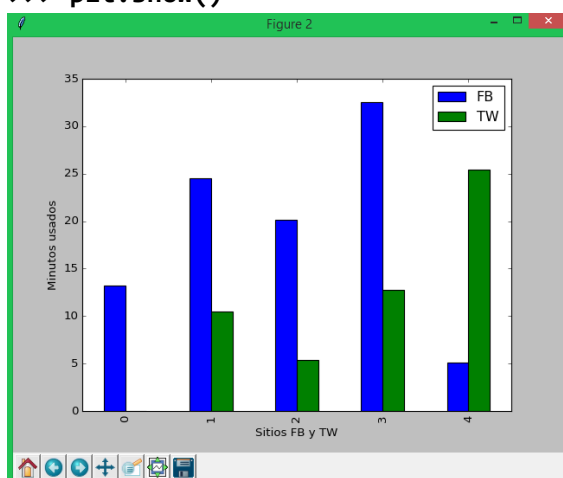


Gráfico de línea de los datos (polígono)

```
>>> subc=cuadro[['FB','TW']]
>>> fig=subc.plot()
>>> fig.set_xlabel('Sitios FB y TW')
>>> fig.set_ylabel('Tiempo')
>>> plt.show()
```

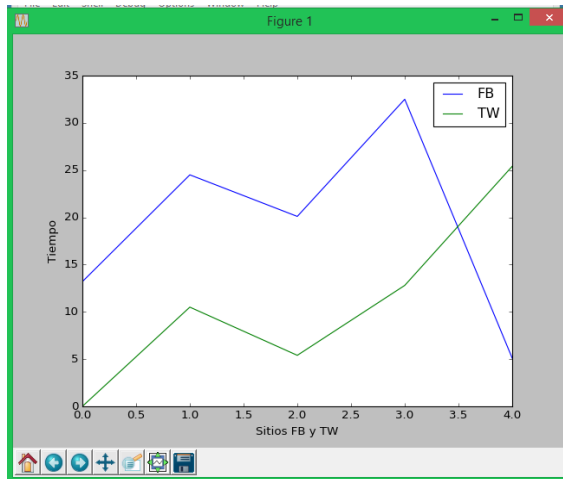
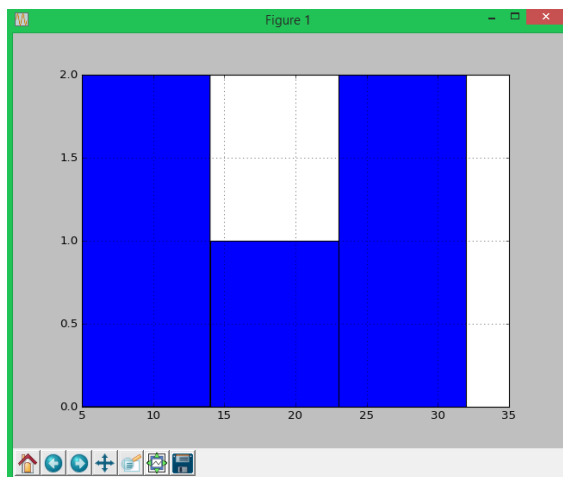


Gráfico de histogramas

Para grupos grandes de datos se puede graficar mediante un histograma de frecuencia para el cual se puede especificar la cantidad de intervalos. Para el ejemplo actual un histograma no aporta mucha información debido a la pequeña cantidad de datos:

```
>>> cuadro['Cant'].hist(bins=3)
>>> plt.show()
```



## Ordenamiento del cuadro de datos

Cuadro de datos original

```
>>> cuadro
      FB    YT    TW  Otros  Cant
0  13.2  24.7   0.0   21.5    20
1  24.5  25.4  10.5   18.6    25
2  20.1   0.0   5.4    8.3    12
3  32.5  12.8  12.8   10.5     5
4   5.1  14.8  25.4   16.1    32
```

Cuadro de datos ordenado por los valores de la columna 'FB'

```
>>> cuadro.sort_values(by='FB')
      FB    YT    TW  Otros  Cant
4   5.1  14.8  25.4   16.1    32
0  13.2  24.7   0.0   21.5    20
2  20.1   0.0   5.4    8.3    12
1  24.5  25.4  10.5   18.6    25
3  32.5  12.8  12.8   10.5     5
```

Si se desea que el ordenamiento sea en forma descendente, deberá escribirse:

```
>>> cuadro.sort_values(by='FB', ascending=False)
```

## Creación de paneles de datos en Python para análisis con Pandas

Se pueden construir paneles o tablas de datos para Pandas dentro de Python a partir de estructuras de datos conocidas y utilizando instrucciones de conversión de Pandas

### Creación de una tabla de datos a partir de información escrita en una lista

Suponer que se han registrado los nombres de los empleados de una empresa y el tiempo en minutos de uso de sitios de internet. Para cada empleado se tiene el tiempo en minutos usados por cada empleado en cada sitio, y también el conteo de accesos a los sitios.

Nombres de los empleados: Javier, Carmen, Juan

Sitios de internet registrados: FB, YT, TW, Otros

Tiempos de acceso a sitios de internet y conteo de accesos:

Nombre	FB	YT	TW	Otros	Conteo
Javier	3.2	4.7	0	2.5	5
Carmen	2.5	4.2	1.5	3.8	6
Juan	0.5	1.3	2.1	2.0	3

Traslado de la información a una **lista** de Python:

```
>>> empleados=[['Javier',3.2,4.7,0,2.5,5],['Carmen',2.5,4.2,1.5,3.8,6],
['Juan',0.5,1.3,2.1,2.0,3]]
```

Construcción de la tabla de datos para Pandas

```
>>> import pandas as pd
>>> tabla=pd.DataFrame(data=empleados,columns=['Nombre','FB','YT','TW',
'Otros','Conteo'])
>>> tabla
   Nombre  FB  YT  TW  Otros  Conteo
0  Javier  3.2  4.7  0.0    2.5      5
1  Carmen  2.5  4.2  1.5    3.8      6
2   Juan   0.5  1.3  2.1    2.0      3
```

Mostrar indicadores estadísticos básicos

```
>>> tabla.describe()
           FB           YT           TW           Otros           Conteo
count  3.000000  3.000000  3.000000  3.000000  3.000000
mean    2.066667  3.400000  1.200000  2.766667  4.666667
std     1.401190  1.835756  1.081665  0.929157  1.527525
min     0.500000  1.300000  0.000000  2.000000  3.000000
25%     1.500000  2.750000  0.750000  2.250000  4.000000
50%     2.500000  4.200000  1.500000  2.500000  5.000000
75%     2.850000  4.450000  1.800000  3.150000  5.500000
max     3.200000  4.700000  2.100000  3.800000  6.000000
```



Los indicadores estadísticos no incluyen valores no numéricos. Los nombres de los empleados (datos de tipo texto) no son considerados en el análisis.

