

EJEMPLO DE PROYECTO.

CONTROL DE TEMPERTURA Y VENTILACIÓN PARA UNA INCUBADORA.

El proyecto consiste en realizar un control de temperatura por medio de un foco incandescente, adicional de un control de ventilación mediante un motor DC que servirá como un ventilador pequeño. Todo esto, para poner en condiciones aptas la incubación de un huevo de gallina.

Entradas.

Las entradas del proyecto son:

- Un sensor de presencia, el cual estrá ubicado de tal manera que detectecuando se coloque un huevo para incubar. (Aquí se utiliza el circuito desaffo #2)
- Un sensor de temperatura LM35, el cual servirá para medir la temperatura del ambiente. Se recomienda usar un amplificador operacional en configuración de amplificador no inversor con ganancia 10 para amplificar la señal del sensor (puede buscar en internet la configuración de “amplificador no inversor”).
- Una LDR para sensar la luminosidad del día. (Se utiliza el circuito 1 de la práctica #4 con cierta modificación).

Salidas.

Las salidas del proyecto son:

- Un foco incandescente que servirá para calentar el huevo de gallina.
- Un ventilador DC (de computadora puede ser), la ventilación.
- LEDs de rojo y azul como indicadores.

Funcionamiento.

El funcionamiento del proyecto consiste en lo siguiente:

- La temperatura de incubación es de 35°C.
- El foco para incubar se enciende únicamente cuando haya presencia de un huevo de gallina, con temperaturas inferiores a 35°C.
- El ventilador únicamente se encenderá únicamente cuando haya presencia de un huevo de gallina en los días soleados y con temperaturas mayores a 35°C.
- Un led de color rojo se encenderá para indicar que el ambiente se encuentra con una luminosidad clara y a una temperatura mayor a 35°C, independientemente de si se coloca o no un huevo de gallina.
- Un led de color azul se encenderá para indicar que el ambiente se encuentra con una luminosidad baja y con temperaturas inferiores a 35°C, independientemente de si se coloca o no un huevo de gallina.

Desarrollo del proyecto.

Para entender el proyecto, es necesario tener claro cuáles son las entradas y salidas al sistema. Como se trata de un proyecto de lógica digital, hay que tener en cuenta que las entradas y salidas deben estar de forma digital: para las entradas, si cumple una condición es un 1 lógico, si no la cumple es un 0 lógico; en cambio, para las salidas, si se activa un elemento, es un 1 lógico, si se desactiva es un 0 lógico. Estos niveles lógicos son representados por voltajes, puesto que estamos tratando circuitos electrónicos; entonces, para un nivel lógico de 1, tendremos 5V (o lo más cercano), y para un nivel lógico de 0, tendremos 0V (o lo más cercano).

Se recomienda darle nombres sencillos a las entradas y salidas, que permitan entender de forma sencilla el funcionamiento del proyecto. Por lo general, se nombran a las entradas y salidas con las iniciales de la función que cumplen o variable física que miden.

En este presente proyecto, le asignaremos los siguientes nombres a las entradas y salidas del sistema digital:

Señales digitales de entrada:

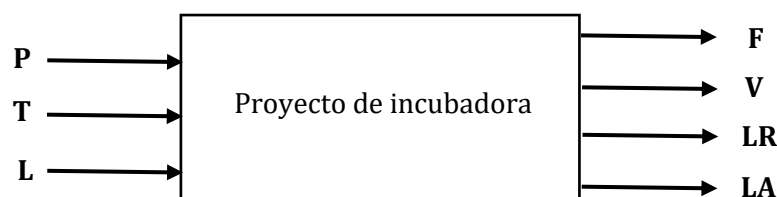
- **P.** De Presencia. Este es el nombre para la señal digital proveniente del sensor de presencia: 1 lógico cuando hay presencia y 0 lógico cuando no hay presencia. El esquema electrónico del circuito es como se muestra a continuación:
- **T.** De Temperatura. Este es el nombre de la señal que nos indica si la temperatura es mayor o menor a 35°C: 1 lógico cuando la temperatura es mayor a 35°C, 0 lógico cuando no cumple dicha condición. El esquema electrónico del circuito es como se muestra a continuación:
- **L.** De Luz. Ese es el nombre de la señal digital para indicarnos la condición de luminosidad: 1 lógico cuando el ambiente es claro, 0 lógico cuando el ambiente es oscuro.

