

Aprender Electrónica Libro de prácticas

José Miguel Castillo Castillo

Aprender Electrónica
Libro de prácticas
Versión preliminar.
15-12-2024

Índice de contenido

INTRODUCCION (4)

1. Práctica 1. Distinción entre corriente alterna y corriente continua (7)
2. Práctica 2. Construcción de una fuente de alimentación de corriente continua (10)
3. Práctica 3. Determinación de la presencia de una tensión alterna (13)
4. Práctica 4. Prueba de tensión alterna (16)
5. Práctica 5. Comprobación de la dependencia entre tensión y corriente (17)
6. Práctica 6. Medición de la tensión continua con un voltímetro (20)
7. Práctica 7. Medición de la corriente con un miliamperímetro (22)
8. Práctica 8. Uso de la ley de tensión (26)
9. Práctica 9. Uso de la ley de corriente (28)
10. Práctica 10. Verificación de las tensiones de rama en un circuito paralelo (30)
11. Práctica 11. Verificación de la corriente en un circuito serie (34)
12. Práctica 12. Regulación de la corriente en un circuito paralelo (36)
13. Práctica 13. Determinación de los valores de resistencias (37)
14. Práctica 14. Uso de una resistencia variable (39)
15. Práctica 15. Regulación del brillo de una bombilla (42)
16. Práctica 16. Uso de una resistencia variable para regular la corriente (44)
17. Práctica 17. Verificación de los circuitos serie-paralelo (46)
18. Práctica 18. Usos de resistencias de mayor valor en circuitos serie y paralelo (49)
19. Práctica 19. Verificación de la relación entre los valores de tensión de c.c. y eficaz de c.a. (52)
20. Práctica 20. Uso de los transformadores (54)
21. Práctica 21. Uso de diodos semiconductores (57)
22. Práctica 22. Comparación de las salidas de rectificadores (61)
23. Práctica 23. Filtrado de una tensión pulsatoria con un condensador (63)
24. Práctica 24. Comparación de las relaciones de tensión de c.a. y de c.c. (65)
25. Práctica 25. Efecto de la inductancia en los circuitos de c.a. (68)
26. Práctica 26. Verificación del campo magnético alrededor de una bobina (69)
27. Práctica 27. Regulación de la velocidad de un motor de corriente continua c.c. (70)
28. Práctica 28. Inversión de la rotación de un motor de corriente continua c.c. (74)
29. Práctica 29. Montaje de un grupo motor-generador de corriente continua c.c. (75)
30. Práctica 30. Repaso de las mediciones de tensión (77)
31. Práctica 31. Repaso de las mediciones de corriente (82)
32. Práctica 32. Cálculo para la regulación de una fuente de alimentación (88)
33. Práctica 33. Uso de la estabilización de tensión paralelo y serie (92)
34. Práctica 34. Prueba de un amplificador a transistor (97)
35. Práctica 35. Conexión de los circuitos de amplificador (103)
36. Práctica 36. Uso de los transistores de efecto de campo de unión (JFET) (107)
37. Práctica 37. Medición de tensiones de c.a. y c.c. en el mismo circuito (112)
38. Práctica 38. Uso de relés (116)
39. Práctica 39. Trabajo con transductores. Uso de resistencia sensible a la luz LDR (121)
40. Práctica 40. Observación de las frecuencias de rizado (125)
41. Práctica 41. Prácticas con circuitos de constante de tiempo (129)
42. Práctica 42. Construcción y prueba de un oscilador de relajación (137)
43. Práctica 43. Construcción de un amplificador operacional A.O. (140)
44. Práctica 44. Construcción de un oscilador de audio
45. Práctica 45. Construcción de un rectificador, un oscilador y un amplificador
46. Práctica 46. Verificación de un amplificador de potencia complementario
47. Práctica 47. Combinación de circuitos electrónicos
48. Práctica 48. Estabilización serie con circuitos integrados
49. Práctica 49. Uso del 555 como temporizador y oscilador de audio
50. Práctica 50. Uso de las resistencias dependientes

Introducción

Las prácticas de electrónica es el estudio y experimentación de circuitos electrónicos para comprobar y entender su funcionamiento con lo estudiado en la teoría. Realmente nos sirve de apoyo para comprender determinados comportamientos de los circuitos electrónicos que, por su complejidad, nos cuesta verlo en la teoría.

Las prácticas de electrónica se desarrollan partiendo del estudio teórico sobre un determinado tema, profundizando en todos sus aspectos: con fórmulas, medidas, visualización, anotación, actuación, comprobación, sustitución, modificación, etc., para obtener la comprensión absoluta de los conceptos afines.

Se puede decir que sin la realización y comprensión de la práctica nos quedamos a la mitad, pues ni experimentamos nuestras habilidades y comprensión sobre la materia, ni tampoco, nuestro entusiasmo por querer continuar aprendiendo.

Para la realización de una práctica debemos tener una guía de principios fundamentales e importantes para desarrollarla, entre ellas tenemos:

1. Leer detenidamente la práctica y entender los objetivos que se persigue de ella. Si es necesario se utilizará anotaciones y croquis de ella.
2. Comprender el esquema eléctrico de la práctica.
3. Entender el proceso de medición que se va a realizar.
4. Recopilar los materiales y componentes necesarios.
5. Preparar las herramientas y útiles que vamos a necesitar.
6. Montaje de la práctica y de todos sus elementos. Buscando una buena disposición y distribución de los componentes en el módulo protoboard, circuito impreso mutilados, panel de madera, etc.
7. Comprobar antes de conectar el voltaje, los puntos de soldaduras y cableado realizados.
8. Seguir las pautas de las medidas que hay que realizar, anotándolo.
9. Anotar las conclusiones que se ha llegado al final de la práctica.

Todo este proceso de la práctica, consigue que un determinado circuito electrónico por muy complejo que sea se comprenda más fácilmente que en la teoría.

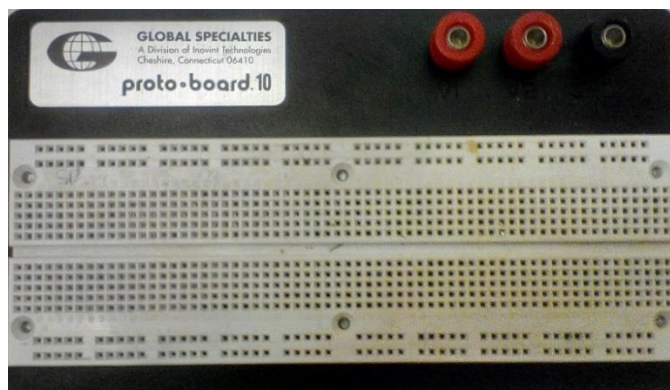
En electrónica hay que tener en cuenta los siguientes conceptos fundamentales:

1. Hay que saber diferenciar entre equipo y circuito electrónico. El equipo electrónico es donde se alberga los diferentes circuitos electrónicos que hacen funcionar un equipo, por ejemplo, un equipo amplificador de sonido HI-FI, contiene los circuitos de previo, circuitos correctores de tonos, circuitos de las etapas amplificadoras y el circuito de alimentación, separados por módulos o en una sola placa.
2. Es muy importante y fundamentalmente tener claro los conceptos de corriente, tensión y potencia que se suelen utilizar en los circuitos electrónicos.
3. En este caso también la seguridad juega un papel muy importante durante la manipulación de circuitos electrónico cuando se están realizando trabajos bajo tensión eléctrica con el equipo o circuito conectado. Por ello, es necesario prestar mucha atención en este aspecto.
4. En todo equipo electrónico hay incorporadas características de seguridad cuya finalidad no debe ser incumplida, ya que un fusible no le protegerá de un daño serio. Sin embargo, el fusible abrirá el circuito impidiendo el paso de la corriente hasta uno de los circuitos que se encuentra defectuoso. Cuando salta un fusible hay que determinar siempre la causa, no basta con remplazar el fusible, hay que averiguar la causa de que haya saltado.
5. Habrá que trabajar con soldadores de estaños y herramientas afines, en este caso hay que ser especialmente precavido para no quemarse con el soldador e impedir respirar el humo y el flujo que se producen durante la soldadura, pues puede irritar los ojos.

Introducción

Este libro comprende la realización de 50 prácticas. Se comienza con unas prácticas sencillas y fundamentales y a medida que se va avanzando las prácticas serán un poco más complicadas.

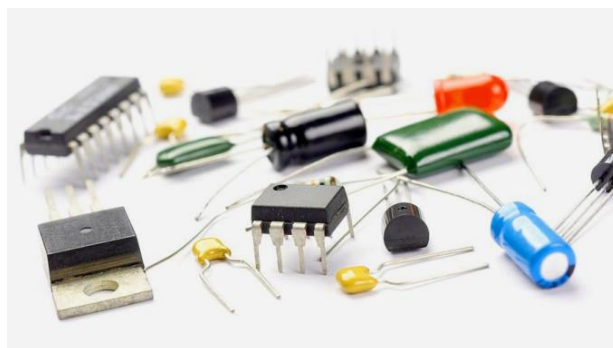
Estas prácticas se podrán realizar montándolas en un módulo proto-board 10, que no necesita de soldar y cortar componentes, sino de insertarlos en determinados orificios.



A parte se necesitará conocer las herramientas y útiles necesarios para el montaje de las prácticas y de un instrumento de medida fundamental, el multímetro o polímetro digital.





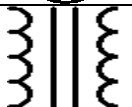



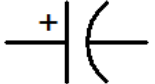








Para las prácticas también será necesario tener una base fundamental del conocimiento de los componentes electrónicos más utilizados como: resistencias, condensadores, bobinas, transformadores, diodos, transistores, amplificadores operacionales, relés, tiristores, triacs, diac...



Este libro está destinado especialmente a estudiantes de comienzo de módulos de la FP y aficionados que deseen conseguir un nivel de electrónica suficiente para comenzar a montar circuitos y repararlos. Obteniendo un extenso conocimiento básico de los principios fundamentales de la electrónica mediante las prácticas.

Introducción

Las primeras prácticas de este libro están relacionadas principalmente con la corriente y tensión eléctrica, las medidas de la corriente y tensión alterna y continua, resistencia, definiciones de éstas, etc. Conceptos que hay que saber fundamentalmente para ir adentrándonos poco a poco en la electrónica. A continuación se muestran algunos componentes con su respectiva simbología que se suelen utilizar en estas prácticas iniciales.

ELEMENTO	SIMBOLOGIA	DEFINICION
Corriente alterna		Cambia alternativamente ciclos positivo y negativos sin polaridad
Corriente continua		Posee un solo sentido de corriente con polaridad + y -
Transformador		Adapta la tensión alterna a diferentes tensiones y potencia
Interruptor		Abre o cierra un circuito
Diodo		Rectifica la tensión alterna en continua
Condensador Disco, poliéster		Almacena y deja pasar la corriente alterna
Condensador Electrolítico		Almacena la corriente continua
Resistencia		Según su valor se opone al paso de la corriente
Resistencia variable		Varia el valor de la resistencia manualmente
Fusible		Protege la fuente de alimentación de cortocircuito o sobrecarga
Bombilla		Se ilumina cuando se le aplica corriente eléctrica
Clavija macho		Se conecta a la base o hembra de enchufe
Voltímetro		Medidor de voltaje
Amperímetro		Medidor de amperios
Motor		Motor de corriente continua

Práctica 1. Distinción entre corriente alterna (c.a.) y corriente continua (c.c.)

En esta primera práctica aprenderemos sobre el significado y distinción entre la corriente eléctrica, **alterna** y **continua**, esto es fundamental para el inicio de la comprensión de la electrónica.

El conocimiento de los principios básicos de la corriente eléctrica, es fundamental para la comprensión de todos los fenómenos que se producen en cualquier equipo electrónico. La corriente eléctrica llega a producirse gracias a los sistemas generadores de energía y a la existencia de materiales llamados **conductores**, generalmente metálicos, que son los que transporta dicha energía.

Cualquier materia está constituida en su forma más ínfima por átomos, compuesto a su vez por un núcleo y unos electrones situados alrededor del mismo. Los materiales conductores tienen algunos electrones, que sometidos a las condiciones, adecuadas se desprende con facilidad y pueden circular libremente por el material.

La corriente eléctrica es, por lo tanto, un movimiento de electrones a lo largo de un conductor. Para que pueda producirse este movimiento se necesita un medio exterior que los impulse en un sentido determinado. Este elemento exterior es un *generador o fuente eléctrica*, desde la central capaz de producir miles de voltios a la más diminuta batería. El generador produce una tensión o voltaje obligando a desplazarse a los electrones a lo largo de todo el circuito exterior, formado por conductores y por todos los demás elementos que utilicen esta corriente para transformarla en sus distintas aplicaciones (como son iluminación, calefacción, movimiento de motores, electrodomésticos, equipos electrónicos, etc.).

La corriente según su forma de obtención se divide en **corriente alterna** y en **corriente continua**:

1. La **corriente alterna** se caracteriza porque su sentido de circulación no es único, sino que va cambiando del polo positivo al negativo y viceversa un cierto número de veces por segundo, pasando durante el ciclo de cambio por estados intermedios desde corriente cero a corriente máxima, hasta completar el ciclo. El número de veces por segundo que cambia la polaridad se denomina *frecuencia*, siendo de 50 ciclos por segundo. Su forma de onda se representa en la figura 1.
2. La **corriente continua** se produce de la rectificación de la corriente alterna. Es una circulación de electrones siempre en el mismo sentido desde el punto de un generador eléctrico denominado *polo negativo* hasta otro punto llamado *polo positivo*. Para convertir la *corriente alterna c.a.* en *corriente continua c.c.* se utilizan los rectificadores con el fin de que el equipo de c.c. pueda funcionar conectado a una fuente de corriente alterna c.a. La salida del rectificador es de corriente continua c.c., con polaridad (+) positiva y (-) negativa. Su forma se representa en la figura 2.

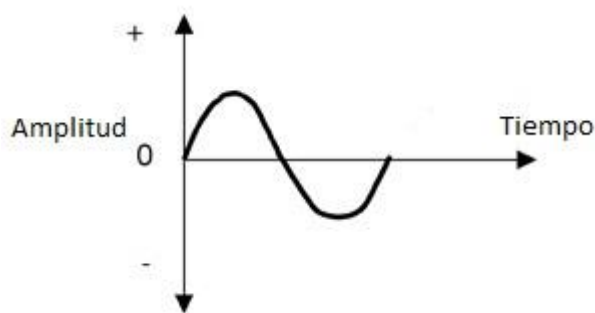


Fig. 1. Forma de la corriente alterna c.a.

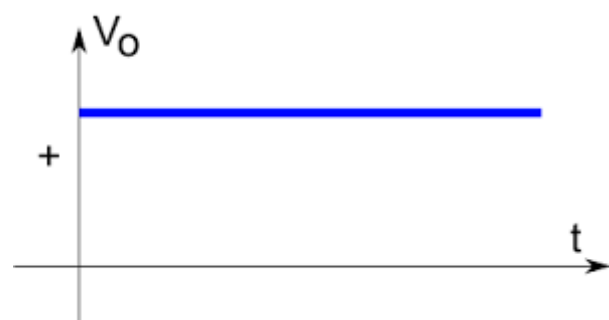


Fig.2. Forma de la corriente continua c.c.

La corriente que puede producir una pila eléctrica o batería es de *corriente continua*. Pero la energía que se distribuyen entre muchas redes o sistemas eléctricos diferentes por hilos de muchos kilómetros de longitud y llegan a las viviendas, comercios, industrias, etc., es de *corriente alterna* quien lo soporta.

Práctica 1. Distinción entre corriente alterna (c.a.) y corriente continua (c.c.)

