



FACULTAD DE INGENIERIA

Universidad de Buenos Aires

Circuitos Electrónicos I [66.08]

Julio G. Zola

Informe: Trabajo de Laboratorio IV

Diseño Analógico: Robot seguidor de líneas.

Primer Cuatrimestre 2014

Nombre	Apellido	Padrón	Mail
Iván Gustavo	Pollitzer	82957	igpollitzer@gmail.com
Ignacio L. J.	Carballeda	91646	carballeda.ignacio@gmail.com

Índice

1. Introducción	3
1.1. Idea de funcionamiento	4
2. Sensores	5
3. Circuito utilizado	6
3.1. Requerimientos	6
3.2. Explicación de la elección del circuito	6
4. Mediciones	9
4.1. Mediciones sobre TBJ	9
4.2. Mediciones sobre MOSFET	9

1. Introducción

El objetivo de este trabajo es realizar un robot seguidor de líneas utilizando componentes analógicos. Un seguidor de líneas es un simple robot móvil, ideal para los que se inician en la robótica. Tal es así que es considerado el "hola mundo" del mundo robotico.

Básicamente el objetivo del robot es seguir una línea que describe un circuito cerrado. Para la implementación de este tipo de robot generalmente se utilizan microcontroladores ya que permiten tomar decisiones mas "inteligentes" para recorrer la pista en el menor tiempo posible.

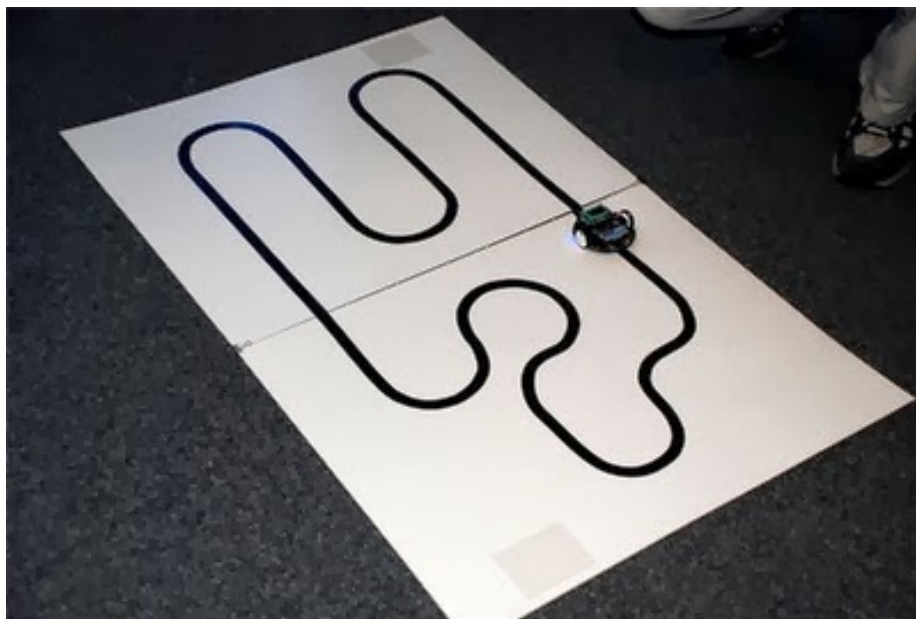


Figura 1: Robot seguidor de lineas.

1.1. Idea de funcionamiento

El circuito sobre el cual se tiene que desplazar el robot consta de una línea blanca (brillante) con fondo negro (opaco).

El robot es dotado de dos sensores ubicados de manera tal que puedan medir el suelo y dos motores que funcionan de manera independiente. La idea es que cuando ambos sensores estén sobre la línea, el robot avance de manera recta. Cuando, por ejemplo, el sensor del lado derecho salga de la línea, el motor izquierdo detiene su marcha, haciendo de esta manera que el vehículo gire hacia la izquierda para volver sobre la línea blanca.

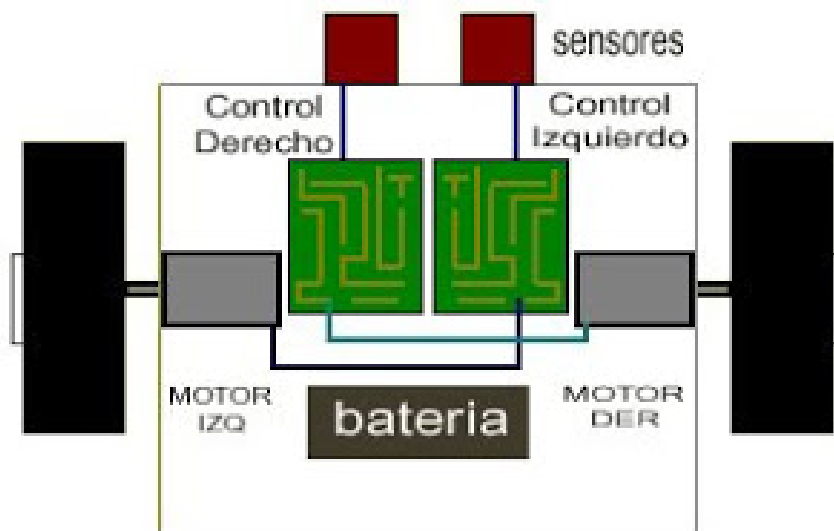


Figura 2: idea

2. Sensores

Para permitir que el robot pueda distinguir la línea blanca del fondo negro utilizamos dos sensores CNY70.

