

Informe 2

Taller V: Electrónica digital y microcontroladores

Profesor: Belarmino Segura Giraldo

Carro Seguidor de Línea

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:

El carro seguidor de línea, como su nombre lo indica, sigue una línea que puede ser negra sobre una superficie blanca, o una línea blanca sobre una superficie de color negro. Este fenómeno está explicado en la reflectividad de las superficies y cómo el sensor infrarrojo utilizado interpreta estas señales.

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.botnroll.com/en/infrared/2402-cny70-reflective-optical-sensor-.html>

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.

Materiales:

Montaje chasis:

- 2 cuadros de MDF
- Balso
- Palitos de helado
- 2 canicas

Montaje electrónico:

- Fuente de 7.4 V
- Sensor CNY70 infrarrojo
- Resistencias de diferentes valores
- 2 motores
- 4 transistores 2N2222A
- 2 LED

Simulación en Proteus:

En la imagen 1 se muestra la simulación inicial. Se utiliza una batería de 9V y el sensor se encuentra a una distancia de 9,5 mm del suelo. Se nota que cuando se pone un LED antes del último transistor no se percibe una diferencia de voltaje en el motor, así que no se moverá. En el montaje físico se muestra lo mismo: cuando se integran LEDs los motores dejan de funcionar, pero se enciende el bombillo. Esto lo pudimos interpretar de varias maneras:

- Al agregar un LED se tiene una resistencia más en el circuito, esto provoca caídas de voltaje que hacen que no se le proporcione suficiente voltaje al motor para que funcione.
- Similar a lo anterior, puede ser que el LED está tomando mucha corriente del circuito y el restante que llega al motor se convierte en una corriente muy pequeña incapaz de hacerlo funcionar.
- Como consecuencia de las dos anteriores, puede que los 9 V ya no alcancen a alimentar el circuito para cuando los dos componentes están conectados simultáneamente.
- alguna conexión puede estar mal hecha. Se deben revisar los cables, conexiones a tierra y a positivo de la fuente.

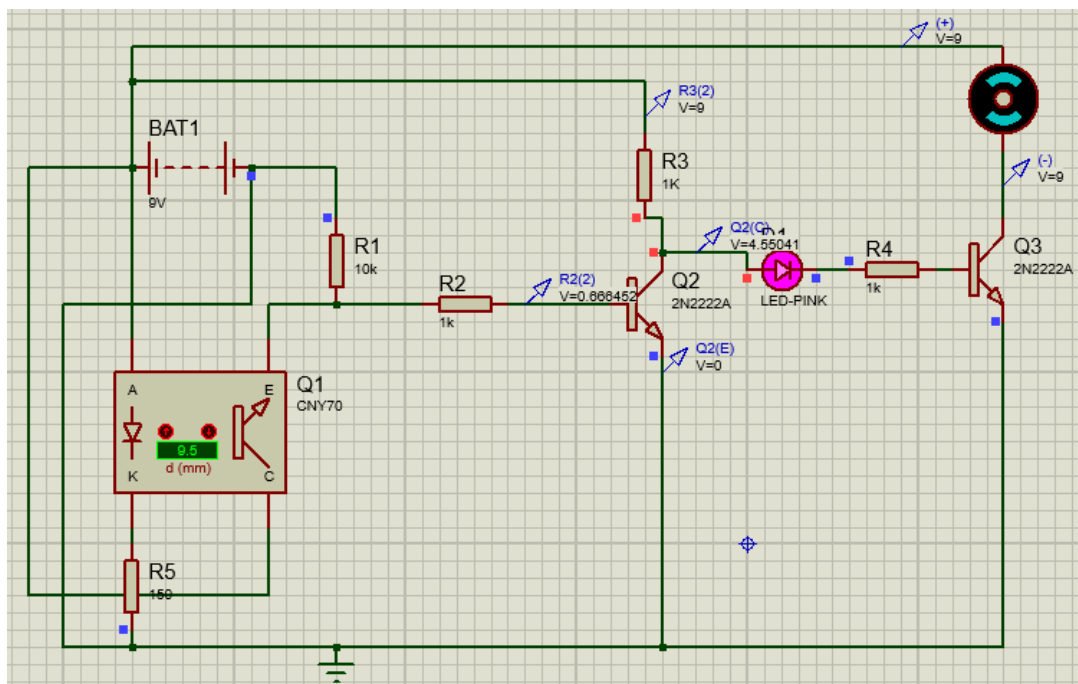


Imagen 1. Simulación inicial para un solo motor utilizando el sensor CNY70 y un motor.

