

Informe 4

Taller V: Electrónica digital y microcontroladores

Profesor: Belarmino Segura Giraldo

Carro Seguidor de Línea Digital

Presentado por:

Nicolás Cortés Parra

Jacobo Gutierrez Zuluaga

Sofía de los Ángeles Hoyos Restrepo

Universidad Nacional de Colombia sede Manizales

16 de agosto de 2023

Marco teórico:

Sensor CNY70:

El sensor óptico reflexivo CNY70 infrarrojo tiene dos partes: 1. Led que emite la señal infrarroja y 2. Un fototransistor que la recibe. Ambos apuntan en la misma dirección.

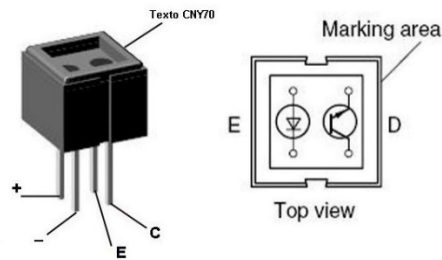


Imagen 1. Sensor CNY70. Tomado de: <https://www.lacasadelabanda.com/product/cny70/>

En este caso, cuando la superficie es negra la luz infrarroja se reflejará en menor cantidad y el sensor lo interpretará como un cero, así que no llega corriente a la base del fototransistor y no lo “activa”, es decir, no pasa corriente entre el colector y el emisor. De manera contraria, cuando el sensor está sobre una superficie blanca, la luz infrarroja se refleja en gran cantidad y lo interpreta como un 1, haciendo que la señal que llega a la base del fototransistor deje pasar la corriente del colector al emisor.

Puente H integrado L293b:

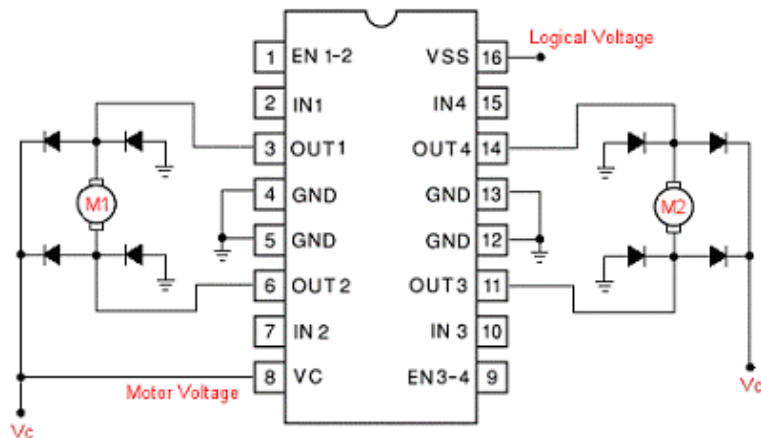


Imagen 2. Datasheet Puente H. Tomado de: <https://www.electrontools.com/Home/WP/como-funciona-el-puente-h-l293b/>

El L293b tiene el mismo principio del puente H utilizado en las prácticas anteriores: una disposición de transistores y diodos que actúan como switches para controlar la dirección de la corriente. Con este mecanismo es posible construir un circuito para cambiar el sentido de giro de un motor DC.

Compuertas lógicas:

Compuerta NOT:

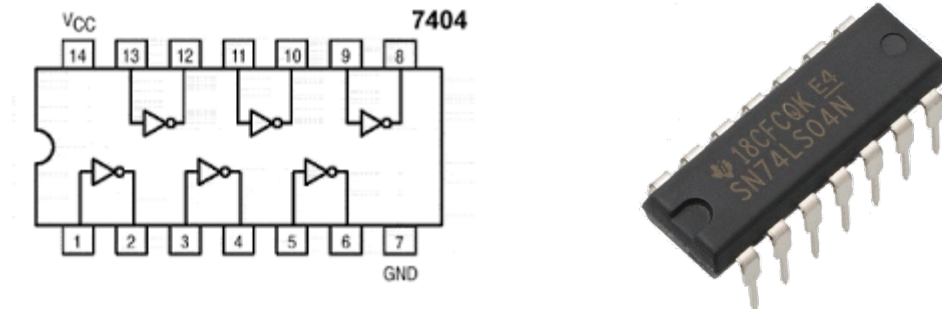
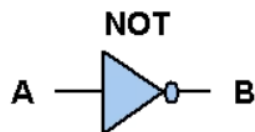


