



PRÁCTICA #1

TEMA: FAMILIARIZACIÓN CON ROBOTS

1. Objetivos

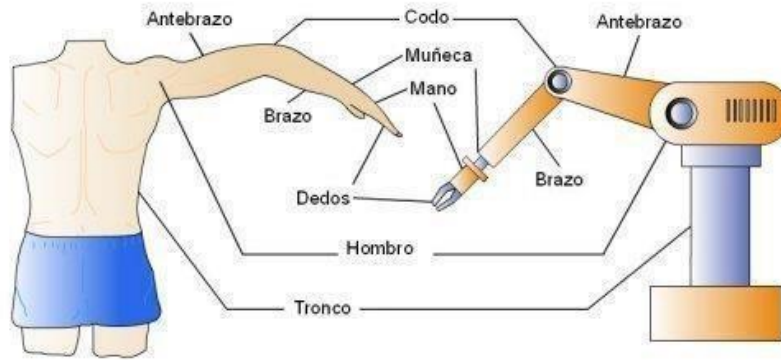
- Identificar los componentes que conforman los robots industriales
- Conocer las características mecánicas y eléctricas de los robots
- Identificar los modos de operación basados en las coordenadas base, tool y joint del robot industrial.
- Conocer las características, funcionamiento de los botones y el área de trabajo de la pantalla táctil del Teach Pendant.
- Conocer las características, funcionamiento de los botones y el área de trabajo de la pantalla táctil del panel de interface.

2. Marco teórico

Definición

Un robot industrial es un manipulador multifuncional reprogramable, capaz de mover materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales, según trayectorias variables, programadas para realizar diversas tareas.

A los manipuladores robóticos se los suele denominar también brazos robóticos por la analogía que se puede establecer, en muchos casos, con las extremidades superiores del cuerpo humano.



Componentes

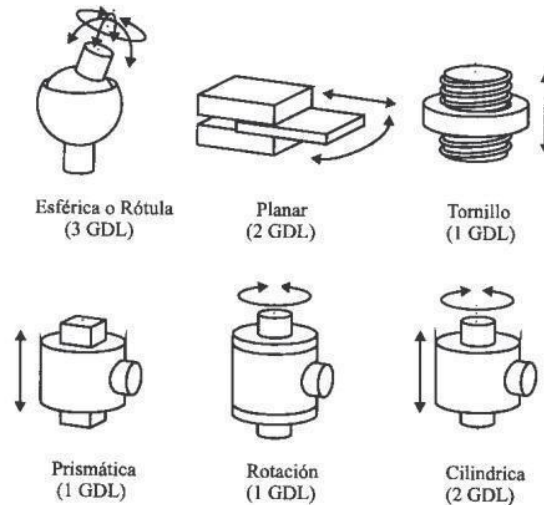
Un robot industrial está conformado por los siguientes elementos:

- Estructura mecánica
- Sistema de sensores y actuadores
- Controlador
- Interfaces de entrada y salida

Estructura Mecánica.

Un manipulador robótico está formado por una serie de elementos o eslabones unidos mediante articulaciones que permiten un movimiento relativo entre cada dos eslabones consecutivos. Los tipos de articulaciones más comunes en los manipuladores son las prismáticas y rotacionales, las cuales permiten realizar movimientos lineales y angulares.

Cada uno de los movimientos independientes que pueda realizar cada articulación con respecto a la anterior, se denomina grado de libertad (GDL). El número de grados de libertad de un robot viene dado por la suma de los grados de libertad de las articulaciones que lo componen.



El actuador final o gripper es un dispositivo que se une a la articulación final con la finalidad de activarlo para la realización de una tarea específica. El punto central de herramienta o TCP es el punto alrededor del cual la todas las posiciones del robot son definidas

Sistema de sensores y actuadores.

Para que un robot ejecute una tarea con la precisión, velocidad e inteligencia adecuadas es importante que tenga conocimiento tanto de su propio estado como del estado de su entorno.

Toda la información relacionada con su estado (posición de sus articulaciones) la adquiere con los sensores internos y la información que se refiere al estado de su entorno, se consigue con los sensores externos.

Sensores internos

Por lo general en un robot industrial se tiene tres tipos de sensores:

- Posición.
- Velocidad.
- Precisión.



Tipos de sensores internos de robots		
Posición	Analógicos	Potenciómetros <i>Resolver</i> Sincro <i>Inductosyn</i> LVDT
	Digitales	<i>Encoders</i> absolutos <i>Encoders</i> incrementales Regla óptica
Velocidad		Taco-generatriz
Presencia		Inductivo Capacitivo Efecto Hhall Célula Reed Óptico Ultrasonidos Contacto

Sensores Externos.

La interacción de un robot con un entorno externo lo realiza mediante sensores externos por medio de los puertos de E/S ubicados en su controlador.

3. Descripción

Robot Kawasaki RS03N

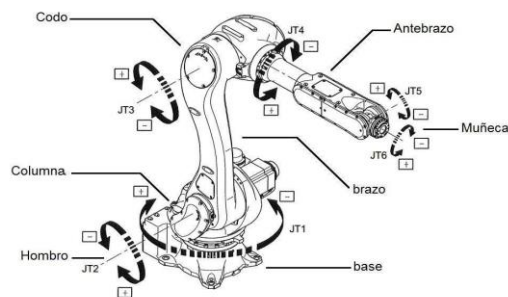
✓ Características

El compacto robot de la serie R de Kawasaki es del tipo antropomórfico con seis grados de libertad. Es un robot de propósito general, aunque es común su uso en aplicaciones como ensamblaje, des ensamblaje, inspección, manejo de material, etc.



Carga	3 kg
Alcance horizontal	620 mm
Alcance vertical	967 mm
Repetitividad	±0.02mm
Velocidad máxima	6000 mm/s
Peso	20 kg
Grado protección	IP54

El robot posee seis articulaciones de tipo rotacional clasificadas de la 1 hasta la 6, permitiendo así el posicionamiento y la orientación en cualquier punto de su área de trabajo.