Para saber cuándo es una *corriente alterna* o una *corriente continua*, existen los instrumentos de medida que son los encargados de medir corrientes y voltajes. El voltímetro lee e identifica el voltaje de continua y el voltaje de alterna. Cada corriente posee su voltímetro y están específicamente diseñados para mostrar el valor de la medida del voltaje de alterna como de la continua.

En el siguiente esquema de la figura 3 se muestra una fuente de alimentación con salida de corriente continua que depende del suministro de corriente alterna de 230Vca, y que a través de un transformador reduce la tensión alterna para conectarla a la entrada del circuito rectificador y filtro.

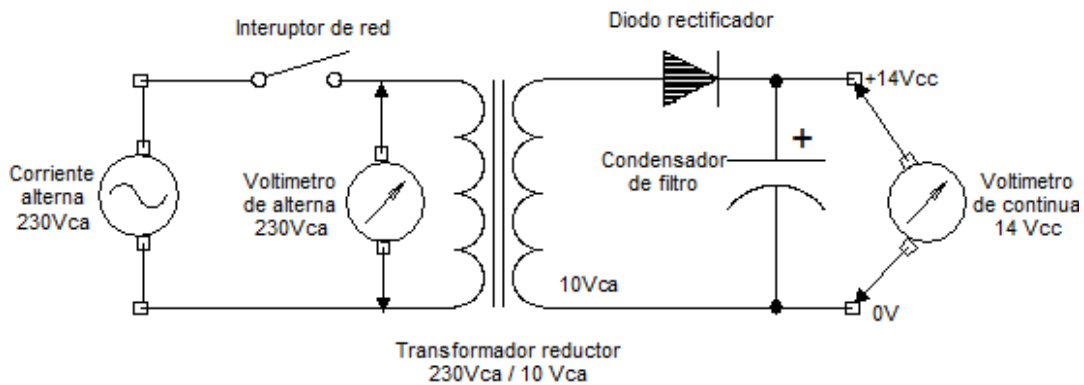


Fig. 3. Posición de medidas de corriente alterna c.a. y corriente continua c.c.

Al cerrar el interruptor de red, deja pasar la corriente alterna de 230Vca al transformador, éste reduce la corriente a unos 10 voltios también de alterna para que el diodo rectificador y el condensador de filtro nos proporcionen la corriente continua deseada, en este caso unos 14 voltios con polaridad positiva y negativa.

Obsérvese en el esquema eléctrico la posición de los voltímetros de corriente alterna y continua. El voltímetro de alterna se encuentra situado midiendo la tensión de la red alterna de 230Vca y el voltímetro de continua se encuentra situado a la salida de la fuente de alimentación midiendo la tensión continua.

Procedimiento

Para esta práctica cogeremos un multímetro digital para medir voltaje de alterna y voltaje de continua y mediremos la corriente alterna de un enchufe de la vivienda y anotando el valor y con la corriente continua mediremos la corriente de una batería de coche anotándolos.



Voltaje en el enchufe	Voltaje en la batería

Práctica 1. Distinción entre corriente alterna y corriente continua

Para medir tensiones sin conocer el valor de la tensión que vamos a medir, se selecciona en el polímetro digital la escala de mayor rango, para ir bajando progresivamente hasta mostrar el valor de la medida correcta.

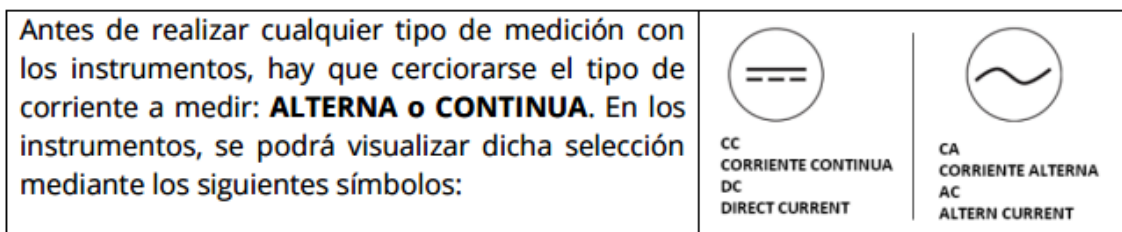
Para medir tensión alterna se selecciona en el polímetro $V\sim$ y las dos puntas de prueba se ponen en el lugar del circuito que queremos medir, no importa la posición de las puntas.

Para medir tensión continua se selecciona en el polímetro $V-$ y las dos puntas de prueba se ponen en el lugar del circuito que queremos medir, aquí debes poner las pinzas positiva del medidor en el polo positivo del circuito o batería y la negativa en el polo negativo, de lo contrario daría valores incorrectos.

Este procedimiento es el más simple para diferenciar entre la corriente alterna c.a. y la corriente continua c.c., una no tiene polaridad “la corriente alterna” y la otra si tiene polaridad “corriente continua”.

Conclusión

La **corriente alterna** circula alternativamente en un sentido y en el otro, cambiando de polaridad alternativamente. La corriente continua circula siempre en un sentido y su polaridad es siempre fija y, por lo tanto tiene polaridad, positivo (+) y negativo (-).



Desde que se empezó a utilizar la electricidad, esto es, cuando se comenzó a dar aplicación a la electricidad y hacer uso habitual de ésta, todas las aplicaciones estaban basadas en el uso de la **corriente continua**, posteriormente y a lo largo del tiempo, el uso se fue difundiendo aún más, hasta el punto de tener que transportar y distribuir la electricidad en un lugar determinado, normalmente lejos del sitio donde se generaba. Debido a las pérdidas que se originaban en el transporte y distribución de la corriente continua, no hubo más remedio que recurrir al uso de la **corriente alterna**, ya que era posible mediante el uso de **transformadores** transportar la electricidad a elevado potencial (disminuyendo con esto las pérdidas por efecto Joule), para luego volver a reducir dicho potencial en el lugar donde finalmente se consumía mediante transformadores, con esto se lograba transportar grandes cantidades de energía sin que las pérdidas en el transporte fueran excesivas.

Advertencia: Las dos corrientes son peligrosas cuando se están manipulando en un circuito en funcionamiento, la corriente alterna por su alta tensión de entrada en el sistema de alimentación y lo mismo ocurre con la corriente continua cuando su amperaje es demasiado alto. Por lo tanto, sea precavido y cuando esté haciendo las pruebas de las prácticas con tensión, mantenga precaución en no tocar elementos en los circuitos con voltajes y corrientes elevados mientras esté conectado el circuito a la red de alimentación.

Práctica 2. Construcción de una fuente de alimentación de corriente continua c.c.

La finalidad de esta práctica es la construcción de una pequeña fuente de alimentación para alimentar las posteriores prácticas que se van a realizar.

Para poder conseguir que una corriente eléctrica circule a través de un conductor es evidentemente necesaria la existencia de un factor que provoque el movimiento de electrones o cargas eléctricas y que además la mantenga. Este factor o elemento imprescindible es la **diferencia de potencial** también llamado **tensión** o **voltaje**.

En electrónica, la gran mayoría de los circuitos funcionan mediante una determinada tensión de alimentación proveniente, generalmente, de una **fuente de alimentación**, constituida por elementos almacenadores de energía, tales como pilas o baterías, o por dispositivos capaces de transformar un tipo de corriente en otro, dotados de características adecuadas para que el circuito, al que tienen que alimentar, funcione de forma correcta.

Esa tensión o voltaje, mientras no haya carga estará simplemente manteniendo la tensión en vacío, pero que en el momento en que se una a cualquier circuito, necesitará emplear una determinada cantidad de energía para mantener en circulación la corriente. Esta energía en el caso de las pilas o baterías es de origen químico y en los alternadores o dinamos de origen mecánico, producida mediante un movimiento giratorio que recibe de algún motor o elemento exterior.

Para medir la mayor o menor cantidad de carga, puesta en juego por el generador para producir el desequilibrio, se utiliza una unidad denominada **voltio**, en recuerdo a su inventor Volta que se designa con la letra V.

Si la fuente de alimentación está construida de manera que mantenga la diferencia de potencial de una forma uniforme en el tiempo, se dirá que produce una **tensión continua**. Cuando es capaz de hacer variar esta diferencia de potencial cambiando la polaridad de sus dos extremos a lo largo del tiempo, pasando de ser positivo a negativos sucesivamente, se tendrá una fuente de **tensión alterna**, utilizando el voltio para designar habitualmente su tensión eficaz.

Los generadores de tensión alterna producen una variación de polaridad sinusoidal en el tiempo, es decir, los valores sucesivos que van tomando obedecen a una función trigonométrica denominada **seno** al estar producidas por un sistema giratorio.

Para verificar y comprobar las prácticas necesitamos de una fuente de alimentación en continua, semejante a una pila, pero ésta no vamos a utilizarla por motivos que se agota o envejece y va bajando su nivel de tensión y puede fallar la práctica a causa de que no se suministra la tensión adecuada. Entonces, en lugar de utilizar una pila o una batería, utilizamos una fuente de alimentación en continua. Se debe recordar esta regla muy importante acerca de las baterías y fuentes de alimentación.

Las fuentes de alimentación para su funcionamiento se conectan a la red eléctrica alterna de 230Vca y están construidas por dispositivos y componentes electrónicos, básicamente en este caso, de un interruptor, un diodo rectificador, un condensador de filtro y un transformador eléctrico, que proporciona el nivel de tensión alterna adecuado para posteriormente poder rectificarla y filtrarla adecuadamente.

Quizás sea un poco precipitado comenzar con ésta práctica “la construcción de una fuente de alimentación” pero realmente es necesaria y a la vez nos introduciremos en el conocimiento de algunos componentes principales para poder alimentar los circuitos electrónicos de las siguientes prácticas.

Práctica 2. Construcción de una fuente de alimentación de corriente continua c.c.

En el siguiente esquema de la figura 1 se muestra la fuente de alimentación básica que se va a construir con todos los elementos que se describen. La tensión alterna del secundario del transformador es de unos 9 voltios, y la tensión continua de salida de la fuente es de unos 12 voltios c.c., esto es multiplicar $9 \times \sqrt{2} = 12,7V$.

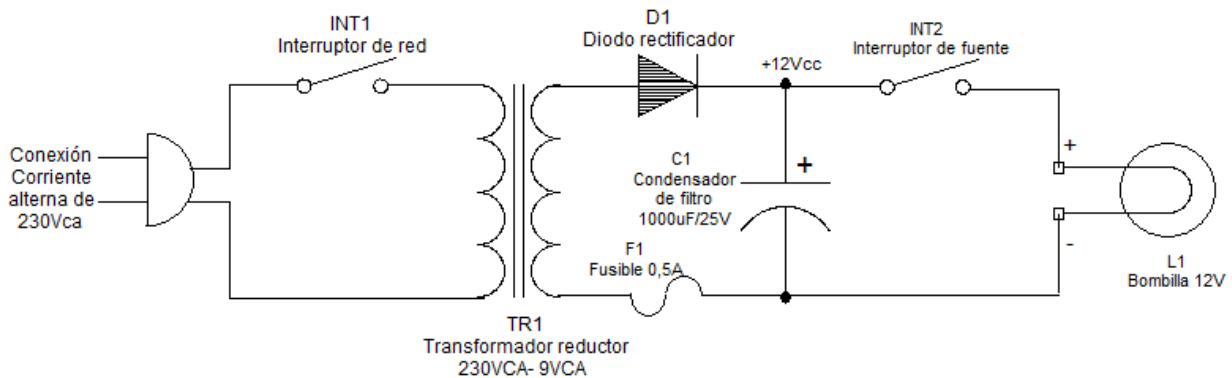


Fig. 1. Esquema para el montaje de una fuente de alimentación 12 voltios c.c.

El interruptor de red tiene como misión abrir y cerrar el paso de la corriente alterna de 230Vca que le llega del enchufe de la vivienda, que se aplica al primario del transformador TR1 reduciendo y suministrando en el secundario una tensión alterna de unos 9 voltios para aplicarla directamente al ánodo del diodo rectificador D1, 1N4007, que rectifica y deja pasar solamente los semiciclos positivos que con el condensador de filtro C1 de 1000uF, reduce considerablemente la componente alterna produciendo una tensión continua pura con polaridad positiva(+) y negativa (-) de 12 voltios.

El montaje se puede realizar, como en casi todas las prácticas, en el módulo proto-board, figura 2, insertando el interruptor de la red y de la fuente, el diodo rectificador, el condensador y el fusible de protección de la fuente, con la carga de una bombilla de 12 voltios. El transformador por su volumen irá fuera del módulo proto-board.

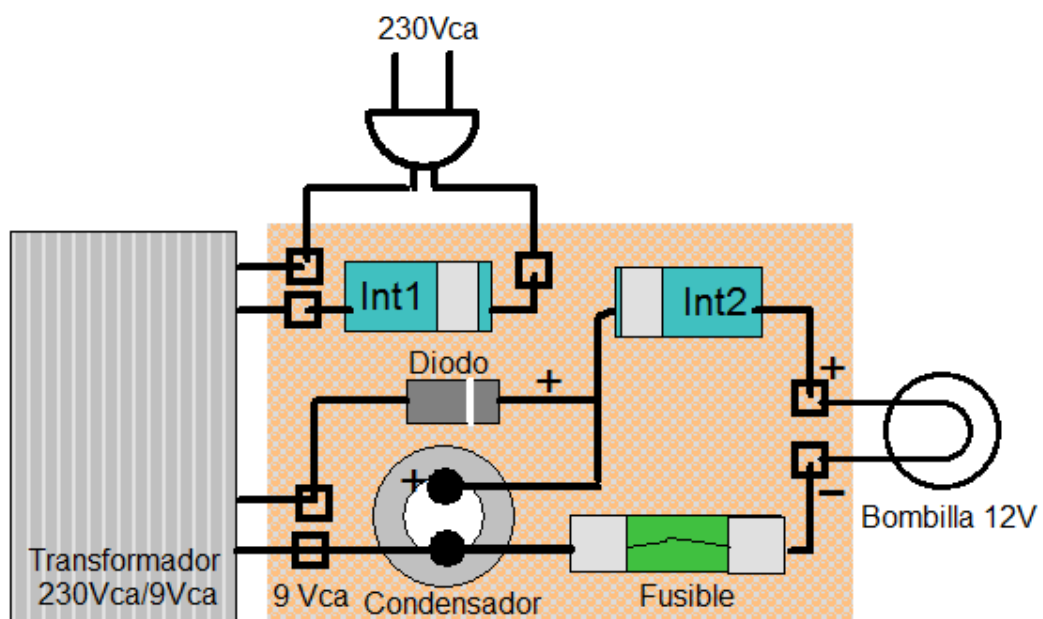


Fig. 2. Transformador conectado a la placa proto-board con conexión 230Vca y bombilla 12V

Práctica 2. Construcción de una fuente de alimentación de corriente continua c.c.

Procedimiento

1. Conectar el circuito como se muestra en el esquema eléctrico teniendo especial cuidado de realizar las conexiones a la placa proto-board con cable rígido de 0,25mm.
2. Las conexiones al primario del transformador se deberán prestar mucha atención debido a que funciona con tensiones alterna de 230Vca. Hay que evitar que se pueda hacer un corto con otros cables. Normalmente en el transformador se describe los terminales de 0-230V de entrada y los 0-9V de salida.
3. Con una de la salida del secundario del transformador 0-9V, se conecta el ánodo del diodo rectificador 1N4007 y la salida por el cátodo (línea blanca) la conectamos al positivo del condensador C1 de 1000 μ F y éste a la salida conectándose a la bombilla de 12V.
4. Seguidamente el otro terminal del secundario del transformador lo conectaremos al negativo del condensador C1 y al otro extremo de la bombilla de 12V.
5. Antes de dar paso a la corriente alterna de entrada, es conveniente repasar todas las conexiones por si hubiera un cable suelto, un corto con otro o la falta de una conexión.