Señales digitales de salida:

- **F.** De Foco. Este es el nombre de la señal digital que activará el foco incandescente: 1 lógico para encender el foco, 0 lógico para apagarlo.
- **V.** De Ventilador. Este es el nombre de la señal digital que activará el ventilador DC: 1 lógico para activarlo, 0 lógico para desactivarlo.
- **LR.** De Led Rojo. Este es el nombre de la señal que activará el led rojo, 1 lógico para activar el LED y 0 lógico para desactivarlo.
- **LA.** De Led Azul. Este es el nombre de la señal que activará el led azul, 1 lógico para activar el LED y 0 lógico para desactivarlo.

➤ **Diagrama de bloques para el controlador digital.**

En base a las señales de entradas y salidas digitales, se tiene el siguiente diagrama de bloque.

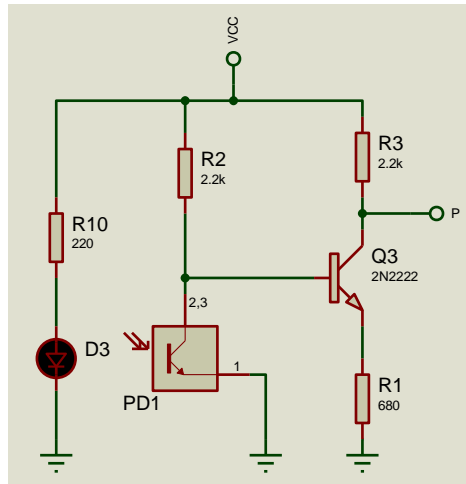


➤ **Esquemáticos de los circuitos electrónicos de las entradas y salidas.**

Volviendo a las entradas y salidas, a continuación, se muestran los esquemas eléctricos de cada uno:

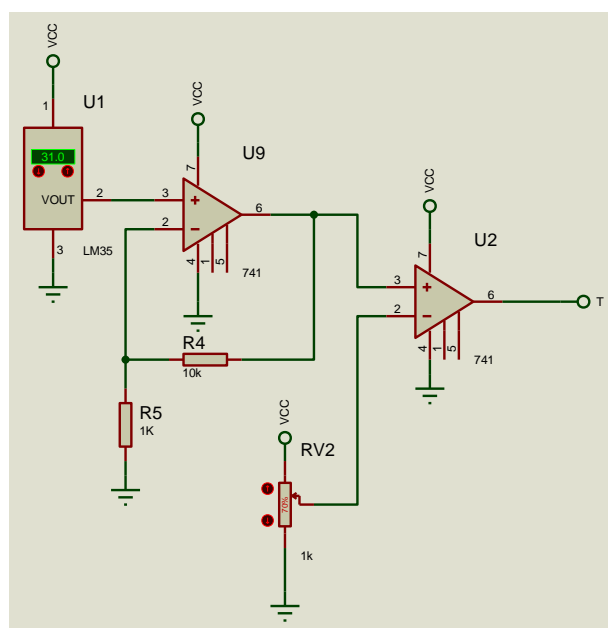
Entradas.

- Circuito censado de presencia:



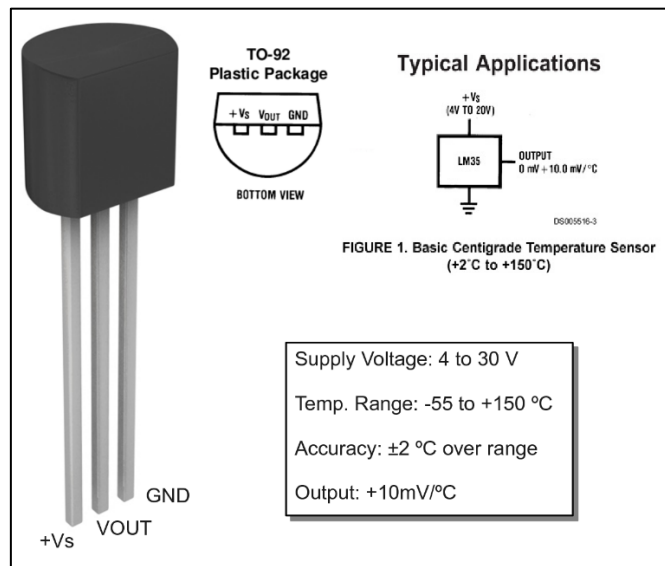
Podemos darnos cuenta de que se trata del circuito desafío #2, solo que el esquema está dibujado de otra forma, puesto que el en vez del resistor de 300Ω está puesto uno de 220Ω y en vez del LED se puso una resistencia de 680Ω , adicional a esto, se está considerando un voltaje de alimentación de 5V. Podemos ver que la señal P es el potencial del colector y sirve para indicar si hay presencia (habrá un potencial de 5V) o no hay presencia (habrá un potencial cercano a 0V). Hay que tener claro que entre el espacio del foto diodo y del foto transistor debe ir puesto el huevo de gallina (o el contenedor de este).