El CNY70 es un sensor de corto alcance, compuesto por un emisor de luz (diodo infrarrojo) y un receptor (foto-transistor), ambos apuntando en la misma dirección. Su funcionamiento se basa en la capacidad de reflexión del objeto, y la detección del rayo reflejado por el receptor.

El mismo tiene cuatro pines de conexión. Dos de ellos se corresponden con el ánodo y cátodo del emisor, y las otras dos se corresponde con el colector y el emisor del receptor.

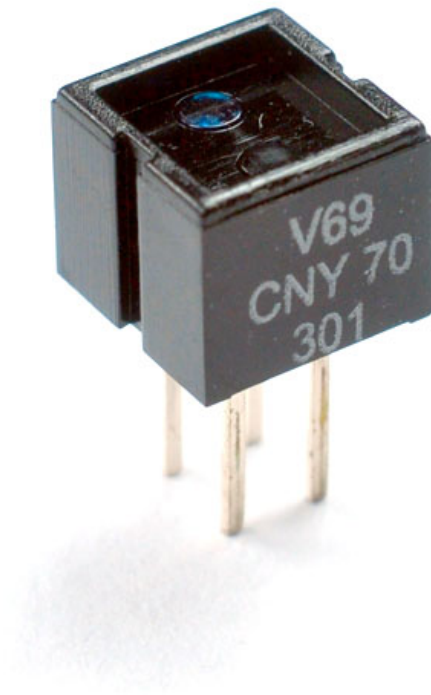


Figura 3: CNY70

3. Circuito utilizado

3.1. Requerimientos

Los motores sometidos a una diferencia de potencial de 4 V consumen 40 mA , cuando están funcionando libremente. En cambio, cuando están siendo bloqueados físicamente, consumen 250 mA .

Necesitamos un circuito que entregue una corriente de 250 mA (peor caso) cuando el sensor detecte la línea blanca.

3.2. Explicación de la elección del circuito

Cuando la luz infrarroja emitida por el foto-diodo es reflejada por la superficie blanca de la línea, la base del foto-transistor (TBJ NPN) es excitada. Cuando esto sucede, la corriente por el mismo se eleva y produce un incremento de tensión en el emisor, ya que el mismo está conectado a un resistor de $10\text{ K}\Omega$ que va a tierra.

La idea es medir la tensión en el emisor del foto-diodo y transformarla, de alguna manera, en corriente circulando por el motor correspondiente.

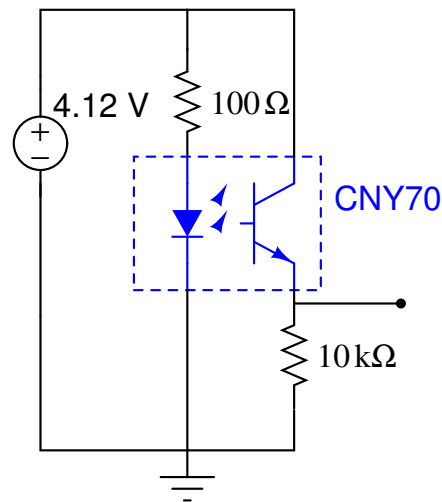


Figura 4: circuito

Como no queremos tomar corriente del foto-diodo ya que esto provocaría su ruptura (corriente máxima $I_{c_{sensor}} = 50 \text{ mA}$). Lo primero que se nos ocurrió fue conectar la base de un transistor TBJ al nodo emisor del sensor como se muestra en la siguiente figura.

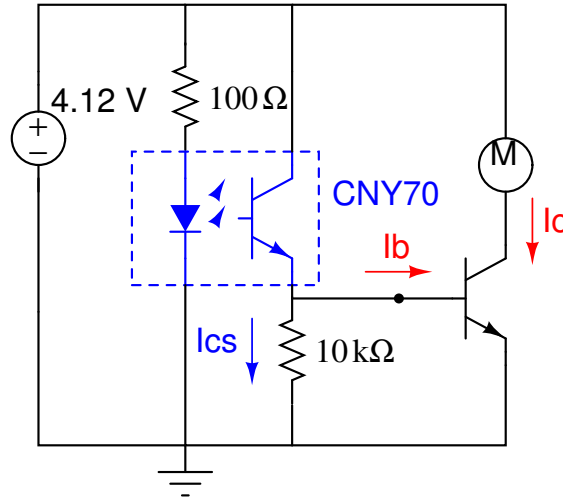


Figura 5: circuito propuesto

Cuando el sensor detecta la línea blanca $I_{c_{sensor}} = \frac{4V}{10K\Omega} = 0,4 \text{ mA}$. Cuando el motor está bloqueado $I_c = 250 \text{ mA}$, por lo tanto con un $\beta_{min} = 85$, $I_b = \frac{250mA}{85} \simeq 3mA$.

