



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS

SEMESTRE 2020 - 1

Proyecto Final:
Circuito Domotizador de Ventanas

Profesor: Claudio Merrifield Ayala

Integrantes:

Murrieta Villegas Alfonso

Reza Chavarría Sergio Gabriel

Valdespino Mendieta Joaquin

Grupo: 1

Contacto: alfonsomvmx@comunidad.unam.mx

Índice

Resumen	3
Introducción	3
Objetivos.....	3
Marco Teórico	3
Materiales	5
Datos característicos de los dispositivos.....	5
Diseño del Circuito.....	6
1. Etapa de comparación y captura de luz	6
2. Control con inversión de giro del motor de corriente directa y Puente H	7
Puente H.....	8
3. Generalización del circuito	9
Pruebas y resultados.....	10
Conclusiones	10
Referencias.....	11

Resumen

En el presente proyecto se realizará un circuito electrónico que tenga una aplicación en la vida cotidiana, donde se considere el análisis y diseño de este mediante el modelado y limitaciones de todos los dispositivos utilizados en el curso de Dispositivos Electrónicos.

Introducción

Una de las mayores tendencias dentro del mundo de la electrónica y computación es la rama de la Domótica, se le conoce como domótica a los sistemas capaces de automatizar ya sea una acción dentro de una vivienda o edificación.

En el caso particular de este proyecto se realizará un circuito electrónico del mundo de la domótica que está destinado a abrir cortinas cuando sale el sol, este circuito principalmente estará basado en un puente H, un amplificador operacional y fotorresistencias, para más detalles del circuito en los apartados posteriores se mencionará tanto el análisis como diseño del circuito.

Objetivos

- Aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en la materia de Dispositivos Electrónicos.
- Aplicar los conocimientos y habilidades aprendidas en el laboratorio de Dispositivos Electrónicos para poder llevar los conocimientos teóricos a un circuito

Marco Teórico

Puente H

Un puente H es un circuito electrónico que permite a un motor eléctrico de corriente directa cambiar el estado en el que se encuentra ya sea apagado o prendido, e incluso la dirección en la que gira ya sea horario o antihorario.

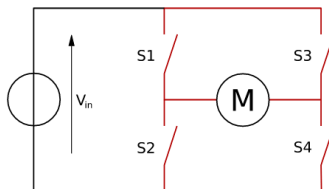


Imagen 1: Un puente H se compone de 4 interruptores (En la imagen superior se representan como s1 – s4).

La forma en que opera el circuito es la siguiente; cuando los interruptores S1 y S4 están cerrados (S2 y S3 abiertos) se aplica una tensión haciendo girar el motor en un sentido. Por otro lado, si los interruptores S1 y S4 se abren mientras que S2 y S3 están cerrados, el voltaje se invierte, permitiendo el giro en sentido inverso del motor.

Amplificador Operacional – OP-AMP

También conocido como op-amp por su contracción en inglés “operational amplifier”, es un dispositivo electrónico de alta ganancia acoplado en corriente continua que tiene dos entradas y una salida. Algo característico de un amplificador operacional es que puede configurarse de distintas formas como son inversor, no inversor, no comparador, etc. En el caso concreto de este proyecto, la configuración como no comparador es en la que nos centraremos.

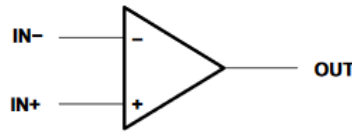


Imagen 3: Pantograma de un amplificador operacional

NOTA: Cabe destacar que a pesar de que existen comparadores que son dispositivos electrónicos dedicados a esa acción dentro del mundo de la electrónica, en el caso de este proyecto se utilizará un amplificador operacional debido a que solamente nos limitaremos a emplear dispositivos vistos en el curso.

Transistor Bipolar de Juntura - TBJ

Es un dispositivo electrónico que tiene dos uniones NP muy cercanas entre sí, además tiene la característica de permitir el paso de la corriente en un único sentido y de una forma controlada, además estos dispositivos tienen tres partes, la base (B). El colector (C) y el emisor (E)

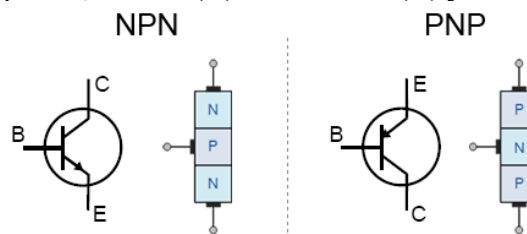


Imagen 3: Pantigramas de las distintas configuraciones de TBJ's que existen.