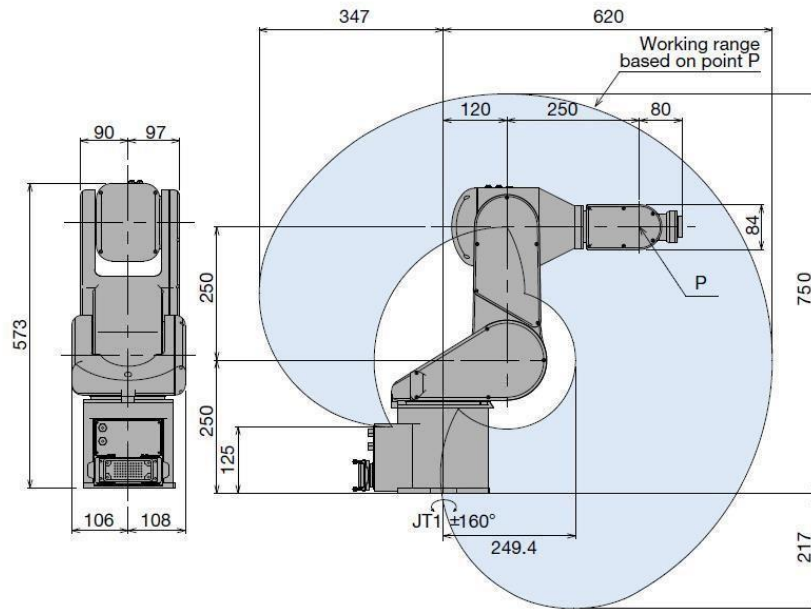
Cada articulación es el resultado del acoplamiento mecánico entre un servo motor AC con la estructura metálica del robot. Por consiguiente, poseen características físicas que es necesario conocer, tales como rango de movimiento, velocidad, torque, inercia, etc.



Rango de movimiento	JT1	$\pm 160^\circ$
	JT2	$+150^\circ$ y -60°
	JT3	$+120^\circ$ y -150°
	JT4	$\pm 360^\circ$
	JT5	$\pm 135^\circ$
	JT6	$\pm 360^\circ$
Velocidad máxima	JT1	$360^\circ/\text{s}$
	JT2	$250^\circ/\text{s}$
	JT3	$2250^\circ/\text{s}$
	JT4	$540^\circ/\text{s}$
	JT5	$225^\circ/\text{s}$
	JT6	$540^\circ/\text{s}$
Torque máximo	JT4	5.8 N·m
	JT5	5.8 N·m
	JT6	2.9 N·m
Momento de inercia	JT4	0.12 Kg·m ²
	JT5	0.12 Kg·m ²
	JT6	0.03 Kg·m ²

Tabla. Especificaciones de articulaciones del robot Kawasaki RS03N.

El área gris representa la zona de trabajo, en la cual el punto definido como P puede moverse libremente. Todas las distancias representan las dimensiones del robot y están medidas en milímetros.



✓ Localización Espacial de un cuerpo rígido.

Existen métodos para la representación de la posición y orientación espacial del robot.

Representación de la posición.

Para definir la posición de un punto en el espacio se utilizan las coordenadas cartesianas que son las más utilizadas, existen otros métodos como las coordenadas polares (dos dimensiones) y las coordenadas cilíndricas y esféricas (tres dimensiones).

Representación de la orientación.

Para hablar de la ubicación de un sólido en el espacio se define tanto la posición como la orientación respecto a un sistema de referencia.

Para la descripción de la orientación de un objeto se utilizan diversos métodos.

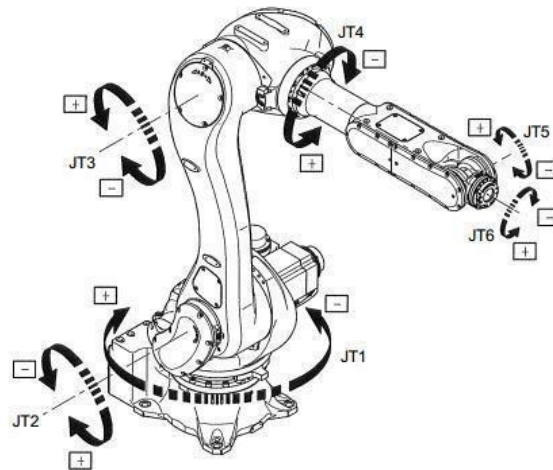
Modos de operación del Robot Kawasaki.

Se describe los diferentes métodos de operación basados en tres tipos de coordenadas.



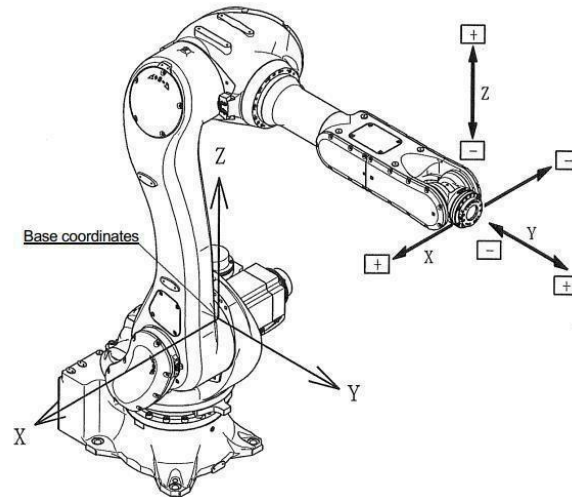
Coordenadas Joint.

Cuando el robot trabaja en este tipo de coordenadas sus articulaciones se pueden mover de forma individual.



Coordenadas Base.

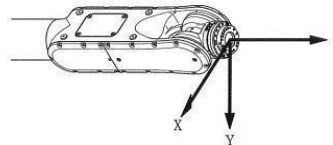
Cuando el robot trabaja en este tipo de coordenadas sus articulaciones pueden moverse en base al sistema de coordenadas base.