### Almacenamiento y recuperación de una tabla de datos en un archivo con formato CSV

Para almacenar la tabla de datos en el disco se usa la instrucción `to_csv`

Guardar la tabla de datos anterior en un archivo con formato CSV en el pendrive (dispositivo g:):

```
>>> tabla.to_csv('h:datos.csv',index=False)
```

La instrucción `index=False` evita que se almacenen los números de cada línea que están a la izquierda en el cuadro de datos (índice de la tabla)

Para recuperar el archivo '`datos`' almacenado con formato `csv` del dispositivo de almacenamiento (suponer un pendrive, dispositivo h:) se tendrá que escribir la instrucción:

```
>>> tabla=pd.read_csv('h:datos.csv')
```

Si no se desea que se almacenen los nombres de cabecera (nombres de columna) se deberá escribir:

```
>>> tabla.to_csv('h:usuario.csv',index=False,header=False)
```

### Modificación de la tabla de datos de Pandas

Se pueden cambiar los nombres de las columnas

```
tabla.columns=['Nombre','Facebook','Youtube','Twitter','Google','Conteo']
```

```
>>> tabla
```

	Nombre	Facebook	Youtube	Twitter	Google	Conteo
0	Javier	3.2	4.7	0.0	2.5	5
1	Carmen	2.5	4.2	1.5	3.8	6
2	Juan	0.5	1.3	2.1	2.0	3

Borrar columnas completas de la tabla

Eliminar la columna 'Google'

```
>>> del tabla['Google']
```

```
>>> tabla
```

	Nombre	Facebook	Youtube	Twitter	Conteo
0	Javier	3.2	4.7	0.0	5
1	Carmen	2.5	4.2	1.5	6
2	Juan	0.5	1.3	2.1	3

En las columnas se pueden usar operadores aritméticos

Sumar 1 a cada valor de la columna 'Twitter'

```
>>> tabla['Twitter']=tabla['Twitter']+1
>>> tabla
```

	Nombre	Facebook	Youtube	Twitter	Conteo
0	Javier	3.2	4.7	1.0	5
1	Carmen	2.5	4.2	2.5	6
2	Juan	0.5	1.3	3.1	3

Se puede cambiar la identificación de los índices de la tabla

```
>>> tabla.index=['a','b','c']
>>> tabla
```

	Nombre	Facebook	Youtube	Twitter	Conteo
a	Javier	3.2	4.7	1.0	5
b	Carmen	2.5	4.2	7.5	6
c	Juan	0.5	1.3	3.1	3

Se puede acceder a datos individuales y porciones de la tabla

```
>>> empleados=[['Javier',3.2,4.7,0,2.5,5],['Carmen',2.5,4.2,1.5,3.8,6],
['Juan',0.5,1.3,2.1,2.0,3],['Diana',1.2,4.2,6.1,2.0,1.8]]
>>> tabla=pd.DataFrame(data=empleados,columns=['Nombre','FB','YT','TW',
'Otros','Conteo'])
>>> tabla
```

	Nombre	FB	YT	TW	Otros	Conteo
0	Javier	3.2	4.7	0.0	2.5	5.0
1	Carmen	2.5	4.2	1.5	3.8	6.0
2	Juan	0.5	1.3	2.1	2.0	3.0
3	Diana	1.2	4.2	6.1	2.0	1.8

Fila de datos 2

```
>>> tabla.ix[2,:]
Nombre    Juan
FB         0.5
YT         1.3
TW         2.1
Otros       2
Conteo      3
Name: 2, dtype: object
```

Columna 'YT'

```
>>> tabla[['YT']]
YT
0  4.7
1  4.2
```

```
2  1.3
3  4.2
```

Notación de índices

```
>>> tabla.ix[:, 'YT']
0    4.7
1    4.2
2    1.3
3    4.2
Name: YT, dtype: float64
```

Notación alternativa

```
>>> tabla.ix[:, 2]
0    4.7
1    4.2
2    1.3
3    4.2
```

Segunda fila de datos de la columna 'YT'

```
>>> tabla.ix[2, 'YT']
1.3
```

Filas 2 y 3 de las columnas 'YT', 'TW'

```
>>> tabla.ix[2:3, ['YT', 'TW']]
      YT  TW
2  1.3  2.1
3  4.2  6.1
```

Se puede usar “slicing” para manejo de los índices

```
>>> tabla.ix[:2, 'YT']
0    4.7
1    4.2
2    1.3
Name: YT, dtype: float64
```

Se puede modificar el contenido de datos individuales de la tabla

Modificar el dato en la fila 2 en la columna 'YT'

```
>>> tabla.ix[2, 'YT']=3.7
>>> tabla
   Nombre  FB  YT  TW  Otros  Conteo
0  Javier  3.2  4.7  0.0    2.5    5.0
1  Carmen  2.5  4.2  1.5    3.8    6.0
2   Juan   0.5  3.7  2.1    2.0    3.0
3  Diana   1.2  4.2  6.1    2.0    1.8
```

Agregar una columna a la tabla

```
>>> tabla['Nueva']=0
>>> tabla
```

	Nombre	FB	YT	TW	Otros	Conteo	Nueva
0	Javier	3.2	4.7	0.0	2.5	5.0	0
1	Carmen	2.5	4.2	1.5	3.8	6.0	0
2	Juan	0.5	3.7	2.1	2.0	3.0	0
3	Diana	1.2	4.2	6.1	2.0	1.8	0

Modificar el contenido de una columna

```
>>> tabla[['Nueva']]=[2.3,4.5,7,2.1]
>>> tabla
```

	Nombre	FB	YT	TW	Otros	Conteo	Nueva
0	Javier	3.2	4.7	0.0	2.5	5.0	2.3
1	Carmen	2.5	4.2	1.5	3.8	6.0	4.5
2	Juan	0.5	1.3	2.1	2.0	3.0	7.0
3	Diana	1.2	4.2	6.1	2.0	1.8	2.1

Modificar el contenido de una fila

```
>>> tabla.ix[2,:]=['Luis',0.4,2.1,3.3,4,5,2]
>>> tabla
```

	Nombre	FB	YT	TW	Otros	Conteo	Nueva
0	Javier	3.2	4.7	0.0	2.5	5.0	2.3
1	Carmen	2.5	4.2	1.5	3.8	6.0	4.5
2	Luis	0.4	2.1	3.3	4.0	5.0	2.0
3	Diana	1.2	4.2	6.1	2.0	1.8	2.1

## Creación de tablas con números aleatorios para realizar pruebas con Pandas

La tabla se la puede generar mediante un arreglo NumPy y luego convertir a tabla para analizar con Pandas

Una tabla con 4 filas y 5 columnas con números aleatorios de una cifra

```
>>> import pandas as pd
>>> import numpy as np
>>> c=np.array([[np.random.randint(0,9) for j in range(5)] for i in range(4)])
>>> print(c)
[[7 4 0 2 4]
 [6 0 1 1 0]
 [2 3 1 1 3]
 [8 1 4 0 8]]
```

```
>>> tabla=pd.DataFrame(data=c,columns=['A','B','C','D','E'])
>>> tabla
```

	A	B	C	D	E
0	7	4	0	2	4
1	6	0	1	1	0
2	2	3	1	1	3
3	8	1	4	0	8

Mostrar indicadores estadísticos básicos

```
>>> tabla.describe()
```

	A	B	C	D	E
count	4.000000	4.000000	4.000000	4.000000	4.000000
mean	5.750000	2.000000	1.500000	1.000000	3.750000
std	2.629956	1.825742	1.732051	0.816497	3.304038
min	2.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
25%	5.000000	0.750000	0.750000	0.750000	2.250000
50%	6.500000	2.000000	1.000000	1.000000	3.500000
75%	7.250000	3.250000	1.750000	1.250000	5.000000
max	8.000000	4.000000	4.000000	2.000000	8.000000

Una tabla con 4 filas y 5 columnas con números aleatorios reales entre 0 y 1

```
>>> import pandas as pd
>>> import numpy as np
>>> c=np.array([[np.random.rand() for j in range(5)] for i in range(4)])
>>> tabla=pd.DataFrame(data=c,columns=['A','B','C','D','E'])
>>> tabla
```

	A	B	C	D	E
0	0.873949	0.384680	0.060850	0.957824	0.586930
1	0.609252	0.823207	0.446800	0.021084	0.087061
2	0.267246	0.769254	0.714618	0.534341	0.269592
3	0.223054	0.517752	0.909808	0.807688	0.787934

Mostrar indicadores estadísticos básicos

```
>>> tabla.describe()
```

	A	B	C	D	E
count	4.000000	4.000000	4.000000	4.000000	4.000000
mean	0.493375	0.623723	0.533019	0.580234	0.432879
std	0.306850	0.207641	0.367571	0.411932	0.314138
min	0.223054	0.384680	0.060850	0.021084	0.087061
25%	0.256198	0.484484	0.350312	0.406027	0.223959
50%	0.438249	0.643503	0.580709	0.671015	0.428261
75%	0.675426	0.782742	0.763416	0.845222	0.637181
max	0.873949	0.823207	0.909808	0.957824	0.787934