Uno de los componentes necesario en toda fuente de alimentación es el *interruptor*, que permite conectar y desconectar totalmente la fuente de alimentación cuando el interruptor se encuentra situado en la posición de entrada de la red eléctrica, figura 3. También se puede poner otro interruptor situado en serie con la salida de la fuente de 12 voltios y poder controlar el encendido y apagado del circuito de carga.

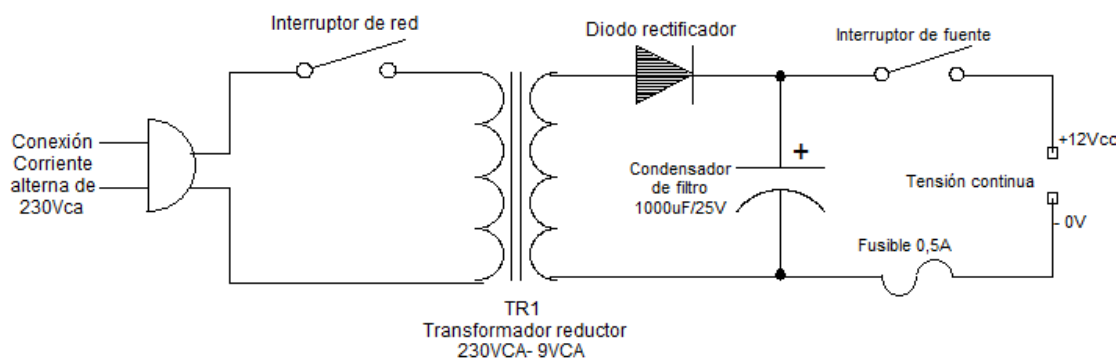


Fig. 3. Esquema de montaje de la fuente de alimentación de 12 voltios

Otros componentes son: el **transformador** que es una máquina estática que se utiliza para aumentar o disminuir tensiones en corriente alterna sin alterar en el proceso la frecuencia de ésta. Se distingue básicamente por un bobinado primario, con un determinado número de espiras, que se conecta a la red de alimentación de corriente alterna, un bobinado secundario que se obtiene la tensión transformada y el núcleo compuesto por chapas de ferromagnéticas apiladas. Después está el **diodo** que es un semiconductor con dos terminales A-K, ánodo y cátodo, que rectifica la corriente alterna y permite el paso de corriente en un solo sentido, impidiendo por tanto la circulación de corriente en sentido contrario. El **condensador** es un elemento almacenador de energía y de nuestra fuente de alimentación es del tipo electrolítico, que presenta valores capacitivos elevados, para almacenar la corriente continua y dejar pasar la corriente alterna. El **fusible** es ideal para proteger nuestra fuente de un descuido de conexión o cortocircuito, posee un hilo conductor muy fino que al producirse un cortocircuito se funde y no pasa tensión y hay que poner otro nuevo.

Conclusión

La fuente de alimentación se encarga de suministrar la tensión continua necesaria para que nuestro circuito funcione correctamente y depende de estar conectada a la tensión alterna de 230V. En el caso de las pilas o baterías también suministran la tensión continua, no dependen de la corriente alterna, pero conforme se van agotando el valor de la tensión necesaria para nuestros circuitos disminuye, esto puede dar fallos en nuestro circuito.

Práctica 3. Determinación de la presencia de una tensión alterna

Esta práctica consiste en conectar las salidas del secundario del transformador y conectarles bombillas de 12 voltios para efectuar pruebas de medidas de tensión alterna con ella. El **transformador** es una máquina estática que se utiliza para aumentar o disminuir tensiones en corriente alterna sin alterar en el proceso la frecuencia de ésta. Se distingue básicamente por un bobinado primario, con un determinado número de espiras, que se conecta a la red de alimentación de corriente alterna, un bobinado secundario que se obtiene la tensión transformada y el núcleo compuesto por chapas de ferromagnéticas apiladas

Una manera de determinar si hay tensión entre dos puntos es utilizar un instrumento de medida, en este caso debe ser un voltímetro que mida tensión o voltios en **alterna**. Cuando los dos terminales de prueba del voltímetro tocan un punto con tensión alterna, el instrumento de medida indicará si hay una diferencia de potencial (tensión) y cuánta es esta diferencia.

En algunos casos se podrá utilizar una pequeña bombilla de 12 voltios para indicarnos, si se enciende, que existe una tensión en ese punto, y según la bombilla brilla más o menos, será mayor o menor la tensión en ese punto.

Para determinar la presencia de tensión alterna, lo mejor es utilizar un voltímetro de alterna. Conectamos el equipos a la red eléctrica, colocamos una de las puntas de prueba al chasis o masa del circuito y con la otra punta nos vamos posicionando en diferentes puntos del circuito para ver si existe presencia de tensión alterna, de lo contrario la falta de presencia de ella nos indicaría que algo está fallando en el suministro de energía.

En el siguiente esquema eléctrico de la figura 1 se muestra un transformador conectado el primario a 230 voltios de corriente alterna mediante un interruptor de red y el secundario reductor con dos bobinados de 6-0-6 voltios de corriente alterna para experimentar con la conexión de bombillas y midiendo la corriente alterna. Este circuito trabaja solamente con corriente alterna.

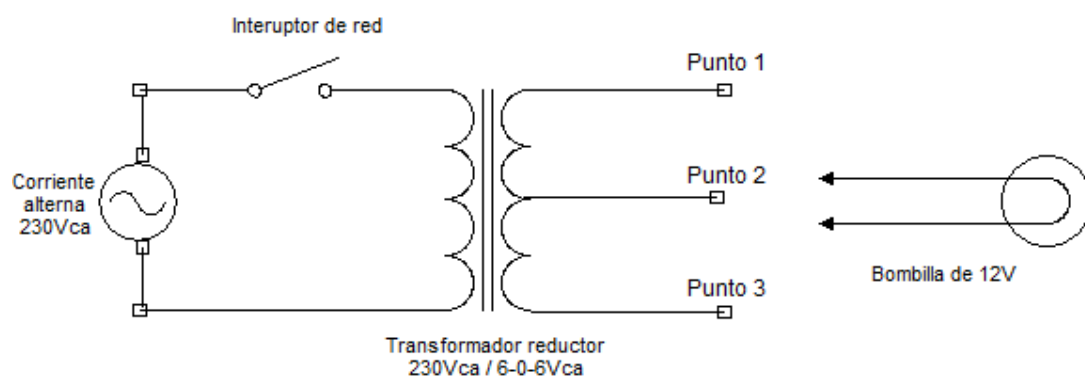


Fig. 1. Esquema para el montaje de prueba

Procedimiento

1. Conecte uno de los terminales de la bombilla en los puntos 2 y 3 respectivamente del secundario del transformador como muestra el esquema de la figura 1. Observe el brillo de la bombilla y anote el valor de la tensión.
Anote aquí el valor de la medida de tensión alterna _____ voltios
2. Conecte los terminales de la bombilla en los puntos 1 y 3 respectivamente del secundario del transformador como muestra el esquema. Observe el brillo de la bombilla y anote el valor de la tensión.
Anote aquí el valor de la medida de tensión alterna _____ voltios

Práctica 3. Determinación de la presencia de una tensión alterna

3. Conecte los terminales de la bombilla en los puntos 1 y 2 respectivamente del secundario del transformador como muestra el esquema. Observe el brillo de la bombilla y anote el valor de la tensión.

Anote aquí el valor de la medida de tensión alterna _____ voltios

4. Indica en qué puntos se enciende la bombilla al máximo de su brillo _____

Las medidas de tensión alterna se toman directamente en los extremos de la bombilla según en los puntos que estén conectadas.

Veamos en el siguiente montaje de la figura 2 distintas mediciones y conexión de las bombillas L1 y L2.

5. En este procedimiento vamos a conectar dos bombillas en serie L1 y L2 en las dos conexiones de mayor tensión del secundario del transformador e iremos anotando las medidas de tensión en diferentes puntos de las mismas.

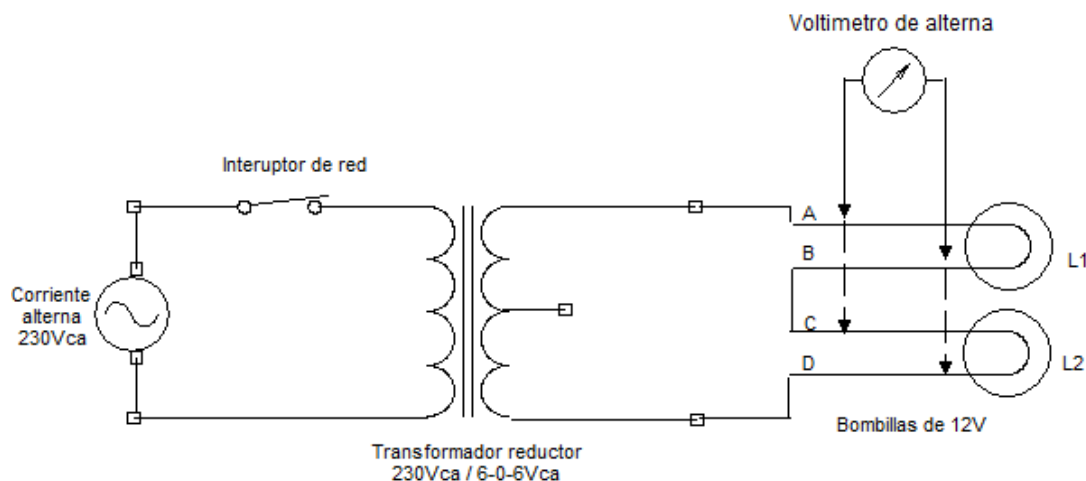


Fig. 2. Esquema para el montaje de prueba

Anota aquí la tensión entre las conexiones A y B de la bombilla L1 _____

Anota aquí la tensión entre las conexiones C y D de la bombilla L2 _____

Anota aquí la tensión entre las conexiones A y D de la bombilla L1 Y L2 _____

6. En el esquema de montaje de la figura 3 vamos a conectar dos bombillas en paralelo L1 y L2 en las dos conexiones de mayor tensión del secundario del transformador e iremos anotando la medida de tensión alterna solamente en los puntos A y B.

Práctica 3. Determinación de la presencia de una tensión alterna

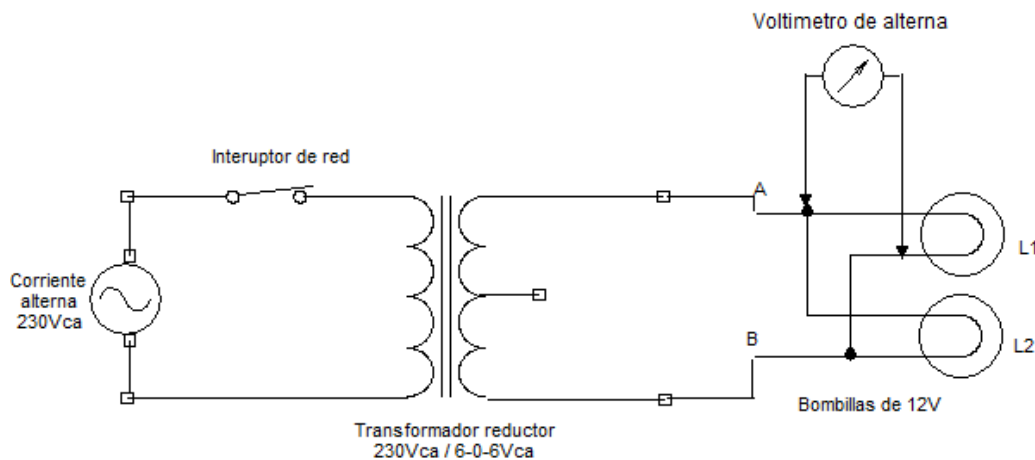


Fig.3. Esquema para el montaje de prueba

Anota aquí la tensión entre las conexiones A y B de la bombilla L1 y L2 _____ voltios

Conclusión

Los resultados que se obtienen de esta práctica deben mostrar que la tensión alterna entre los puntos 1 y 3 es de 12 voltios y la bombilla brillará al máximo. La tensión alterna entre los puntos 2 y 3 y 2 y 1 son de unos 6 voltios de alterna y la bombilla brillará poco.

Utilizando una bombilla de 12 voltios como prueba, se encenderá con todo su brillo cuando esté conectada entre los bornes o terminales del secundario del transformador de 12 voltios y su brillo será menor cuando se conecta a una tensión alterna con menor voltaje.

Una bombilla encendida demuestra que entre sus terminales existe una tensión y una resistencia (filamento), que la tensión depende de la forma que esté conectada la bombilla, que puede ser en serie, paralela o mixta.

Cuando una bombilla conectada directamente a la fuente de alimentación se encuentra fundida la tensión entre sus contactos es igual a la tensión de salida de la fuente de alimentación.

El concepto de resistencia, permitió a físico Ohm desarrollar una ley básica de la electricidad que relaciona los tres factores que gobierna todo el funcionamiento de cualquier circuito eléctrico o electrónico, esta ley, denominada ley de Ohm, nos dice que la diferencia de potencial o tensión que se obtiene entre los extremos de un conductor cuando circula una corriente a través del mismo, es igual al producto de la intensidad de dicha corriente por la resistencia del conductor, lo cual se puede expresar mediante la siguiente fórmula: $V = I \times R$, donde V es la tensión I la intensidad y R la resistencia. De esta fórmula se obtiene también el valor de la resistencia si se conocen la tensión y la intensidad: $R = V/I$ y si se emplean en esta última expresión las unidades de medida de voltios y amperios ya conocidas, se obtiene el valor de la resistencia en las unidades empleadas para tal efecto, denominadas ohmios y representadas por el símbolo griego "omega".

La energía que consume la corriente al atravesar una resistencia, se transformará en calor, factor a tener en cuenta en cualquier tipo de aplicaciones pudiendo ocasionar calentamiento imprevisto incluso en conductores.

Práctica 4. Prueba de tensión alterna

Esta práctica consiste en mostrar que hay una tensión alterna entre los extremos de una lámpara cuando está encendida

Entre los extremos de una resistencia hay una tensión cuando por ella circula una corriente. Si una bombilla está encendida, se puede medir la tensión entre sus extremos. Lo mismo ocurre en los circuitos con resistencias de polarización se podrá medir la tensión entre sus extremos sea poca o mucha, eso es indicativo de que en la resistencia está circulando corriente. Esto nos indica que el valor de la tensión en los extremos de una resistencia varía según el valor de la resistencia en cuestión.

Eso mismo ocurre con la longitud del conductor que conecta la bombilla, a mayor longitud, la medida del voltaje en los extremos de la bombilla es menor debido a la caída de tensión que se produce en el cableado.

En el siguiente esquema eléctrico de la figura 1 se muestra un transformador conectado el primario a 230 voltios de corriente alterna mediante un interruptor de red y el secundario a 12 voltios de corriente alterna con la conexión de una bombilla y el medidor de corriente alterna. Este circuito trabaja solamente con corriente alterna.