- Circuito de censado de temperatura mayores a 35°C :

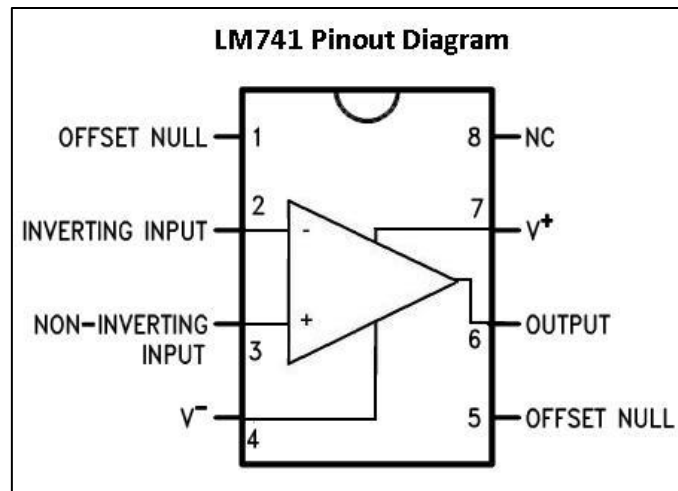


En el diagrama se puede observar un integrado LM35 que es el sensor de temperatura, el cual está conectado con un OPAMP (designación U9) en configuración de amplificador inversor para darle una ganancia aproximada de 10. De la salida de dicha configuración se lo conecta con un OPAMP (U2) en configuración de comparador, el voltaje de temperatura se lo compara con un voltaje aproximadamente de 3.5V (utilizando un potenciómetro para ajustar a dicho valor de voltaje). Cabe indicar que en este ejemplo se ha utilizado el integrado 741, que es un OPAMP dentro de dicho integrado.

La imagen física, la designación de pines y las especificaciones tanto del LM35 como del 741 se muestran a continuación:

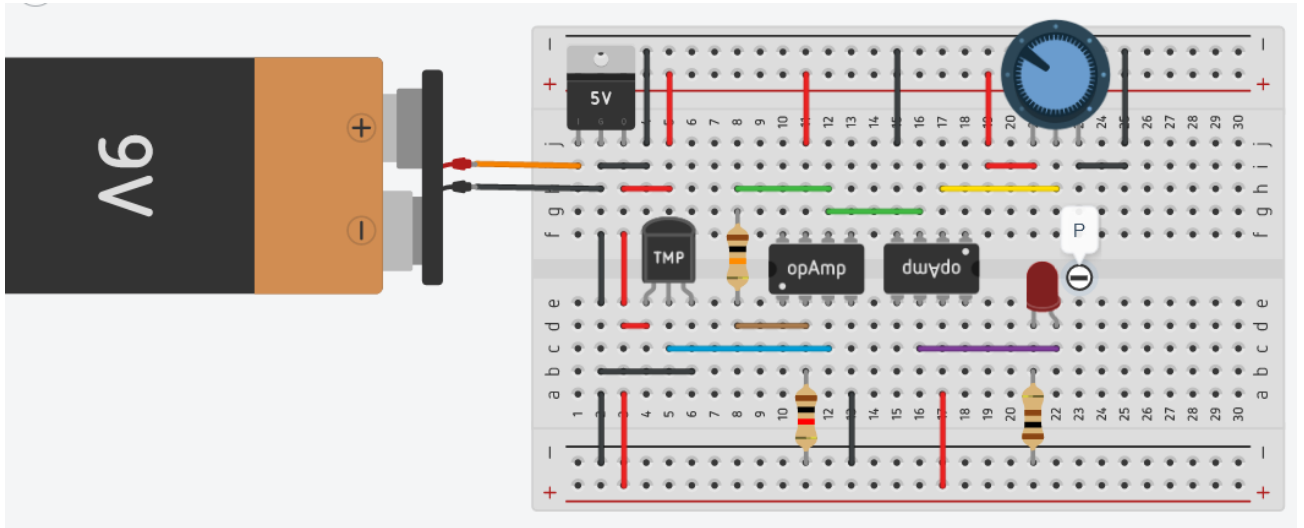


LM35



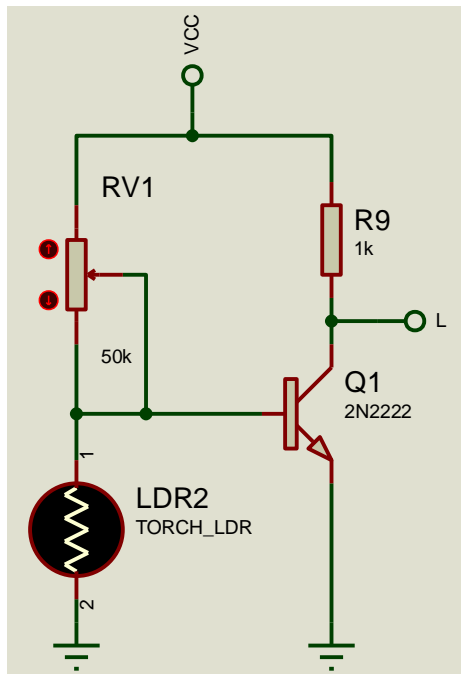
741

A continuación, se muestra una posible implementación física de este circuito:



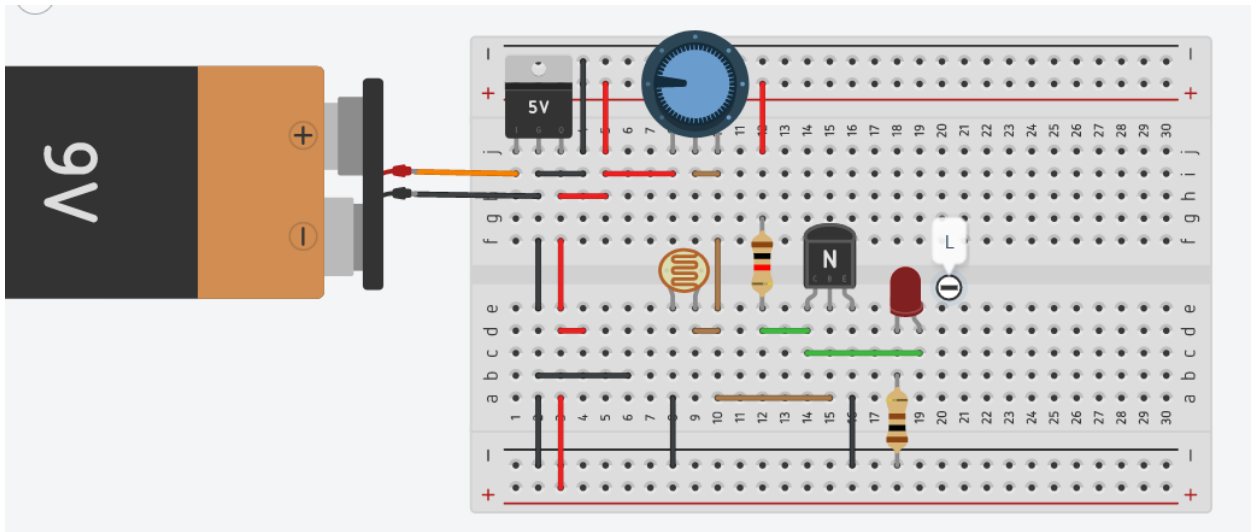
Se puede observar que, como alimentación, se está usando una pila y a la salida se le conecta un 7805 para regular el voltaje a 5V y con ese voltaje se alimenta los demás elementos; usted también puede usar una fuente de voltaje de 5V si así lo desea. La salida de señal P se le ha conectado un LED en serie con una resistencia de 100Ω para que pueda identificar dicha señal.