Una tabla con 4000 filas y 5 columnas con números aleatorios reales entre 0 y 1

```
>>> import pandas as pd
>>> import numpy as np
>>> c=np.array([[np.random.rand() for j in range(5)] for i in range(4000)])
>>> tabla=pd.DataFrame(data=c,columns=['A','B','C','D','E'])
```

Mostrar las 10 primeras filas

```
>>> tabla.head(10)
```

	A	B	C	D	E
0	0.100440	0.193849	0.702952	0.803511	0.669157
1	0.716088	0.291263	0.791025	0.357672	0.468055
2	0.933408	0.512588	0.000715	0.191664	0.920348
3	0.609972	0.523231	0.765272	0.380535	0.852318
4	0.809783	0.834919	0.269011	0.846792	0.917359
5	0.329993	0.828408	0.052751	0.208293	0.753208
6	0.079422	0.089561	0.926633	0.854734	0.667630
7	0.698481	0.766958	0.599957	0.343814	0.046126
8	0.550144	0.379781	0.277709	0.076158	0.670358
9	0.011829	0.045941	0.780306	0.337176	0.931827

Mostrar indicadores estadísticos básicos de la tabla completa

```
>>> tabla.describe()
```

	A	B	C	D	E
count	4000.000000	4000.000000	4000.000000	4000.000000	4000.000000
mean	0.508443	0.500336	0.507115	0.503202	0.505294
std	0.290145	0.286409	0.286737	0.288240	0.290925
min	0.000110	0.000455	0.000048	0.000277	0.000024
25%	0.258880	0.250304	0.259108	0.249270	0.247879
50%	0.509076	0.512986	0.509632	0.507544	0.511822
75%	0.760168	0.745071	0.752515	0.753180	0.763291
max	0.999911	0.999702	0.999479	0.999499	0.999641

### Agrupación de la tabla de datos por contenido

Generar una tabla de 4 columnas y 20 filas con números aleatorios de una cifra

```
>>> c=np.array([[np.random.randint(0,9) for j in range(5)] for i in range(20)])
>>> tabla=pd.DataFrame(data=c,columns=['A','B','C','D','E'])
>>> tabla
```

	A	B	C	D	E
0	2	8	3	8	5
1	4	2	7	1	3
2	2	2	4	7	2
3	1	5	3	2	0
4	2	7	4	6	8
5	0	2	3	2	1
6	0	6	2	1	7
7	2	6	1	5	5
8	8	2	4	4	5
9	8	4	2	3	0
10	4	1	5	7	4
11	0	8	8	8	0
12	5	4	3	7	1
13	0	1	0	0	5
14	0	6	3	2	0
15	7	7	4	2	0
16	4	4	3	2	1
17	0	5	3	0	7
18	8	0	4	3	7
19	5	2	5	8	4

Encontrar los elementos no repetidos en la columna 'A'

```
>>> u=tabla['A'].unique()
>>> u
array([2, 4, 1, 0, 8, 5, 7], dtype=int64)
>>> print(u)
[2 4 1 0 8 5 7]
```

Agrupar las filas asociadas a cada elemento no repetido de la columna 'A'

```
>>> reg=tabla.groupby('A')
>>> reg.sum()
```

	B	C	D	E
A				
0	28	19	13	20
1	5	3	2	0
2	23	12	26	20
4	7	15	10	8
5	6	8	15	5

```

7   7   4   2   0
8   6  10  10  12

```

Por ejemplo, el valor **28** es la suma de todos los valores en la columna 'A' que tienen el valor **0** en la columna 'A' en la tabla

### Creación de tablas para Pandas con números aleatorios y tipos de datos diferentes

Para probar los indicadores estadísticos de Pandas se creará una tabla de 20 filas con la cantidad de accesos a internet realizados por los cinco empleados de una empresa en cada uno de cuatro sitios de interés.

Nombres de los empleados

**María, Juan, Carmen, Javier, Diana**

Sitios de interés de interés

**FB, YT, TW, GG**

Para cada una de las 20 filas se elegirá un nombre al azar, y la cantidad de accesos serán también números aleatorios enteros entre 0 y 9

Debido a que hay varias instrucciones que deben escribirse en la ventana interactiva de Python, es preferible crear la tabla mediante un programa para que se pueda reutilizar en otras pruebas y aplicaciones

```

#Programa para crear una tabla para Pandas
import pandas as pd
import numpy as np
nombres=['María','Juan','Carmen','Javier','Diana']
cuadro=[]
for i in range(20):
    nombre=nombres[np.random.randint(0,5)]
    accesos=[np.random.randint(0,9) for j in range(4)]
    fila=[nombre]+accesos
    cuadro=cuadro+[fila]
cols=['Nombres','FB','YT','TW','GG']
tabla=pd.DataFrame(data=cuadro,columns=cols)

```

Al ejecutar el programa se genera la tabla y se puede operar con esta tabla en la ventana interactiva de Python

```

>>> tabla
   Nombres  FB  YT  TW  GG
0   Diana    3   8   4   5
1   Diana    8   3   1   3
2  Carmen    0   5   8   1
3   Juan     5   6   7   6
4  María     3   4   3   6
5  Carmen    3   0   5   5

```



6	Diana	0	6	3	5
7	Diana	6	3	7	4
8	María	6	0	1	4
9	Carmen	0	8	7	2
10	Juan	2	5	5	2
11	María	2	1	7	4
12	Carmen	1	6	4	6
13	Diana	4	0	5	6
14	Javier	4	5	5	5
15	Juan	8	3	2	1
16	Juan	3	5	2	0
17	Diana	1	8	5	4
18	Javier	3	5	0	0
19	Juan	7	1	8	2

Estadísticas básicas

```
>>> tabla.describe()
```

	FB	YT	TW	GG
count	20.000000	20.000000	20.000000	20.000000
mean	3.450000	4.100000	4.450000	3.550000
std	2.543826	2.653697	2.438183	2.038446
min	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
25%	1.750000	2.500000	2.750000	2.000000
50%	3.000000	5.000000	5.000000	4.000000
75%	5.250000	6.000000	7.000000	5.000000
max	8.000000	8.000000	8.000000	6.000000

### Uso de operadores para extraer porciones de una tabla

Detectar cuales líneas de la columna 'FB' contienen valores mayores que 5

```
>>> tabla['FB']>5
```

0	False
1	True
2	False
3	False
4	False
5	False
6	False
7	True
8	True
9	False
10	False
11	False
12	False
13	False
14	False
15	True

```

16    False
17    False
18    False
19     True
Name: FB, dtype: bool

```

Mostrar cuales líneas de la columna 'FB' contienen valores mayores que 5

```

>>> A=tabla[tabla['FB']>5]
>>> print(A)

```

	Nombres	FB	YT	TW	GG
1	Diana	8	3	1	3
7	Diana	6	3	7	4
8	María	6	0	1	4
15	Juan	8	3	2	1
19	Juan	7	1	8	2

Mostrar cuales líneas de la columna 'TW' contienen valores menores que 4

```

>>> B=tabla[tabla['TW']<4]
>>> print(B)

```

	Nombres	FB	YT	TW	GG
1	Diana	8	3	1	3
4	María	3	4	3	6
6	Diana	0	6	3	5
8	María	6	0	1	4
15	Juan	8	3	2	1
16	Juan	3	5	2	0
18	Javier	3	5	0	0

Concatenar tablas

```

>>> C=pd.concat([A,B])
>>> print(C)