Como vemos el problema está en que no podemos sacar esos 3 mA directamente del sensor. Si comparamos esta corriente con la que está circulando por el foto-transistor veremos que no es despreciable y esto afectaría nuestra medición.

Para solucionar este problema decidimos conectar el gate de un transistor N-MOSFET con una tensión de umbral lo suficientemente baja ($v_{th} = 1 \text{ V}$) al emisor del foto-transistor.

Esta decisión en principio solucionaría el problema de sacar corriente del foto-transistor. Esto es porque la corriente por gate en un MOS es casi nula.

Sin embargo ahora nos enfrentamos con otro problema. La corriente necesaria para hacer funcionar un motor excede los valores típicos de I_D de los mosfet. Por esta razón se conectó el drain del NMOS a la base de un TBJ de tipo PNP.

De esta forma podríamos utilizar corrientes bajas, para controlar corrientes mas altas por TBJ.

El circuito quedo de la siguiente manera:

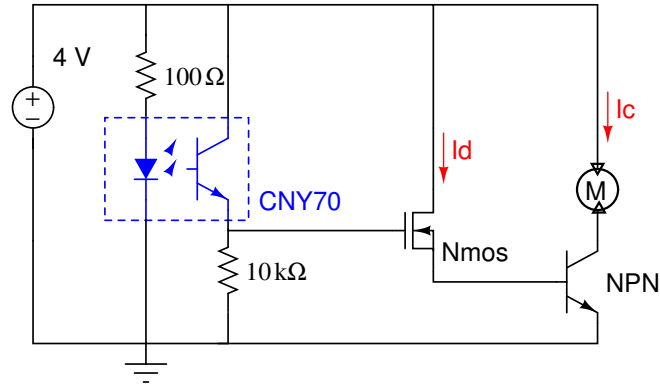


Figura 6: circuito propuesto

Cuando realizamos las mediciones nos dimos cuenta que la corriente ID del MOS era mucho mas alta de la que esperábamos $ID \approx 200 \text{ mA}$. Observamos que el motor funcionaba correctamente pero que el MOS se calentaba demasiado.

El circuito estaba funcionando ya que el TBJ estaba saturado y permitía la corriente necesaria por el motor. Pero era innecesariamente excesiva, la corriente que estaba circulando por el Drain del MOS.

Con una corriente por Drain de 3 mA ya es suficiente dado que

$$I_C = \beta_{min} * I_D = 85 * 3 \text{ mA} = 255 \text{ mA}.$$

La resistencia que impone el canal formado a la corriente continua es de aproximadamente 100Ω . Despejando:

$$I_D = \frac{4 - 0,7}{100\Omega + R_D} = 3\text{mA} \Rightarrow R_D = 1K\Omega$$

Por lo tanto agregamos un resistor $R_D = 1 \text{ K}\Omega$ entre el Drain del MOS y VCC.

Los transistores que elegimos fueron sobredimensionados para cubrirnos ante posibles fallas.

- TBJ = NPN BD329 (Corriente máx = 3 A, disipación máx = 15 W , $85 \leq h_{fe} \leq 375$)
- MOS = NMOS BSS88 ($I_{D_{max}} = 250 \text{ mA}$, disipación = 1 W, $0,6V \leq v_{th} \leq 1,6V$, $10nA \leq I_{GSS} \leq 100nA$)

Quedando finalmente el circuito configurado de la siguiente manera:

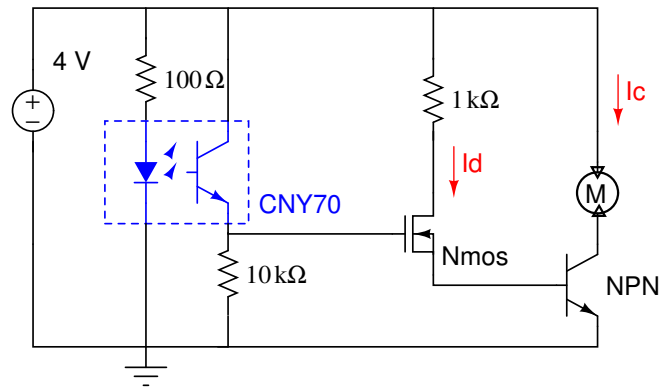


Figura 7: circuito final

4. Mediciones

4.1. Mediciones sobre TBJ

Color	Motor	V_{CE}	I_C
Blanco	libre	18 mV	41 mA
Blanco	bloqueado	81 mV	195 mA
Negro	libre	4.13 V	0 A

4.2. Mediciones sobre MOSFET

Color	Motor	V_{DS}	I_D	V_G
Blanco	libre	13 mV	3.4 mA	3.92 V
Blanco	bloqueado	12.8 mV	3.3 mA	3.92 V
Negro	libre	3.64 V	0 A	34 mV