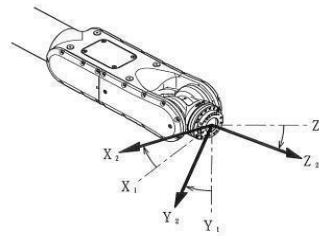
Coordenadas Tool.

Estas coordenadas están definidas por el terminal ubicado en el joint 6 (JT6), las coordenadas Tool cambian cuando la posición del robot también cambia.

When forearm is horizontal.



When forearm faces downward.





✓ **Controlador E70.**

Características.

- Arquitectura abierta de bus de 32 bits VME con función multitarea.
- Número de ejes: 6 ejes servo digitales.
- Teach Pendant con monitor de colores (6,5 pulgadas LCD) con panel táctil, parada de emergencia, interruptor de seguridad “dead man”, interruptor de bloqueo “teach-lock”, 58 teclas de mando.
- Conexión Ethernet estándar, conexión InterBus-S y Profibus-DP opcional.
- Memoria RAM soportada por batería para programas y datos.
- Alojamiento PCMCIA para tarjetas SRAM y tarjetas Flash ATA.
- Lenguaje de programación AS altamente desarrollado.
- Lenguaje de programación de bloques funcionales.
- Programación offline y online.
- Interfases: USB, RS232, Ethernet Conector D-Sub 25-pines para la comunicación con hardware externo.
- Entrada D-Sub-9-pines para la conexión de componentes de seguridad industrial.
- Conexión: 230 V; 50/60 Hz; 1,5 KVA, monofásica.

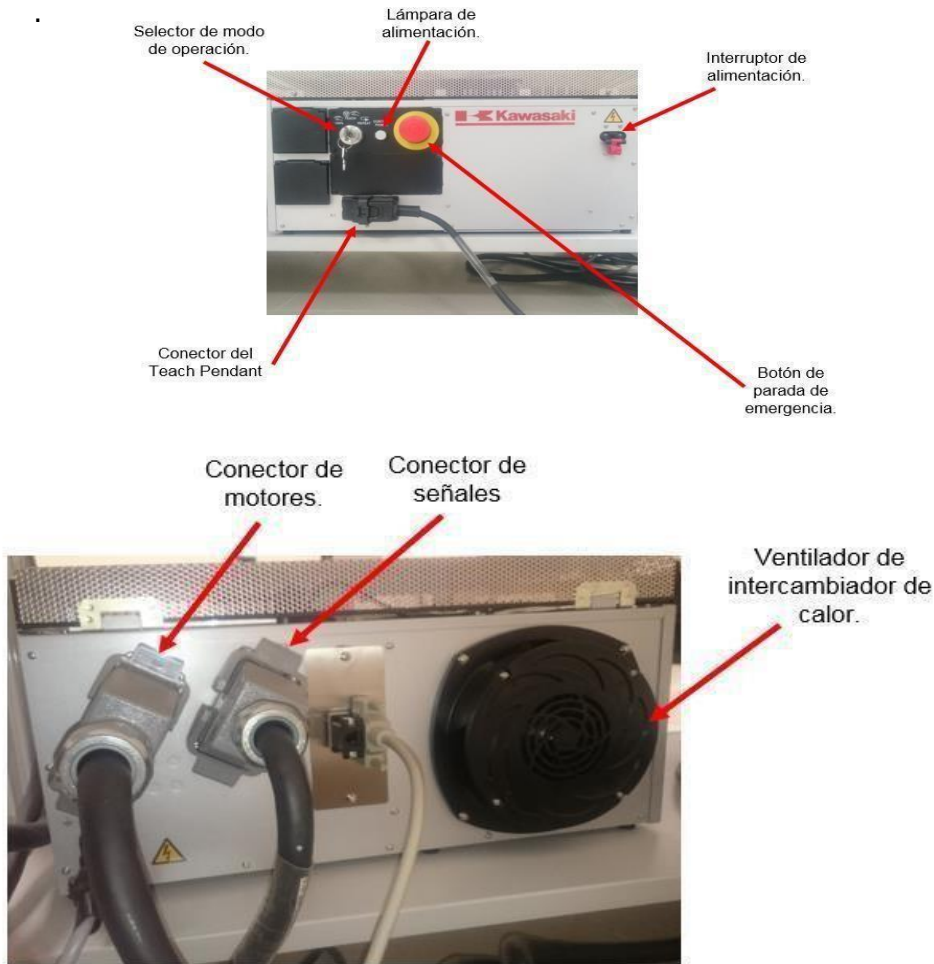
Configuración frontal y posterior.

El controlador del robot Kawasaki está equipado en su parte frontal por:

- Interruptor de alimentación.
- Botón de parada de emergencia.
- Selector de modo de operación (Teach/Repeat/100%)
- Lámpara de alimentación.
- Conector Teach Pendant

En la parte posterior del controlador consta de:

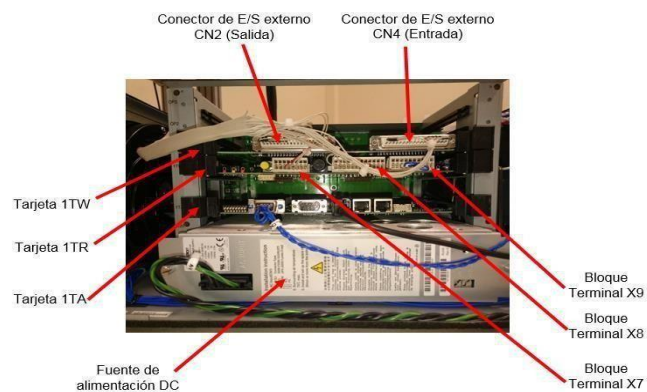
- Conector de señales.
- Conector de los motores.
- Entrada de energía externa



Configuración Interna.

Se compone de diversas tarjetas, entre las más importantes tenemos:

- Tarjeta 1TW: Conectores de E/S externos (CN2 y CN4)
- Tarjeta 1TR: Bloques de Terminales (X9, X8 y X7).
- Tarjeta 1TA: Puertos RS-232C, USB y Ethernet.