```

	Nombres	FB	YT	TW	GG
1	Diana	8	3	1	3
7	Diana	6	3	7	4
8	María	6	0	1	4
15	Juan	8	3	2	1
19	Juan	7	1	8	2
1	Diana	8	3	1	3
4	María	3	4	3	6
6	Diana	0	6	3	5
8	María	6	0	1	4
15	Juan	8	3	2	1
16	Juan	3	5	2	0
18	Javier	3	5	0	0

### 13.2 Librería gráfica: Pylab, Matplotlib

Esta librería puede decargarse de la dirección:

<http://www.lfd.uci.edu/~gohlke/pythonlibs/>

**Pylab** incluye la librería gráfica **Matplotlib** junto con las librerías numéricas **NumPy**, **SciPy**

#### Gráficos en el plano

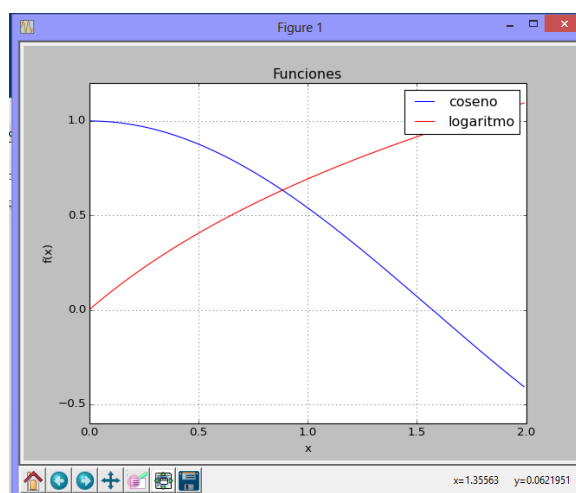
#### Algunos códigos y símbolos para graficar

**plot:** Función para graficar en el plano con el estilo, marca y color especificados:  
 marcas: 'o': círculos, '.': puntos, '\*': estrellas, 's': cuadrados,  
 '+': cruces, '^': triángulos, 'p': pentágonos, 'h': hexágonos,  
 '-': línea continua, '- -': línea discontinua, ':-': línea punteada  
 color: 'b': blue, 'g': green, 'r': red, 'k': black, 'y': yellow, 'c': cyan

**title:** Agrega el título  
**xlabel, ylabel:** Coloca nombres a los ejes  
**grid:** Muestra las cuadrículas  
**legend:** Muestra un recuadro con identificación para los gráficos  
**loc:** Ubicación del recuadro: 'lower', 'upper', 'center', 'left', 'right'  
**show:** Despliega el gráfico en pantalla

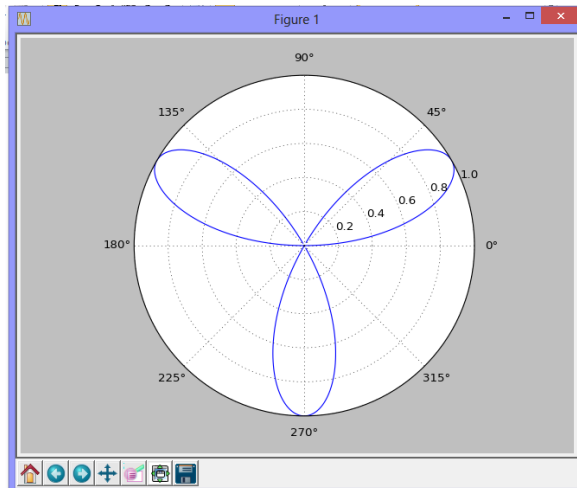
```
>>> from pylab import*
>>> x=arange(0,2,0.1)
>>> plot(x,cos(x),'-b')
>>> plot(x,log(x+1),'-r')
>>> title('Funciones')
>>> xlabel('x')
>>> ylabel('f(x)')
>>> grid(True)
>>> legend(('coseno','logaritmo'),loc='upper right')
>>> show()
```

Genera el vector  $x=[0, 0.1, 0.2, 0.3, \dots, 2]$   
 Grafica los puntos  $(x, \cos(x))$  con una línea azul  
 Grafica los puntos  $(x, \log(x+1))$  con una línea roja

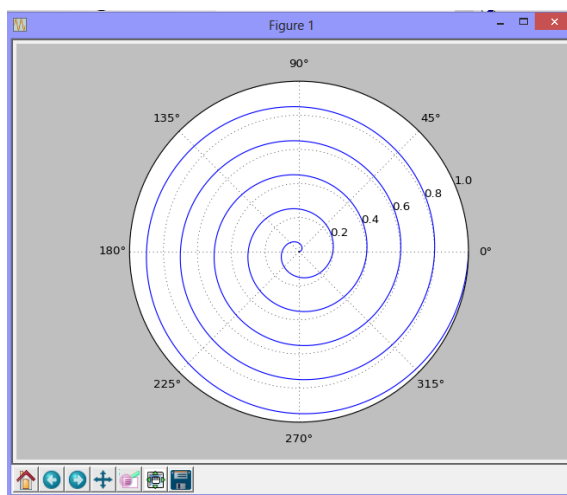


### Gráficos en coordenadas polares

```
>>> from pylab import*
>>> t=arange(0,2*pi,0.01)
>>> r=sin(3*t)
>>> polar(t,r)
>>> show()
```

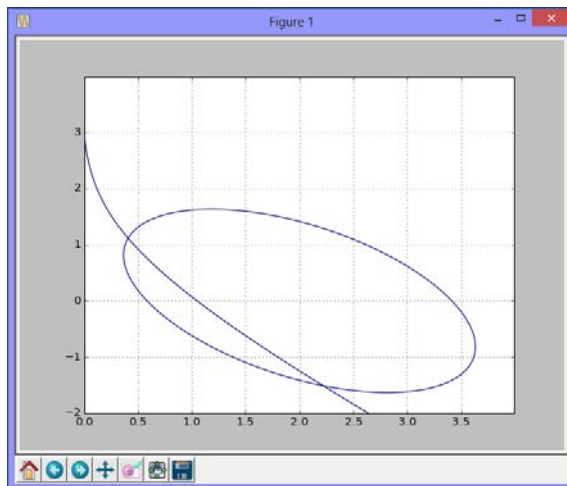


```
>>> from pylab import*
>>> t=arange(0,10*pi,0.01)
>>> r=t/(10*pi)
>>> polar(t,r)
>>> show()
```



### Gráficos de ecuaciones implícitas

```
>>> from pylab import*
>>> xrange = arange(0,4,0.01)
>>> yrange = arange(-2,4,0.01)
>>> x, y = meshgrid(xrange,yrange)
>>> f=(x-2)**2+(y-1)**2+x*y-3
>>> g=x*exp(x+y)+y-3
>>> contour(x, y, f,[0])
>>> contour(x, y, g,[0])
>>> grid(True)
>>> show()
```

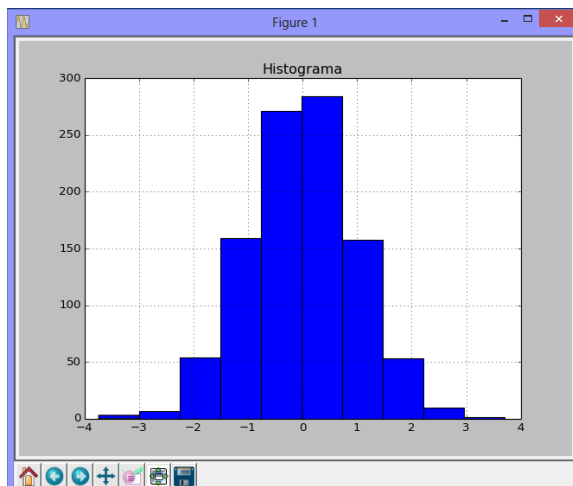


**Nota.** Las funciones matemáticas del módulo **math** no se pueden usar con **meshgrid**

### Graficación de histogramas

```
>>> from pylab import*
>>> from random import*
>>> n=normal(size=100)
>>> hist(n)
>>> title('Histograma')
>>> grid(True)
>>> show()
```