Imagen 3. Tomada de: <https://www.ledsemiconductors.com/product-page/74ls04>

Como se observa en la imagen de la izquierda, la compuerta tiene 6 entradas. En el pin 14 se encuentra la alimentación V_{cc} y en el pin 7 se encuentra la conexión a tierra. El resto de los pines son entradas con sus respectivas salidas.

La función del NOT es invertir la entrada.

Símbolo y tabla de la verdad:



Entrada	Salida
1	0
0	1

Imagen 4. Tomada de: <https://www.engineersgarage.com/working-of-not-gate-using-transistor/>

Compuerta OR:

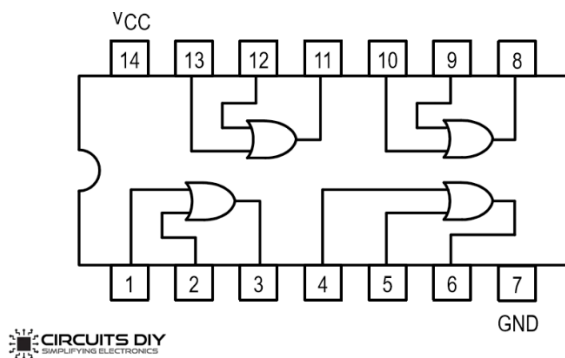


Imagen 5. Tomada de: <https://www.circuits-diy.com/74ls32-quad-2-input-or-logic-gate-ic-datasheet/>

Se considera un sumador, ya que siempre que al menos una de sus entradas sea 1 la salida será 1.

Similar a la compuerta NOT, se alimenta en el pin 14 y la conexión a tierra está en el pin 7. El OR recibe dos entradas y devuelve su suma en el siguiente pin (recibe entrada en pin 1 y pin 2, da la salida en el pin 3).

Símbolo y tabla de la verdad:

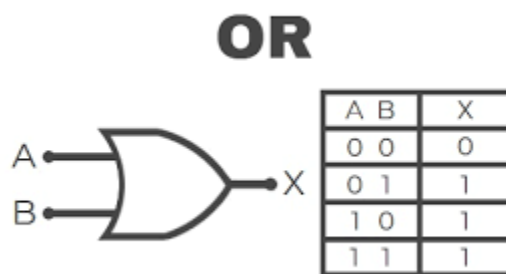


Imagen 6. Tomada de: <https://electronics-club.com/logic-gates/>

Materiales:

- Fuente de 7.4 V y 9V
- 2 sensores CNY70
- Resistencias de diferentes valores
- 2 motores
- 1 compuertas NOT 74LS04
- 1 compuerta OR 74LS32
- 1 puente H integrado L293D
- Regulador de voltaje LM7805

Simulación en Proteus:

En la siguiente figura se puede observar la fuente de 7,4 V que alimenta la mayoría de los componentes: los dos sensores CNY70, las compuertas, etc.

Por otro lado, la fuente de 9 V alimenta únicamente la entrada Vss del puente H L293D. Los sensores se conectan como de costumbre. La polaridad positiva del LED se conecta al positivo de la batería, mientras que *K* va a tierra. En cuanto al fototransistor: el colector se conecta al positivo de la batería y el emisor tiene dos conexiones: 1. Se conecta a la resistencia de 22 *k* y luego a tierra; 2. Se conecta a la resistencia de 1 *k* que va a la entrada de la compuerta NOT. De la salida del NOT se lleva a una de las entradas del OR y a una de las entradas del puente H.

La presencia de los LEDs en la salida del OR sirve como indicador visual de que el circuito está funcionando correctamente de acuerdo a la corriente que va mandando cada sensor. También se agregan 2 resistencias de 8,2 *k* con el fin de limitar la potencia de los OUT1 y OUT2 para que los motores vayan más despacio. El LM7805 permite alimentar 5 V al Vs del puente H.