Fotorresistencia – LDR

Es un dispositivo electrónico cuya resistencia disminuye con el aumento de la luz incidente.

Materiales

A continuación, se mencionarán todos los elementos utilizados en el presente proyecto, es necesario mencionar que serán listados de acuerdo con el apartado en el que se encuentran respecto al circuito:

Puente H

- 2 - Transistores BD139
- 2 - Transistores BD140
- 1 - Transistor BC547
- 5 - Resistencias de 1 [K Ω]
- 1 - Motor de Corriente Directa de 9 [V] – 2400 revoluciones

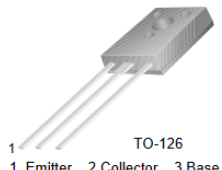
Etapas de comparaciones y captura de luz

- 2 - Fotorresistencias (LDR)
- 2 - LEDS
- 1 - Amplificador Operacional LM324
- 2 - Resistencias de 330 [Ω]
- 2 - Potenciómetros de 10 [K Ω]
- 1 - Regulador de voltaje 7805

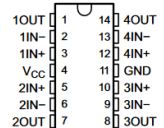
Datos característicos de los dispositivos

En este apartado se mostrarán características relevantes de los dispositivos previamente mencionados:

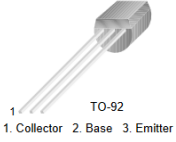
Transistor BD139

Características Eléctricas	BD139
Tipo de transistor	NPN
Voltaje colector-emisor de ruptura (VCEO)	80 V
Corriente máxima (IC)	1.5 A
Ganancia de Corriente en DC (hFE)	25
Tipo de encapsulado	SOT - 32
Pantigrama	

Amplificador Operacional LM324

Características Eléctricas	LM324
Voltaje de alimentación	3 - 32 [V]
Tipo de encapsulado	DIP-14
Fuente de alimentación	Simple
Pantigrama	

Transistor BC547

Características Eléctricas	BC547
Tipo de transistor	PNP
Voltaje colector-emisor de ruptura (VCEO)	45 [V]
Corriente máxima (IC)	100 [mA]
Ganancia de Corriente en DC (hFE)	520
Tipo de encapsulado	TO-92
Pantigrama	

Diseño del Circuito

En el presente apartado se describirá a detalle cada uno de los elementos que serán utilizados en el circuito, además de las consideraciones que se hicieron al usar los elementos ya sea por motivos de electrónica o económicos.

1. Etapa de comparación y captura de luz

La primera etapa del circuito se basa en un amplificador operacional configurado como comparador, el amplificador operacional usado es el LM324 (Características en las tablas de los datos característicos).

El comparador tiene un voltaje de referencia obtenido mediante el divisor de voltaje formado por las resistencias R1 y R2 de 10 kΩ cada una, el voltaje de referencia es igual a la mitad del voltaje de alimentación VCC. Dicho voltaje se coloca en la entrada inversora del amplificador operacional.

En la terminal no inversora se aplica un voltaje variable por medio de otro divisor de voltaje formado por R3 y R4, donde R3 es un potenciómetro y R4 es una fotoresistencia o LDR, la cual utilizamos como elemento sensor de luz.

Cabe destacar que el LDR tiene las siguientes características:

- Luz de día: Resistencia aprox. 1 kΩ.
- Sin luz: Resistencia aprox. 2 MΩ.

En condiciones de luz tenemos que $R_{LDR} = 1 \text{ k}\Omega$, por lo tanto, el voltaje que ingresa a la terminal no inversora es:

$$V_{ent} = \frac{1 \text{ k}\Omega}{1 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega} V_{CC} \approx 0.1 V_{CC}$$

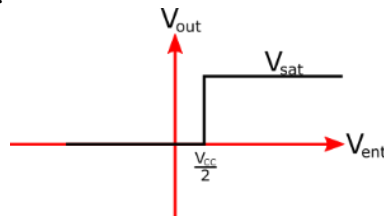
Por otro lado, cuando tenemos oscuridad o estamos en un ambiente oscuro, $R_{LDR} = 2 \text{ M}\Omega$:

$$V_{ent} = \frac{2 \text{ M}\Omega}{2 \text{ M}\Omega + 10 \text{ k}\Omega} V_{CC} \approx 1 V_{CC}$$

De esta forma, el voltaje en la terminal inversora aumenta a medida que la luz disminuye.

Posteriormente, el circuito comparador se comporta de la siguiente forma:

En la entrada inversora tenemos un voltaje de referencia que es igual a $V_{cc}/2$, es decir, la mitad del voltaje de la fuente de alimentación.



Como se observa en la gráfica anterior, cuando hay luz obtenemos lo siguiente:

$$V_{ent} > \frac{V_{cc}}{2} \Rightarrow V_{out} = V_{cc}$$

Mientras que cuando no hay luz:

$$V_{ent} < \frac{V_{cc}}{2} \Rightarrow V_{out} = 0$$

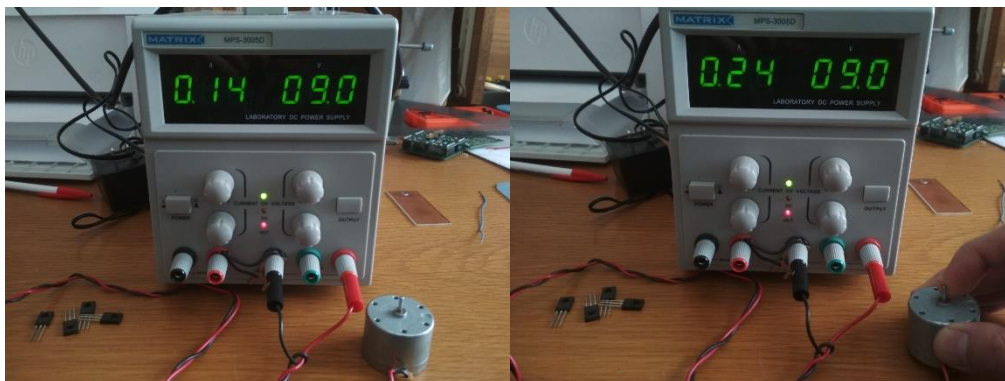
2. Control con inversión de giro del motor de corriente directa y Puente H

Los motores de corriente directa o CD son de diferentes formas y tamaños, sin embargo, algunas características que tienen en común son las siguientes:

1. Todos ellos tienen un imán permanente.
2. Todos giran en la dirección opuesta cuando se invierte el voltaje, aunque no giran con la misma velocidad.
3. Todos necesitan una mayor corriente al arrancar que la que usan cuando ya están girando.
4. Todos toman una corriente más alta cuando están cargados, es decir cuando el motor está moviendo una carga, esto lo podemos comprobar cuando colocamos los dedos en el eje de salida, o cuando éste se conecto a una caja de engranajes que moverá una rueda.

El motor de CD que usaremos necesita 9 V_{CD}, además una consideración que se realizó para este circuito fue la siguiente:

Se midió la corriente que necesitaba y encontramos que requería de 140 mA cuando no tenía carga, por otro lado, cuando se le aplicó presión al eje del motor, la corriente llegó hasta los 240 mA (Ver imágenes 1 y 2).



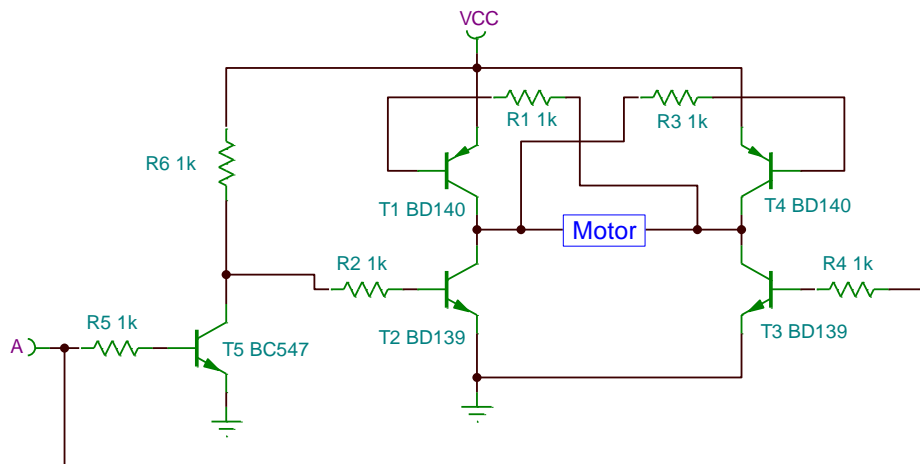
Imágenes 1 y 2: Corriente consumida por el motor

Cabe destacar que con base a estos valores obtenidos fue con lo que se decidió utilizar un transistor que soportara esa cantidad de corriente para poder operar, fue el caso del **BD139**.