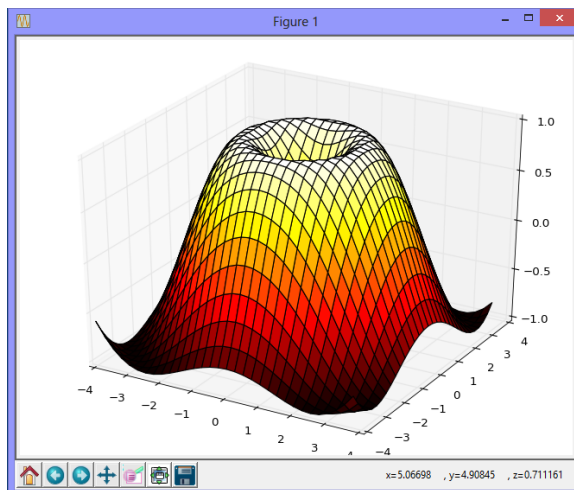
Una muestra normal de números aleatorios



## Gráficos 3D

Referencia para este ejemplo [6]

```
>>> from pylab import*
>>> from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D
>>> fig=figure()
>>> ax=Axes3D(fig)
>>> x=arange(-4,4,0.25)
>>> y=arange(-4,4,0.25)
>>> X,Y=meshgrid(x,y)
>>> Z=sin(sqrt(X**2+Y**2))
>>> ax.plot_surface(X,Y,Z,rstride=1,cstride=1,cmap='hot')
>>> show()
```



### 13.3 Librería para manejo matemático simbólico: SymPy

Con la librería **SymPy** se puede explorar el manejo matemático simbólico.

Esta librería puede decargarse de la dirección:

<http://www.lfd.uci.edu/~gohlke/pythonlibs/>

Referencia para algunos ejemplos [7]

**Para acceder a esta librería**

```
>>> from sympy import*
```

**Declaración de variables simbólicas**

```
>>> x=Symbol('x')
>>> a,b=symbols('a,b')
```

**Operaciones algebraicas**

```
>>> 3*x+2*x
5*x
>>> v=[2*x,3*x,5*x]
>>> sum(v)
10*x
```

```
>>> g=(2+x)**2
>>> u=expand(g)
>>> u
x**2 + 4*x + 4
>>> factor(u)
(x + 2)**2
```

**Evaluación de expresiones**

```
>>> u=Symbol('u')
>>> v=sin(u)
>>> v.subs(u,1.2)
0.932039085967226
>>> v.subs(u,1.2).evalf(5)
0.93204
```

evaluar por sustitución

evalf especifica dígitos

```
>>> x,y=symbols('x,y')
>>> f=2*exp(x)+3*y+1
>>> r=f.subs(x,2).subs(y,3)
>>> r
10 + 2*exp(2)
>>> r=f.subs(x,2).subs(y,3).evalf(8)
>>> r
24.778112
```

```
>>> a,b=symbols('a,b')
>>> expand(sin(a+b),trig=True)
sin(a)*cos(b) + sin(b)*cos(a)

>>> simplify(sin(a)**2+cos(a)**2)
1
```

### Operaciones del cálculo

```
>>> x,y=symbols('x,y')
>>> f=x*exp(x)+y**2+1
>>> diff(f,x)
x*exp(x) + exp(x)
```

Derivar

```
>>> diff(f,y)
2*y
```

```
>>> f=x*exp(x)+x**2+1
>>> diff(f,x).subs(x,3)
6 + 4*exp(3)
```

Evaluar derivada

```
>>> integrate(f,x)
x**3/3 + x + (x - 1)*exp(x)
>>> integrate(f,(x,0,2))
17/3 + exp(2)
>>> integrate(f,(x,0,2)).evalf(8)
13.055723
```

Integrar

Evaluar integral

8 dígitos

```
>>> f=x*exp(x)+y**2+1
>>> integrate(f,x)
x*(y**2 + 1) + (x - 1)*exp(x)
>>> integrate(f,y)
y**3/3 + y*(x*exp(x) + 1)
>>> integrate(f,(x,0,2),(y,1,3))
2*exp(2) + 70/3

>>> n=Symbol('n')
>>> Sum(1/n**2,(n,1,10)).evalf(8)
1.5497677

>>> limit(sin(x)/x,x,0)
1
>>> limit(1/x,x,oo)
0
>>> limit(1/x,x,0,dir='+')
oo
>>> limit(1/x,x,0,dir='-')
-oo

>>> series(exp(x),x,1,7)
E+E*x+E*x**2/2+E*x**3/6+E*x**4/24+E*x**5/120+E*x**6/720+O(x**7)
```



## Resolución de ecuaciones

Este componente de la librería SymPy todavía está en desarrollo

```
>>> from sympy import*
>>> x=Symbol('x')
```

Resolver la ecuación polinómica:  $x^3 - 2x - 5.2 = 0$

```
>>> u=solve(x**3-2*x-5.2)
>>> u
[2.11229262318742,
 -1.05614631159371 - 1.16031680780681*I,
 -1.05614631159371 + 1.16031680780681*I]
```

El resultado es un vector  
Una raíz real y dos  
raíces complejas  
I es  $\sqrt{-1}$

Resolver la ecuación no lineal:  $e^x - \pi x = 0$

```
>>> u=solve(exp(x)-pi*x)
>>> u
[-LambertW(-1/pi)]
>>> float(u[0])
0.5538270366445136
```

El resultado es un vector  
Solución simbólica  
Solución numérica

Resolver la ecuación no lineal:  $\cos(x) - \pi x = 0$

```
>>> u=solve(cos(x)-pi*x)
No algorithms are implemented to solve equation cos(x) - pi*x
```

No encontró la solución

```
>>> from sympy import*
>>> x=Symbol('x')
>>> y=Function('y')
```

Resolver la ecuación diferencial:  $y'(x) + x - 1 = 0$

```
>>> dsolve(Derivative(y(x),x)+x-1)
y(x) == C1 - x**2/2 + x
```

Resolver la ecuación diferencial:  $y'(x) + y(x) + x - 1 = 0$

```
>>> dsolve(Derivative(y(x),x)+y(x)+x-1)
y(x) == (C1 + (-x + 2)*exp(x))*exp(-x)
```

Resolver la ecuación diferencial:  $y''(x) + y'(x) + x - 1 = 0$

```
>>> dsolve(Derivative(y(x),x,x)+Derivative(y(x),x)+x-1)
y(x) == C1 + C2*exp(-x) - x**2/2 + 2*x
```

### Salida formateada de expresiones

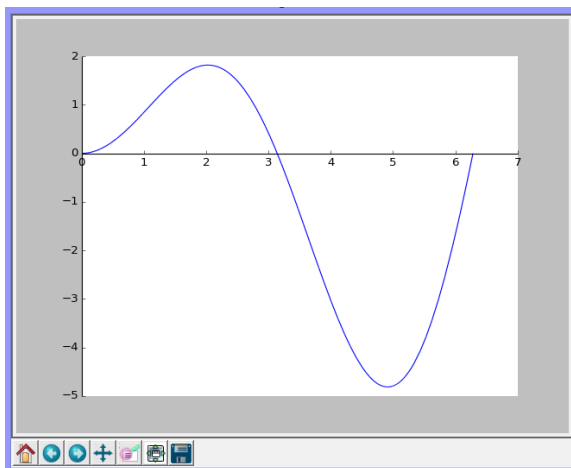
```
>>> from sympy import*
>>> x=Symbol('x')
>>> y=(x+1)**2/(x+3)
>>> pprint(y)
```

pprint es 'pretty print'

```
      2
(x + 1)
-----
x + 3
```

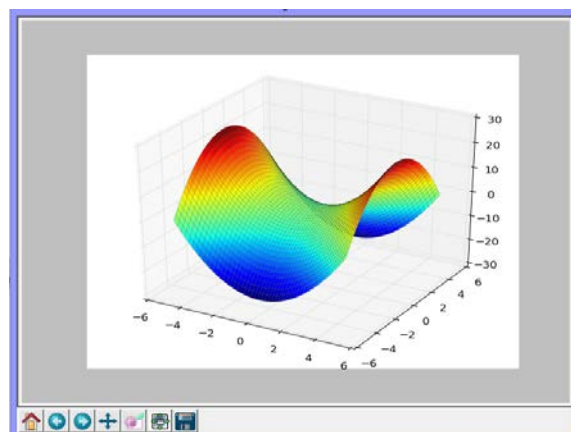
### Gráficos en el plano con SymPy

```
>>> from sympy import*
>>> x=Symbol('x')
>>> f=x*sin(x)
>>> plot(f,(x,0,2*pi))
```