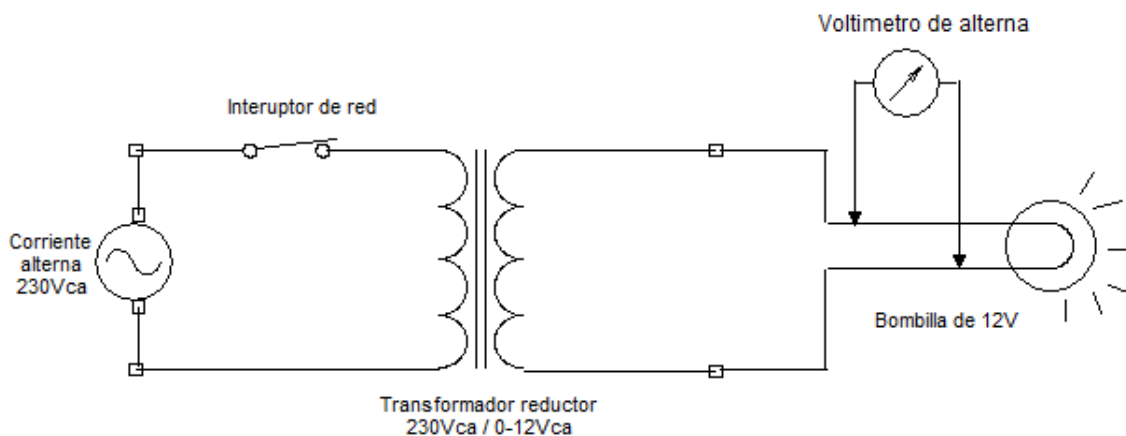


Fig. 1. Esquema para el montaje de prueba

Procedimiento

1. Comprobar cuando está dado el interruptor de red si se enciende la bombilla y tomar la medida de voltaje entre los extremos de la misma.

Anota aquí el valor de la tensión alterna tomada _____ voltios

2. Comprobar cuando está desconectado el interruptor de red si se enciende la bombilla y tomar la medida de voltaje entre los extremos de la misma.

Anotar aquí el valor de la tensión alterna tomada _____ voltios

Conclusión

Esta práctica demuestra que cuando está encendida una bombilla es porque hay una tensión entre sus terminales.

Práctica 5. Comprobación de la dependencia entre tensión y corriente

Esta práctica consiste en demostrar que la corriente que circula en un circuito depende del valor de la tensión aplicada y también del valor de la resistencia del circuito. También es fundamental conocer que un cortocircuito en un circuito es causa de que aumente la corriente en el mismo.

Una lámpara ordinaria o bombilla tiene un filamento que ofrece resistencia al paso de la corriente. La corriente que fluye a través de la resistencia del filamento hace que éste se caliente hasta alcanzar la temperatura del rojo blanco. Esto es lo que hace que la bombilla brille.

Hasta este punto, cuanto mayor es la intensidad de la corriente, más se calentará la bombilla y más intensa será la luz. Sin embargo, si la corriente es excesiva, el filamento de la bombilla se quema, aunque la intensidad de la corriente que circula por el filamento sea la correcta, también llegará a quemarse el filamento a causa de su envejecimiento.

Por lo tanto, es importante saber que la corriente y tensión que se aplica a los circuitos electrónicos para su funcionamiento debe de estar perfectamente adaptado a las necesidades del circuito.

El siguiente circuito básico de la figura 1 permite verificar los componentes para averiguar si están funcionando.

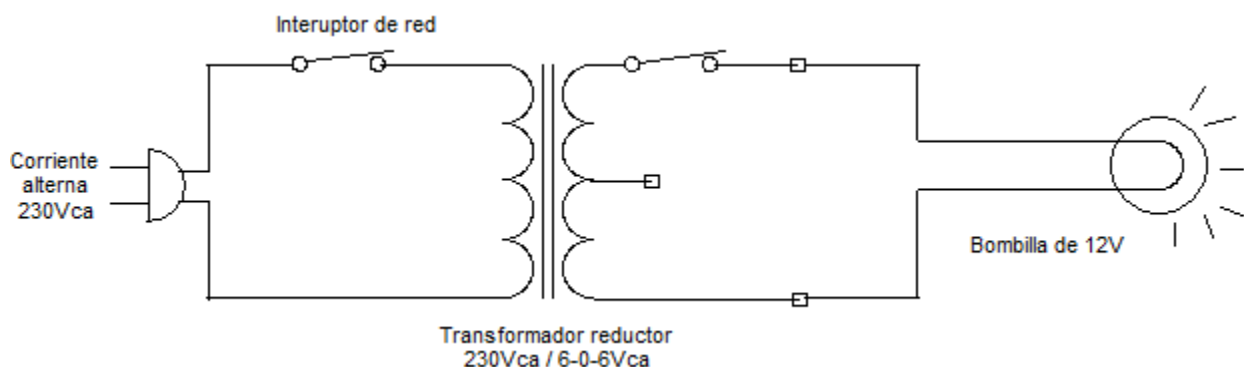


Fig. 1. Esquema para el montaje de prueba

Cuando se reduce la tensión entre los terminales de una bombilla, circula menos corriente por ella y no luce con todo su brillo, figura 2.

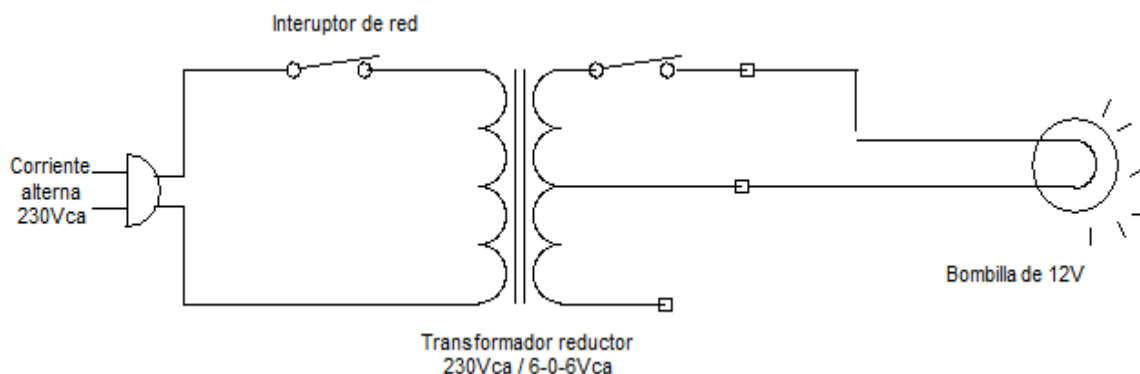


Fig. 2. Esquema para el montaje de prueba

Práctica 5. Comprobación de la dependencia entre tensión y corriente

Monte a continuación el circuito de la figura 3, una fuente de alimentación de 12 Vcc con dos bombillas en series L1 y L2 conectadas a la salida de la fuente.

Procedimiento

1. Cierre el interruptor y mida la tensión alterna en los terminales de salida del transformador y conecta la bombilla en los terminales que midan 12 voltios. Observe el brillo de la bombilla. Cuando está conectada de esta manera hay 12 voltios de corriente alterna entre sus terminales del secundario del transformador y el brillo es máximo.
2. Conecte la bombilla entre los terminales de la fuente que mida una tensión de 6 voltios alterna, y observe que la bombilla no se enciende con todo su brillo. Esto demuestra que disminuyendo la tensión entre los extremos de una resistencia se reduce la intensidad de la corriente que pasa por ella.
3. Conecte la fuente de alimentación y las dos bombillas en serie como se muestra en el siguiente esquema de la figura 3.

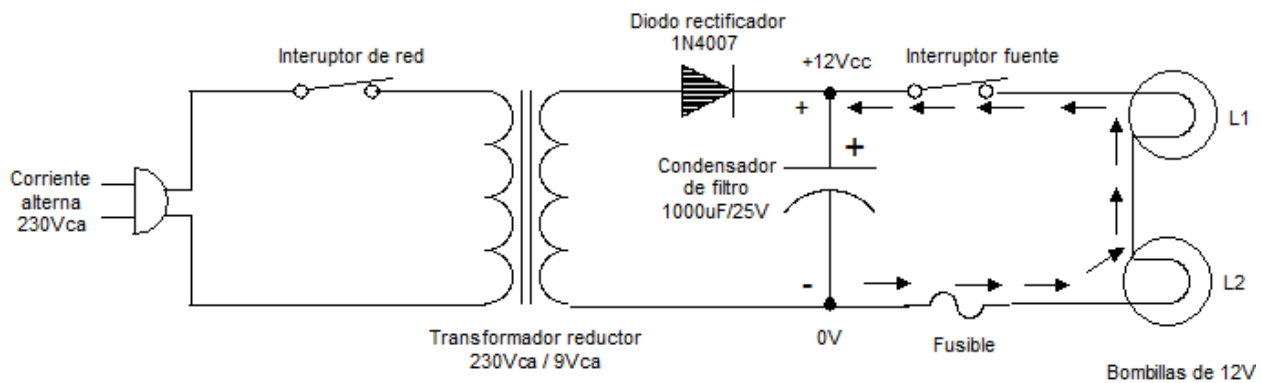


Fig. 3. Esquema para el montaje de prueba

Observe que las dos bombillas L1 y L2 no lucen con todo su brillo. Las flechas dibujadas en el esquema indican el camino que circula la corriente eléctrica a través del circuito cuando está cerrado el interruptor y el fusible está en buenas condiciones. Por lo que, la corriente circula del polo negativo al polo positivo y debe pasar por las dos resistencias o filamentos de las bombillas porque están en serie. La disminución del brillo es debida a que la corriente que pasa por el circuito de la bombilla tiene menos intensidad ya que cuando la corriente tiene que circular por dos resistencias, la resistencia es mayor y la corriente es menor.

4. Haga un puente de hilo entre los terminales de una de las dos bombillas L1 o L2, cortocircuitando en los extremos de la bombilla. Poner atención en realizar el puente sólo en una bombilla como se muestra en la figura 4, puesto que no se debe en ninguna circunstancia unir los terminales de salida de la fuente de alimentación.

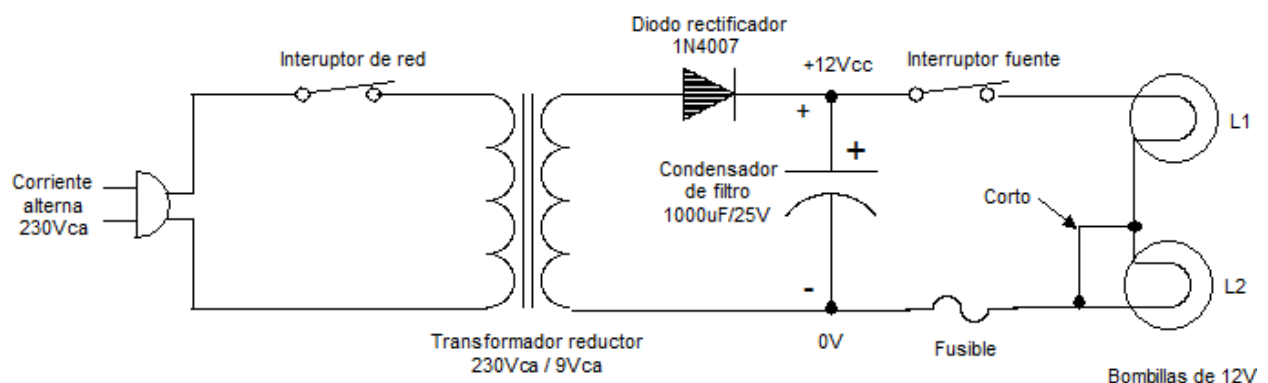
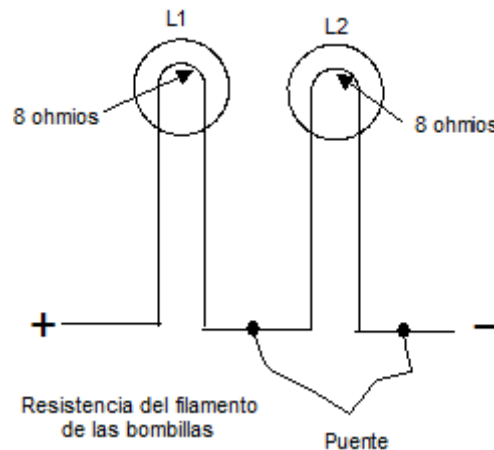


Fig. 4. Esquema para el montaje de prueba

Práctica 5. Comprobación de la dependencia entre tensión y corriente

El hilo entre los terminales de la bombilla se llama “puente” provisional porque establece una conexión temporal. En este caso establece un cortocircuito, es decir, un camino directo a la otra bombilla puentando el filamento, entonces la resistencia es menor, pasará más corriente y se encenderá con más brillo.



Las dos resistencias del filamento en serie suman 16 ohmios, si la tensión de salida de la fuente de alimentación es de 12 voltios, qué corriente pasa por las bombillas.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12}{16} = 0,75 \text{ A}$$

Si realizamos el puente en una de las bombillas la resistencia cambia y la corriente, ahora son 8 ohmios y la corriente 1,5 A.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12}{8} = 1,5 \text{ A}$$

Conclusión

1. Cuanto mayor es la tensión entre los extremos de una resistencia, tal como el filamento de una bombilla, mayor será la intensidad de la corriente que pasa por ella.
2. Cuanto mayor es la resistencia de un circuito, menor será la intensidad de la corriente que pasa por ella.
3. Conectando dos bombillas en un circuito de manera que pase la misma corriente por ambas, la resistencia total del circuito es mayor.
4. Cuando hay un cortocircuito en una resistencia, la corriente del circuito aumenta.

Práctica 6. Medición de la tensión continua con un voltímetro

En esta práctica adquiriremos los conocimientos previos en la medición de tensiones continua.

La realización de medidas de las distintas magnitudes es una de las tareas más importantes dentro del mundo de la electrónica, ya que así somos capaces de controlar los valores de un determinado circuito e incluso podemos llegar a detectar los posibles fallos que se produzcan.

Para poder estudiar los fenómenos físicos de cualquier tipo, entre los que se incluyen los electrónicos, es necesario realizar medidas sobre las diferentes magnitudes que intervienen en los procesos.

Los instrumentos de medida y los diferentes procedimientos para realizar dichas medidas son innumerables, habiendo multitud de clasificaciones dependiendo del tipo de magnitud que deseemos medir, del tipo de aparato que vayamos a usar, de la forma que este tenga de realizar la medida, de la forma de presentar el resultado final de dicha medición, etc.

Por lo tanto, en electrónica es muy importante el saberse manejar con los instrumentos de medidas: voltímetros, amperímetros, óhmetros, capacitores, etc. Sin estos conocimientos será muy difícil avanzar en la comprensión de la electrónica.

La tensión se mide conectando las puntas de pruebas de un voltímetro entre dos puntos de un circuito. Por ejemplo, para medir el voltaje de salida de una fuente de alimentación en continua, primeramente si sabemos que es de corriente continua, escogemos el rango de medida del voltímetro en continua y ponemos nuestras puntas de prueba +V y -V en la conexión de salida de la fuente de alimentación (positivo y negativo), el voltímetro nos indicará el valor de tensión continua. Normalmente si no se sabe el valor de la tensión se pone el voltímetro en una escala mayor para ir bajando progresivamente hasta conseguir una lectura buena.

Procedimiento

1. Monte el circuito del esquema de la figura 1. Estando el voltímetro conectado en el circuito como se muestra en la figura 1, cierra el interruptor de la fuente y mida el valor de la tensión continua entre los terminales de salida de la fuente de alimentación. Recuerda que debe comenzar la medición de tensión empleando inicialmente la escala más alta del voltímetro y rebajando sucesivamente. Anote a continuación el valor de la tensión.