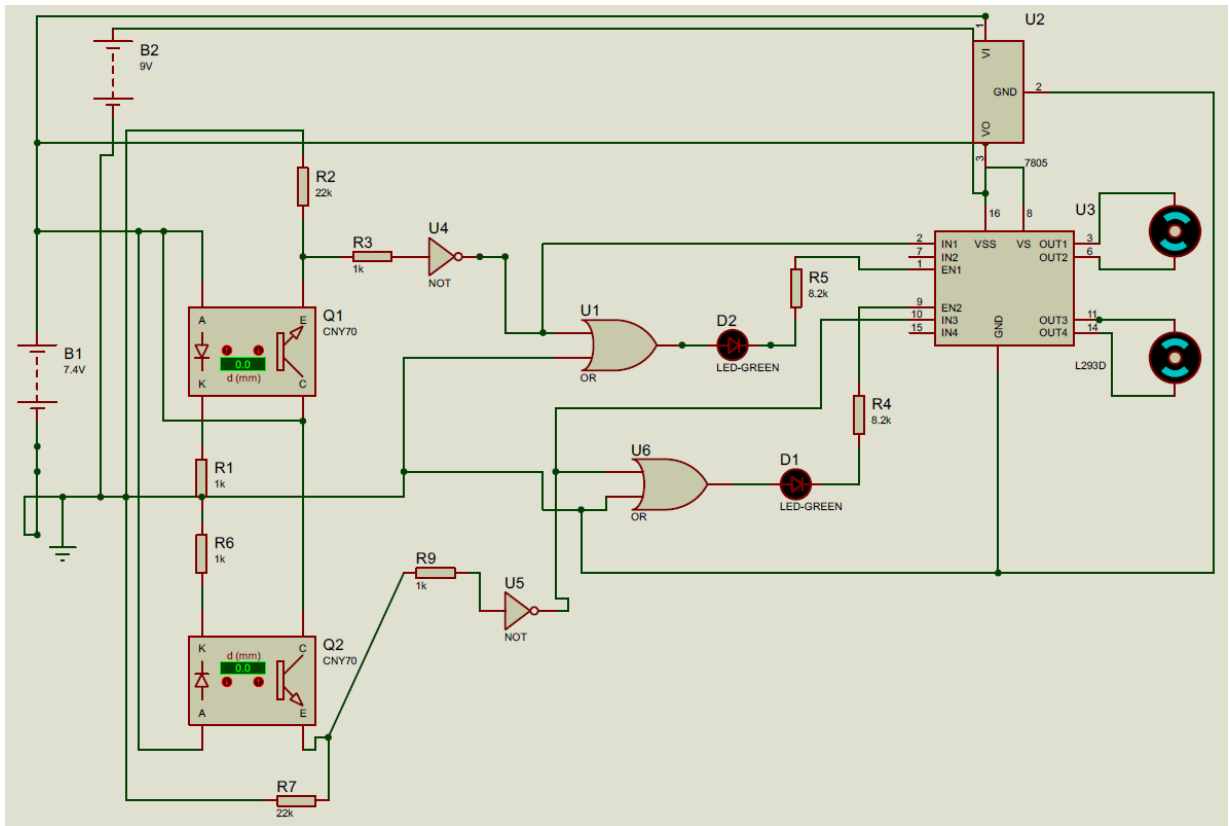


Imagen 7. Simulación en Proteus.

Montaje:



Imagen 8. Montaje físico.

Análisis de Resultados:

Inicialmente el circuito estaba alimentado en su totalidad por la batería de 7,4 V, sin embargo, tanto en la simulación como en el montaje se observó que los motores alcanzaban una velocidad muy baja, lo cual causaba que el carro se detuviese frecuentemente debido a la fuerza de fricción. Con el multímetro se verificó que el voltaje y la corriente recibidos por cada motor eran diferentes, lo cual en ocasiones producía que el carro diera vueltas en círculos porque una llanta permanecía detenida.

Los voltajes medidos con el multímetro sin agregar la pila de 9 V al puente H fueron:

$$M1 = 2,4 \text{ V}$$

$$M2 = 2,1 \text{ V}$$

Al agregar la batería de 9 V:

La batería de 7.4 V alimenta la protoboard en general. La batería de 9V alimenta exclusivamente la entrada Vss del puente H.