### Gráficos 3D con SymPy

```
>>> from sympy import*
>>> from sympy.plotting import*
>>> x,y=symbols('x,y')
>>> z=x**2-y**2
>>> plot3d(z,(x,-5,5),(y,-5,5))
```



## 14. Métodos Numéricos

Los métodos numéricos son alternativas para resolver problemas matemáticos para los cuales no se puede, o es muy laborioso, obtener la solución con métodos analíticos, o si los métodos computacionales disponibles no proporcionan la respuesta correcta.

Esta sección tiene como referencia a [10]

### Resolución de problemas en la ventana interactiva

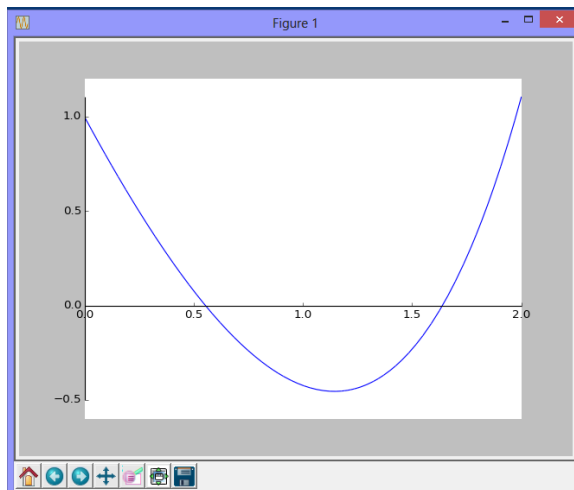
Cálculo de una raíz real con la fórmula de Newton:

$$x_{i+1} = x_i - \frac{f(x_i)}{f'(x_i)}, \quad f'(x_i) \neq 0, i = 0, 1, 2, \dots$$

**Ejemplo.** Calcular una raíz real de la ecuación:  $f(x) = e^x - \pi x = 0$

Librería de matemáticas simbólicas: **Sympy**

```
>>> from sympy import*
>>> x=Symbol('x')
>>> f=exp(x)-pi*x
>>> plot(f,(x,0,2))
```



```
>>> df=diff(f,x)
>>> r=0.5
>>> r=r-float(f.subs(x,r))/float(df.subs(x,r))
>>> r
0.552198029112459
>>> r=r-float(f.subs(x,r))/float(df.subs(x,r))
>>> r
0.5538253947739784
>>> r=r-float(f.subs(x,r))/float(df.subs(x,r))
>>> r
0.5538270366428404
```

Obtención de  $f'(x)$   
 Valor inicial del gráfico  
**float** evalúa la expresión

```
>>> r=r-float(f.subs(x,r))/float(df.subs(x,r))
>>> r
0.5538270366445136
```

```
>>> r=r-float(f.subs(x,r))/float(df.subs(x,r))
>>> r
0.5538270366445136
```

```
>>> float(f.subs(x,r))
-1.5192266539886956e-17
```

Verificar si  $f(r) = 0$

Si se comienza con  $r = 1.5$  se puede calcular la otra raíz real:

```
>>> r=1.5
. . .
. . .
. . .
>>> r=r-float(f.subs(x,r))/float(df.subs(x,r))
>>> r
1.6385284199703636
```

```
>>> float(f.subs(x,r))
4.591445985947165e-16
```

Verificar si  $f(r) = 0$

Uso de la función solve de Sympy para obtener las raíces de la ecuación anterior:

```
>>> from sympy import*
>>> x=Symbol('x')
>>> f=exp(x)-pi*x
>>> r=solve(f)
>>> len(r)
1
>>> r
[-LambertW(-1/pi)]
>>> float(r[0])
0.5538270366445136
>>> r[0].evalf(6)
0.553827
```

La función **solve** solo permitió calcular una raíz

Solución expresada con constantes

Solución en formato decimal

**evalf** controla cuantos dígitos

## Instrumentación de métodos numéricos

En esta sección se han instrumentado como referencia, algunos métodos numéricos clásicos. También se incluyen ejemplos de su utilización. La formulación matemática para cada método se la puede encontrar en la referencia bibliográfica [10].

Los métodos numéricos se los ha almacenado en una librería con el nombre **metodos** la cual debe importarse para su aplicación como se indica en los ejemplos. Esta librería puede extenderse incorporando nuevos métodos y funciones.

Los métodos numéricos instrumentados inicialmente son:

### Método de Gauss

Resolución de un sistema de ecuaciones lineales

### Método de Simpson

Integración numérica de una función acotada de una variable en un intervalo delimitado

### Método de Newton

Cálculo de raíces reales de un sistema de ecuaciones no lineales

### Método de interpolación de Lagrange

Obtención y evaluación del polinomio de interpolación dado un conjunto de puntos

### Método de Runge-Kutta

Resolución de un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden con condiciones en el inicio.

```
# Librería de métodos numéricos: METODOS
```

```
# Solución de un sistema de ecuaciones lineales: Gauss
```

```
from numpy import*
def gauss(a,b):
    [n,m]=shape(a)
    if n!=m:
        return []
    c=zeros([n,n+1])
    a=array(a)
    for i in range(n):
        for j in range(n):
            c[i,j]=a[i,j]
        c[i,n]=b[i]
    for e in range(n):
        p=e
        for i in range(e+1,n):
            if abs(c[i,e])>abs(c[p,e]):
                p=i
        for j in range(e,n+1):
            t=c[e,j]
            c[e,j]=c[p,j]
            c[p,j]=t
        t=c[e,e]
        if abs(t)<1e-10:
            return []
        for j in range(e,n+1):
            c[e,j]=c[e,j]/t
        for i in range(e+1,n):
            t=c[i,e]
            for j in range(e,n+1):
                c[i,j]=c[i,j]-t*c[e,j]
    x=zeros([n,1])
    x[n-1]=c[n-1,n]
    for i in range(n-2,-1,-1):
        s=0
        for j in range(i+1,n):
            s=s+c[i,j]*x[j]
        x[i]=c[i,n]-s
    return x
```

```
# Integración numérica: Fórmula de Simpson
```

```
def simpson(f, a, b, m):
    h=(b-a)/m
    s=0
    x=a
    for i in range(1,m):
        if i%2==1:
            s=s+4*f(x+i*h)
        else:
            s=s+2*f(x+i*h)
    s=h/3*(f(a)+s+f(b))
    return s
```

# Solución de un sistema de ecuaciones no lineales: Newton

```
import numpy as np
import sympy as sp
def snewton(F, V, U):
    n=len(F)
    J=np.zeros([n,n],dtype=sp.Symbol)
    T=np.copy(F)

    for i in range(n):
        for j in range(n):
            J[i][j]=sp.diff(F[i],V[j])
    for i in range(n):
        for j in range(n):
            for k in range(n):
                J[i][j]=J[i][j].subs(V[k],float(U[k]))
    for i in range(n):
        for j in range(n):
            T[i]=T[i].subs(V[j],float(U[j]))
    J=np.array(J,float)
    T=np.array(T,float)
    U=U-np.dot(np.linalg.inv(J),T)
    return U
```