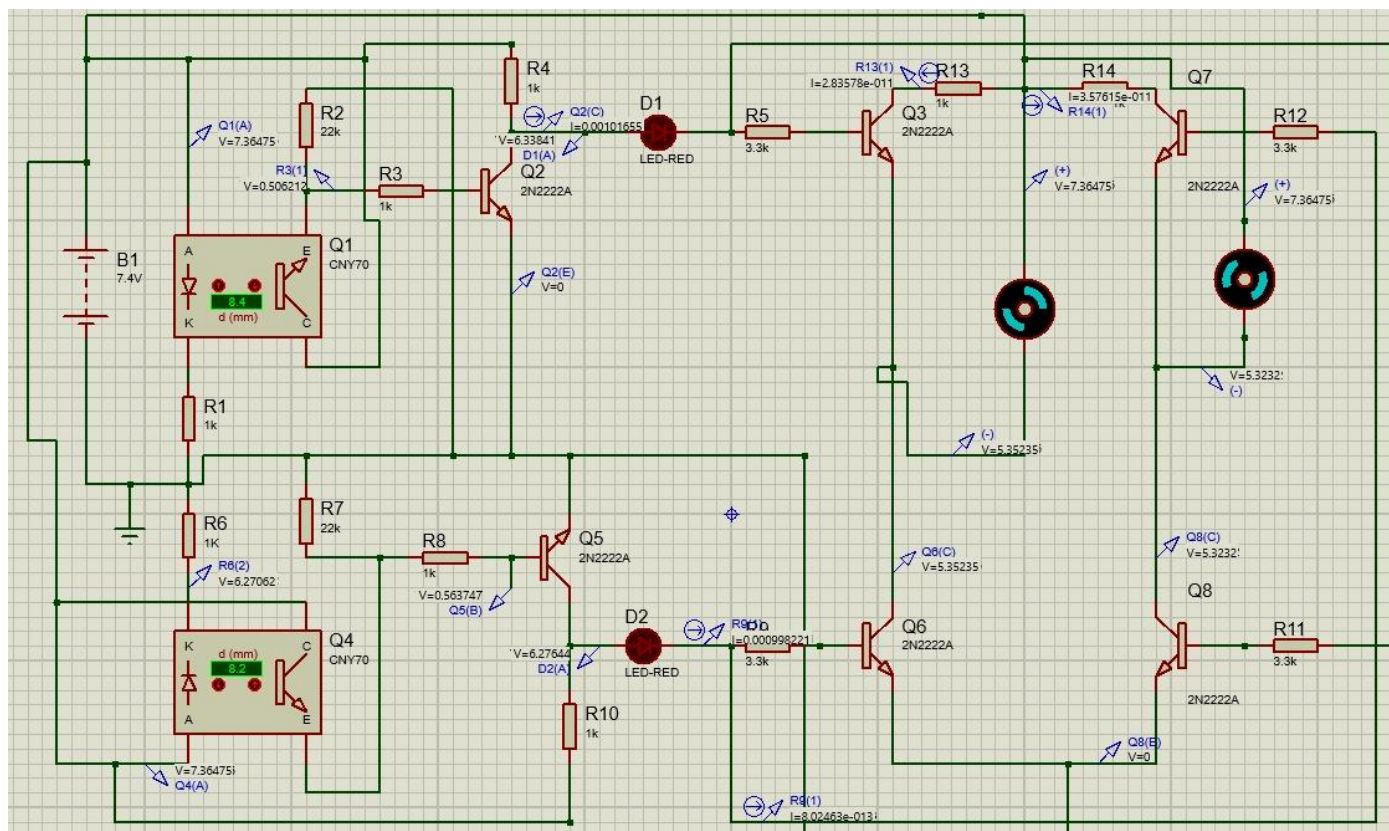
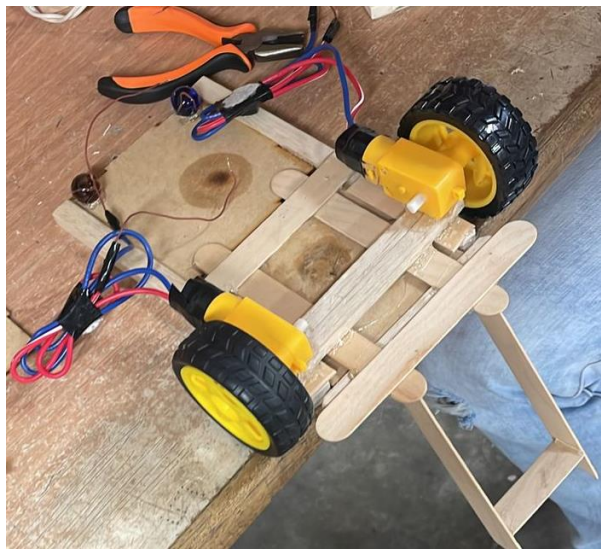
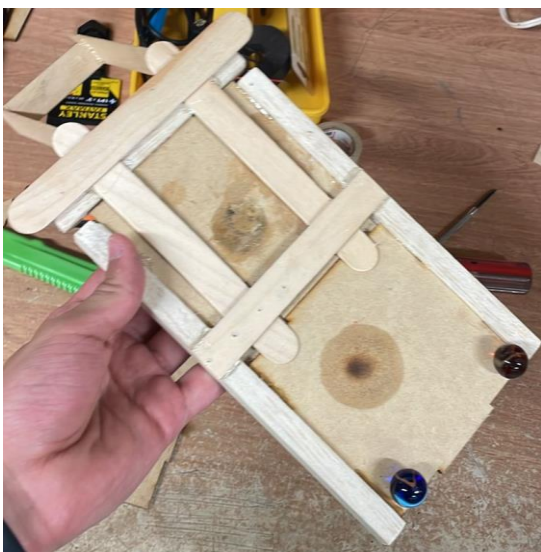