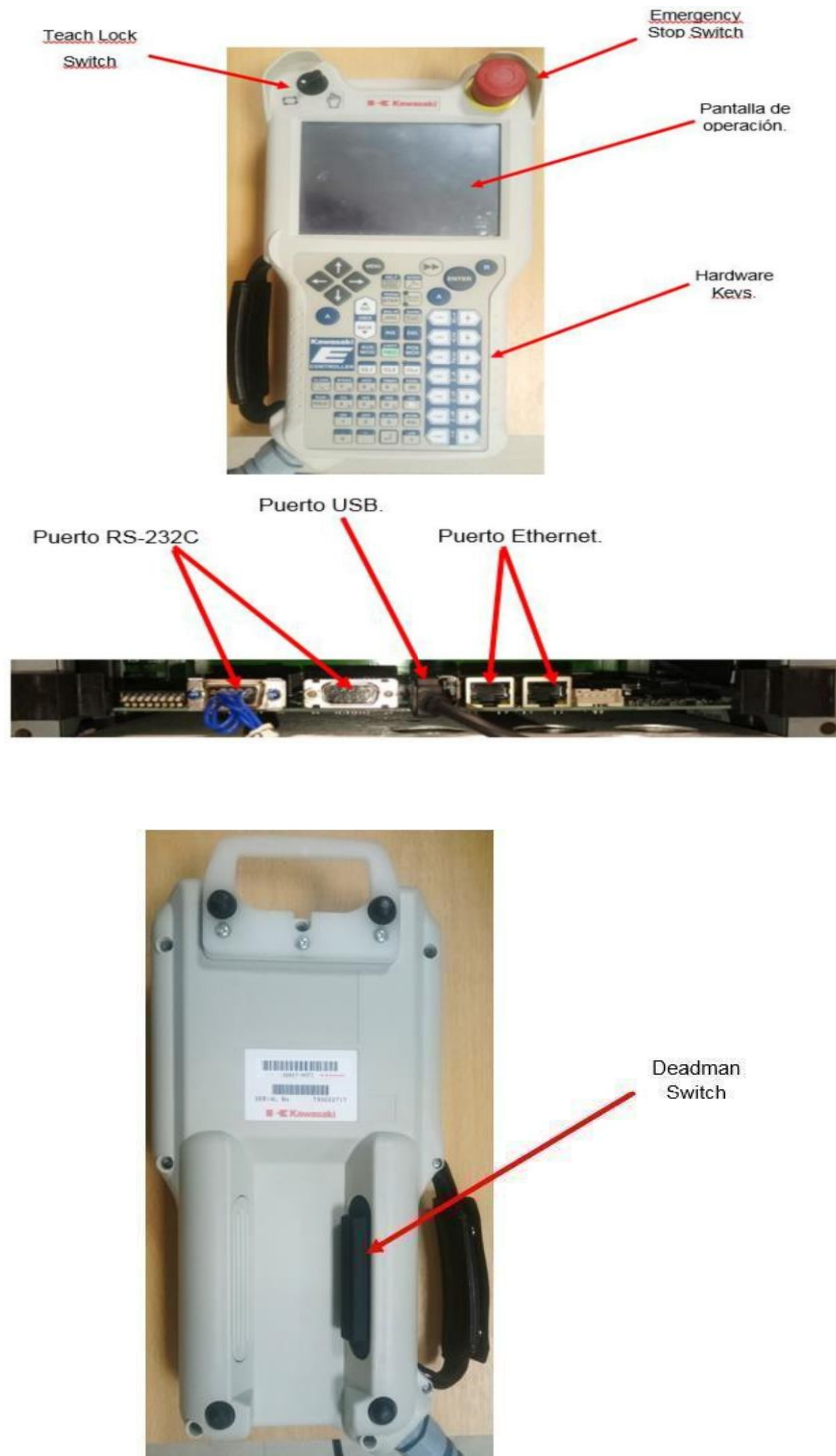




✓ **Unidad manual de servicio Teach Pendant (TP).**

El teach pendant es un tipo de interfaz HMI diseñada para la programación y verificación de los programas a ejecutar por parte del robot industrial.

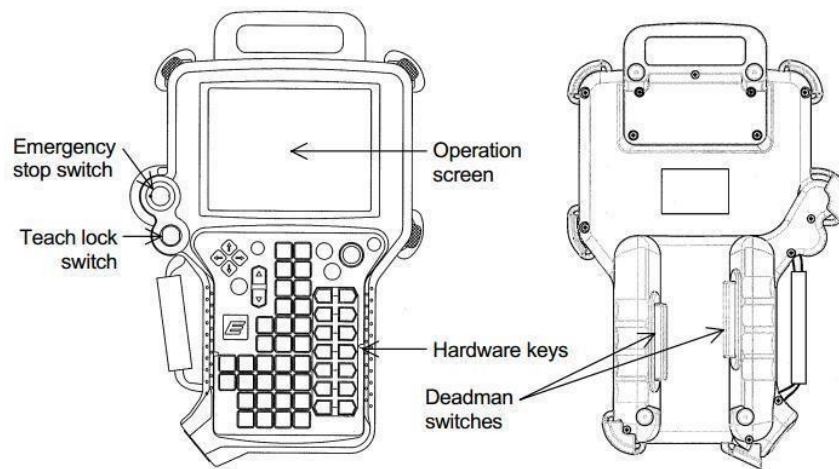
El TP está conformado por diversos interruptores y un conjunto de teclas que son necesarios para la operación manual del robot, además la pantalla de operación nos permite editar y visualizar todo tipo de datos.