# Polinomio de Interpolación: Método de Lagrange

```
from sympy import*
def lagrange(x,y,u=None):
    n=len(x)
    t=Symbol('t')
    p=0
    for i in range(n):
        L=1
        for j in range(n):
            if j!=i:
                L=L*(t-x[j])/(x[i]-x[j])
        p=p+y[i]*L
        p=expand(p)
    if u==None:
        return p
    elif type(u)==list:
        v=[]
        for i in range(len(u)):
            v=v+[p.subs(t,u[i])]
        return v
    else:
        return p.subs(t,u)
```

# Solución de sistemas de E.D.O: Runge-Kutta de cuarto orden

```
import sympy as sp
import numpy as np
def rk4n(F,V,U,h,m):
    nF=len(F)
    nV=len(V)
    K1=np.zeros([nF],dtype=sp.Symbol)
    K2=np.zeros([nF],dtype=sp.Symbol)
    K3=np.zeros([nF],dtype=sp.Symbol)
    K4=np.zeros([nF],dtype=sp.Symbol)
    rs=np.zeros([m,nV],dtype=float)
    T=list(np.copy(U))

    for p in range(m):
        for i in range(nF):
            K1[i]=F[i]
            K2[i]=F[i]
            K3[i]=F[i]
            K4[i]=F[i]
        for i in range(nF):
            for j in range(nV):
                K1[i]=K1[i].subs(V[j],float(T[j]))
            K1[i]=h*K1[i]
        for i in range(nF):
            K2[i]=K2[i].subs(V[0],float(T[0])+h/2)
            for j in range(1,nV):
                K2[i]=K2[i].subs(V[j],float(T[j])+K1[j-1]/2)
            K2[i]=h*K2[i]
        for i in range(nF):
            K3[i]=K3[i].subs(V[0],float(T[0])+h/2)
            for j in range(1,nV):
                K3[i]=K3[i].subs(V[j],float(T[j])+K2[j-1]/2)
            K3[i]=h*K3[i]
        for i in range(nF):
            K4[i]=K4[i].subs(V[0],float(T[0])+h)
            for j in range(1,nV):
                K4[i]=K4[i].subs(V[j],float(T[j])+K3[j-1])
            K4[i]=h*K4[i]
        T[0]=T[0]+h
        rs[p,0]=T[0]
        for i in range(nF):
            T[i+1]=T[i+1]+1/6*(K1[i]+2*K2[i]+2*K3[i]+K4[i])
            rs[p,i+1]=T[i+1]
    return rs
```



## Aplicación de los métodos numéricos de la librería METODOS

Para aplicar los métodos se debe cargar la librería con los métodos numéricos

### Método de Gauss

Resolver el sistema

$$\begin{bmatrix} 8 & 4 & 3 \\ 2 & 4 & 1 \\ 5 & 7 & 4 \end{bmatrix} X = \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \\ 4 \end{bmatrix}$$

```
>>> from metodos import*
>>> a=[[8,4,3],[2,4,1],[5,7,4]]
>>> b=[2,3,4]
>>> x=gauss(a,b)
>>> x
[0.02380952380952378, 0.8809523809523809, -0.5714285714285714]
```

### Método de Simpson

Calcular numéricamente el valor de la integral definida debajo del polinomio en el ejemplo anterior. Use la fórmula de Simpson con 8 franjas.

$$s = \int_0^2 \left( -\frac{1}{6}t^3 + \frac{5}{3}t^2 - \frac{25}{6}t + 7 \right) dt$$

```
>>> from metodos import*
>>> def f(t): return -t**3/6 + 5*t**2/3 - 25*t/6 + 7
>>> s=simpson(f,0,2,8)
>>> s
9.444444444444444
```

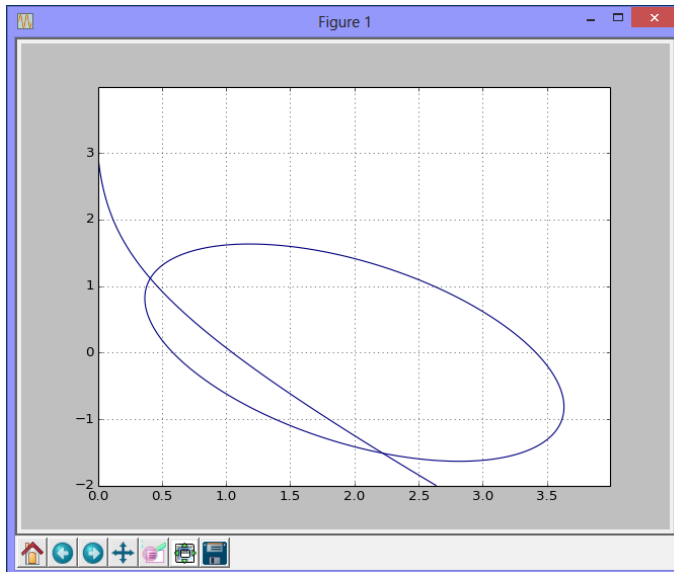
### Método de Newton

Graficar y encontrar una raíz real del sistema no lineal

$$\begin{aligned} f(x,y) &= xe^{x+y} + y - 3 = 0 \\ g(x,y) &= (x-2)^2 + (y-1)^2 + xy - 3 = 0 \end{aligned}$$

```
>>> from metodos import*
>>> import pylab as pl
>>> xr=pl.arange(0,4,0.01)
>>> yr=pl.arange(-2,4,0.01)
>>> [x, y]=pl.meshgrid(xr,yr)
>>> f=x*pl.exp(x+y)+y-3
>>> g=(x-2)**2+(y-1)**2+x*y-3
```

```
>>> pl.contour(x, y, f,[0])
>>> pl.contour(x, y, g,[0])
>>> pl.grid(True)
>>> pl.show()
```



```
>>> import sympy as sp
>>> [x,y]=sp.symbols('x,y')
>>> f=x*sp.exp(x+y)+y-3
>>> g=(x-2)**2+(y-1)**2+x*y-3
>>> F=[f,g]
>>> V=[x,y]
>>> U=[0.5,1]
>>> U=snewton(F,V,U);print(U)
[0.405451836483295 1.12180734593318]
>>> U=snewton(F,V,U);print(U)
[0.409618877363502 1.11619120947847]
>>> U=snewton(F,V,U);print(U)
[0.409627787030011 1.11618013799184]
>>> U=snewton(F,V,U);print(U)
[0.409627787064807 1.11618013794281]
>>> U=snewton(F,V,U);print(U)
[0.409627787064807 1.11618013794281]
```

Para verificar que son raíces reales de las ecuaciones deben evaluarse **f**, **g**

```
>>> f.subs(x,U[0]).subs(y,U[1])
0
>>> g.subs(x,U[0]).subs(y,U[1])
3.62557206479153e-16
```

## Método de Lagrange

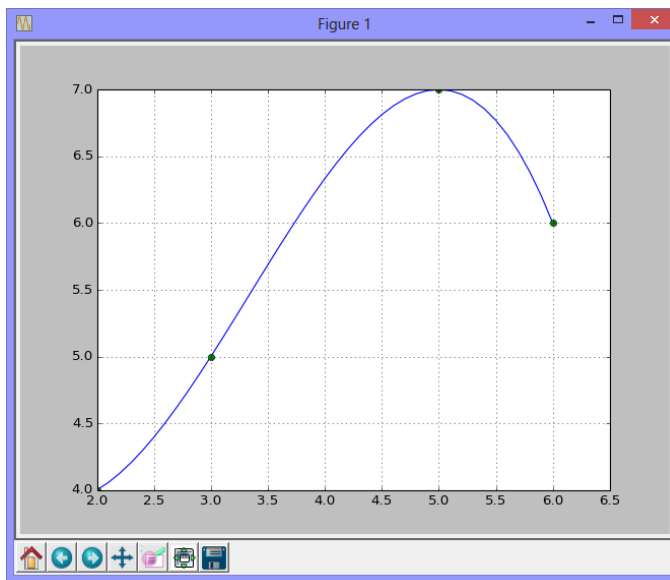
Colocar un polinomio de interpolación sobre los puntos