- Circuito de censado de luz:



El circuito que se utiliza es el experimento 1 de la práctica 4 con algunas modificaciones: se utiliza un potenciómetro en vez de $16K\Omega$ para calibrar la sensibilidad de luz del medio, también se utiliza una resistencia de $1K\Omega$ en el colector, en vez del LED con la resistencia en serie. Se puede ver que la señal digital L es el potencial del colector, el cual será 5V (o muy cercano) cuando haya mucha claridad y aproximadamente 0V cuando haya poca claridad.

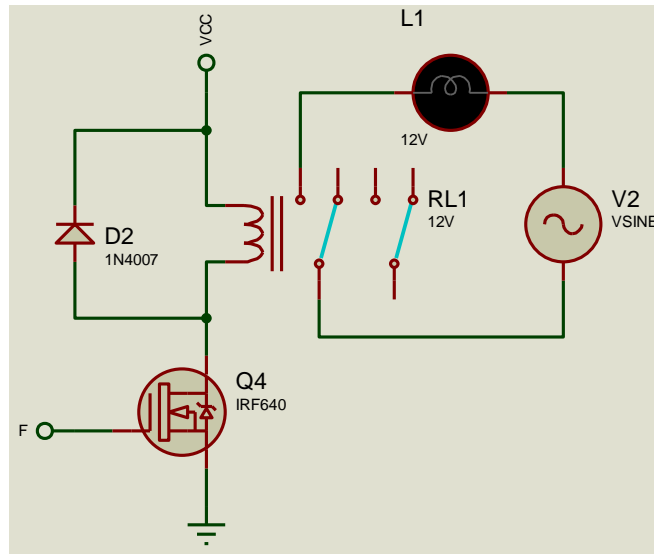
A continuación, se muestra una posible implementación física de este circuito:



Se puede observar que, como alimentación, se está usando una pila y a la salida se le conecta un 7805 para regular el voltaje a 5V y con ese voltaje se alimenta los demás elementos; usted también puede usar una fuente de voltaje de 5V si así lo desea. La salida de señal L se le ha conectado un LED en serie con una resistencia de 100Ω para que pueda identificar dicha señal.

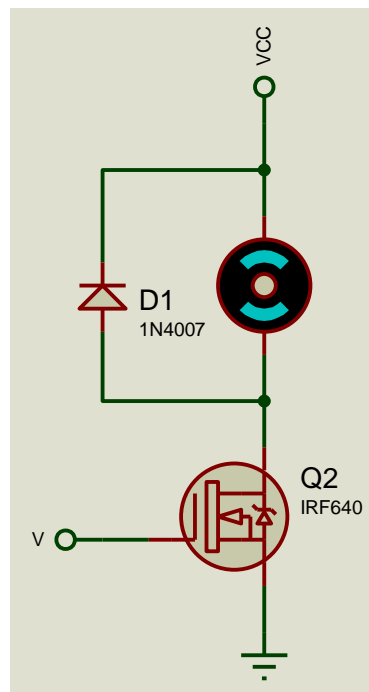
Salidas.

- Circuito de activación de foco incandescente:



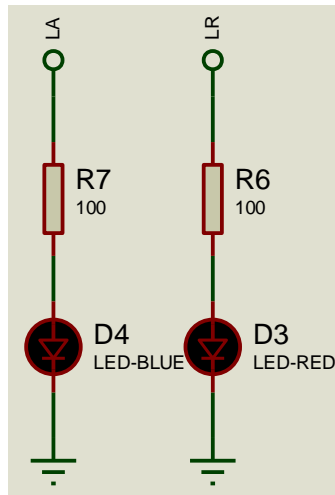
Se puede observar que la señal F activa o desactiva el transistor MOSFET, el cual activa o desactiva un relé, el cual va a activar o desactivar un foco incandescente alimentado con voltaje AC.

- Circuito de activación de ventilador:



Se puede observar que la señal V activa o desactiva el transistor MOSFET, el cual activa o desactiva el motor DC que representa el ventilador.

- Circuito de activación de LED indicador rojo y azul:



Se puede observar que las señales LA y LR activan o desactivan los LEDs azul y rojo respectivamente.

➤ **Tabla de verdad del controlador digital.**

En base al funcionamiento del proyecto se diseña la tabla de verdad del controlador digital; dicha tabla de verdad nos relaciona las entradas y salidas y nos indica para qué condiciones de entradas las señales de salida se activan. La tabla de verdad debe tener todas las posibles combinaciones binarias de las entradas.