Imagen 2. Simulación con ambos sensores y motores cuando están recibiendo corriente.

En la anterior imagen se alimenta el circuito con 7.4 V, se conectan los dos sensores y los dos motores. En la parte derecha donde están los cuatro (4) transistores se observa el puente H. Se optó por dejar los LEDs porque no interrumpieron el funcionamiento de los motores. Además, con el multímetro se verificó la entrada y salida de voltaje de cada uno. Más adelante se verá que los diodos también se dejaron en el montaje en la protoboard.

Montaje Físico:



Imágenes 3-6. Montaje del chasis del carro.

Montaje en la Protoboard:

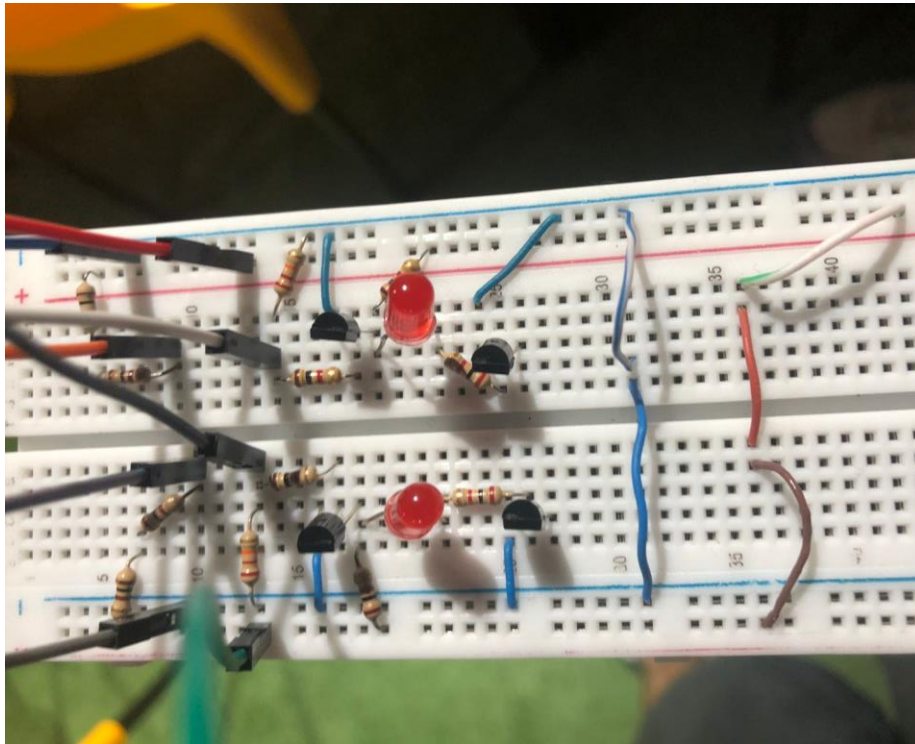


Imagen 7. Montaje en Protoboard



Imagen 8. Ensamblaje final: Chasis + Protoboard

Análisis de Resultados:

La fuente de energía integrada al carro consiste en dos baterías conectadas en serie cada una de 3.7 V. El circuito se alimenta con 7.4 V.

La potencia entregada es de 25,9 W .

Sobre superficie blanca y negra:

Cuando la distancia en los sensores es de 10,0 mm se tiene la máxima potencia en los motores.

$$\Delta V = (7,3645 - 5,3195)V$$

$$\Delta V = 2,045 V$$

Cuando la distancia en el sensor es de 5,7 mm el motor se detiene puesto que no hay diferencia de voltaje.

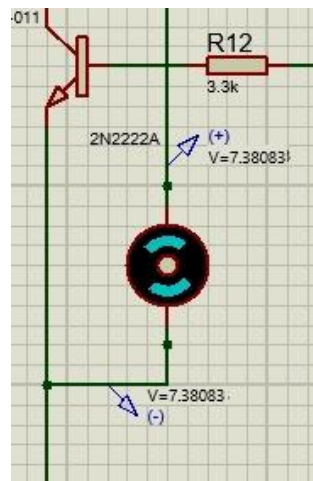


Imagen 9. Motor apagado a distancia de 5,7 mm

Fue importante ajustar el montaje físico para que la distancia entre los sensores y el suelo fuera la adecuada para recibir la señal reflectiva. Cuando la distancia supera 5,7 mm el carro mantiene encendido porque recibe una señal de la reflexión enviada por el diodo infrarrojo que a su vez se interpreta como una distancia infinita. Cuando se tapa con el dedo, no recibe la reflexión infrarroja, la distancia es nula y el carro se detiene.

Cuando la distancia en el sensor es de 0,0 mm no hay diferencia de voltaje. Los motores no se activan.

$$V_{entrada} = V_{salida} = 7,397 V$$

Funcionalidad del puente H:

Al igual que en el anterior informe, los transistores que conforman el puente H sirven de switch. Al recibir un voltaje en la base de alrededor de 0,7 V el transistor deja pasar la corriente del colector al transistor. Cabe aclarar que en este caso se consideran como un “switch a tierra”.