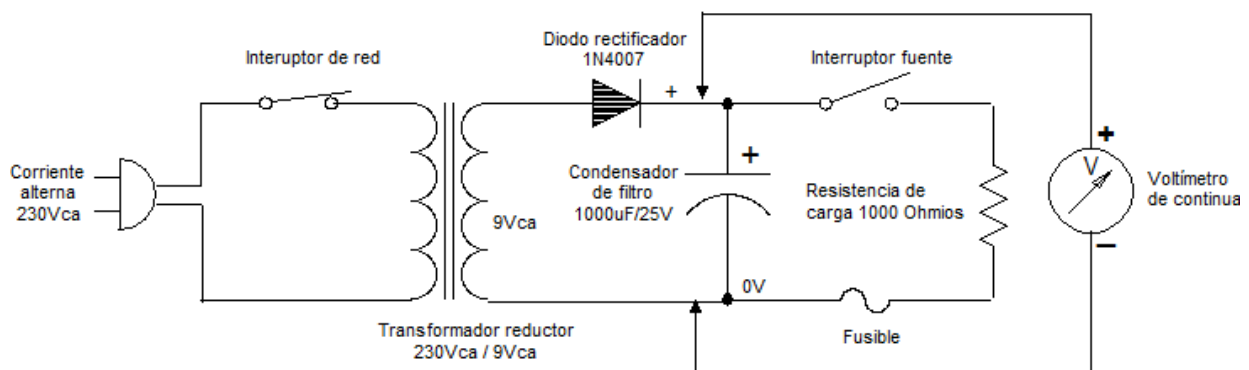


Fig. 1. Esquema de montaje para pruebas

Con el interruptor de la fuente abierto y las puntas de pruebas del voltímetro colocadas en la posición de los extremos del condensador, anota aquí el valor de la tensión continua:

Vcc= _____ voltios

Práctica 6. Medición de la tensión continua con un voltímetro

En el siguiente esquema eléctrico de la figura 2 se representa la fuente de alimentación con la conexión de la resistencia de carga de 1000 Ohmios ($1K\Omega$). El interruptor de red y el de la fuente se encuentran cerrados dando paso a la circulación de la tensión alterna al transformador reductor de 9 voltios alterna y rectificándose para obtener 12 voltios a la salida y el voltímetro de continua para medir la tensión en los extremos de la resistencia de 1000 ohmios.

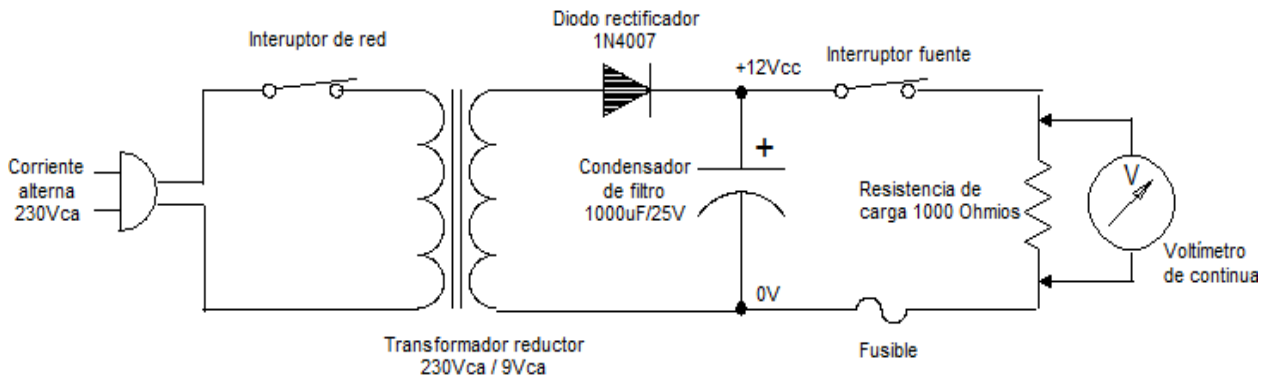


Fig. 2. Esquema de montaje para pruebas

Anote aquí el valor de la medida de tensión _____ voltios

Se obtiene el mismo valor exactamente que en el paso anterior. Esto es fácil de comprender debido a que en este circuito se considera que los hilos de conexión con la fuente y la resistencia de carga de 1000 Ohmios no tienen resistencia y que se está conectando el voltímetro en el mismo punto.

Sería el caso distinto si la longitud de los cables conductores que conecta la resistencia de carga a la fuente de alimentación tuviese una longitud de más de 20 metros.

Conclusión

La tensión se mide conectando el voltímetro entre los puntos cuya diferencia de tensión se mide.

Cuando se mide tensión continua, hay que tener en cuenta la longitud de los cables conductores que se utilizan para conectar la fuente de alimentación con el circuito de carga, ésta se puede ver modificada por la caída de tensión que se producen en la longitud de los cables conductores utilizados, produciendo una resistencia de valor alto, por lo que puede variar la tensión medida desde el punto inicial de la fuente con los extremos del circuito de carga. Observa la figura 3.

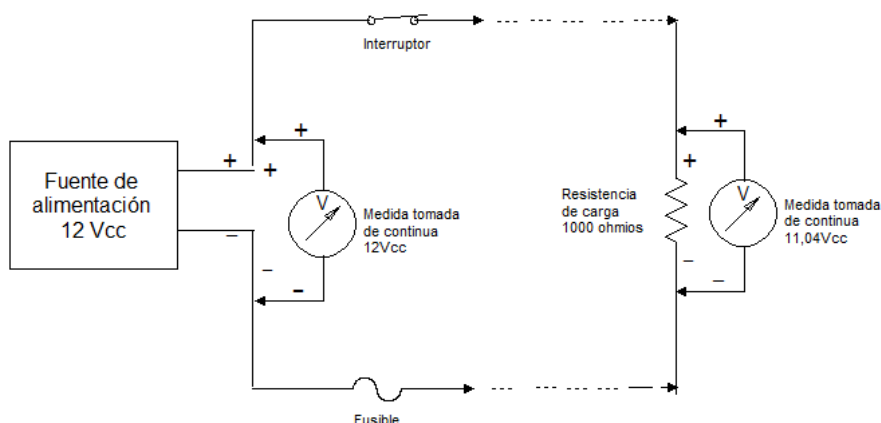


Fig. 3. La longitud de la línea de conexión de un circuito influye en el valor de la resistencia de carga.

Práctica 7. Medición de la corriente continua con un miliamperímetro

En esta práctica se va adquirir experiencia en la medición de corriente (intensidades) y mostrar que la corriente tiene el mismo valor en cualquier punto de varios circuitos serie y diferente en circuitos en paralelos.

Un amperímetro sirve para medir intensidades de corriente. Para realizar esta medida se conecta en serie con el receptor de corriente y se intercala en el conductor por el cual circula la intensidad de corriente que se ha de medir. Si estamos realizando una medida industrial con valores de intensidad muy elevados no debemos preocuparnos por la corriente que va a circular por el propio amperímetro, pero si queremos medir una intensidad muy pequeña, el valor puede verse muy influenciado por el pequeño consumo de corriente que tienen los amperímetros.

Dependiendo de la exactitud requerida en las medidas de corrientes, el tipo de corriente que podemos medir es en continua o en alterna y, existe para cada una de ellas, una escala distinta con diferentes rangos de medida en un polímetro o multítester. En la figura 1 se muestra la forma de conectar un amperímetro para obtener la medida de intensidad del circuito electrónico.

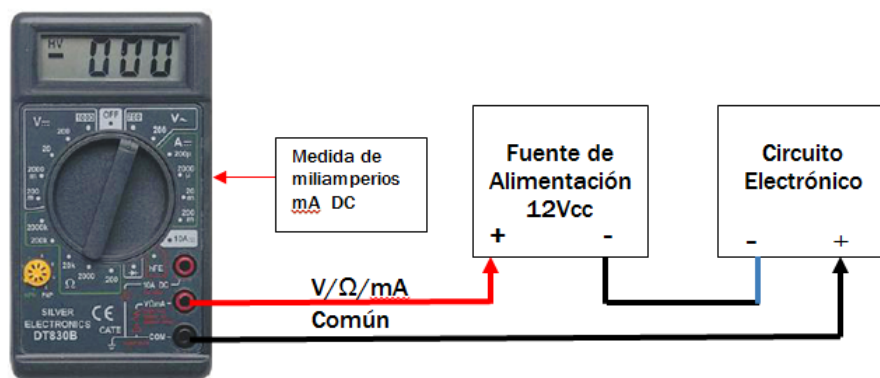


Fig. 1. Conexión de un multímetro miliamperímetro entre la fuente de alimentación y el circuito de consumo

En esta práctica se calculará mediante el uso de la ley de Ohm la intensidad de corriente que circula en un circuito electrónico. Luego, insertando un medidor de corriente en el circuito y midiendo la corriente se comprobará la solución que coincida con lo obtenido en el cálculo.

Una de las razones por las que debe calcular el valor, o intensidad, de la corriente antes de medirla, es que así practicarás en la resolución de los problemas en que se usa la ley de Ohm. Otra razón importante para ello es que esto le dará una idea de la intensidad de la corriente que circula en un circuito y podrá elegir la escala adecuada cuando efectúe mediciones de corriente. Recuerde que si no se tiene idea de cuál puede ser la intensidad de corriente que fluye en un circuito, el procedimiento deberá iniciarse siempre con la escala más alta del medidor y luego conmutar sucesivamente las escalas inmediatamente inferiores hasta conseguir visualizar la medida más exacta.

No es extraño que haya un ligero error entre los valores calculado y medido. Puede existir una tolerancia aproximada de $\pm 5\%$.

Práctica 7. Medición de la corriente continua con un miliamperímetro

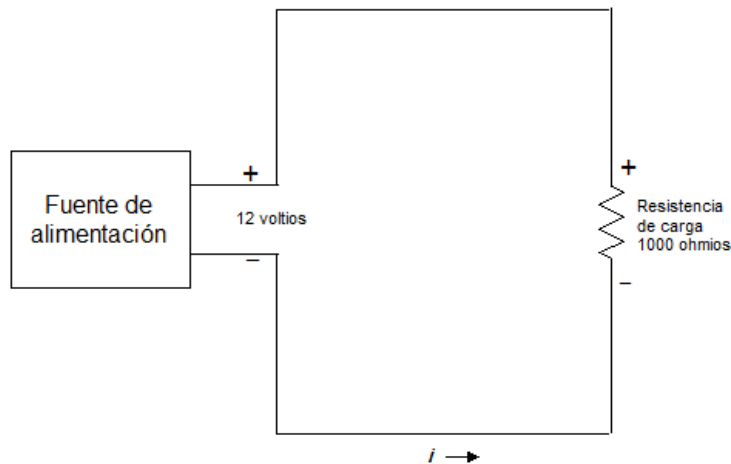


Fig. 2. Circuito resistivo funcional

Procedimiento

1. En este primer paso el circuito de la figura anterior está conectado a una resistencia de 1000 ohmios (1 kiloohmio), entre los terminales de la fuente de alimentación de 12 voltios continua. Para utilizar la fórmula de la ley de Ohm utilice el valor de la V voltios de la práctica 6 pag.20.

Haciendo uso de la ley de Ohm, determine la intensidad de la corriente I en este circuito:

$$I = \frac{V}{R} = \underline{\hspace{2cm}} \times 1000 = \underline{\hspace{2cm}} \text{miliamperios}$$

2. En el segundo paso determinar la escala del instrumento de medida que se debe utilizar para la medición de la corriente en el circuito de la figura 3.

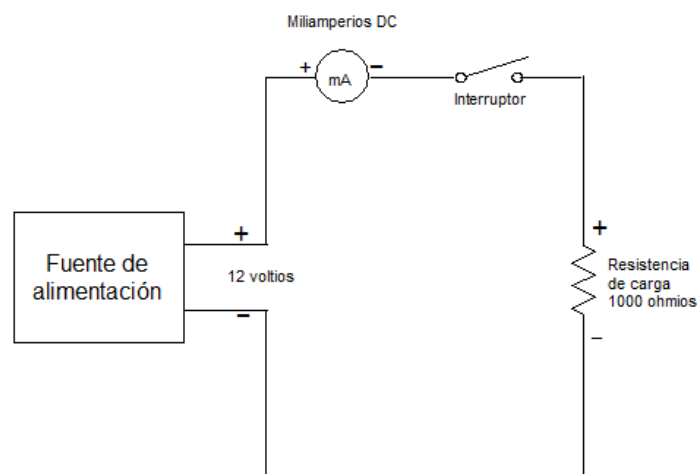


Fig. 3. Circuito funcional para medir la corriente que pasa por la resistencia

Práctica 7. Medición de la corriente continua con un miliamperímetro

3. Conecte el circuito como se muestra en el esquema de la figura 4. Observe que el miliamperímetro debe estar conmutado en la escala que ha determinado como apropiada en el paso 2. Observe también que el miliamperímetro está conectado entre el terminal positivo de la fuente de alimentación y el interruptor.

Después de cerciorarse de que el circuito está conectado correctamente y que ha elegido la escala adecuada del instrumento, cierre el interruptor de la fuente y anote su lectura de corriente en este punto.

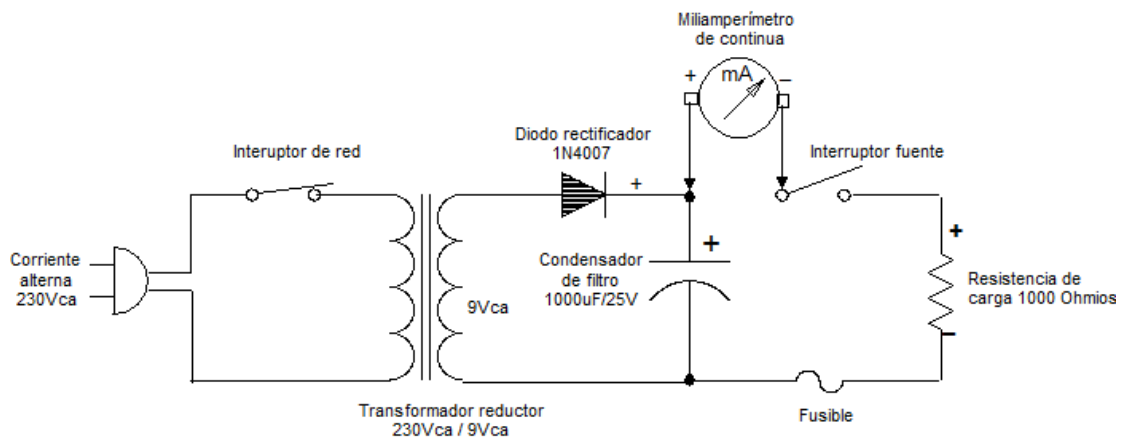


Fig. 4. Esquema de montaje para pruebas

$I(\text{lectura del medidor}) = \underline{\hspace{2cm}}$ miliamperios

4. Conecte el circuito como se muestra en el esquema eléctrico de la figura 5. Observe que en este circuito es el mismo que el esquema anterior, excepto que el instrumento de medida está conectado entre el negativo de la fuente de alimentación y la resistencia de carga, en lugar de entre el terminal positivo de la fuente de alimentación y el interruptor. La medida debe ser la misma intensidad de corriente, exactamente, con el medidor en esta posición. Por tanto, el instrumento debe estar conmutado en la misma escala que el paso anterior.

Una vez comprobado que el instrumento está correctamente conectado y que está conmutado en la escala apropiada, se puede proceder a cerrar el interruptor y medir la corriente.

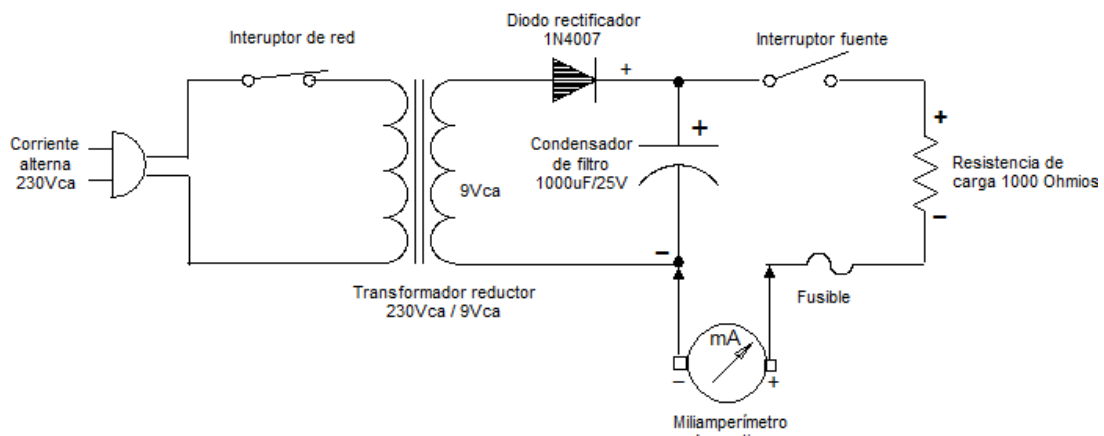


Fig. 5. Esquema de montaje para pruebas

Anote aquí $I(\text{lectura del medidor}) = \underline{\hspace{2cm}}$ miliamperios

Práctica 7. Medición de la corriente continua con un miliamperímetro

Conclusión

Las mediciones de corriente verifican y comprueban el valor de la corriente calculado por la ley de Ohm. El valor de la corriente calculado por la ley de Ohm se da en amperios, para pasarlo a miliamperios hay que multiplicarlo por 1000.

Los valores de corriente en las diferentes partes de un circuito simple son iguales.

La intensidad de una corriente eléctrica, circulando por un conductor es otro factor que junto a la tensión, permite determinar totalmente la energía y potencia puesta en juego por dicha corriente, así como poder conocer totalmente el comportamiento de cualquier circuito en todas sus partes.

Cuando se aplica una tensión a los extremos de un conductor, se producirá en éste un movimiento de cargas eléctricas que intentará compensar el desequilibrio generado. El número de cargas eléctricas puestas en movimiento durante un tiempo determinado es lo que se conoce por intensidad de esa corriente.

En aplicaciones de potencia, la unidad normalmente utilizada es el **amperio**, es decir, en todo lo relacionado con el consumo de la red eléctrica normal, tanto sea para usos industriales (movimiento de motores, máquina, etc.) como domésticos (iluminación, electrodomésticos, etc.). Sin embargo en electrónica, se maneja otra unidad derivada del amperio, pero mil veces menor, que se denomina **miliamperios**, debido a que las corrientes utilizadas para la alimentación y funcionamiento de los circuitos electrónicos son bajas y el amperio resulta ser una unidad demasiado grande. El miliamperio se designa con la abreviatura mA.

El concepto de intensidad de corriente es igualmente aplicable tanto para corrientes continuas como para corrientes alternas, empleándose en este último caso el amperio para designar habitualmente la corriente eficaz.

En el circuito de la figura 6 se va hallar la corriente de consumo y la potencia del mismo que se determina de la siguiente forma:

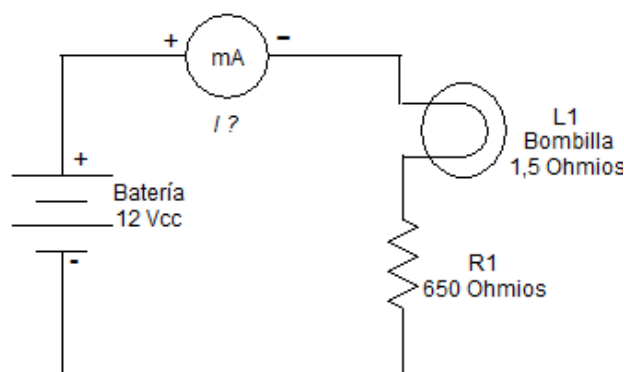


Fig. 6. Circuito de cálculo

Sabemos que la tensión de batería es de 12 voltios y la resistencia de carga es la suma de las resistencias del filamento de la bombilla 1,5 ohmios y la resistencia R1 de 650 ohmios, entonces tenemos:

$$\text{Intensidad} = \frac{\text{Voltaje}}{\text{Resistencia}} = \frac{12 \text{ voltios}}{1,5 \text{ ohmios} + 650 \text{ ohmios}} = \frac{12}{651,5} = 0,0184 \text{ Amperios} \times 1000 = 18,41 \text{ mA}$$

$$\text{Potencia} = \text{Intensidad} \times \text{Voltaje} = 0,0184 \text{ A} \times 12 \text{ V} = 0,2208 \text{ (W) vatios} \times 1000 = 220,8 \text{ mW.}$$

Práctica 8. Uso de la ley de tensión

Esta práctica consiste en la demostración de la ley de tensión. Esta ley enuncia que la suma de las caídas de tensión en cada una de las ramas del circuito que se encuentran en serie es igual a la tensión de la fuente de alimentación aplicada al circuito.

Procedimiento

1. Estando el circuito conectado como se muestra en el esquema eléctrico de la figura 1, mida la tensión de salida de la fuente de alimentación y anote aquí la lectura de tensión.

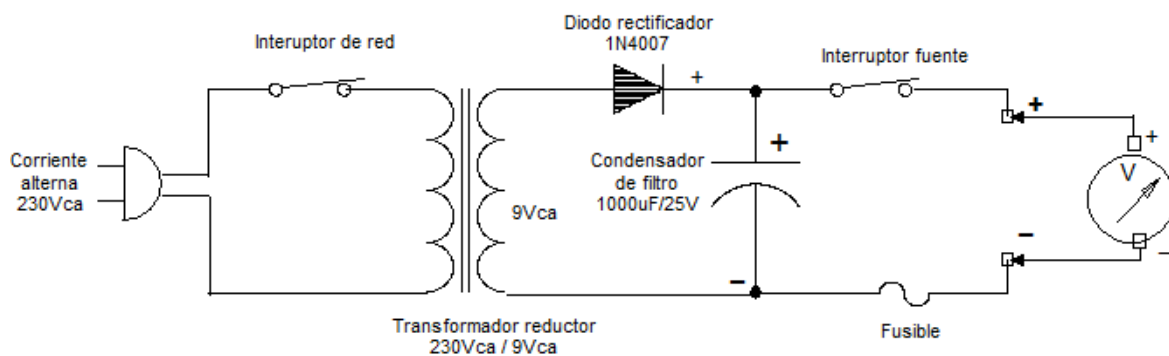


Fig. 1. Esquema de montaje para pruebas

Tensión de la fuente de alimentación = _____ voltios

2. Añada a la salida de la fuente de alimentación tres resistencias en series con valores de 100 Ω , 200 Ω y 300 Ω como se muestra en el esquema de la figura 2. Mida el valor de la tensión en los extremos de la resistencia de 100 Ohmios como se indica en el esquema y escriba aquí la tensión.

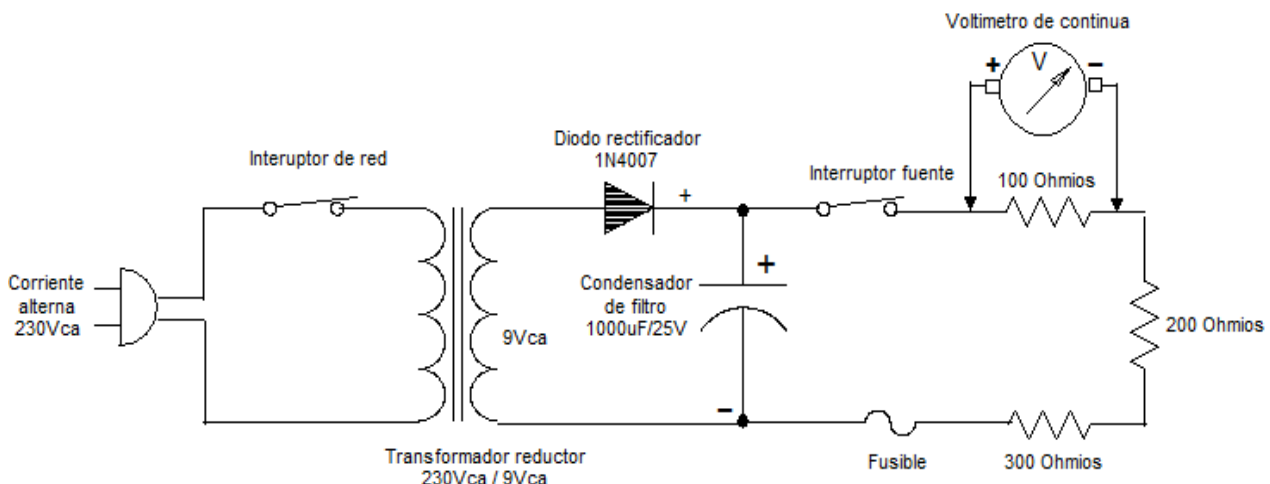


Fig. 2. Medición en extremos de la resistencia de 100 Ω

Tensión entre los terminales de la resistencia de 100 Ω = _____ voltios

Práctica 8. Uso de la ley de tensión

3. Mida la tensión en los extremos de terminales de la resistencia de 200 Ohmios como se muestra en la figura 3 y escriba aquí la tensión.

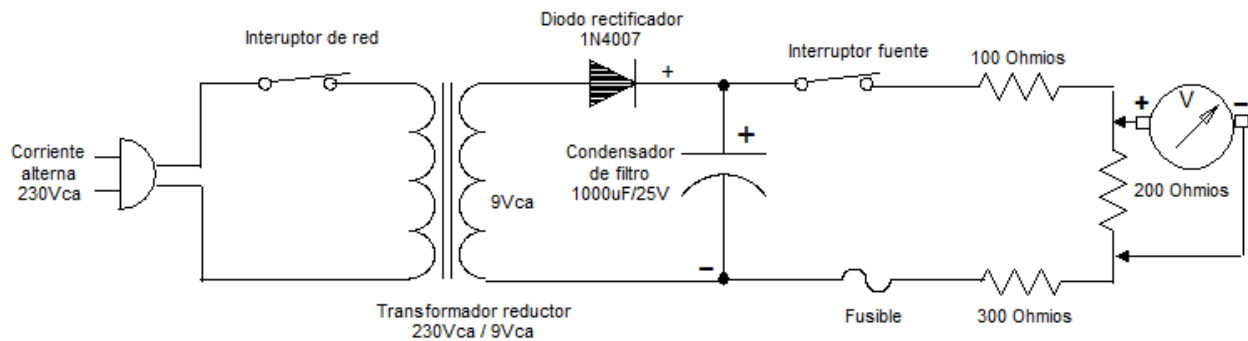


Fig. 3. Medición en extremos de la resistencia de 200 Ω

Tensión entre los terminales de la resistencia de 200 Ω = _____ voltios

4. Mida la tensión entre los terminales de la resistencia de 300 Ohmios como se muestra en la figura 4 y escriba aquí su tensión.

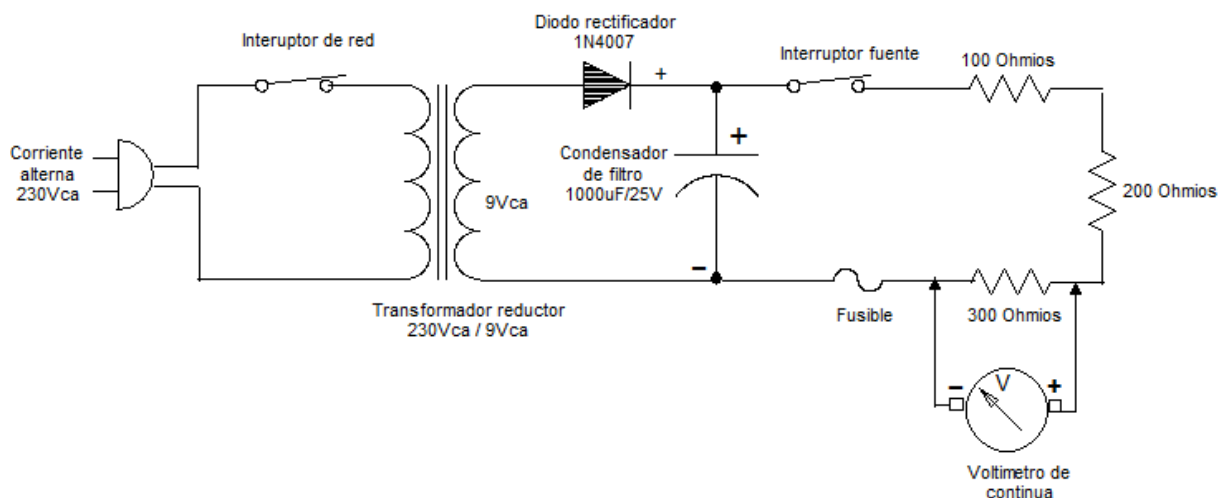


Fig. 4. Medición en extremos de la resistencia de 300 Ω

Tensión entre los terminales de la resistencia de 300 Ω = _____ voltios

5. De acuerdo con la ley de tensión, la suma de tensiones entre los terminales de las tres resistencias debe ser iguala la tensión aplicada de la fuente de alimentación. Sume las tensiones que ha obtenido en los pasos 2, 3 y 4 y anote aquí la suma.

Suma de las tensiones entre los terminales de las resistencia = _____ voltios

Conclusión

Admitiendo una cantidad razonable de error, la suma de las caídas de tensión obtenidas en el paso 5 debe ser igual a la tensión aplicada que se obtuvo al medir en el paso 1.

Práctica 9. Uso de la ley de corriente

En esta práctica se va a demostrar que el valor de la corriente en cada una de las resistencias en paralelo, la suma de todas ellas será la corriente total del circuito, ley de corriente.

La ley de corriente enuncia que la intensidad total de la corriente que entra en una unión es igual a la intensidad total de la corriente que sale de la unión. En un circuito paralelo, la suma de las corrientes de rama es igual a la corriente de alimentación,

Procedimiento

1. Según el esquema experimental y el circuito eléctrico que se muestra en la figura 1 se tiene que medir la corriente principal en el punto A, ésta se llama corriente total o corriente de alimentación. Para efectuar esta medición, hay que interrumpir o abrir la conexión en A e insertar el miliamperímetro en serie utilizando las pinzas para los terminales del miliamperímetro. Utilizar una escala alta e ir bajando para obtener una medida más exacta. Anota aquí el valor de la corriente.

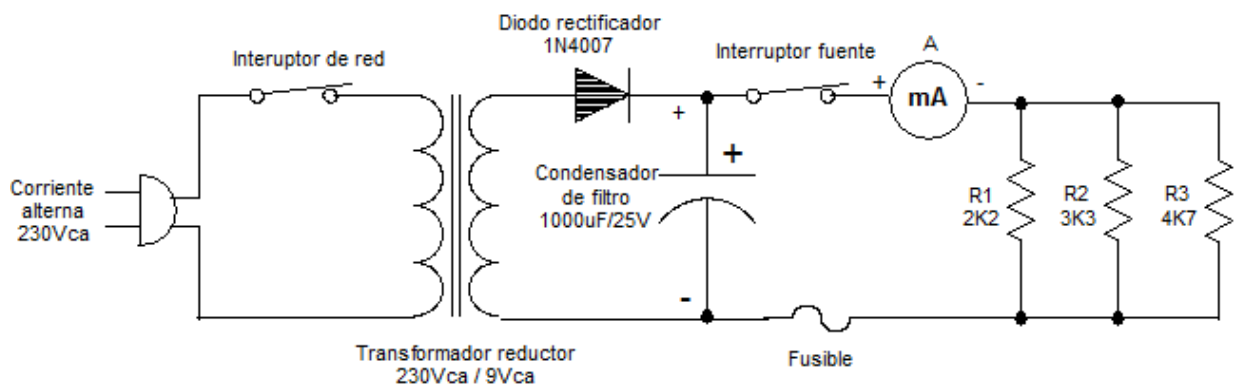


Fig. 1. Esquema de montaje para pruebas

Corriente total = _____ miliamperios

2. Medir la corriente de rama a través de R1. Esta corriente se mide interrumpiendo el circuito en el punto B e insertando el miliamperímetro como se muestra en la figura 2.

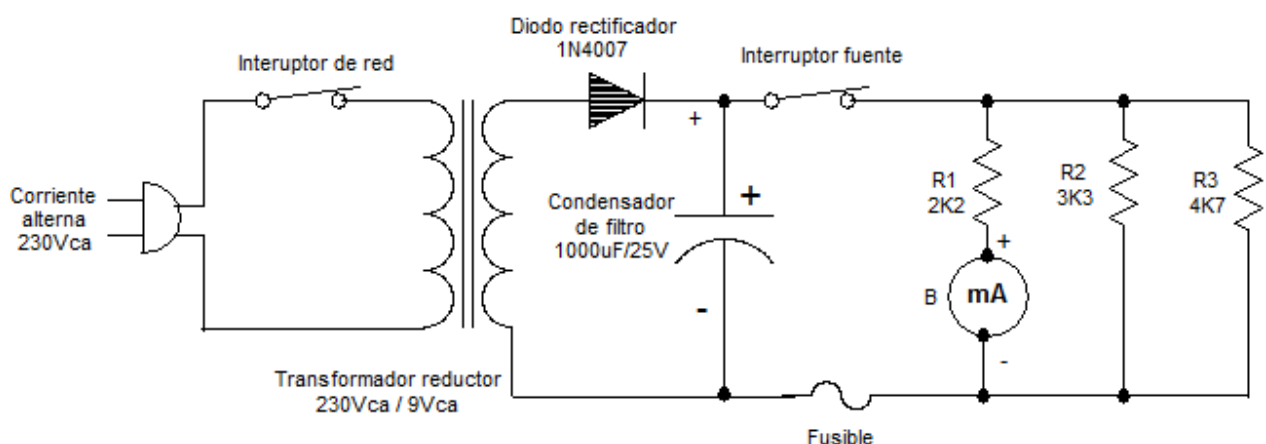


Fig. 2. Medida de corriente de R1

Corriente en R1 = _____ miliamperios

Práctica 9. Uso de la ley de corriente

3. Medir la corriente de rama en R2. Esta corriente se mide abriendo el circuito en el punto C e insertando el miliamperímetro como se muestra en la figura 3.

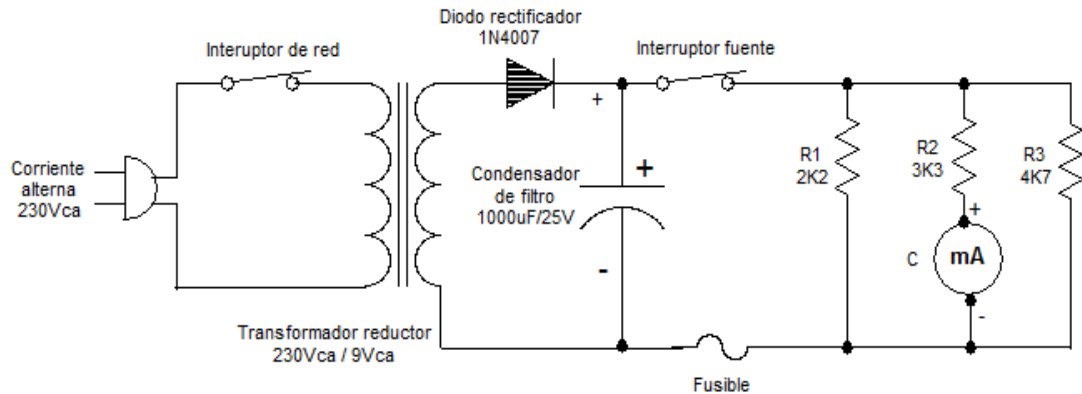


Fig. 3. Medida de corriente de R2

Corriente en R2= _____ miliamperios

4. Medir la corriente de rama en R3. Esta corriente se mide interrumpiendo el circuito en el punto D e insertando el miliamperímetro como se muestra en la figura 4.

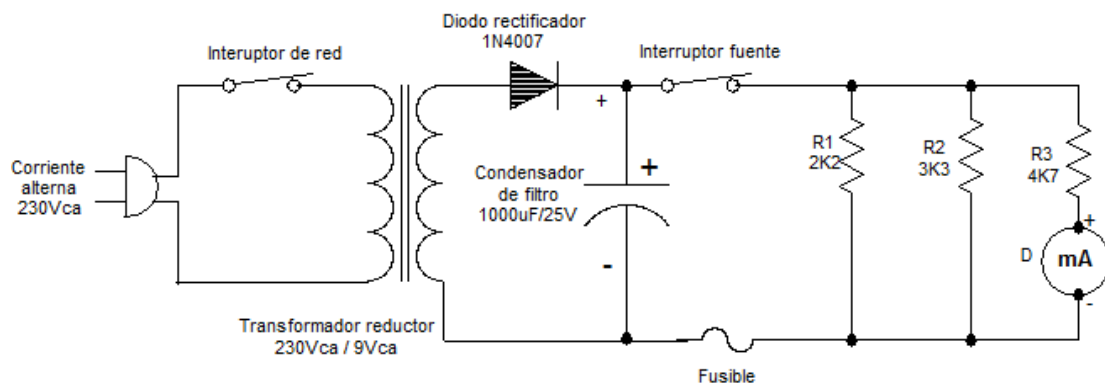


Fig 4. Medida de corriente de R3

Corriente en R3= _____ miliamperios

5. De acuerdo con la ley de corriente, la suma de las corrientes de rama a través de las tres resistencias debe ser igual a la corriente total. Sume las corrientes que se ha obtenido en los pasos 2, 3 y 4 y escriba aquí la suma.

Suma de las corrientes de rama= _____ miliamperios

Práctica 9. Uso de la ley de corriente

Conclusión

Aceptando un error razonable, la suma de las corrientes que obtuvo en el paso 5 debe ser igual a la corriente de alimentación que obtuvo en el paso 1.

Veamos en el siguiente ejemplo del circuito de la figura 5, para verificar la corriente de consumo total de tres circuitos en paralelos con la fuente de alimentación de 12 voltios y soporta una corriente máxima de 500 mA. Observa la diferencia para obtener la corriente entre circuitos en series y en paralelos.

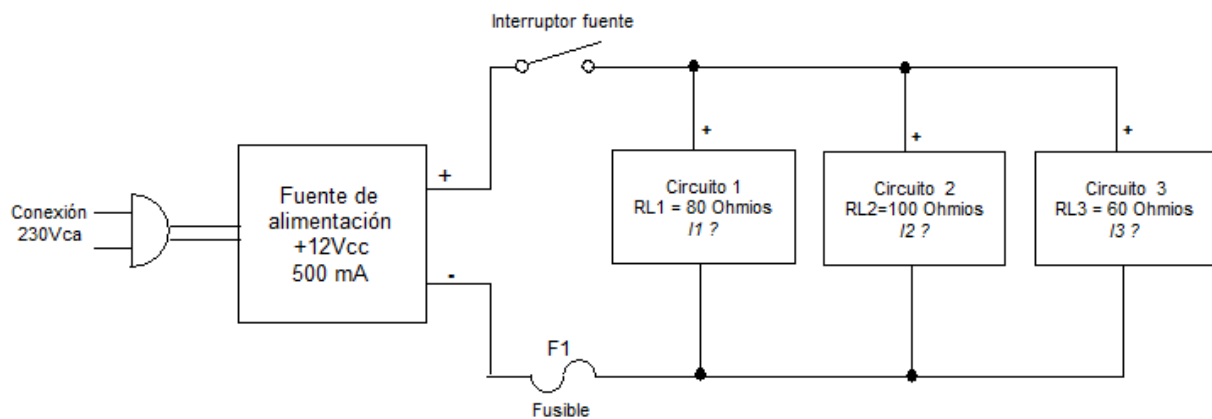


Fig. 5 Tres circuitos paralelo

Se calcula primeramente las corrientes de consumo de cada circuito: I_1 , I_2 e I_3 , por la fórmula de la ley de Ohm:

$$I_1 = \frac{V_{cc}}{R_{L1}} = \frac{12 \text{ voltios}}{80 \text{ ohmios}} = 0,15 \text{ A ;}$$

$$I_2 = \frac{V_{cc}}{R_{L2}} = \frac{12 \text{ voltios}}{100 \text{ ohmios}} = 0,12 \text{ A ;}$$

$$I_3 = \frac{V_{cc}}{R_{L3}} = \frac{12 \text{ voltios}}{60 \text{ ohmios}} = 0,20 \text{ A}$$

La suma de las intensidades de los tres circuitos será el consumo total de corriente que tendrá que soportar la fuente de alimentación:

$$\text{Intensidad total} = I_1 + I_2 + I_3 = 0,15 \text{ A} + 0,12 \text{ A} + 0,20 \text{ A} = 0,47 \text{ A} \times 1000 = 470 \text{ mA}$$

Práctica 10. Verificación de las tensiones de rama en un circuito paralelo

En esta práctica se va a demostrar que la tensión es la misma entre los terminales de todas las ramas de un circuito paralelo. La práctica servirá para ejercitarse en la realización de mediciones, y también contribuirá a que recuerde las reglas con más facilidad.

El hecho de que la tensión sea la misma entre los terminales de todas las resistencias en un circuito paralelo puede deducirse obviamente del esquema del circuito. Sin embargo siempre es buena idea la demostración práctica.

Cuando todas las resistencias que hay en un circuito paralelo son idénticas, su resistencia combinada puede ser calculada fácilmente. Por ejemplo, en el esquema siguiente, las tres resistencias son idénticas de valor de $600\ \Omega$ y están conectadas en paralelo, por lo tanto, el valor de su resistencia es un tercio del valor de una de sus resistencias. Es decir,

$$R_{tp} = \frac{\text{Valor de una resistencia}}{\text{N}^\circ \text{ de resistencias}} = \frac{600}{3} = 200\ \Omega$$

Si medimos con un óhmetro entre los puntos A y B, de la figura 1, sin tener conectada la fuente de alimentación, que valor nos daría?. Anótalo aquí.

Medida de resistencia entre los puntos A y B = _____ ohmios

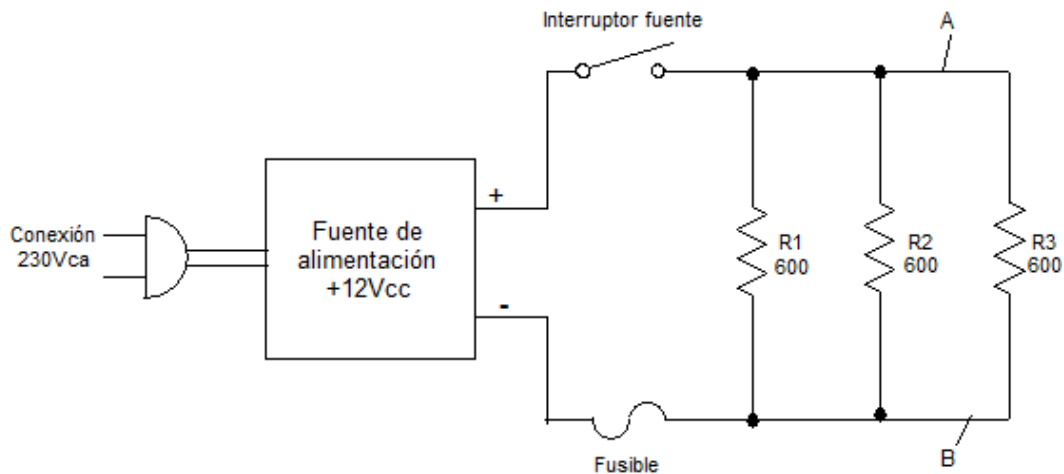


Fig. 1 Tres resistencias en paralelo con el mismo valor óhmico.

La razón es que los tres caminos presentan a la corriente la mitad de la oposición que presenta uno solo. Con tres resistencias idénticas en paralelo, la resistencia es solo la tercera parte de la que presenta una sola resistencia; con cuatro resistencias idénticas en paralelo la resistencia es la cuarta parte, etc. Para hallar la resistencia del circuito paralelo se divide el valor de una resistencia por el número de ellas.

En el caso de que tuviéramos dos resistencias conectadas en paralelo la resistencia equivalente total de las dos sería mediante la siguiente fórmula:

$$R_t = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

Práctica 10. Verificación de las tensiones de rama en un circuito paralelo

Ver el siguiente esquema de la figura 2 y, halla el valor total equivalente a las dos resistencias R1 y R2 en paralelo y anota la medida con el óhmetro entre los puntos A y B.

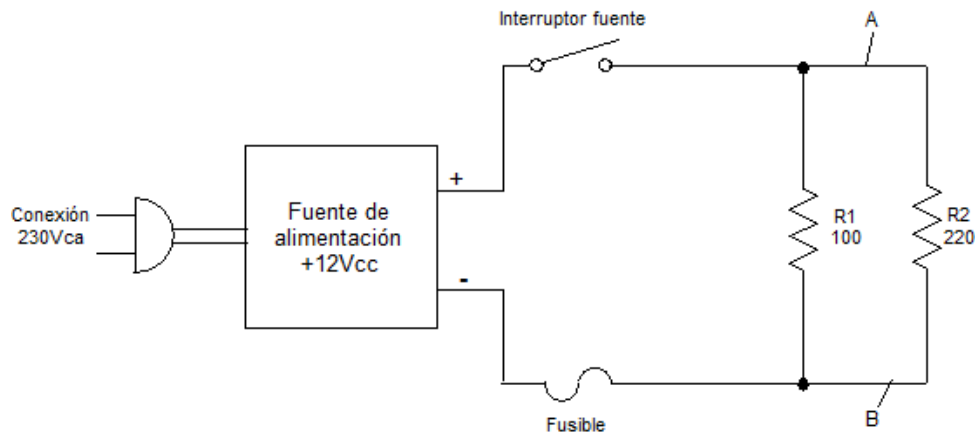


Fig. 2 Dos resistencias en paralelo con diferentes valores óhmicos

En el siguiente esquema de asociación de resistencias el valor de las tres resistencias R1, R2 y R3 que se encuentran conectadas en paralelo posee distintos valores. Esta asociación de resistencia será equivalente a una sola resistencia que tendrá un valor igual al dado por la siguiente formula:

$$\text{Resistencia total paralelo} = \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}} = R_{tp}$$

ó también:

$$\text{Resistencia paralelo 1} = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2} = R_{p1}; \quad \text{Resistencia total paralelo} = \frac{R_{p1} \times R3}{R_{p1} + R3} = R_{tp}$$

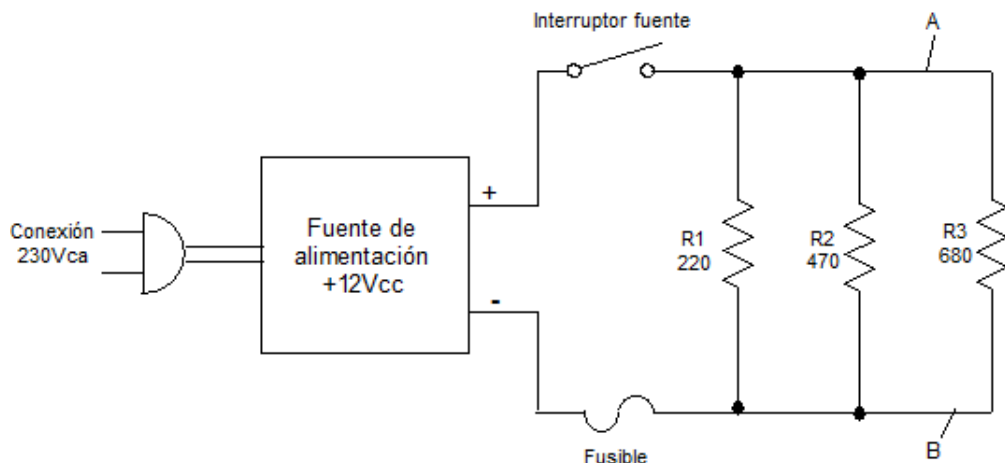


Fig. 3 Tres resistencias en paralelo con diferentes valores óhmicos

Práctica 10. Verificación de las tensiones de rama en un circuito paralelo

Procedimiento

1. Calcular la resistencia combinada de las tres resistencias en paralelo. Escriba a continuación el valor obtenido.

Resistencia total de circuito paralelo= _____ohmios

2. La ley de Ohm enuncia que la corriente de alimentación es igual a la tensión de alimentación dividida por la resistencia total del circuito.

$$\text{Intensidad del circuito (A)} = \frac{\text{Tensión de alimentación (V)}}{\text{Resistencia del circuito (\Omega)}}$$

Calcule la corriente y anote aquí el valor

Corriente de alimentación = _____amperios

En miliamperios ¿cuánto serían?