El pin Vs que alimenta el puente H interno que impulsa los motores recibe voltajes entre 5 a 12 V. Mientras que el Vss que se utiliza para alimentar las compuertas lógicas del L293D se alimenta con voltajes entre 5 y 7. Por ello, se utilizó el regulador de voltaje LM7805 y la batería de 9V.

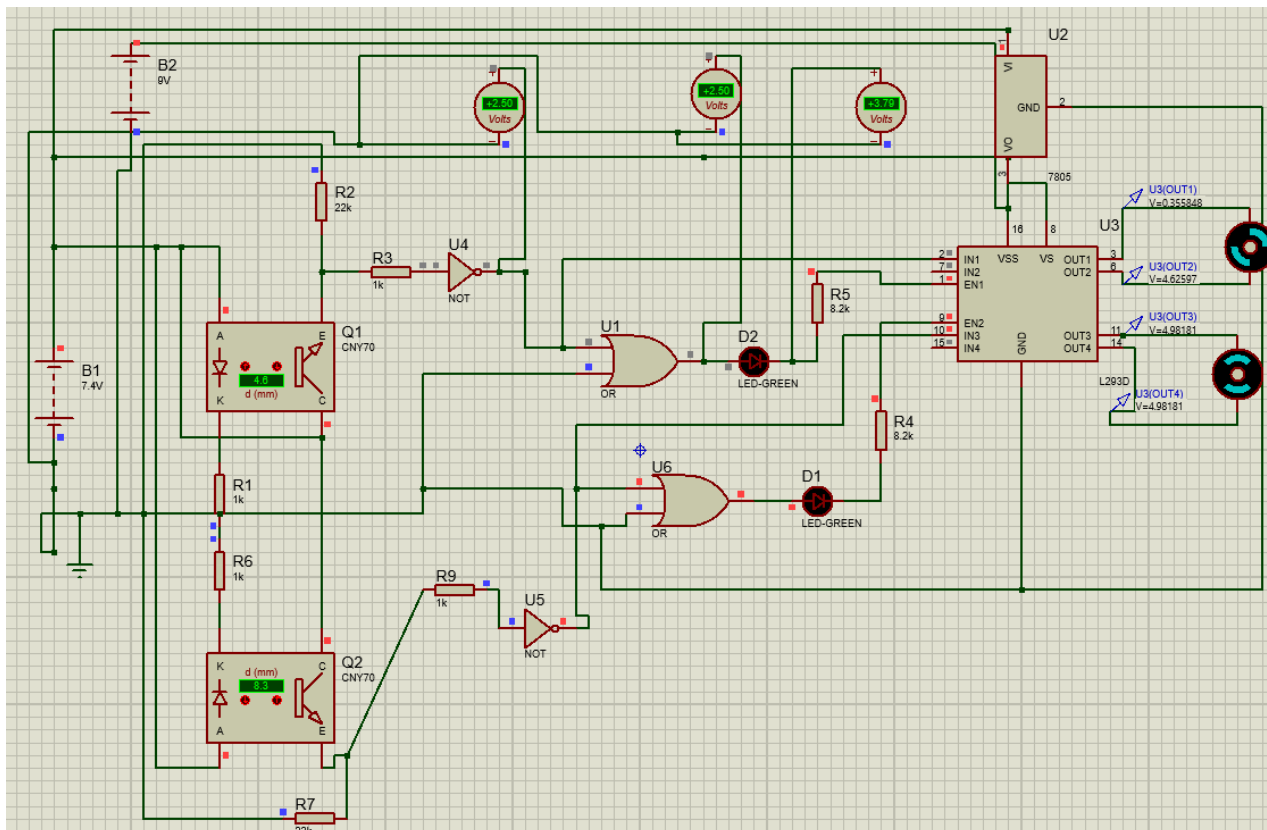
$$V_{in} = V_{ss} + V_s$$

$$V_{in} = 7,4 \text{ V} + 5 \text{ V} = 12,4 \text{ V}$$

Con la batería que se conectó al puente H se pudo distribuir proporcionalmente la corriente y el voltaje a los motores. En la simulación se observa que para una distancia aproximadamente de 6 mm ambos motores muestran el mismo diferencial de potencial:

$$\Delta V = 4,598 - 0,354 = 4,244 \text{ V}$$

Al correr la simulación se registran los valores de voltaje en algunas partes del circuito:



Para sumar las señales de cada sensor se hacen con 2 OR independientes. Una de las entradas del OR será la señal invertida que viene del NOT, y la segunda entrada siempre será 0 puesto que está conectada a ground, es decir:

NOT1	NOT1 + ground	Salida del OR1
1	1+0	1
1	1+0	1
0	0+0	0
0	0+0	0

Tabla 1.

Para el NOT 2:

NOT2	NOT2 + ground	Salida del OR2
1	1+0	1
0	0+0	0
1	1+0	1
0	0+0	0

Tabla 2.

Esquema lógico general:

S1	S2	NOT1	NOT2	OR1	OR2	H
0	0	1	1	1	1	Se mueve
0	1	1	0	1	0	M2 se mueve y M1 se detiene
1	0	0	1	0	1	M1 se mueve y M2 se detiene
1	1	0	0	0	0	Se detiene

Tabla 3.

Caso 1: Cuando ambos sensores no están mandando señal ($S1$ y $S2 = 0$), las compuertas inversoras devuelven un 1. Luego se suman a través del OR y los input del puente H son el 1 lógico que hace que ambas llantas se muevan hacia adelante.

Ejemplo: cuando el sensor está sobre la línea negra, la superficie no refleja infrarrojo y la señal en los sensores será 0, haciendo que las llantas se muevan.

Caso 2: Cuando el sensor izquierdo recibe un 0 y el derecho un 1 ($S1=0$ y $S2=1$), las compuertas NOT invierten la señal y luego la mandan a cada uno de los OR, lo cual resulta en movimiento en el motor contrario, es decir el izquierdo. La conexión de los motores-sensores está cruzada para que uno de ellos se salga de la línea negra, este vuelva a “buscarla” con el movimiento contrario.

Ejemplo: si el sensor derecho se sale de la línea negra se va a recibir una señal 1, que produce un output 0 en el motor derecho, y un 1 en el motor izquierdo. Si el motor izquierdo se mueve mientras el motor derecho está detenido, el carro vuelve a la línea negra.

Caso 3: Exactamente como el anterior pero cuando el sensor izquierdo recibe un 1 y el derecho un cero ($S1=1$ y $S2=0$).

Caso 4: Cuando los dos sensores reciban un 1 los motores se detienen.

Ejemplo: cuando los sensores están sobre la superficie blanca los motores se detienen porque ya no tienen la línea negra para seguir.

Conclusiones:

- Es conveniente revisar las salidas de cada una de las compuertas antes de comprobar el circuito final, ya que pueden preverse caídas de voltaje en los input del puente H.
- Para recibir mejores datos de la señal del CNY70 es importante fijar bien los sensores, específicamente poniendo el LED emisor infrarrojo hacia la parte exterior (hacia afuera) y el fototransistor hacia adentro, para que la luz que se emite del LED rebote fácilmente hacia el receptor.
- Cuando se observa el movimiento de un motor más rápido con respecto al otro se necesita verificar la alimentación del puente H para asegurar que la distribución de potencial sea suficiente y en la misma proporción para cada una de las salidas.

Bibliografía:

- *Compuerta NOT.* Tomado de: <https://www.engineersgarage.com/working-of-not-gate-using-transistor/>
- *Compuerta OR.* Tomado de: <https://electronics-club.com/logic-gates/>
- Øyvind Nydal Dahl. 2021. *Build Electronic Circuits. How transistors work.* Tomado de: <https://www.build-electronic-circuits.com/how-transistors-work/>
- *Sensor infrarrojo CNY70.* Tomado de: <https://hetprostore.com/TUTORIALES/cny70-sensor-optico/>
- *Science of drifting. How does drifting a car work.* Tomado de: <https://www.scienceabc.com/sports/science-of-drifting-how-does-drifting-a-car-work.html>