Para el presente ejemplo de proyecto, se tiene la siguiente tabla de verdad en base a su funcionamiento:

Entradas			Salidas			
P	T	L	F	V	LR	LA
0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	1
1	0	1	1	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	1	1	0

➤ **Funciones lógicas de las salidas.**

En base a la tabla de verdad, las funciones de salidas se las expresa como operaciones lógicas (AND, OR, NOT, EXOR, etc) de las entradas. Se pueden utilizar cualquiera de las técnicas vistas en la materia; para este caso expresarán las salidas como sumas de productos (minitérminos) de las entradas.

Las funciones lógicas de las salidas son las siguientes:

$$F = P \cdot \bar{T} \cdot \bar{L} + P \cdot \bar{T} \cdot L$$

$$V = P \cdot T \cdot L$$

$$LR = \bar{P} \cdot T \cdot L + P \cdot T \cdot L$$

$$LA = \bar{P} \cdot \bar{T} \cdot \bar{L} + P \cdot \bar{T} \cdot \bar{L}$$

➤ **Minimización de funciones lógicas de las salidas.**

Una vez obtenidas las funciones lógicas de salida, el siguiente paso es minimizarlas (es decir, obtener una expresión equivalente pero reducida), con el fin de reducir la mayor cantidad de puertas lógicas posibles. Usted puede realizar la minimización mediante algebra de Boole o mapas de Karnaugh (ambos son métodos de reducción vistos en clases).

- Minimización de la función F:

$$F = P \cdot \bar{T} \cdot \bar{L} + P \cdot \bar{T} \cdot L$$

$$F = P \cdot \bar{T} \cdot (\bar{L} + L)$$

$$F = P \cdot \bar{T} \cdot (1)$$

$$F = P \cdot \bar{T}$$

- Minimización de la función V:

$$V = P \cdot T \cdot L$$

Esta función no se puede minimizar más.

- Minimización de la función LR:

$$LR = \bar{P} \cdot T \cdot L + P \cdot T \cdot L$$

$$LR = T \cdot L \cdot (\bar{P} + P)$$

$$LR = T \cdot L \cdot (1)$$

$$LR = T \cdot L$$

- Minimización de la función LA:

$$LA = \bar{P} \cdot \bar{T} \cdot \bar{L} + P \cdot \bar{T} \cdot \bar{L}$$

$$LA = \bar{T} \cdot \bar{L} \cdot (\bar{P} + P)$$

$$LA = \bar{T} \cdot \bar{L} \cdot (1)$$

$$LA = \bar{T} \cdot \bar{L}$$

Podemos darnos cuenta de que $LR = T \cdot L$ y $V = P \cdot T \cdot L$; por lo que podemos poner la función V en términos de la función LR, teniendo así la función V simplificada de la siguiente forma:

$$V = P \cdot (T \cdot L)$$

$$V = P \cdot LR$$

Tenemos entonces las funciones simplificadas:

$$F = P \cdot \bar{T}$$

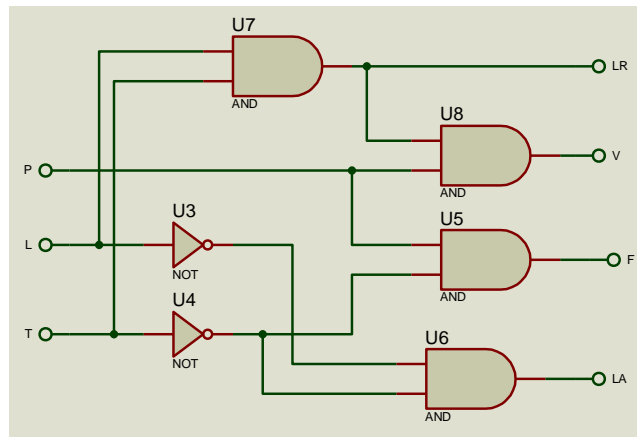
$$V = P \cdot LR$$

$$LR = T \cdot L$$

$$LA = \bar{T} \cdot \bar{L}$$

➤ **Circuito de lógica combinacional para el controlador digital.**

En base a las funciones de salidas minimizadas, ya podemos realizar el circuito del controlador digital utilizando compuertas lógicas (AND, OR, NOT, EXOR, etc). El circuito del controlador quedaría de la siguiente forma:



➤ **Esquemático total de todo el proyecto.**

A continuación, podemos ver el esquema total del circuito completo del proyecto:

