

Prácticas de Electrónica de Potencia

Angel Esteban Arroyo Ciau David Alberto Huchim Sosa
Wilberth Eduardo López Gómez Felipe Sánchez Soberanis

9 de diciembre de 2022

Índice

Práctica 1: LED AC Rectificador	4
Introducción	4
Objetivo	4
Marco teórico	4
Diodos	4
Diodo emisor de luz (LED)	4
Voltaje 127 AC	4
Resistencia	5
Rectificador de media onda	5
Materiales	5
Esquemático	5
Circuito sin rectificador	5
Circuito con rectificador de media onda	6
Resultados	6
Conclusiones	8
Práctica 2: Silicon Controlled Rectifier (SCR)	9
Introducción	9
Objetivo	9
Marco teórico	9
Rectificador Controlado de Silicio (SCR)	9
Materiales	9
Esquemático	10
Resultados	11
Conclusiones	11
Práctica 3: On Delay 120V	12
Introducción	12
Objetivo	12
Marco teórico	12
LM555	12
Timer on delay	13
Materiales	13
Esquemático	13
Resultados	14
Conclusiones	14
Práctica 4: Enclavamiento Electromagnético	16
Introducción	16

Objetivo	16
Marco teórico	16
Enclavamiento	16
Contactor	16
Materiales	16
Inciso a)	16
Inciso b)	16
Inciso c)	17
Esquemático	17
Conclusiones	18
Práctica 5: Arranque, Reversa y Paro con Motor Monofásico	19
Introducción	19
Objetivo	19
Marco teórico	19
MAC223	19
MOC3011	19
CD4001	20
Motor monofásico	20
Interruptor centrífugo	20
Materiales	20
Esquemático	21
Resultados	21
Conclusiones	23
Práctica 6: Chopper	24
Introducción	24
Objetivo	24
Marco teórico	24
Switch unidireccional	24
1N4007	24
Materiales	25
Esquemático	25
Resultados	25
Práctica 7: Arranque, Reversa y Paro con Motor de Lavadora	26
Introducción	26
Objetivo	26
Marco teórico	26
Encapsulado CD4013BE	26
Compuerta lógica NOT	26
Compuerta lógica AND	26
Materiales	26
Esquemático	27
Resultados	28
Conclusiones	29
Práctica 8: Dimmer con Triac	30
Introducción	30
Objetivo	30
Marco teórico	30
Diac	30
Triac	30
Potenciómetro	30
Materiales	30

Esquemático	31
Resultados	31
Conclusiones	32
Práctica 9: Dimmer Doble con SCR	33
Introducción	33
Objetivo	33
Marco teórico	33
Dimmer	33
SCR (Rectificador controlado de silicio)	33
Materiales	33
Esquemático	33
Resultados	34
Conclusiones	35
Práctica 10: Flyback	36
Introducción	36
Objetivo	36
Marco teórico	36
Transformador flyback	36
Materiales	36
Esquemático	37
Resultados	37
Conclusiones	37
Enlaces	39

Práctica 1: LED AC Rectificador

Introducción

Mediante tres diferentes arreglos de circuitos, se encenderá un LED mediante una fuente de tipo alterna desde una clavija a la toma de corrientes de 120v. A continuación, se presentará el procedimiento y resultados de la práctica.

Objetivo

- Encender un LED mediante corriente alterna.

Marco teórico

Diodos

El diodo es un dispositivo tipo semiconductor que permite el paso de la corriente eléctrica en un sentido cuando se le administra un voltaje suficiente para dejar que fluya la corriente, e impide su paso a través del otro sentido, el cual usualmente se aplica para rectificar el flujo de la corriente por sus características. Es un componente básico de los circuitos electrónicos que está muy presente en dispositivos modernos, tales como ordenadores, equipos de audio, televisores, teléfonos, entre otras cosas. De igual manera, su principal aplicación, ya antes mencionado, es como rectificador, ya que permite el cambio de corriente alterna a directa mediante un arreglo conocido como puente de diodos, debido a que cuentan con polaridad, donde están presentes el cátodo (terminal negativa) y el ánodo (terminal positiva). Los diodos se clasifican según su tipo, tensión y capacidad de corriente.

Cuando un diodo permite un flujo de corriente, tiene polarización directa. Cuando un diodo tienen polarización inversa, actúa como un aislante y no permite que fluya la corriente.



Figura 1: Diodo.

Diodo emisor de luz (LED)

Existen varios tipos de diodos con diferentes aplicaciones y utilidades según su configuración y estructura, uno de éstos es el diodo tipo LED, los cuales funcionan en polarización directa, y se caracterizan porque las recombinaciones de los portadores de carga generan fotones, las partículas elementales que forman la luz. Dentro de estos hay de varios tipos, como los DIP (Dual In-Line Package) LED, que son las luces LED tradicionales y en las que piensa la mayoría de la gente cuando se les pide.

Voltaje 127 AC

Existen múltiples formas de alimentación eléctrica, la más utilizada de manera cotidiana es mediante el voltaje de 127 volts con el que la mayoría contamos en nuestros hogares. Este voltaje se conoce como voltaje nominal y está regulado por el “Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica”. Durante esta práctica se utilizará dicho voltaje como forma de alimentación del circuito que se utilizará para analizar el comportamiento de la corriente en dos situaciones.

Resistencia

Estos componentes están hechos de carbón u otros materiales que se oponen al flujo de corriente, lo cual genera una característica eléctrica llamada “resistencia”. Esta característica se define como la oposición al flujo de electrones a través de un conductor.

Rectificador de media onda

De manera general es un circuito simple empleado para eliminar la mitad de una onda, ya sea la parte positiva o la negativa. Para realizar uno de estos rectificadores basta con colocar un diodo en el circuito. También existen los rectificadores de onda completa cuya construcción es ligeramente más compleja, donde se requieren 4 diodos en un arreglo específico.

Materiales

A continuación se presenta la lista de los componentes utilizados en ambos casos de la práctica:

Componente	Cantidad
Cable cal. 22	2m
Clavija con cable	1
LED	1
Diodo 1N4007	1
Resistencia 30K	1

Esquemático

A continuación se muestran los dos circuitos que se realizaron, sólo se agregó un diodo en el segundo circuito. Este cambio resultó en una gran diferencia que se abordará a profundidad en los resultados.

Circuito sin rectificador

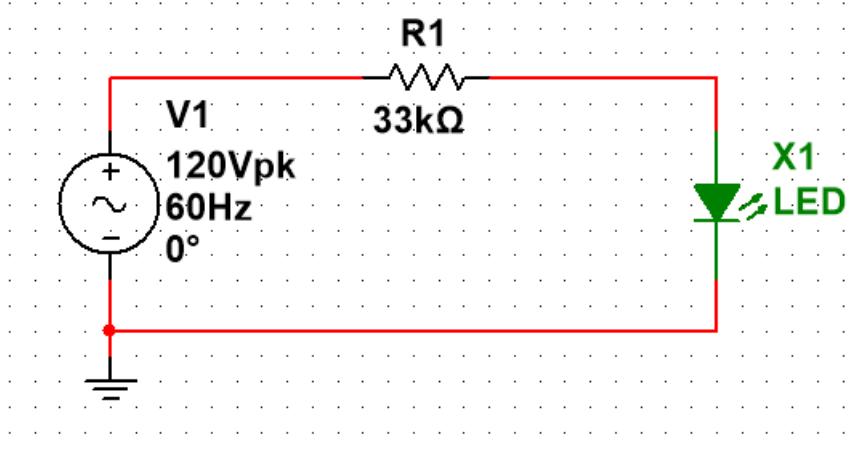


Figura 2: Esquemático del circuito sin rectificador.

Círculo con rectificador de media onda

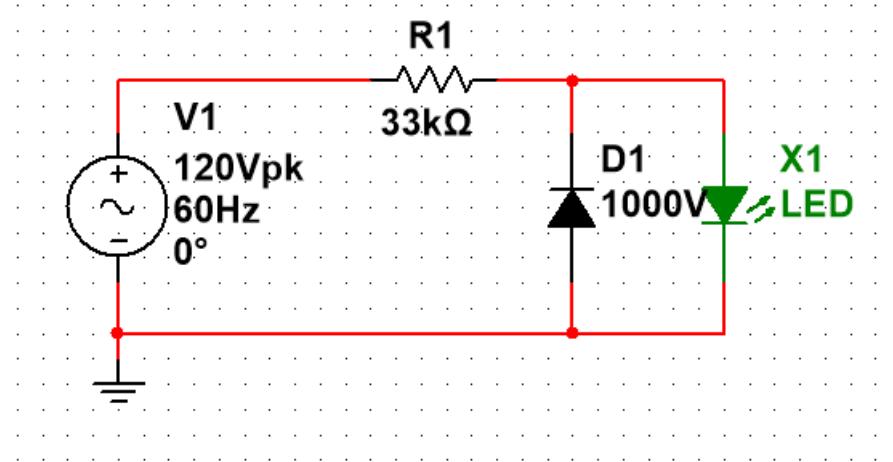


Figura 3: Esquemático del circuito con rectificador de medio onda.

Resultados

Se pudo observar mediante la creación del circuito la forma en la que la corriente varía cuando se tiene y cuando no se tiene un diodo rectificador. Debido a la simpleza, se optó por realizar las simulaciones para poder observar el comportamiento de la corriente en ambas situaciones. En la primera se puede observar que el LED recibe tanto la parte negativa como la positiva de la corriente. Cabe recalcar que este dispositivo es un diodo, por ello no se recomienda que absorba el ciclo negativo a través del cátodo, ya que puede disminuir la vida útil del componente. En la siguiente imagen se puede observar que el LED recibe ambas partes de la onda.

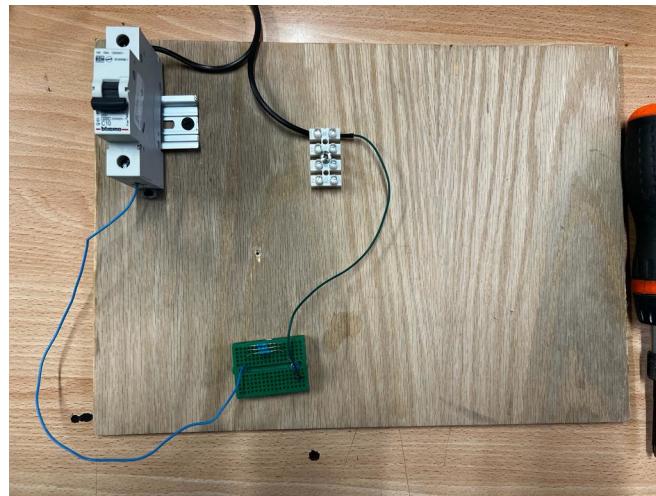


Figura 4: Circuito armado sin rectificador.

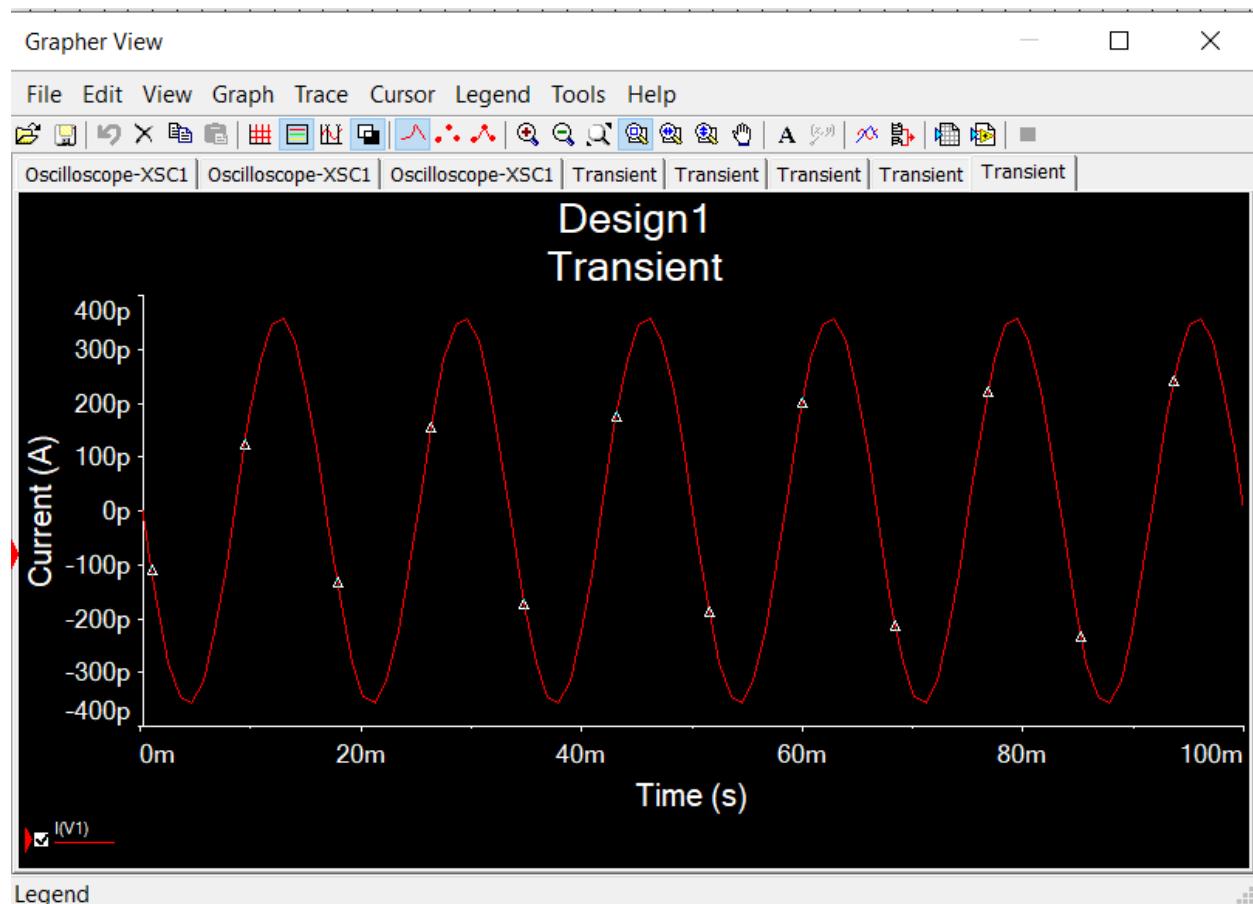


Figura 5: Simulación sin rectificación.

En cambio, al colocar el diodo el LED únicamente recibe la corriente que permite pasar y el lado negativo pasa a través del diodo en paralelo. De esta manera la corriente en el LED se comporta de la manera que se muestra a continuación.

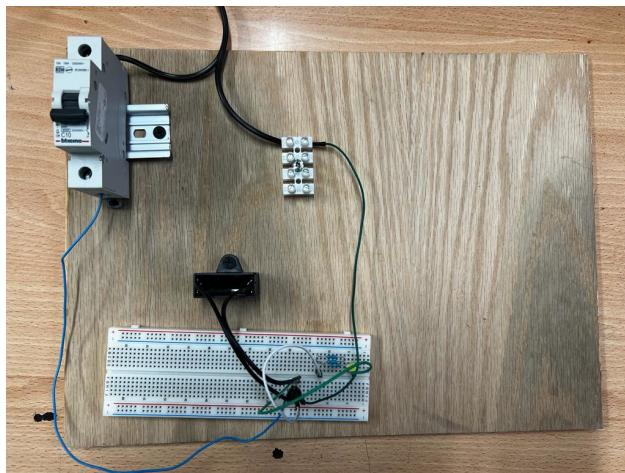


Figura 6: Circuito armado con rectificador.

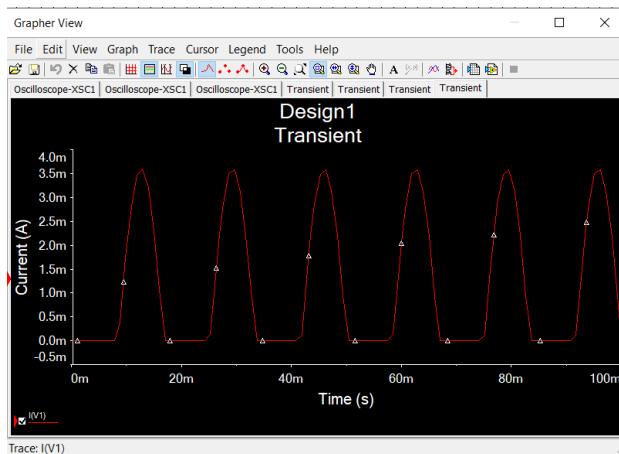


Figura 7: Simulación con rectificación.

Es de suma importancia conocer el funcionamiento interno de los componentes para realizar el diseño de un circuito. Esto nos permite una mejor comprensión en caso de tener errores o que algo no funcione como se espera. Esta práctica sentó las bases de la interacción de la corriente con los diodos, nos permitió observar de manera gráfica cómo funcionan y la utilidad que presentan en un caso aplicativo.

Conclusiones

La corriente alterna inicialmente tiene la forma de una onda senoidal, la amplitud disminuye al pasar por la resistencia y cuando llega al LED solo pasa el semicírculo positivo de la onda, ya que éste funciona como un diodo conectado en polarización directa. El semicírculo negativo pasa a través del diodo conectado en antiparalelo, ya que el cátodo está conectado en la entrada de la señal. De esta manera se logra que toda la onda pase por el circuito.

Práctica 2: Silicon Controlled Rectifier (SCR)

Introducción

Mediante dos arreglos distintos, se controlará una fuente de iluminación mediante el uso de un SCR.

Objetivo

Se demostrará el funcionamiento básico de un dispositivo SCR por medio del encendido de un foco que se alimenta a 12V, así como se evaluará las condiciones para su conducción entre terminales mediante dos botones, uno para enclavar el flujo de corriente y el foco permanezca encendido, y otro como botón de paro, el cual cesará el flujo de corriente y apagará el foco.

Marco teórico

Rectificador Controlado de Silicio (SCR)

El dispositivo fué presentado por primera vez en 1956 por Bell Telephone Laboratories. Algunas de las áreas más comunes de aplicación de los SCR incluyen controles de relevador, circuitos de retardo de tiempo, fuentes de potencias reguladas, interruptores estáticos, controles de motor, inversores, cicloconvertidores, cargadores de batería, controles de fase, entre otros dispositivos.

En la actualidad, los dispositivos SCR han sido diseñados para controlar potencias tan altas como 10MW con valores nominales individuales hasta de 2000A a 1800V. Su intervalo de frecuencia de amplificación también se ha ampliado hasta 50kHz, lo que ha permitido algunas aplicaciones como calefacción por inducción y limpieza ultrasónica.

El símbolo gráfico del SCR se puede apreciar a continuación:

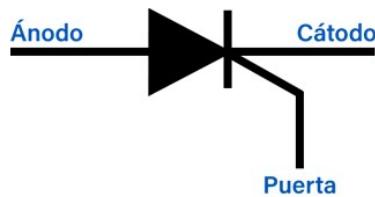


Figura 8: Simbolo SCR

Materiales

Componente	Cantidad
Cable cal. 22	2m
Clavija con cable	1
Puente de diodos	1
Capacitor 470uF a 25V	1
Transformador de 12V	1
Botones de pulso	2
SCR mod. C10GB a 4A	1
Foco de 12V	1

Componente	Cantidad
Resistencia 100kohm	1

Esquemático

Para esta práctica se tienen 2 incisos, por lo que el inciso a e inciso b, respectivamente, se aprecian en las siguientes ilustraciones:

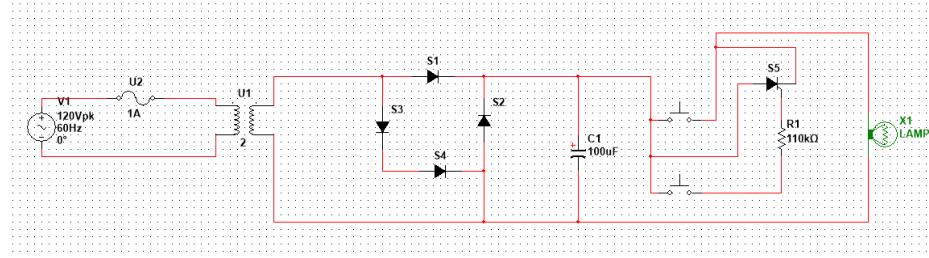


Figura 9: Esquemático del inciso a.

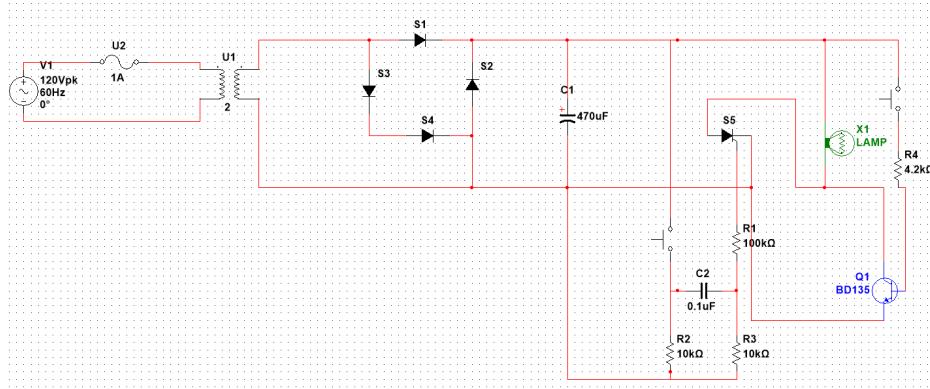


Figura 10: Esquemático del inciso b.

Es importante señalar que para el inciso b, se tenía un esquemático diferente al ilustrado anteriormente, sin embargo, se optó por incorporar este a la práctica debido que éste si cumplía con los resultados esperados.

Resultados

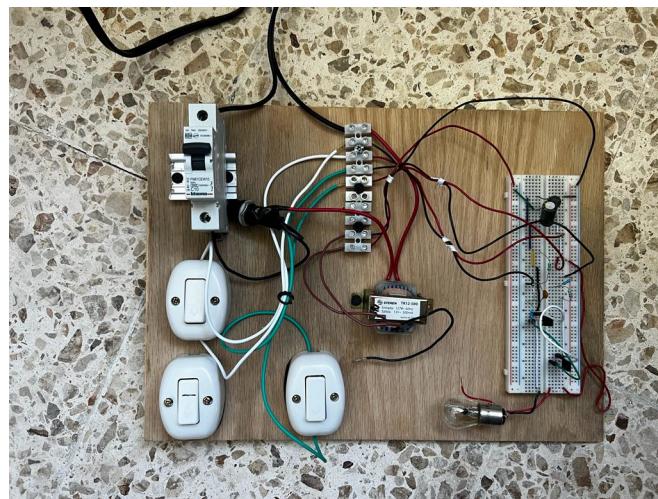


Figura 11: Circuito armado.

Cuando se presiona el botón de abajo, que cumple el funcionamiento de encendido, activa el SCR, permitiendo el flujo de corriente a través del foco y, por ende, encendiéndolo. Finalmente, al presionar el botón de arriba, se genera una equivalencia de voltaje entre ambos de los pines, condición que hace que el SCR se desactive, negando el paso de corriente a través del foco, lo que quiere decir, que lo apaga.

Conclusiones

El rectificador controlado de silicio (SCR) es un dispositivo importante en el campo de la electrónica y puede utilizarse tanto en circuitos que tienen cargas pequeñas como un foto o incluso para motores. Este dispositivo es interruptor unidireccional capaz de commutar cantidades importantes de energía, se cierra con un pulso de corriente de puerta (disparo) y se abre cuando la corriente pasa por cero.

Práctica 3: On Delay 120V

Introducción

Esta práctica trata sobre la utilización de un LM555 para poder crear un timer on delay con un valor de retardo de 10 segundos para, seguidamente, probar su funcionalidad en un circuito más grande con un foco como información visual.

Objetivo

- Creación de un timer on delay que pueda funcionar con 120V AC.
- Utilizar el timer on delay previamente creado como un módulo en un circuito combinado con un enclavamiento para mantener encendido un foco.

Marco teórico

LM555

El circuito integrado 555 es un temporizador eléctrico y se le conoce como “máquina del tiempo” por la gran variedad de tareas que puede realizar con respecto al tiempo. El LM555 tiene internamente una combinación de circuitos digitales y analógicos, se utiliza comúnmente para proporcionar retardos de tiempo, como oscilador a una determinada frecuencia, y como un circuito integrado flip-flop.

Los empaquetados de los circuitos integrados se pueden identificar por una o varias letras como D, DB, JG, P o PW el cual es el más común para experimentación y tiene 8 pines en total (figura 12).

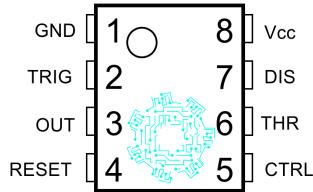


Figura 12: Conexiones del LM555.

1. **GND:** Corresponde a la terminal negativa de la alimentación, generalmente tierra.
2. **Disparo(TRIG):** Es la parte del circuito integrado donde se establece el inicio del tiempo de retardo para la configuración monoestable del LM555. Para que ocurra este proceso el pulso disparador disminuye el voltaje $(1/3)V_{cc}$, donde Vcc corresponde al voltaje de alimentación.
3. **Salida(OUT):** En este pin se puede observar el resultado de la configuración del temporizador eléctrico ya sea como monoestable, estable u otra opción.
4. **Reinicio(RESET):** Para un nivel de voltaje por debajo de 0.7 V, tiene la función de poner el pin de salida a nivel bajo. Para evitar el reinicio se deberá conectar este pin a alimentación.
5. **Control de voltaje(CTRL o CONT):** Al utilizar el circuito integrado LM555 como controlador de voltaje, el voltaje en esta terminal puede variar teóricamente desde Vcc hasta aproximadamente 0 V, en la práctica la variación es de $V_{cc} - 1.7$ V hasta casi 2 V menos.
6. **Umbral(THR o THRES):** Corresponde a la entrada de un comparador interno de umbral el cual se emplea para poner la señal de salida a un nivel bajo.
7. **Descarga(DIS o DISCH):** Permite descargar el condensador externo al circuito integrado 555 para su funcionamiento.
8. **Voltaje de alimentación(Vcc o Vdd):** Terminal positiva de la alimentación, normalmente son valores de 4.5 V hasta 16 V.

Timer on delay

Como su nombre lo indica, el timer on delay no genera una salida hasta que transcurre un tiempo predefinido:

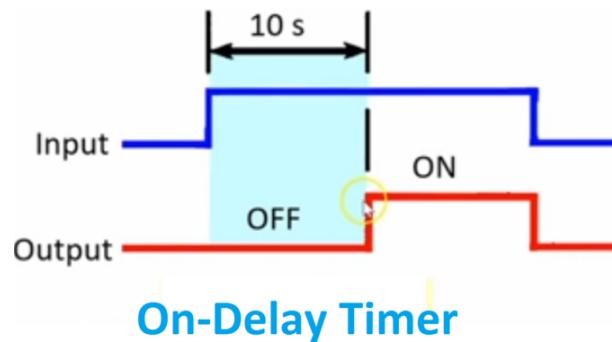


Figura 13: Gráfica del funcionamiento de un timer on delay.

Como se puede observar en la figura 13, cuando se energiza el timer, este no genera una salida alta hasta que pasa, en el caso de este ejemplo, un periodo de tiempo de 10 segundos. Este tiempo es el que puede ser modificado, dependiendo de la aplicación que se le de.

Materiales

- 1 BC337
- 1 LM555
- 1 contactor
- 1 foco
- 1 relay 12V
- 1 switch nc
- 1 switch no
- Capacitores 103
- Resistencias 10K
- Resistencias 2.2K

Esquemático

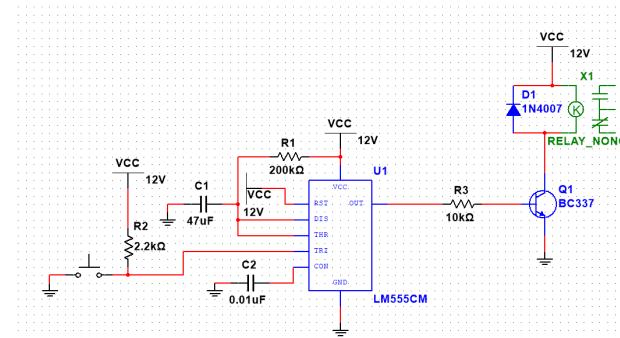


Figura 14: Inciso a

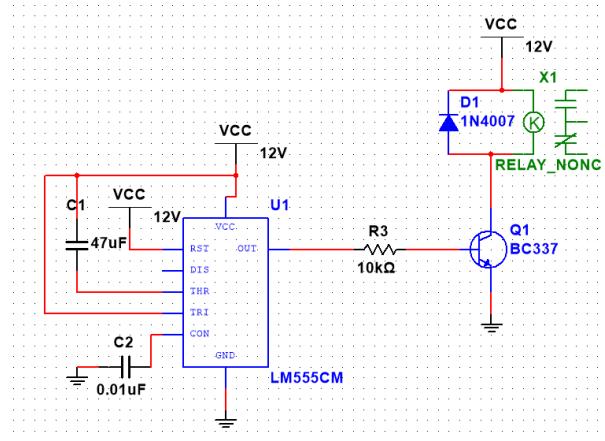


Figura 15: Inciso b

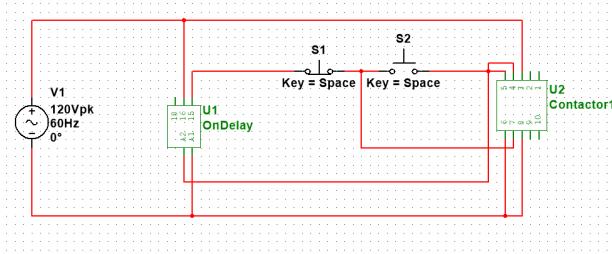


Figura 16: Inciso c

Resultados

En el inciso a, se logró utilizar el LM555 en su modo monoestable (ver figura 17). Esto quiere decir que, combinado con un push button, se logró simular el funcionamiento de un on delay, a pesar de que, en realidad, no lo sea por definición.

En el inciso b, se utiliza el LM555 en el modo de retardo de tiempo, específicamente, después de ser energizado, con un valor de 10 segundos. Esto quiere decir que se logra crear un timer on delay con un valor de retardo a la entrada de probarlo, se obtienen resultados satisfactorios.

En el inciso c, ya con el timer on delay armado del punto anterior, se utiliza como un módulo para un circuito más grande. Este nuevo circuito cuenta con el timer y un contactor, conectado de manera que se tenga un enclavamiento. Esto logra que, una vez pasado el tiempo de retardo del timer, el foco se activa y, al mismo tiempo, se activa el enclavamiento, manteniendo encendido el foco, siempre y cuando no se desenclave por medio del botón normalmente cerrado (ver la figura 18 y la figura 19).

Conclusiones

El principal componente de esta práctica fue el circuito integrado LM555, el cual está diseñado para funcionar como un temporizador u oscilador monostable. Se comprendió como se puede establecer el tiempo de retraso al variar los valores de RA y CT. De igual forma se armó con éxito este circuito sobre una tarjeta electrónica o PCB, para lo cual se requirió comprender el circuito impreso y soldar correctamente los componentes, a pesar de que al principio del armado del PCB la soldadura trajo problemas, el equipo supo afrontarlos y resolverlos, para obtener un resultado adecuado y funcional.

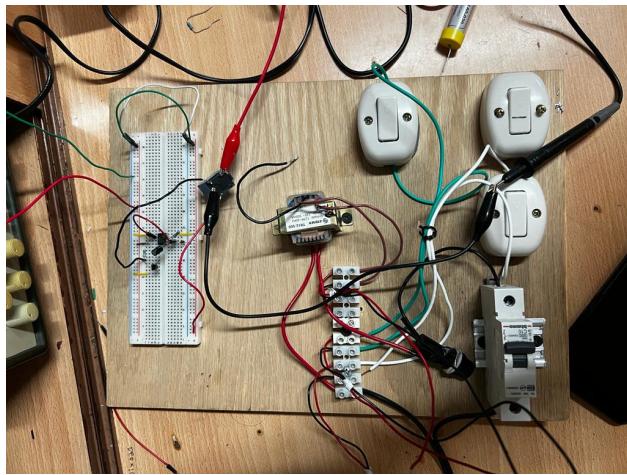


Figura 17: Inciso a.



Figura 18: Foto del circuito de la práctica 3 con el foco encendido.



Figura 19: Foto del circuito de la práctica 3 con el foco apagado.

Práctica 4: Enclavamiento Electromagnético

Introducción

La presente práctica trata acerca de encender una carga mediante un interruptor (Contacto NC) y mantenerla energizada a través de un enclavamiento electromagnético, esto al conectar en paralelo un contacto auxiliar con el interruptor antes mencionado.

Objetivo

- Encender un motor a través de un interruptor (NC) y cortar la energía a través de un interruptor normalmente abierto.

Marco teórico

Enclavamiento

Consiste en conectar en paralelo un contacto auxiliar (NA) con un interruptor (NC).

Contactor

Un contactor es un elemento electromecánico que tiene la capacidad de establecer o interrumpir la corriente eléctrica de una carga, con la posibilidad de ser accionado a distancia mediante la utilización de elementos de comando, los cuales están compuesto por un circuito bobina / electroimán por la cual circula una menor corriente que la de carga en sí (incluso podría utilizarse baja tensión para el comando). Constructivamente son similares a los relés, y ambos permiten controlar en forma manual o automática, ya sea localmente o a distancia toda clase de circuitos. Pero se diferencian por la misión que cumple cada uno: los relés controlan corrientes de bajo valor como las de circuitos de alarmas visuales o sonoras, alimentación de contactores, etc. y los contactores se utilizan como interruptores electromagnéticos en la conexión y desconexión de circuitos de iluminación y fuerza motriz de elevada tensión y potencia.

Materiales

Inciso a)

Componente	Cantidad
Cable cal. 22	2m
Clavija con cable	1
Fusible 10A	1
Contacto NA	1
Contacto NC	1
Transformador 24V	1
Contactor	1
Motor DC	1
ITM	1
Fusible 10A	1

Inciso b)

Componente	Cantidad
Puente de diodos	1
Clavija con cable	1
Puente de diodos	1

Componente	Cantidad
Capacitores 105	2
Cap. Electrol 100mF 35V	1
Contacto NA	1
Contacto NC	1
Motor de ventilador	1
Contactor	1
ITM	1
Fusible 10A	1

Inciso c)

Componente	Cantidad
Cable cal. 22	2m
Clavija con cable	1
Puente de diodos	1
Cap. elect. 100mF 35V	1
Contacto NA	1
Contacto NC	1
Capacitor 105	2
Contactor	1
ITM	1
Fusible 10A	1

Esquemático

Los esquemáticos de los incisos a, b y c, respectivamente, se enlistan a continuación:

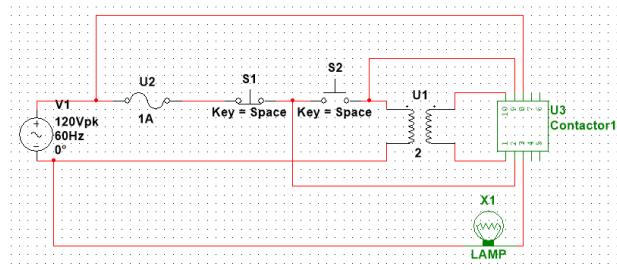


Figura 20: Inciso a

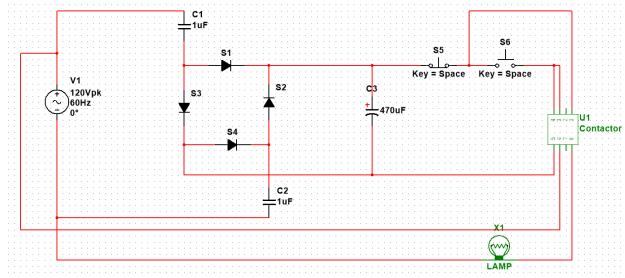


Figura 21: Inciso b.

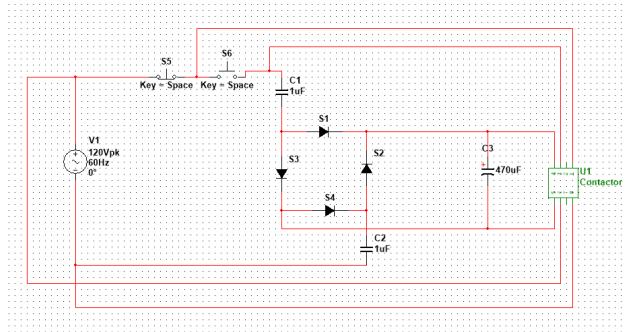


Figura 22: Inciso c.

Conclusiones

En la presente práctica se hizo uso del PCB armado en la actividad anterior, por lo que era crucial que dicho circuito sea funcional todavía y para ello se hicieron pruebas de continuidad y se observó que todo funcionaba a la perfección. En esta práctica pudimos entender lo importante que son los enclavamientos y suelen emplearse la mayoría de las veces sobre el circuito de un motor eléctrico o en nuestro caso, un foco incandescente.

Práctica 5: Arranque, Reversa y Paro con Motor Monofásico

Introducción

Esta práctica consta de la combinación de dos partes: primero, se tiene un circuito de lógica, conformado por el CD4001, que se encarga de controlar el inicio, paro y sentido de giro del motor monofásico, en combinación con un arreglo que permite enclavar la señal.

Seguidamente, este circuito se conecta a uno de potencia, que utiliza la lógica anterior junto con un contactor para poder cambiar el sentido de dirección del motor, dependiendo de los botones que hayan sido presionados con anterioridad.

Objetivo

- Implementación de un arranque y paro, con enclavamiento, por medio de compuertas NOR
- Utilización del arranque y paro junto con un circuito de potencia para controlar el sentido del giro de un motor monofásico

Marco teórico

MAC223

El triac es un dispositivo semiconductor de tres terminales que se usa para controlar el flujo de corriente promedio a una carga, con la particularidad de que conduce en ambos sentidos y puede ser bloqueado por inversión de la tensión o al disminuir la corriente por debajo del valor de mantenimiento. El triac puede ser disparado independientemente de la polarización de puerta, es decir, mediante una corriente de puerta positiva o negativa.

Cuando el triac conduce, hay una trayectoria de flujo de corriente de muy baja resistencia de una terminal a la otra, dependiendo la dirección de flujo de la polaridad del voltaje externo aplicado.

El MAC223A8 (figura 23) es un TRIAC estándar de 25 A diseñado para aplicaciones de conmutación de CA y control de fase. Este normalmente funciona en los cuadrantes I y III activados desde la línea de CA.



Figura 23: Encapsulado MAC223.

MOC3011

Este (figura 24) consta de un diodo emisor de infrarrojos de arseniuro de galio, acoplado ópticamente a un interruptor bilateral de silicio y está diseñado para aplicaciones que requieren disparo aislado de TRIAC, bajo corriente de conmutación aislado de CA, un alto aislamiento eléctrico (a 7500V pico), de alto voltaje detector de punto muerto, pequeña tamaño, y de bajo costo.

Un opto acoplador, también llamado optoisolador o aislador acoplado ópticamente, es un dispositivo de emisión y recepción que funciona como un interruptor activado mediante la luz emitida por un diodo LED que satura un componente opto electrónico, normalmente en forma de fototransistor o fototriac. De este modo se combinan en un solo dispositivo semiconductor, un foto emisor y un foto receptor cuya conexión entre ambos es óptica. Estos elementos se encuentran dentro de un encapsulado que por lo general es del tipo DIP. Se suelen utilizar para aislar eléctricamente a dispositivos muy sensibles.

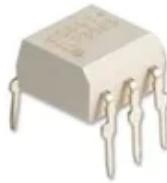


Figura 24: Encapsulado MOC3011.

CD4001

Es un circuito integrado que consta de cuatro compuertas NOR de dos entradas (figura 25). La puerta NOR o compuerta NOR es una puerta lógica digital que implementa la disyunción lógica negada, se comporta de acuerdo a la tabla de verdad. Cuando todas sus entradas están en 0 (cero) o en BAJA, su salida está en 1 o en ALTA, mientras que cuando una sola de sus entradas o ambas están en 1 o en ALTA, su SALIDA va a estar en 0 o en BAJA. NOR es el resultado de la negación del operador OR. También puede ser visto como una puerta AND con todas las entradas invertidas. El NOR es una operación completamente funcional. Las puertas NOR se pueden combinar para generar cualquier otra función lógica. En cambio, el operador OR es monótono, ya que solo se puede cambiar BAJA a ALTA, pero no viceversa.

El semiconductor complementario de óxido metálico o complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS) es una de las familias lógicas empleadas en la fabricación de circuitos integrados. Su principal característica consiste en la utilización conjunta de transistores de tipo pMOS y tipo nMOS configurados de forma tal que, en estado de reposo, el consumo de energía es únicamente el debido a las corrientes parásitas, colocado en la placa base.



Figura 25: Encapsulado CD4001.

Motor monofásico

Un motor monofásico es una máquina capaz de provocar una rotación en su eje al alimentarlo eléctricamente.

Este tipo de motores se suelen utilizar cuando no se dispone de una red trifásica a 380v generalmente usada en la industria y además se requiere de una baja potencia (de hasta 4 kW / 5 CV). El control que se va a realizar tiene que ser muy básico como un marcha-paro y cambio en el sentido de giro.

Este tipo de motores se pueden encontrar instalados en hormigoneras, amoladoras, mesas de trabajo, ventilación, bombas de agua, tornos, compresores de aire, sierras circulares, etc.

Interruptor centrífugo

Un interruptor centrífugo es un interruptor eléctrico que funciona con la fuerza centrífuga creada desde un eje de rotación, lo más común es que sea de un motor eléctrico o de un motor de gasolina. El interruptor se diseña para activar o para desactivar en función de la velocidad rotatoria del eje.

Materiales

Componente	Cantidad
CD4001	1

Componente	Cantidad
MAC223	1
Capacitor 104	1
Capacitor 1uF	1
Contactor	1
Motor monofásico	1
MOC3011	2
Push button	3
Resistencia 100	1
Resistencia 1K	2
Resistencia 2.2K	3
Resistencia 220	1

Esquemático

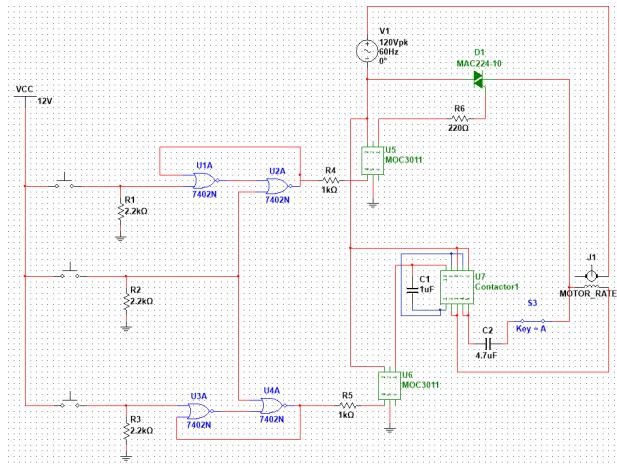


Figura 26: Circuito de la práctica 5.

Como se puede observar en la figura 26, este circuito de dos partes claramente delimitadas por los MOC3011, cumpliendo así el funcionamiento ideal de separar, dentro de un mismo circuito, la parte de lógica / electrónica de la parte de potencia.

El conjunto de botones, resistencias de 2.2K y 4 CD4001 se encarga de dar la lógica del circuito. Cuando se presiona el botón de start, el motor comienza a girar en un sentido, dependiendo de las conexiones iniciales al devanado de arranque.

Cuando se presiona el botón de cambio de dirección (para hacer esto, el circuito tiene que estar desactivado), se activa el contactor y cambia los contactos NC a NO y viceversa, logrando que la conexión del devanado de arranque cambie de sentido. Esto logra que, después de la activación del contactor, el motor gire para el lado contrario al inicial, debido al cambio de sentido de la corriente que transita por el devanado de arranque.

Por último, el botón de off se encarga de desactivar tanto el on como el cambio de dirección. Esto es debido a que está conectado de tal manera que un solo botón desactiva el enclavado de ambos puntos.

Resultados

Como se puede observar en la figura 27, el motor monofásico gira en sentido antihorario. Esto se logró simplemente presionando el botón de on, sin haber presionado el cambio de dirección. Esto quiere decir que el giro en este sentido es debido a la conexión que hicimos originalmente, ya que no es modificada por el contactor, ya que no está siendo activado.



Figura 27: Motor monofásico girando en sentido antihorario.



Figura 28: Motor monofásico girando en sentido horario.

Por el otro lado, presionando primero el botón de cambio de dirección y, por ende, activando el contactor y cambiando el sentido del flujo de la corriente a través del devanado de arranque, para, seguidamente, presionar el botón de inicio, se puede observar que el motor monofásico ahora gira en sentido horario (ver figura 28), contrario al sentido de giro original.

El principal problema que se presentó, es que el circuito nunca se desactiva completamente, siempre hay una pequeña corriente no deseada. Esto quiere decir que, a pesar de presionar el botón de off (desenclavamiento), el motor continúa girando en un sentido, pero más lento que cuando está activado. Esto es debido, principalmente, a la calidad de los componentes utilizados en el circuito, ya que se usaron componentes principalmente genéricos, por el precio. Si se utilizan componentes más especializados para esta tarea, este error desaparecerá.

Conclusiones

En esta práctica se tuvieron bastantes problemas y se retrasaron los avances aproximadamente semana y media. Los principales problemas que se identificaron fueron fallos en los cables así como también problemas de funcionamiento en los MAC y fueron cambiados dichos dispositivos aproximadamente tres veces. Afortunadamente se pudieron hallar los problemas haciendo pruebas a dichos componentes y comprobando su continuidad y así fue como el equipo supo solventar dichas complicaciones y se pavimentó el camino para que el sistema funcione de manera adecuada y se pudiera controlar el sentido de giro del motor de forma adecuada.

Práctica 6: Chopper

Introducción

Esta práctica trata sobre la utilización de un LM555 para generar una señal periódica de salida con una frecuencia variable, la cual se utiliza para controlar un transistor BD135 que, a su vez, forma parte de un arreglo denominado switch unidireccional. Con este circuito, es posible “cortar” la señal de entrada y poder controlar el brillo de un foco.

Objetivo

- Implementación de un switch unidireccional
- Control de brillo de un foco

Marco teórico

Switch unidireccional

El switch unidireccional es un arreglo de diodos en forma de puente de diodos, combinado con un transistor que permite controlar la salida del puente por medio de la oscilación del transistor. Esto quiere decir que permite que una entrada AC sinusoidal tenga una salida con la misma forma, pero reduciendo la potencia total por medio de “cortar” pedazos de la señal (ver figura 29).

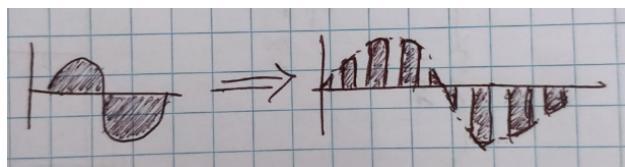


Figura 29: Gráfica representativa del funcionamiento del switch unidireccional.

1N4007

El Diodo Rectificador 1N4007 (ver figura 30) fue inventado por John Ambrose Fleming fue un físico e ingeniero eléctrico británico realizó el descubrimiento en el año de 1904. Es considerado uno de los pioneros de la electrónica. La palabra diodo viene del vocablo griego y se traduce como pasaje angosto. El término se ocupa en el área de la electricidad e electrónica. Es considerado un semiconductor debido a que solo permite la circulación de flujo de electrones en una única dirección con las singularidades similares a un interruptor.

Su funcionamiento consiste en permitir el flujo de energía eléctrica en un solo sentido, por lo cual se comporta de dos maneras:

- Polarización directa: permitiendo el paso de la corriente eléctrica.
- Polarización inversa: impidiendo el paso de la corriente eléctrica.



Figura 30: Componente 1n4007.

Materiales

Componente	Cantidad
Resistencia 2.2K	1
Potenciómetro 100K	1
LM555	1
Capacitor 22uF	1
Capacitor 103	2
Resistencia 10K	1
BD135	1
Puente diodos	2
LM7812	1
Capacitor 470uF	1
Foco	1

Esquemático

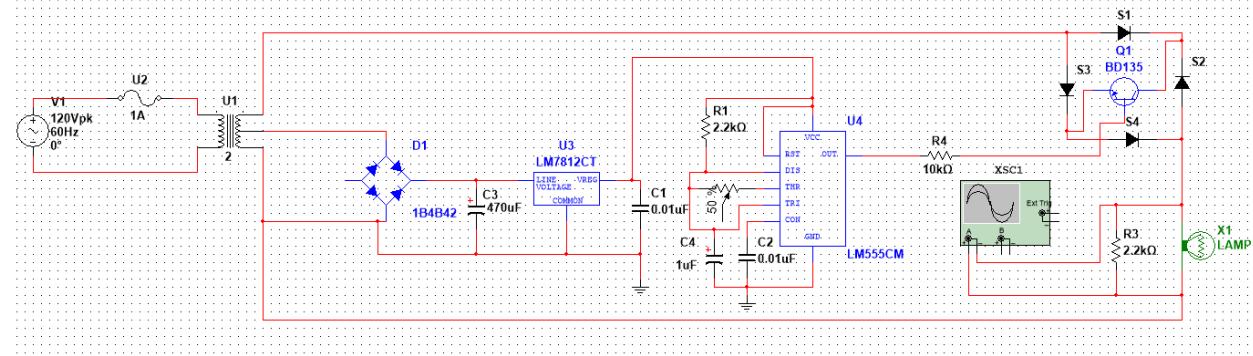


Figura 31: Circuito del chopper de la práctica 6.

Resultados

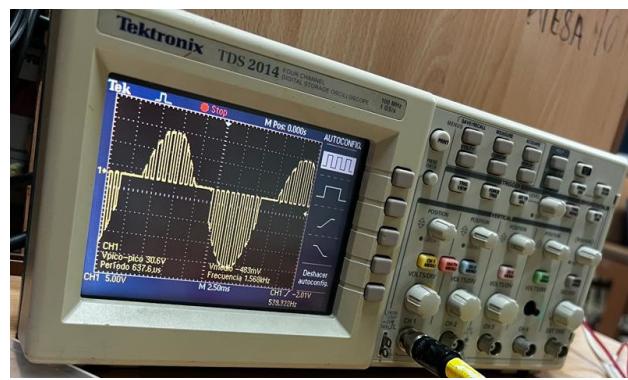


Figura 32: Gráfica resultante del circuito chopper.

Como se puede observar en la figura 32, el circuito funciona y corta de manera correcta la señal AC de entrada y la controla cuando genera la salida. Esto puede ser modificado mediante el ajuste del potenciómetro de 100K para poder regular la frecuencia de la señal de corte o, en otras palabras, el espacio entre los puntos energizados de la señal de salida.

Práctica 7: Arranque, Reversa y Paro con Motor de Lavadora

Introducción

Con el fin de accionar un motor de lavadora y disponer de su máxima funcionalidad, recrear un circuito que accione al motor bajo accionamientos de arranque y paro.

Objetivo

Desarrollar un circuito de corriente directa que disponga de tres botones que accionaran cambios en el sentido de giro del motor, ambos mediante enclavamientos que servirán como arranque, y uno exclusivo para detenerlo, el cual representa el botón de paro del circuito.

Marco teórico

Encapsulado CD4013BE

El CD4013 Flip-Flop Dual es un circuito integrado MOS (CMOS) está formado de transistores así que los canales tipo N y tipo P están mejorados. En su interior cuenta con 2 Flip-Flop cada uno tiene sus datos independientes: set, reset, entradas de reloj y sus salidas Q y Q(negada).

Compuerta lógica NOT

En lógica digital, un inversor, puerta NOT o compuerta NOT es una puerta lógica que implementa la negación lógica. Donde la tabla de verdad queda de la siguiente manera:

Entrada	Salida
0	1
1	0

la función de esta compuerta consiste en producir como salida el valor invertido de su entrada. El valor de salida de una compuerta NOT será 1 cuando su valor entrada sea 0 y será 0 cuando su valor de entrada sea 1.

Compuerta lógica AND

La compuerta AND o puerta AND es una puerta lógica digital que implementa la conjunción lógica, esta tendrá una salida ALTA, únicamente cuando los valores de ambas entradas sean ALTOS. La tabla de verdad queda de la siguiente manera:

Entrada A	Entrada B	Salida
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

La compuerta AND produce la multiplicación lógica AND, esto es: la salida es 1 si la entrada A y la entrada B están ambas en el binario 1: de otra manera, la salida es 0. Estas condiciones también son especificadas en la tabla de verdad para la compuerta AND.

Materiales

Componente	Cantidad
Cable cal. 22	2m
Clavija con cable	1
Botón de pulso	3
CD4013BE	1
74LS04	1
MOC	2
Triac	2
Resistencias 220ohm	1

Esquemático

El circuito a recrear en la práctica es el siguiente:

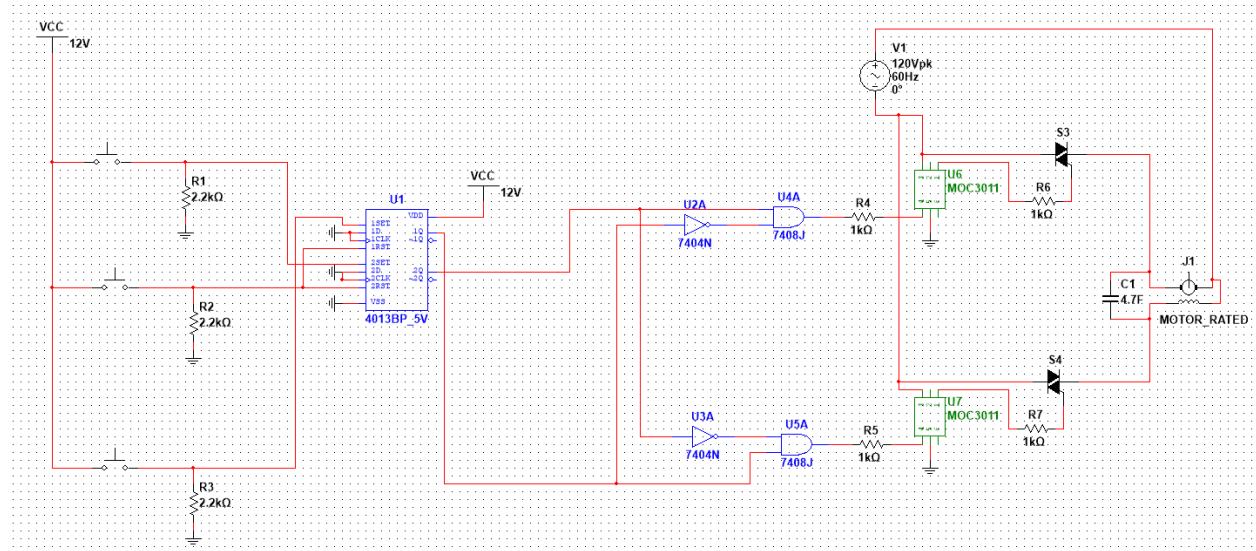


Figura 33: Esquemático de la práctica 7.

Es pertinente explicar los pines de cada compuerta lógica empleada en el circuito, por lo que se enlistan a continuación:

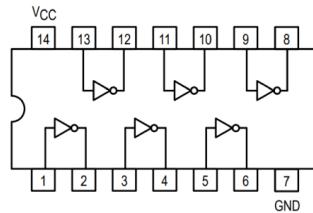


Figura 34: Pinout del 74LS04.

Esta estructura para la compuerta NOT es la mayor empleada, comercialmente hablando, la cual el equipo incorporó en el circuito.

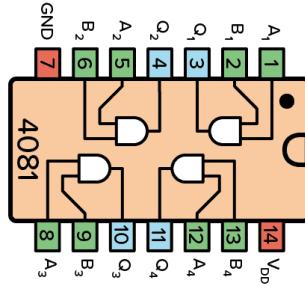


Figura 35: Pinout del 4081.

Esta compuerta tiene la particularidad que funciona en un rango de 12V, los cuales son requeridos en el circuito.

Resultados

Al accionar el botón de arriba, el giro del motor es en un sentido horario en nuestro caso, cuando se pulsa el botón de en medio se detiene el motor y a continuación se presiona el botón de abajo, el cual cambia el sentido de giro a antihorario, donde podemos concluir que el circuito funciona en óptimas condiciones. De igual manera, cabe aclarar que es indiferente si se presiona el botón de giro horario o antihorario de primero, el funcionamiento es el mismo.

Las conexiones con la fuente de 12V DC y al motor se visualizan en las siguientes imágenes:

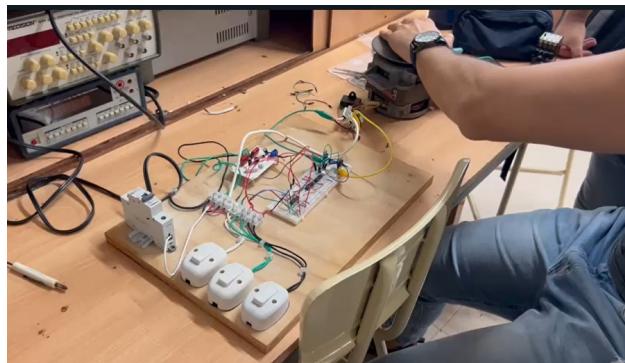


Figura 36: Conexiones del circuito (vista general).



Figura 37: Conexiones del circuito con el motor.

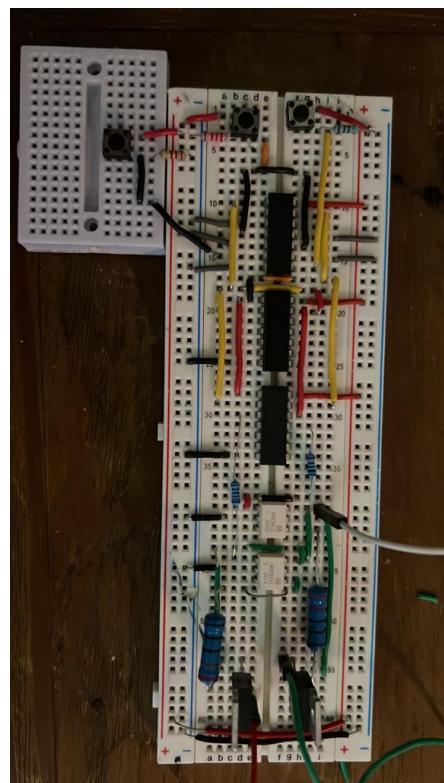


Figura 38: Circuito recreado en el protoboard.

Conclusiones

En la elaboración de esta actividad se usó nuevamente el circuito integrado LM555 con la finalidad de generar una señal periódica de salida con una frecuencia variable, la cual iba a ser utilizada para controlar un transistor BD135. En esta práctica afortunadamente se tuvieron muy pocos problemas y se pudo armar de manera relativamente rápida el circuito, por lo que se generaron resultados muy positivos y sin contratiempos.

Práctica 8: Dimmer con Triac

Introducción

Esta práctica consiste en hacer cambiar la luminosidad de un foco incandescente conectado a 120 V al variar el voltaje mediante un potenciómetro.

Objetivo

- Aumentar o disminuir la luminosidad de un foco

Marco teórico

Diac

El DIAC (Diodo para Corriente Alterna) es un dispositivo semiconductor doble de dos conexiones. Es un diodo bidireccional autodisparable que conduce la corriente sólo tras haberse superado su tensión de disparo alternativa, y mientras la corriente circulante no sea inferior al valor triple de voltios característico para ese dispositivo. El comportamiento es variable para ambas direcciones de la corriente. La mayoría de los DIAC tienen una tensión de disparo doble variable de alrededor de 30 V. En este sentido, su comportamiento es similar a una lámpara de neón.

Triac

El TRIAC es un componente electrónico semiconductor de tres terminales para controlar la corriente. Su nombre viene del término TRIode for Alternating Current = Triodo Para Corriente Alterna. Un triac se utiliza para controlar una carga de CA (corriente alterna), semejante a como un transistor se puede utilizar para controlar una carga de CC (corriente continua). En definitiva, es un interruptor electrónico pero para corriente alterna.

Potenciómetro

Un potenciómetro es un componente electrónico similar a los resistores pero cuyo valor de resistencia en vez de ser fijo es variable, permitiendo controlar la intensidad de corriente a lo largo de un circuito conectándolo en paralelo ó la caída de tensión al conectarlo en serie. Un potenciómetro es un elemento muy similar a un reostato , la diferencia es que este último disipa más potencia y es utilizado para circuitos de mayor corriente, debido a esta característica, por lo general los potenciómetros son generalmente usados para variar el voltaje en un circuito colocados en paralelo, mientras que los reostatos se utilizan en serie para variar la corriente .

Materiales

Componente	Cantidad
Clavija con cable	1
ITM	1
Resistencia 100 Ohms	1
Potenciómetro 100 K	1
Resistencia 47K	1
Resistencia 2.2K	1
Diac	1
MAC 224	1
Foco incandescente	1
Capacitor 104	3

Esquemático

El esquemático de la práctica se visualiza a continuación:

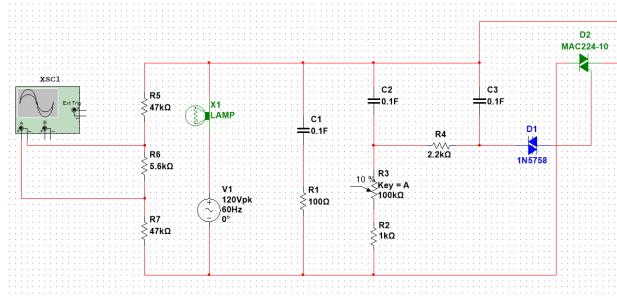


Figura 39: Esquemático de la práctica 8.

Resultados

El circuito se montó en una protoboard tal y como se aprecia en la figura a continuación.

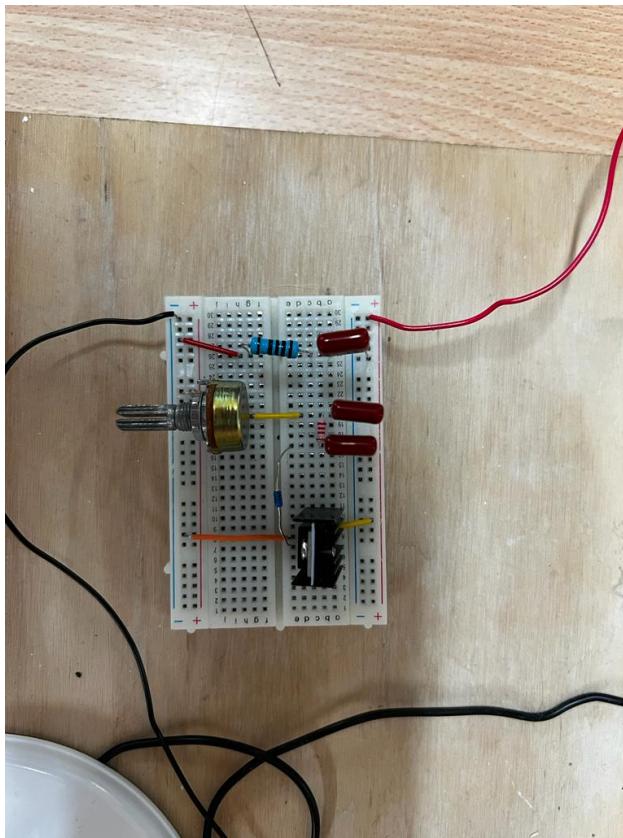


Figura 40: Circuito armado de la práctica 8.

Una vez montado el circuito y realizado el cableado pertinente a corriente alterna y al foco, se procedió a alimentar al circuito, el cual funcionaba de la manera deseada, donde por medio del potenciómetro, podíamos variar la propia luminosidad del foco, cumpliendo con el objetivo de la práctica.



Figura 41: Circuito en funcionamiento.

Conclusiones

En esta práctica se pudo entender cómo es el funcionamiento del dimmer y encontrar sus potenciales usos, ya que es un sistema de regulación lumínica. Entender qué es un dimmer no es suficiente para poder utilizarlo, ya que, aunque su función sea muy clara, es necesario contar con luminarias que tengan la posibilidad de ser reguladas para que resulte útil. En definitiva, se trata de un sistema que se puede integrar tanto de forma inalámbrica como a través de cableado en instalaciones como viviendas, oficinas o cualquier otro tipo de espacio que necesite una regulación de la intensidad de sus luminarias.

Práctica 9: Dimmer Doble con SCR

Introducción

La presente práctica consiste en recortar los valles positivos o negativos, según sea el caso, de una señal sinusoidal usando dos dispositivos SCR y regulados por un potenciómetro. Al recortar dicha señal se podrá observar que sube o baja la intensidad de un foco incandescente.

Objetivo

- Variar la energía que recibe un foco incandescente y a su vez regular su intensidad de luz, utilizando un dimmer con doble SCR

Marco teórico

Dimmer

Un dimmer, regulador, atenuador o dímer, sirve para regular la energía en uno o varios focos con el fin de variar la intensidad de la luz que emiten, cuando las propiedades de la lámpara lo hacen posible.

SCR (Rectificador controlado de silicio)

El rectificador controlado de silicio es un tipo de tiristor formado por cuatro capas de material semiconductor con estructura PNPN o bien NPNP.

Materiales

Componente	Cantidad
Switch cola de rata	1
Foco 12 V	1
SCR Tic126	2
Potenciómetro 50Kohm	2
Resistencia 100 Ohms	2
Cap. Electr. 47uF	1
Resistencia 10k	1
Diodo 1n4007	2
Transformador 12V	1

Esquemático

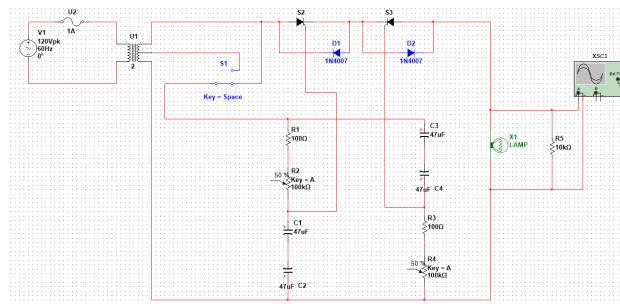


Figura 42: Esquemático de la práctica 9.

Resultados

Para la elaboración de este circuito, se tienen las siguientes conexiones:

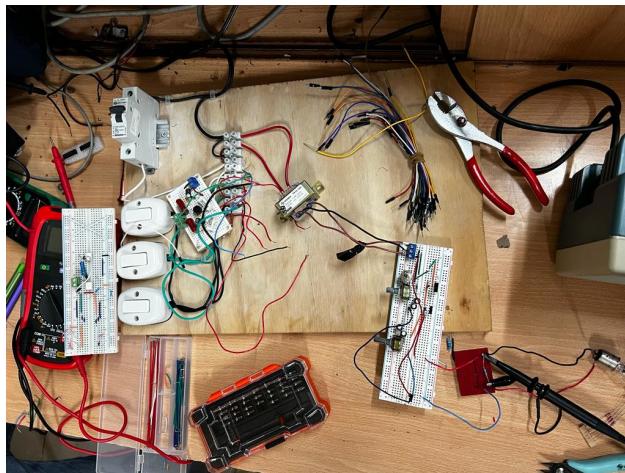


Figura 43: Circuito armado de la práctica 9.