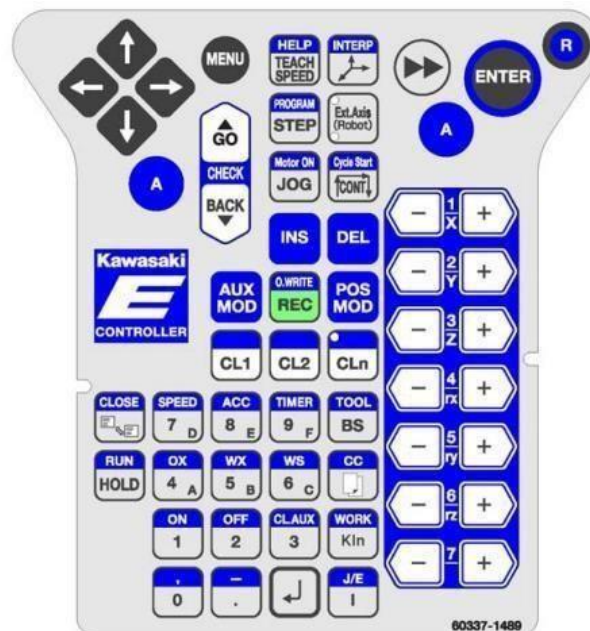


Partes del Teach Pendant.

El TP contiene una diversa gama de botones donde el usuario puede configurar al robot industrial para que ejecute una acción ya sea de manera manual o repetitiva.



Configuración del teclado del TP.

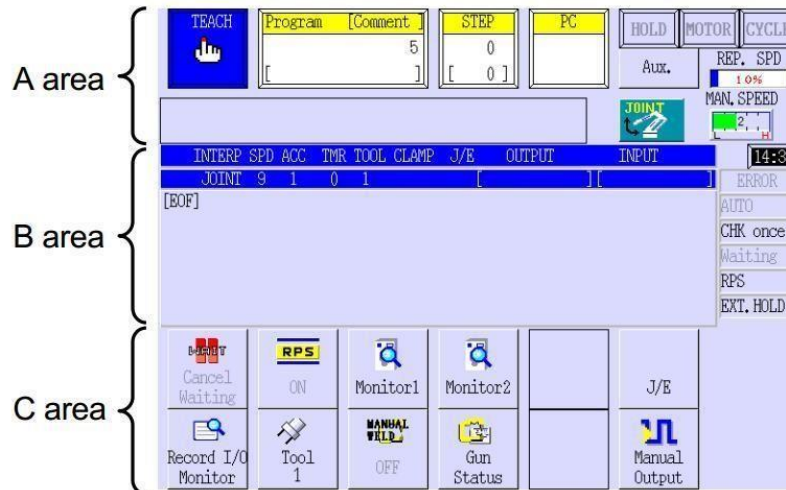


Nota: Revisar el Manual de operación, capítulo 2, sección 3 y 4 (página 21-27)



Interfaz de trabajo del Teach Pendant.

La pantalla del TP se divide en tres áreas (A, B, C).



Las áreas B y C tienen estados activados y desactivados, las funciones que están activadas sobre las áreas son operables.

Nota: Revisar el Manual de operación, capítulo 2, sección 5, 6, 7 (página 27-36)

✓ Programación

El controlador E70 del robot Kawasaki RS03N tiene la opción de crear programas por varios métodos que se mencionan a continuación:

a) Robot de empleo:

- Robot modo On-Line.
- Robot Virtual o Robot modo Off-Line.
- Combinación de ambos modos.

b) Dispositivos de empleo:

- Teach Pendant (TP).
- Computadora de escritorio (PC).
- Combinación de ambos instrumentos.

c) Instrucciones de empleo:

- Instrucciones compuestas.
- Instrucciones tipo Mono-funciones (AS instrucciones).



Instrucciones y parámetros de la programación en bloque.

Esta programación se basa en instrucciones compuestas, cada una de las cuales está dividida por parámetros tales como:

- Interpolación.
- Velocidad.
- Precisión.
- Temporizador.
- Señales E/S.

A continuación, se muestra la pantalla principal, donde podemos observar las diferentes áreas:

- Área del programa.
- Área de instrucciones.

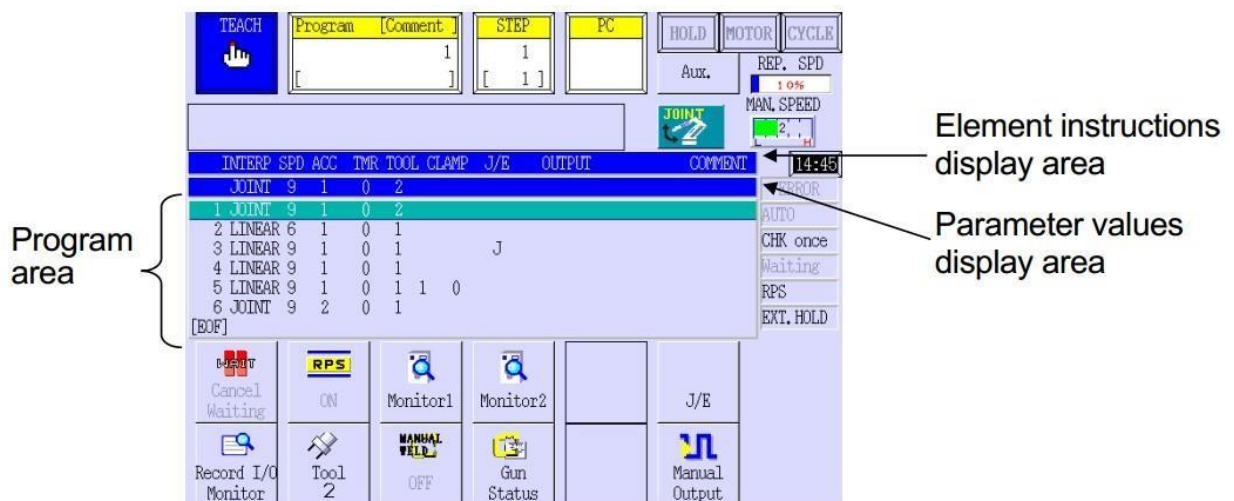


Tabla de valores de los parámetros.

Handling specification

Element intruc-tion	Interpolation	Speed	Accu-racy	Timer	Tool	Clamp	WK (Work)*	J/E (jump /End)	Output	Input
Parameter	JOINT/LINEAR/LIN2/ CIR1/CIR2/FLinear/ FCIR1/FCIR2/XLIN	0-9	0-4	0-9	1-9	No disp., 1-2	No disp., C	J, E	1-64 or 1-96	1-64 or 1-96
Keys	$\boxed{A} + \boxed{INTERP}$	$\boxed{A} + \boxed{SPD}$	$\boxed{A} + \boxed{ACC}$	$\boxed{A} + \boxed{TMR}$	$\boxed{A} + \boxed{TOOL}$ or $\boxed{<Tool>}$	$\boxed{CL\ 1/}$ $\boxed{CL\ 2}$	$\boxed{A} + \boxed{<Work>}$	$\boxed{A} + \boxed{J/E}$ or $\boxed{<J/E>}$	$\boxed{A} + \boxed{OX}$	$\boxed{A} + \boxed{WX}$

Programas en AS

Para poner en funcionamiento al robot en el lenguaje AS es necesario dos requerimientos:

1. Condiciones de trabajo
2. Trayectoria o posición

Las condiciones de trabajo la conforman cada línea de código al ser ejecutada, la cual puede contener en su estructura: operadores y funciones, mientras que las



trayectorias o posiciones a las que el terminal se tenga que dirigir son almacenadas en variables

Operadores

Son utilizados para evaluar expresiones matemáticas, lógicas, caracteres o binarias. Todos los operadores combinan dos valores para obtener un resultado.

Arithmetic Operators	+	Addition
	-	Subtraction or negation
	*	Multiplication
	/	Division
	^	Power
	MOD	Remainder
Relational Operators	<	Less than
	<=, <=	Less than or equal to
	=	Equal
	<>	Not equal to
	>=, >=	Greater than or equal to
	>	Greater than
Logical Operators	AND	Logical AND
	NOT	Logical complement
	OR	Logical OR
	XOR	Exclusive logical OR
Binary Operators	BAND	Binary AND
	BOR	Binary OR
	BXOR	Binary XOR
	COM	Complement

Tabla con varios operadores validos en el lenguaje AS

Nota: Para más información acerca de los operadores revisar el manual de lenguaje AS, capítulo 8 (página 340-347)



Niryo

✓ Características

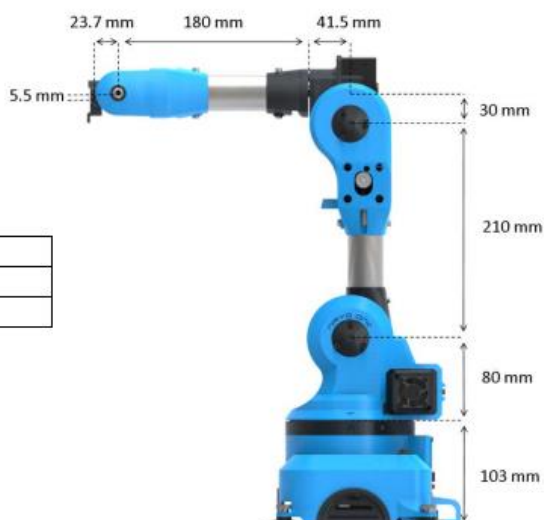
Se lo puede dividir en 7 partes:

1 - Base	Orange
2 - Shoulder	Yellow
3 - Arm	Green
4 - Elbow	Turquoise
5 - Forearm	Blue
6 - Wrist	Purple
7 - Hand	Red



Dimensiones

Degrees of Freedom	6
Weight	3,3 kg
Reach	440 mm





Espacio de trabajo

1.3 Max rotation

Max angle for each rotation:

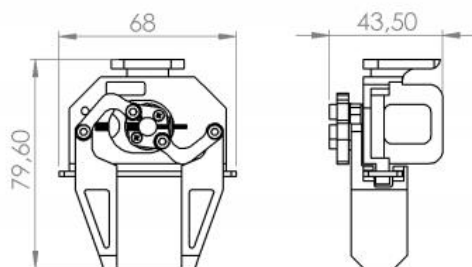
	Min	Max
J1	-175°	175°
J2	-90°	36.7°
J3	-80°	90°
J4	-175°	175°
J5	-100°	110°
J6	-147.5°	147.5°



Herramientas

2.2.1 Gripper 1

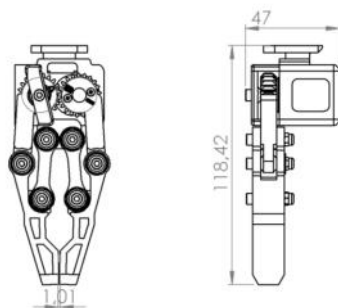
Weight	70 g
Length (gripper closed)	80 mm
Max opening width	27 mm
Picking distance from end effector base	60 mm



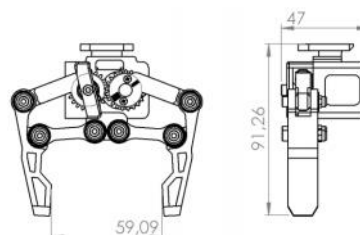


2.2.2 Gripper 2

Weight	86 g
Length (gripper closed)	120 mm
Max opening width	60 mm
Picking distance from end effector base	80 mm



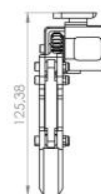
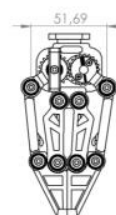
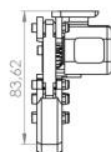
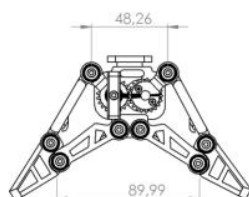
G2 Close



G2 Open

2.2.3 Gripper 3

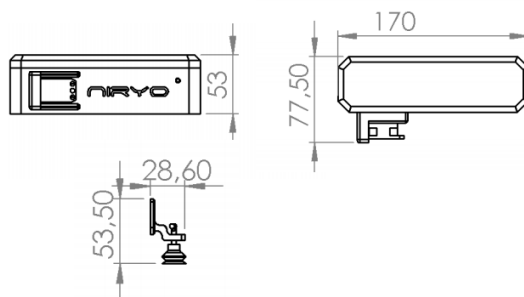
Weight	105 g
Length (gripper closed)	125 mm
Max opening width	90 mm
Picking distance from end effector base	85 mm





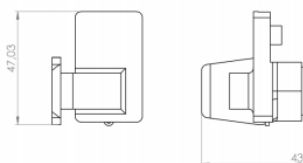
2.2.4 Vacuum Pump

Weight (on the end effector tool)	5 g
Length (box)	125 mm
Suction cup diameter	20 mm
Picking distance from end effector base	20 mm
Max weight lifted	350 g



2.2.5 Electro Magnet

Weight (on the end effector tool)	43 g
Operating current/voltage	200 mA/5V
Picking distance from end effector base	25 mm
Max weight lifted	500 g



Puertos E/S

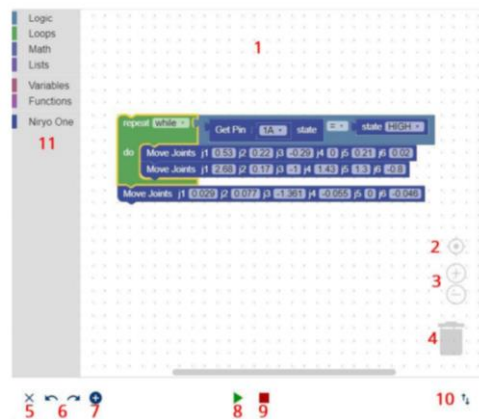




No.	Descripción
1	Top button.
2	Ethernet port of the Raspberry Pi 3B.
3	USB port * 4
4	LED
5	CAN bus connection for Niryo Steppers * 2. Not used yet.
6	Dynamixel XL-320 connector. Used for the vacuum pump.
7	Dynamixel XL-430 connector. Not used yet.
8	12 V switch output * 2. Actionable through software.
9	GPIO panel * 2. Total 6 digital pins, actionable through software. You can use GPIO1 and GPIO2 pins as 5V digital pins (mode: input or output, state: high or low)
10	Power switch.
11	Power adapter connector

✓ Programación

Programación en bloques Niryo



Programación en Python Niryo

```
#!/usr/bin/env python

from niryo_one_python_api.niryo_one_api import *

n = NiryoOne()

n.move_joints([0.53, 0.22, -0.29, 0, 0.21, 0.02])
n.move_joints([2.68, 0.17, -1, 1.43, 1.3, -0.8200000000000001])
n.move_joints([0.23, 0.45, 0.16, -1.54, 1.69, 1.84])
n.move_joints([0.14, -0.88, -0.8300000000000001, -0.18, 1.6400000000000001, 0.16])
n.move_joints([0.2, 0.3500000000000003, -0.62, 0.02, 1.68, -1.3])
n.move_joints([0.27, 0.4100000000000003, -0.59, 1.98, -0.83, 1.61])
n.move_joints([0, 0.27, -1.4000000000000001, 0, 0, 0])
```



DOBOT Magician

✓ Características

Espacio de trabajo

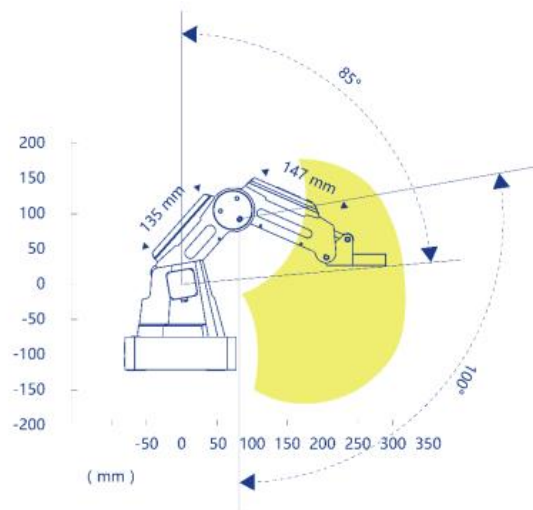


Figure 3.2 Workspace of Dobot Magician (1)

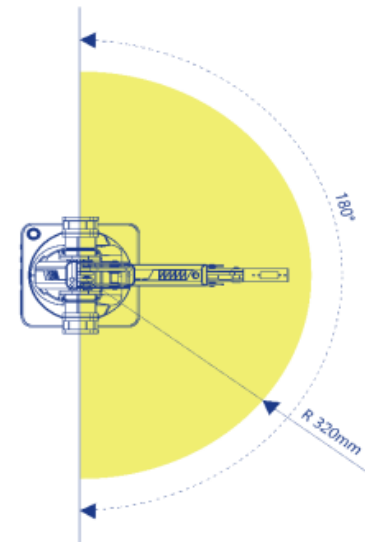


Figure 3.3 Workspace of Dobot Magician (2)

Sistemas de coordenadas

Tiene dos sistemas de coordenadas, coordenada Joint y coordenada cartesiana.

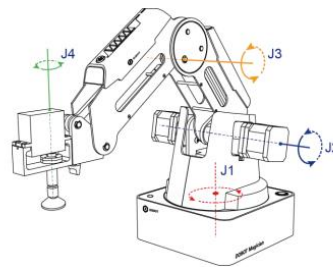


Figure 3.4 Joint coordinate system

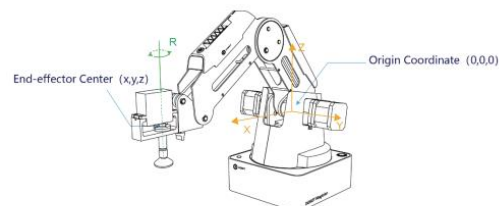


Figure 3.5 Cartesian coordinate system



Si no se encuentra instalado ninguna herramienta el robot cuenta con 3 ejes, J1, J2 y J3, y la dirección positiva para el movimiento es en sentido contrario de las manecillas del reloj.

Si se encuentra instalado alguna herramienta el robot cuenta con 4 ejes, J1, J2 J3 y J4, y la dirección positiva para el movimiento es en sentido contrario de las manecillas del reloj.

En el sistema cartesiano, sus coordenadas están determinadas por la base.

El eje X se encuentra en dirección saliendo de la base, el eje Y hacia la derecha, y siguiendo la regla de la mano derecha el eje Z se encuentra hacia arriba.

El eje R es la actitud del servo centro con respecto al origen del brazo robótico, de los cuales la dirección positiva es en sentido antihorario.

Especificaciones Técnicas y Dimensiones

Name	Dobot Magician	
Maximum payload	500g	
Maximum reach	320mm	
Motion range	Base	$-90^{\circ} \sim +90^{\circ}$
	Rear Arm	$0^{\circ} \sim 85^{\circ}$
	Forearm	$-10^{\circ} \sim +90^{\circ}$
	End-effector rotation	$-90^{\circ} \sim +90^{\circ}$

Maximum speed (with 250g payload)	Rotational speed of Rear arm, Forearm and base	320 °/s
	Rotational speed of servo	480 °/s
Repeated positioning accuracy	0.2mm	
Power supply	100V-240V AC, 50/60Hz	
Power in	12V/7A DC	
Communication	USB, WIFI, Bluetooth	
I/O	20 extensible I/O interfaces	
Software	DobotStudio	
Working temperature	$-10^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$	

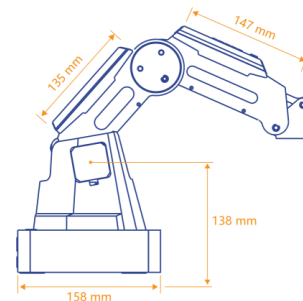


Figure 3.9 Size of Dobot Magician



Puertos E/S

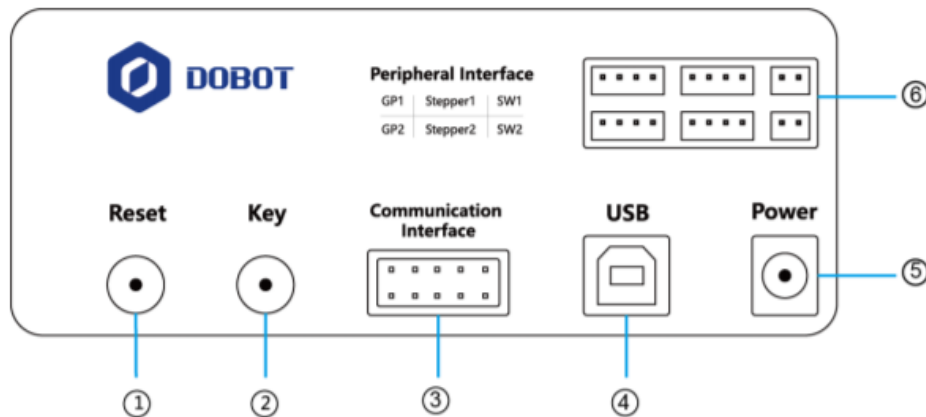


Figure 1.1 Interfaces in the base

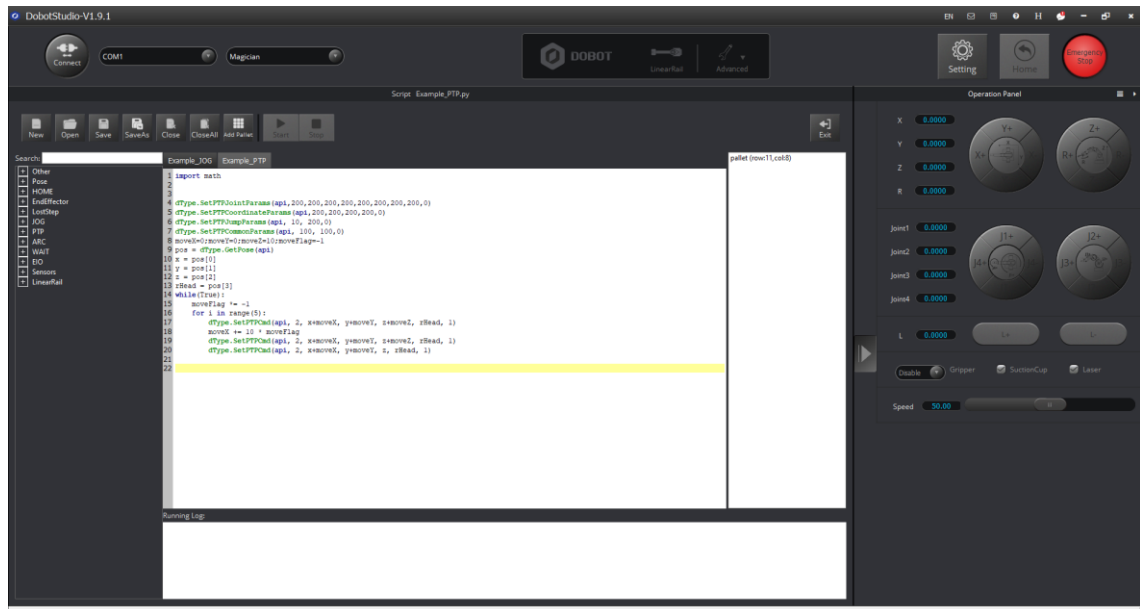
No.	Description
1	Reset key: Reset MCU program During resetting, the LED indicator on the base turns yellow. About 5 seconds later, if the LED indicator turns green, it indicates that the reset is successful
2	Functional key: • Short press: Start running offline program • Long press for 2 seconds: Starting homing procedure
3	I/O interface/UART interface: Connect with Bluetooth, WIFI and so on The Dobot protocol is adopted.
4	USB interface: Connect with PC
5	Power interface: Connect with power adaptor
6	Peripheral interface: Connect with air pump, extruder, sensor and other peripheral equipment. For details about peripheral interfaces, please see Table 1.2

Table 1.2 lists the peripheral interface description.



✓ Programación

Programación en Python Dobot



Programación en Bloque Dobot