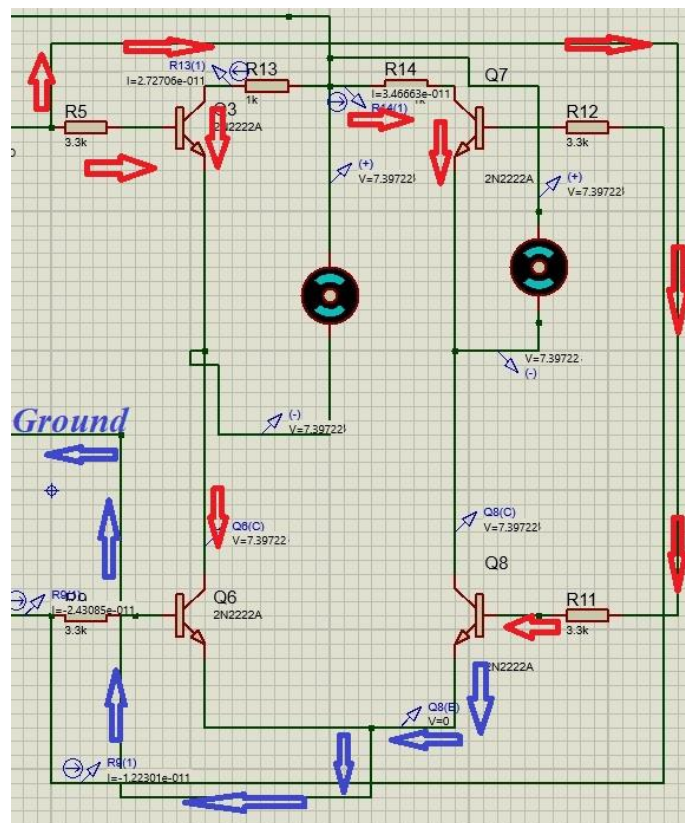


Imagen 10. Flujo de corriente para cuando solo uno de los sensores recibe señal.

En la imagen 10 se tiene el caso donde el sensor ubicado en la parte superior envía la señal que rebota del infrarrojo al fototransistor y va a la base del primer transistor. Como primera

anotación, el circuito se “cierra a tierra” y la corriente entra a la resistencia de 3.3k como se observa en la imagen 11. A la misma vez la corriente llega a la resistencia de 3.3 k y entra por la base del transistor de la parte inferior derecha, “cierra el circuito a tierra”, que se señala con las flechas azules. Cuando ocurre esto, el motor que estaba recibiendo únicamente el positivo de la fuente de 7.4V se cierra a tierra y puede funcionar.

En la imagen 11 faltó señalar las flechas rojas que bajan por el transistor de la derecha superior y de la salida del motor que después van a tierra.

Análogamente se da el mismo análisis cuando el sensor inferior es quien recibe la señal y el superior no detecta nada.

La combinación de los casos en que cada uno de los sensores detecta una señal conlleva al movimiento del carro que sigue la línea negra. Cabe resaltar que la conexión entre las llantas se hizo cruzada. Es decir, el sensor del lado derecho controla el motor izquierdo y viceversa. Por ejemplo: cuando el sensor derecho detecta la superficie blanca, se mueve; y cuando el sensor izquierdo detecta la superficie negra, se detiene; haciendo que el carro gire hacia el lado de la llanta que no se mueve, esto se explica por la fuerza de fricción que ejerce la llanta que no se mueve sobre el carro. Mediante este mecanismo el carro “busca” la línea negra, y en cuanto se sale, la llanta del lado contrario se detiene para que el carro vuelva a la línea negra.

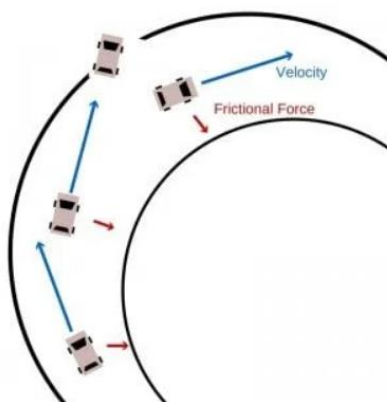


Imagen 11. Acción de la fuerza de fricción de una llanta detenida. Tomado de:

<https://www.scienceabc.com/sports/science-of-drifting-how-does-drifting-a-car-work.html>

Conclusiones:

- Cuando se hace el montaje es importante revisar el circuito con y sin los diodos LED pues debido a caídas de voltaje o amperaje puede hacer que el resto de componentes no funcionen bien a falta de suficiente alimentación.
- Los transistores del puente H sirven como “switch a tierra”. Cuando llega corriente a la base se cierra la tierra y el resto del circuito involucrado.
- Es importante utilizar la misma referencia de sensor infrarrojo para evitar confusiones en las conexiones.
- Es fundamental ajustar la distancia entre los sensores y la superficie para que la detección de la reflexión del LED infrarrojo sea correcta. Ni muy alejado, ni muy cerca del suelo. En promedio un valor entre 0,5 – 1 cm es adecuado.
- Cuando la distancia es de 5,7 mm los motores se detienen porque la diferencia de voltaje es cero.
- Las conexiones de los sensores y los motores se deben hacer cruzadas para que cuando haya una curva y el carro se salga de la línea negra, la llanta del lado contrario se detenga y por fricción haga que el carro se enrute.

Referencias:

- 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>