$(x, f(x))$ : (2, 4), (3, 5), (5, 7), (6, 6)

```
>>> import pylab as pl*
>>> from metodos import*
>>> x=[2,3,5,6]
>>> y=[4,5,7,6]
>>> r=lagrange(x,y,4)
>>> print(r)
6.333333333333333
>>> p=lagrange(x,y)
>>> print(p)
-t**3/6 + 5*t**2/3 - 25*t/6 + 7
>>> pl.plot(x,y,'o')
>>> t=pl.arange(2,6.1,0.1)
>>> r=lagrange(x,y,list(t))
>>> pl.plot(t,r)
>>> pl.grid(True)
>>> pl.show()
```

Evaluación del polinomio con  $x=4$

Polinomio de interpolación



### Método de Runge-Kutta

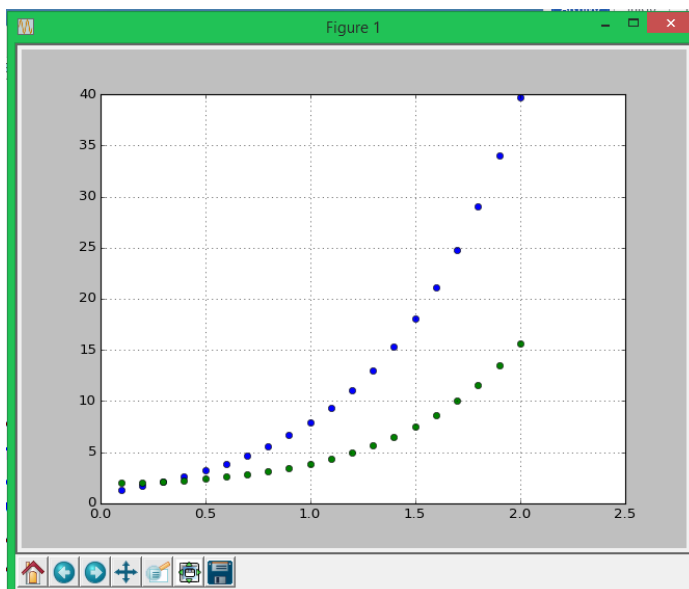
Obtener y graficar **20** puntos de la solución del siguiente sistema de ecuaciones diferenciales. Use **h = 0.1**

$$\begin{aligned} y' - e^x - y - z + 1 &= 0, & y(0) &= 1 \\ z' - y - \cos(x) + z &= 0, & z(0) &= 2 \end{aligned}$$

Solución

$$\begin{aligned} y' &= f(x, y, z) = e^x + y + z - 1, & x_0 &= 0, y_0 = 1 \\ z' &= g(x, y, z) = y + \cos(x) - z, & x_0 &= 0, z_0 = 2 \end{aligned}$$

```
>>> import sympy as sp
>>> import numpy as np
>>> import pylab as pl
>>> from metodos import*
>>> x,y,z=sp.symbols('x,y,z')
>>> f=sp.exp(x)+y+z-1
>>> g=y+sp.cos(x)-z
>>> rs=rk4n([f,g],[x,y,z],[0,1,2],0.1,20)
>>> np.set_printoptions(precision=6)
>>> print(rs)
[[ 0.1      1.321371  2.015033]
 [ 0.2      1.691314  2.060539]
 [ 0.3      2.119421  2.137756]
 [ 0.4      2.616595  2.248794]
 [ 0.5      3.195301  2.396707]
 [ 0.6      3.869843  2.585564]
 [ 0.7      4.656686  2.820557]
 [ 0.8      5.574832  3.108124]
 .....
>>> pl.plot(rs[:,0],rs[:,1:3],'o')
>>> pl.grid(True)
>>> pl.show()
```



### 14.1 Problemas de aplicación de los métodos numéricos

1. Se necesita construir un recipiente rectangular, sin tapa, de un litro de capacidad. Para construirlo se debe usar una lámina rectangular de **32** cm de largo y **24** cm de ancho. El procedimiento será recortar un cuadrado idéntico en cada una de las cuatro esquinas y doblar los bordes de la lámina para formar el recipiente. Determine la medida del lado del cuadrado que se debe recortar en cada esquina para que el recipiente tenga la capacidad requerida. Formule el modelo matemático y resuélvalo con el método de la Bisección.

2. Un comerciante compra tres productos: A, B, C. Estos productos se venden por peso en Kg. pero en las facturas únicamente consta el total que debe pagar. El valor incluye el impuesto a las ventas y supondremos, por simplicidad que es 10%. El comerciante desea conocer el precio unitario de cada artículo, para lo cual dispone de tres facturas con los siguientes datos:

Factura	Kg. de A	Kg. de B	Kg. de C	Valor pagado
1	4	2	5	\$19.80
2	2	5	8	\$30.03
3	2	4	3	\$17.82

Formule el modelo matemático para encontrar la solución y obténgala mediante el método de Gauss-Jordan

3. Los siguientes datos pertenecen a la curva de Lorentz, la cual relaciona el porcentaje de ingreso económico global de la población en función del porcentaje de la población:

% de población	% de ingreso global
<b>25</b>	<b>10</b>
<b>50</b>	<b>25</b>
<b>75</b>	<b>70</b>
<b>100</b>	<b>100</b>

Ejemplo. El 25% de la población tiene el 10% del ingreso económico global.

Use el método de Lagrange para obtener y graficar el polinomio de interpolación que es el modelo para representar los datos.

4. En el techado de las casas se utilizan planchas corrugadas con perfil ondulado. Cada onda tiene la forma  $f(x) = \sin(x)$ , con un periodo de  $2\pi$  pulgadas

El perfil de la plancha tiene **8** ondas y la longitud **L** de cada onda se la puede calcular con la siguiente integral:  $L = \int_0^{2\pi} \sqrt{1 + (f'(x))^2} dx$

Use el método de Simpson con  $m = 4, 6, 8, 10$  para calcular **L**. Estime el error en el último resultado y con él, encuentre la longitud del perfil de la plancha.

5. Obtenga y grafique 10 puntos de la solución de la siguiente ecuación diferencial no lineal utilizando el método de Runge-Kutta.

$$y' - 2x + 2y^2 + 3 = 0, \quad y(0) = 1, \quad 0 \leq x \leq 1$$

## 15 Bibliografía

- [1] Van Rossum, G., *Python 3.4.1 Documentation*, Shell de Python, 2014
- [2] Dowley A., *Aprenda a pensar como un programador con Python*, 2002
- [3] Bahit, E., *Python para principiantes*, 2012
- [4] Gonzáles, R., *Python para todos*, 2012
- [5] Marzal, A., *Introducción a la programación con Python*, 2003
- [6] Rougier, N., *Matplotlib tutorial*, 2013
- [7] Johansson, J., *Sympy – Cálculo simbólico en Python*, 2014
- [8] Wentworth, P., *How to think like a computer scientist*, 2011
- [9] Rodríguez, L., *Matlab Programación*, 2013
- [10] Rodríguez, L., *Análisis Numérico Básico*, 2012

Todas las referencias y otras consultadas pero que no se han listado, fueron tomadas de la red internet en donde están disponibles bajo licencias que permiten libre acceso para uso no comercial de las mismas. Estas licencias están rotuladas como:

*Creative Commons Atribución No Comercial*  
*GNU Free Documentation License*

Muchos de los ejemplos y ejercicios propuestos en este documento fueron tomados y adaptados del libro digital *Matlab Programación* del mismo autor de esta obra.