Una vez ya alimentado el circuito, se variaron los potenciómetros, de manera que se obtuvo la siguiente gráfica en el osciloscopio.

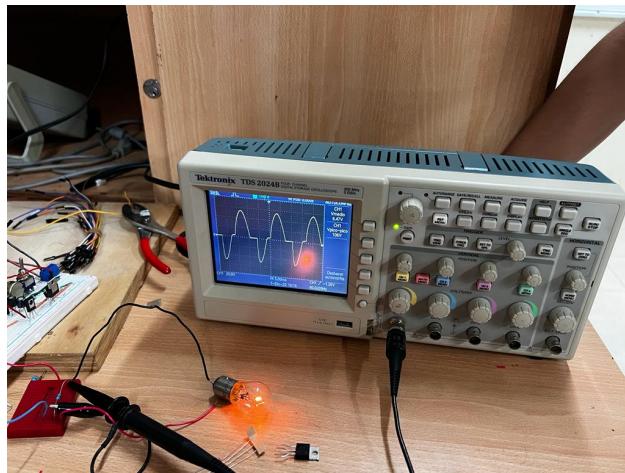


Figura 44: Señal de salida del dimmer.

Variando los potenciómetros, apreciamos como cambiaba la forma de la senoidal visualizada en el osciloscopio mediante el giro de los potenciómetros, donde uno regula la parte positiva de la señal, y el otro la negativa, donde se aprecia un recorte independiente mediante diferentes gates presentes en el circuito.

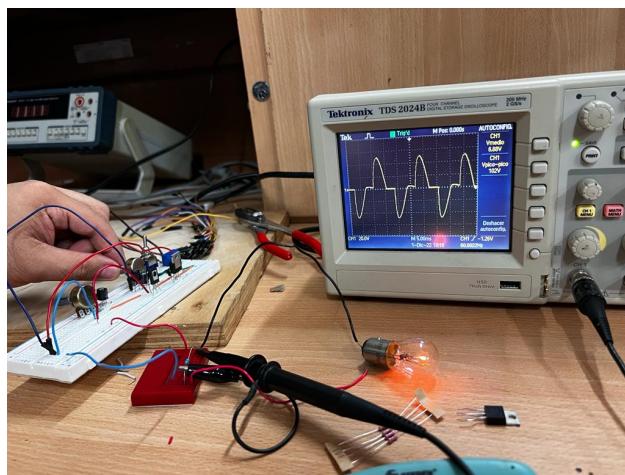


Figura 45: Señal de salida del dimmer, en otro ángulo.

Conclusiones

En esta práctica se pudo entender que existen muchas formas de construir un dimmer, y otra opción adecuada es construirlo con un SCR. De igual forma, se ha comprobado la efectividad del uso de diodos junto a dispositivos SCRs para realizar el dimmer doble de una carga, el uso de potenciómetros permitió regular y controlar la sección de la señal removida que atenuaría la energía entregada a la carga. El dimmer doble fue posible al trabajar con dos SCRs uno para cada semicírculo y teniendo en el circuito en dos partes simétricas para entregar la cantidad requerida de energía.

Práctica 10: Flyback

Introducción

Con el fin de poder apreciar una estela debido a una consecuencia directa de alta tensión, generar un circuito el cual alimente un flyback con el fin de apreciar una estela que sea directamente proporcional a la tensión eléctrica presente en el circuito.

Objetivo

Mediante un circuito analizado en clases, conectar un dispositivo flyback con el fin de generar una estela de voltaje visible a la vista humana.

Marco teórico

Transformador flyback

Un transformador flyback o transformador de líneas es un tipo de transformador que genera una alta tensión necesaria para hacer funcionar un tubo de rayos catódicos (CRT).

Este transformador de líneas o flyback incorpora un circuito rectificador en su interior formado en su parte de alta tensión por varios devanados, que incorporan diodos en serie internos y utilizan la capacidad parásita que hay entre ellos para filtrar y estabilizar la corriente rectificada por los diodos. La corriente consumida por el tubo en alta tensión es mínima, por lo que estas capacidades parásitas son suficientes.



Figura 46: Dispositivo Flyback.

Materiales

Componente	Cantidad
Fuente de voltaje variable	1
Capacitor cerámico 103	1
Capacitor cerámico 22 uF	1
Potenciómetro 50Kohm	1
Resistencia 2.2K	1
Transistor TIP3055	1
Transistor Flyback	1

Componente	Cantidad
Caimanes	2
Cinta aislante	1

Esquemático

En la siguientes ilustraciones, se pueden apreciar lo que son el esquemático del circuito para el flyback y de una fuente con salida de 12V.

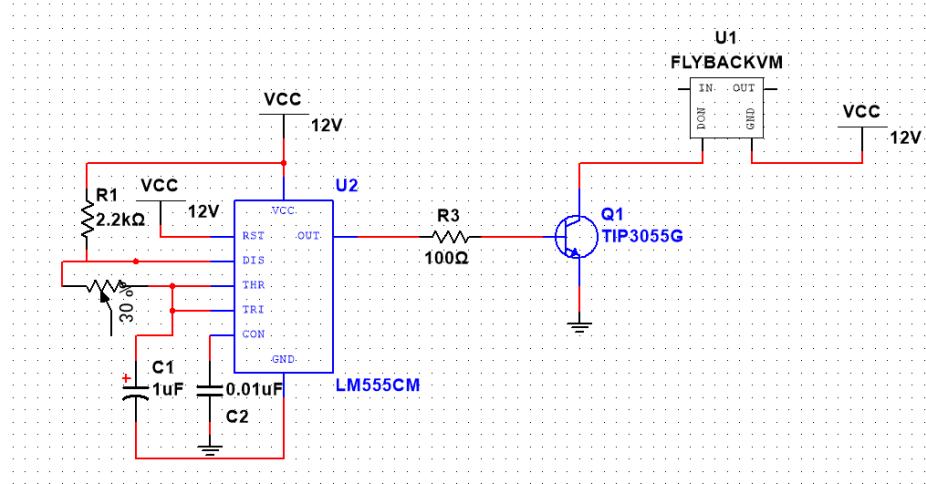


Figura 47: Circuito de la práctica 10.

Por alguna cuestión de diseño, el esquemático de la fuente quedó descartado y en su lugar se emplea una fuente de voltaje variable para métodos prácticos del circuito.

Resultados

El circuito fue conectado al flyback y se obtuvieron las siguientes conexiones:

Mediante la prueba en físico de la práctica, se apreció que la mayor distancia que el flyback permitió para obtener la estela fue de 1 cm aproximadamente de separación entre las puntas, de manera que la práctica fue realizada con éxito. Es importante recalcar que para fines prácticos, el potenciómetro se accionó con la máxima resistencia posible, la cual es de 50kohm, lo cual afectaba en la frecuencia del transistor.

Conclusiones

En esta práctica se tuvieron bastantes complicaciones y numerosos contratiempos. Uno de los problemas principales encontrados fue que el transistor no funcionaba correctamente por lo que el flyback no entregaba los resultados que se esperaban, por lo que se colocó un transistor TIP 3055 para resolver el problema. El flyback es un dispositivo que consume mucha corriente y/o voltaje por lo que jamás se debe tocar a menos que el aparato este totalmente descargado y en general es recomendable no tocar ninguna de las partes del transformador flyback ya que se puede producir una fuerte descarga eléctrica y causar daños al cuerpo.

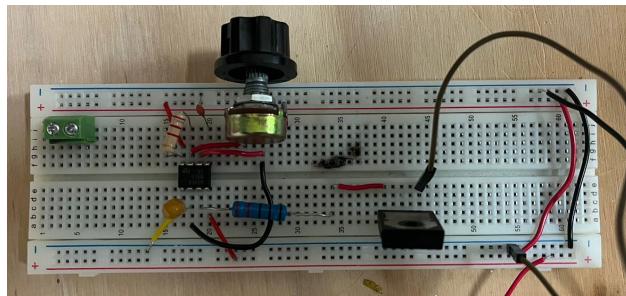


Figura 48: Circuito físico.

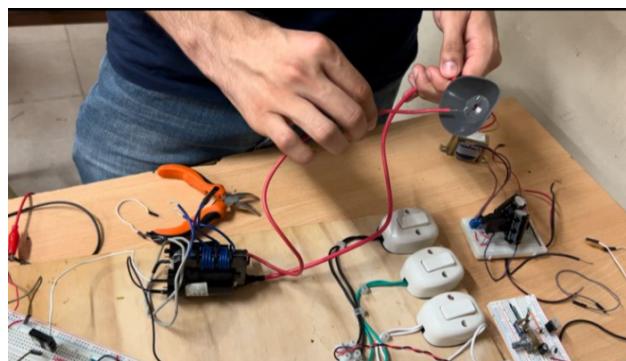


Figura 49: Prueba del circuito.



Figura 50: Estela del flyback obtenida.

Enlaces

- <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/motor-monofasico/>
- https://www.zuendo.com/smartblog/38_motor-electrico-y-funciones.html
- <https://www.logicbus.com.mx/compuertas-logicas.php>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Diac>
- <https://www.etsist.upm.es/estaticos/ingeniatric/index.php/tecnologias/item/556-potenciómetro%3Ftmpl=component&Itemid=111>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Rectificador_controlado_de_silicio
- <https://www.ecured.cu/Fly-back>
- <https://unicrom.com/dimmer-control-de-velocidad-motor-ac-con-triac/>
- <https://www.areatecnologia.com/electronica/triac.html>
- <https://www.electrical4u.net/basic-accessories/on-delay-timer-off-delay-timer-working-principle/>