Puente H

Como bien se explicó en el marco teórico, este tipo de circuito invierte el giro de un motor a través de dos líneas de entrada, sin embargo, también es posible controlar el giro con una sola línea de entrada como es el caso del circuito que utilizamos. La capacidad de corriente del puente en H está limitada por el tipo de transistores que se utilicen.

A continuación, se muestra un esquema en el que se muestran cómo se conectaron los 4 transistores para formar el puente H:



Algunos aspectos relevantes respecto a esta parte del circuito son:

1. El transistor BC547 está configurado como **emisor común**, en el cual el voltaje de base (V_b) puede ser cero voltios o el voltaje positivo generado por el comparador (3.8 V). Cuando V_b tiene en cero voltios, el transistor está en la región de corte y la salida de este se encuentra en 5 V. Cuando V_b tiene 3.8 V, el transistor está en la región de saturación (encendido) y la salida de este se encuentra en cero voltios.

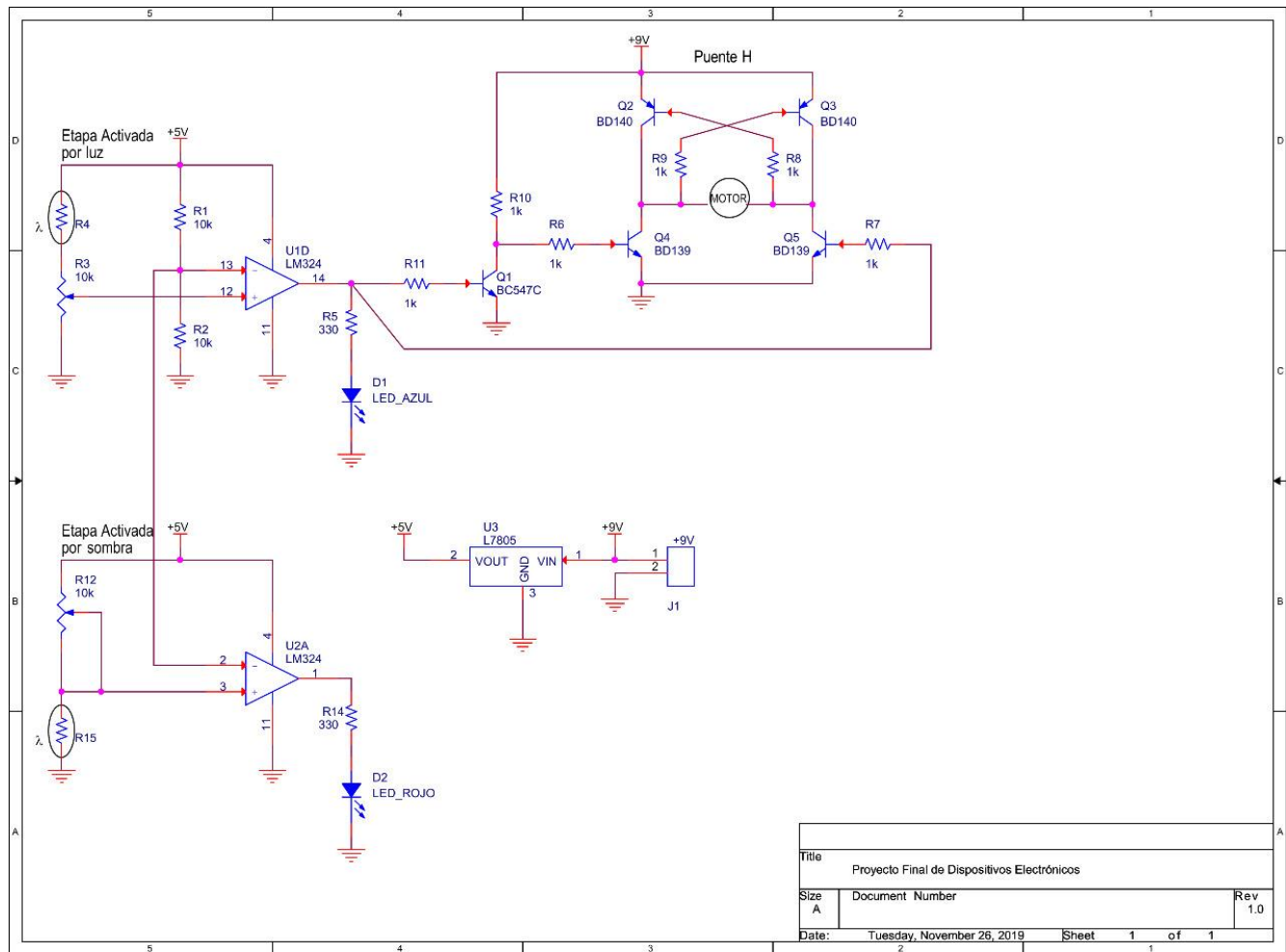
De esta forma garantizamos que las entradas del puente H serán invertidas una de otra, usando una **sola línea de control**.

2. Es necesario destacar que los transistores en la parte superior del puente H son del tipo PNP mientras que los que están en la parte inferior o dicho de otra forma, los que van a tierra son del tipo NPN, esto debido a la forma en la que fluirá la corriente una vez que la línea de control pase o no por el transistor BC547.

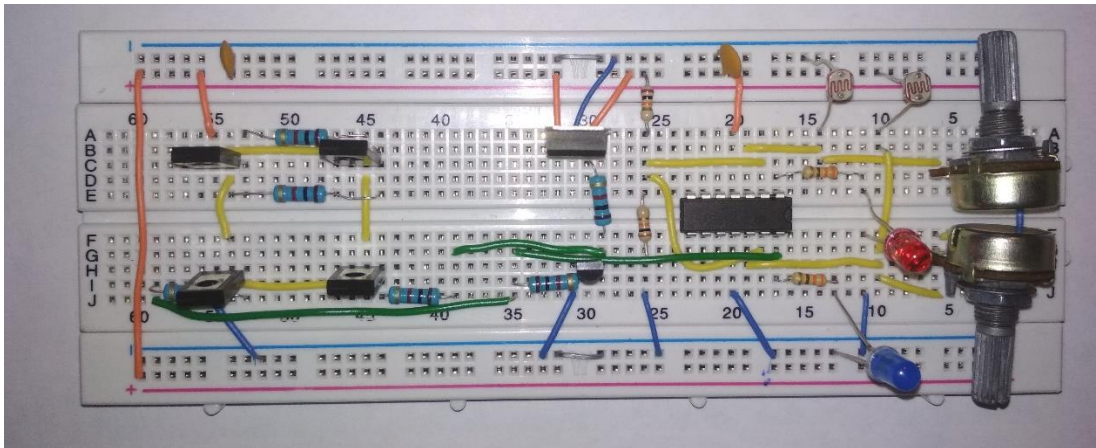
Cabe destacar que para comprender a mayor profundidad este apartado, se puede revisar en el siguiente link <https://learn.sparkfun.com/tutorials/transistors> la simulación del puente H empleado.

3. Generalización del circuito

Considerando todos los apartados anteriores, a continuación, se muestra el circuito final del circuito inversor de giro de un motor CD controlado por fotoresistencias:

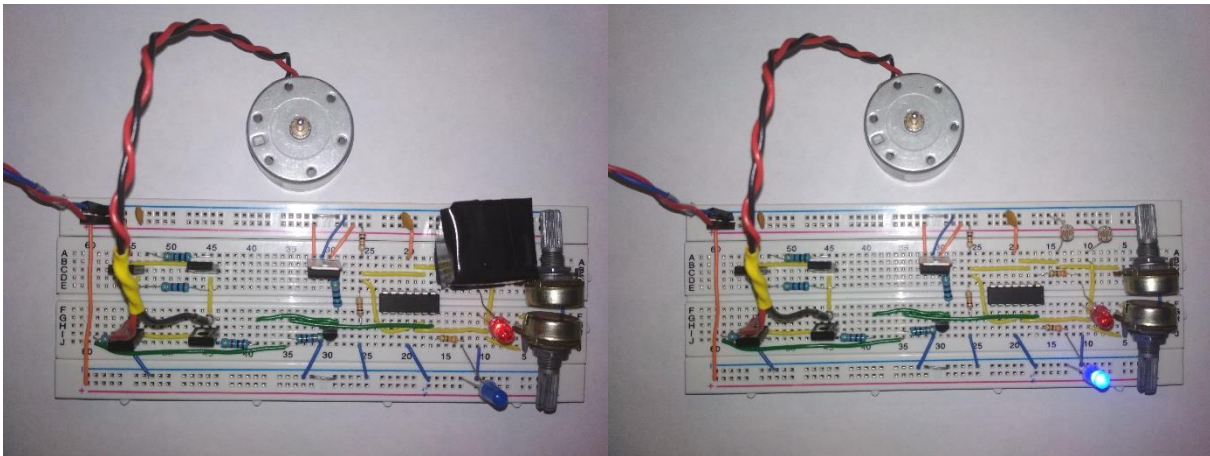


A continuación, se muestra una foto del circuito armado en una protoboard:



Pruebas y resultados

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en las distintas pruebas realizadas en el circuito:



Imágenes 3 y 4: Del lado izquierdo lo obtenido cuando hay sombra, del lado derecho lo obtenido cuando hay luz.

Es necesario destacar que la forma visual en la que se pensó mostrar los estados de rotación del motor fue a través de un led rojo para el caso de rotación contraria a las manecillas del reloj (Es para el estado donde no hay luz) mientras que el led azul es para cuando la rotación es en el sentido horario.

Como se observa en la imagen 3, en el momento en que ambas fotoresistencias no obtienen luz lo que se obtiene es un estado en el que el motor rota en dirección contraria a las manecillas del reloj. Por otro lado, en la imagen 4 se puede observar que ambas fotoresistencias obtienen luz lo cual provoca que el motor gire en sentido horario, la forma visual de saber esto es a través del led azul.

Por último, como bien sabemos la cantidad de luz puede variar respecto a la temporada, clima y otros factores que no se pueden controlar en su totalidad, es por eso que para ajustar la sensibilidad a la luz en este circuito se realiza mediante los potenciómetros.

Conclusiones

En el presente proyecto se retomaron todos los conceptos matemáticos como electrónicos de dispositivos electrónicos como amplificadores operacionales, transistores entre otros más que a pesar de ser elementos relativamente básicos dentro del mundo de la electrónica son hoy en día los fundamentos para cualquier circuito electrónico más complejo.

Por otro lado, es necesario destacar la importancia de conocer cada una de las configuraciones en las que se puede operar un amplificador operacional ya que en el caso de este proyecto el amplificador lo utilizamos como comparador y aunque bien sabemos que existen dispositivos que están hechos para realizar específicamente esa tarea, realmente se partió solo de saber los dispositivos visto a lo largo del curso, además y como parte adicional, también fue necesario recordar a profundidad cada uno de los estados de operación de los TBJ pues como bien se observó en la parte de diseño del circuito, se utilizaron TBJ como interruptores.

Por otro último, a pesar de que en el mundo de la robótica, domótica e incluso dentro de la biomédica existen circuitos o equipos como FPGA's que solamente están destinadas a que se traten de implementar y programar para realizar cualquier tipo de proyecto, algo destacable es que este tipo de equipos ya sea que de manera externa o incluso dentro de si mismos llevan componentes más básicos como son resistencias, transistores o amplificadores operacionales, la realidad es que para poder entender este tipo de circuitos a mayor detalle es necesario tener bases teóricas de electrónica que son ni más ni menos lo visto en el presente curso.

Referencias

Libros:

- William H. Hayt, Jr. Jack E. Kemmerly. Análisis de circuitos en Ingeniería. Mc Graw Hill. CDMX, México.
- Robert L. Boylestad, Louis Nashelsky. Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos. Pearson. México.

Hojas de datos característicos:

- Phillips Semiconductors. Recuperado el 18 de noviembre de 2019, de <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/17871/PHILIPS/LM324.html>
- Texas Instruments. Recuperado el 18 de noviembre de 2019, de <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/834704/TI1/LM324.html>
- SIEMENS. Recuperado el 18 de noviembre de 2019, de <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/44436/SIEMENS/BD139.html>
- Fairchild Semiconductors . Recuperado el 18 de noviembre de 2019, de <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/50770/FAIRCHILD/BD139.html>