Corriente de alimentación= _____miliamperios

3. Tolerando algún error en la medición, los valores calculados en el paso 2 debe ser los mismos que el valor medido en el paso 1 de la práctica 9.

4. Mida la tensión de rama entre los extremos de R1 y escriba aquí el valor.

Caída de tensión en R1= _____voltios

5. Mida la tensión de rama entre los extremos de R2 y escriba aquí el valor.

Caída de tensión en R2= _____voltios

6. Mida la tensión de rama entre los extremos de R3 y escriba aquí el valor.

Caída de tensión en R3 = _____voltios

7. Una de las reglas básicas de los circuitos en paralelo es que la tensión es la misma entre los terminales de todas las ramas. Esto significa que los valores que ha obtenido en los pasos 4, 5 y 6 deben ser los mismos.

8. ¿Son los valores obtenidos en los pasos 4, 5 y 6 iguales a la tensión de alimentación?

9. Desconectar de la fuente de alimentación el circuito y medir la resistencia del circuito paralelo con un óhmetro. Escriba aquí el valor obtenido.

Resistencia total = _____ohmios

El valor medido de resistencia en el paso 9 debe ser igual al valor calculado en el paso 1.

Práctica 10. Verificación de las tensiones de rama en un circuito paralelo

Conclusión

Con la tolerancia de una cantidad razonablemente de error, sus resultados deben demostrar que la tensión es la misma entre los terminales de todas las ramas de un circuito paralelo. También debe demostrar que las tensiones de rama son iguales a la tensión de la fuente de alimentación.

Veamos el siguiente ejemplo con una fuente que alimenta una resistencia en serie con el circuito de carga R_L , como se muestra en la figura 4.

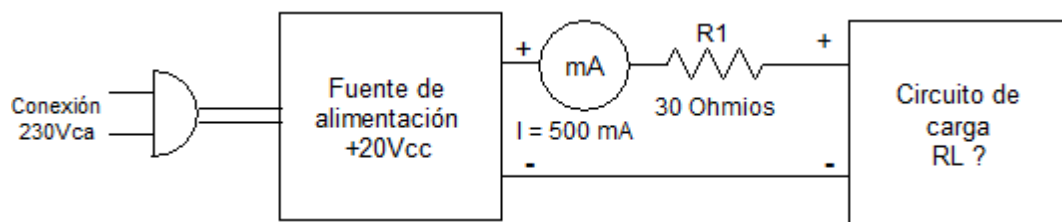


Fig. 4 Circuito experimental

Tenemos que calcular la resistencia de carga R_L del circuito de carga, teniendo los datos que nos proporciona el esquema eléctrico de la figura 4.

Como realmente tenemos una resistencia en serie R_1 de 30 ohmios y el circuito de carga se encuentra en serie con la resistencia establecemos la relación por la ley de Ohm:

En toda fórmula de la ley de Ohm se tiene que pasar los miliamperios en amperios...

$$I = \frac{V_{cc}}{R_1 + R_L} \rightarrow 0,5A = \frac{20 \text{ voltios}}{30 \text{ ohmios} + R_L} \rightarrow = 0,5 (30 + R_L) = 20 \rightarrow 15 + 0,5R_L = 20$$

$$0,5 R_L = 20 - 15 \rightarrow R_L = \frac{5}{0,5} = 10 \text{ ohmios}$$

El circuito de carga tiene una resistencia de carga $R_L = 10$ ohmios.

Práctica 11. Verificación de la corriente en un circuito serie

Esta práctica va a consistir en demostrar que la intensidad de corriente es la misma en todas las partes de un circuito serie.

La corriente en un circuito serie sólo tiene un camino posible. Por tanto, toda la corriente debe pasar por cada una de las resistencias del circuito así como a través de la fuente de alimentación.

En la siguiente figura 1 se muestra la conexión de tres resistencias en series conectadas a la salida de la fuente de alimentación de 12 voltios. Este mismo esquema de circuito nos servirá de montaje y prueba para nuestra práctica. Los puntos A, B, C y D indican donde se tiene que abrir la línea de conexión para insertar un miliamperímetro. El interruptor de la fuente debe estar cerrado para realizar las mediciones.

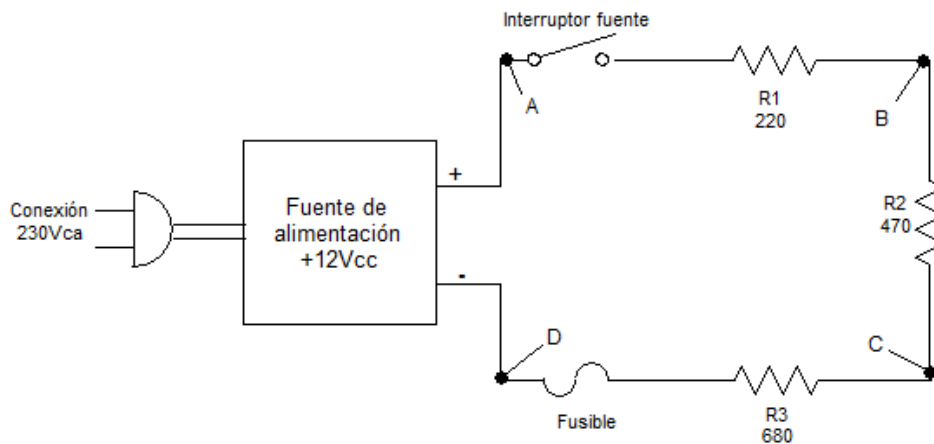


Fig. 1 Circuito de montaje y pruebas

Procedimiento

1. Calcular la resistencia total del circuito. Recuerda que la resistencia total de un circuito serie se obtiene sumando los valores de todas las resistencias. Escriba aquí la resistencia total.

Resistencia total = _____ ohmios

2. La ley de Ohm nos dice que en un circuito la corriente es igual a la tensión aplicada dividida por la resistencia total:

$$\text{Intensidad de corriente} = \frac{\text{Tensión de la fuente de alimentación}}{\text{Resistencia total del circuito}}$$

Calcular la corriente y escriba aquí el valor.

Corriente = _____ amperios

¿Cuánto miliamperios son? (Si 1 amperio son 1000 miliamperios.)

Corriente = _____ miliamperios

3. Observa que la corriente que circula en el circuito del esquema siguiente 0,020 amperios o 20 miliamperios. Elija la escala correcta que debe utilizar en su miliamperímetro para medir esta corriente.

Práctica 11. Verificación de la corriente en un circuito serie

4. Mida la corriente en el punto A y escriba aquí el valor.

Corriente medida en el punto A = _____ miliamperios

5. Mida la corriente en el punto B y escriba aquí el valor.

Corriente medida en el punto B = _____ miliamperios

6. Mida la corriente en el punto C y escriba aquí el valor.

Corriente medida en el punto C = _____ miliamperios

7. Mida la corriente en el punto D y escriba aquí el valor.

Corriente medida en el punto D = _____ miliamperios

8. Una de las reglas básicas de los circuito serie es que la corriente es la misma en todos los puntos. Esto significa que los valores que ha obtenido en los pasos 4, 5, 6 y 7 deben ser los mismos. Los valores medidos que obtuvo en los pasos 4,5, 6 y 7 deben también corresponder al valor calculado en el paso 2.

Conclusión

Admitiendo un error razonable, los resultados deben mostrar que la corriente es la misma en todas las partes de un circuito serie.

Práctica 12. Regulación de la corriente en circuitos paralelo

En esta práctica se demostrará que los circuitos conectados en paralelo funcionan independientemente.

Cuando los componentes están conectados en serie circula la misma corriente por todos ellos. Si uno de los componentes en serie falla, será afectado el funcionamiento de los otros.

Cuando los componentes están conectados en paralelo, cada uno de ellos funciona independientemente de los otros. Si un componente falla de manera que ya no pasa corriente por el, como ocurre cuando el filamento de una lámpara está abierto, el funcionamiento de los otros componentes no será afectado.

En esta práctica se emplean interruptores para abrir las ramas en paralelo.

En el siguiente esquema eléctrico de la figura 1 se muestra el circuito completo para la práctica.

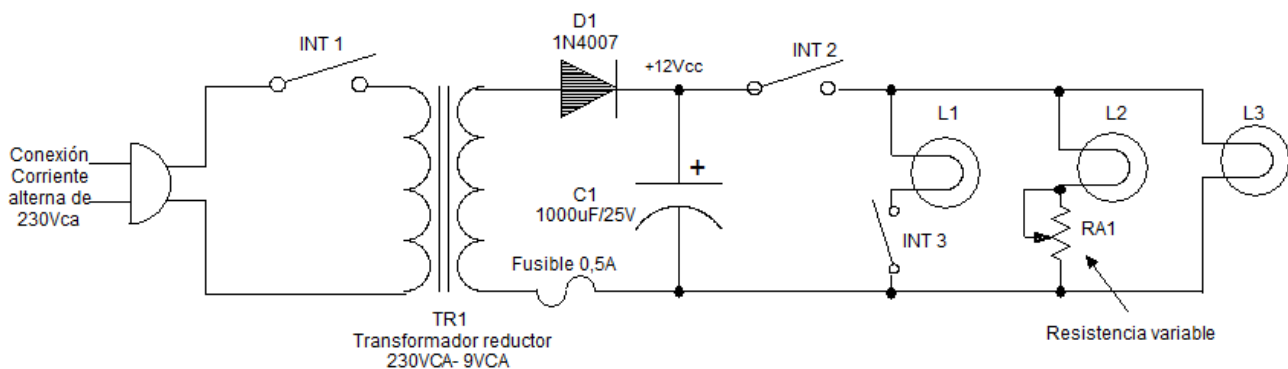


Fig. 1 Esquema de montaje para pruebas

Procedimiento

1. Cerrar todos los interruptores INT1, INT2 y INT3 y ajustar la resistencia variable para que la bombilla L2 de la máxima luz.
2. Abrir el interruptor INT2 y observar que todas las bombillas están reguladas por el interruptor de la fuente.
El interruptor de la fuente INT2 tiene la misma misión que un fusible, que si se quema o se funde debido a un cortocircuito se abre y todas las luces se apagan.
3. Cerrar otra vez el interruptor INT2 y abrir el interruptor INT3. Observar que la bombilla L1 se apaga y que las bombillas L2 y L3 quedan encendidas y no son afectadas. Esto demuestra que, aunque se funda una bombilla conectada en la rama en paralelo, las bombillas de las otras ramas permanecerán encendidas.
4. Cerrar el interruptor INT3 para que todas las bombillas estén encendidas. Ajustar la resistencia variable RA1 y observar que solo cambia el brillo de la bombilla L2. Esto demuestra que los circuitos en paralelo funcionan independientemente.
5. Con todas las bombillas encendidas al máximo, desconectar la bombilla L2 sacándola de su portalámparas y observar que las otras dos bombillas siguen encendidas. Esto demuestra nuevamente que los circuitos en paralelo funcionan separadamente.

Conclusión

Los resultados de esta práctica muestran que los circuitos en paralelo funcionan independientemente, pero que pueden ser controlados individualmente por un interruptor, resistencia variable o por un fusible principal.

Práctica 13. Determinación de los valores de resistencias

En esta práctica se determinará el valor de la resistencia de un componente de circuito efectuando mediciones de tensión y de corriente.

El filamento de una bombilla eléctrica, es una resistencia con un determinado valor, a menor valor resistivo la bombilla lucirá más y a mayor valor lucirá menos, para ello, determinaremos en esta práctica el valor de la resistencia de dos bombillas de 6 voltios.

Si conocemos la intensidad de la corriente I que paso por la bombilla y la tensión V que hay entre los extremos de la bombilla, se podrá calcular la resistencia R de la bombilla utilizando la ley de Ohm.

$$\text{Resistencia} = \frac{\text{Tensión}}{\text{Corriente}} \quad \text{o} \quad R = \frac{V}{I}$$

Procedimiento

1. Conectar el circuito como se muestra en el esquema de la figura 1. No siempre es posible determinar el valor aproximado de la corriente que circula en un circuito antes de conectar el instrumento de medida en el circuito. Así pues, habrá que comenzar utilizando la escala más alta del miliamperímetro y luego ir bajando progresivamente hasta que se obtenga la lectura adecuada.

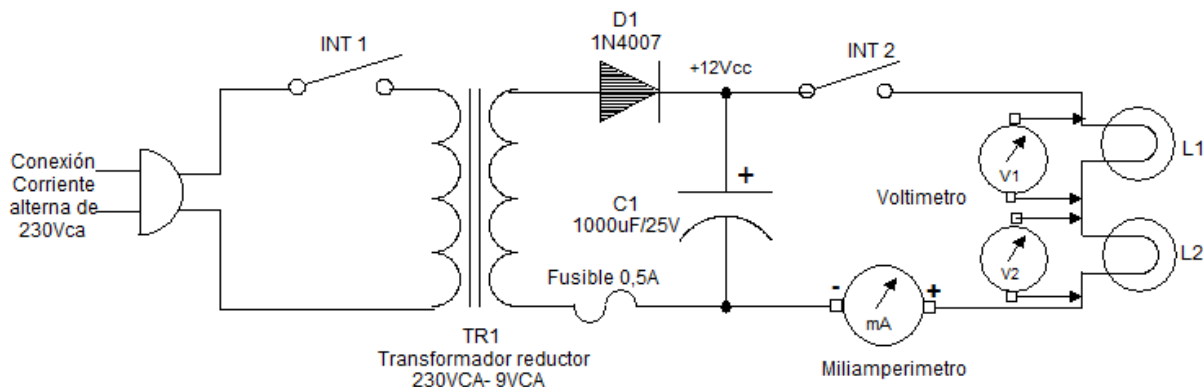


Fig. 1 Esquema de montaje para pruebas

2. Estando el Miliamperímetro de medida conmutado en la escala más alta de la corriente, cierre el interruptor de la fuente y observe si aparece en el multímetro alguna lectura y se enciende las bombillas, si no es así, conmute el medidor en la escala más baja hasta conseguir una lectura adecuada y encenderse las bombillas. Cuando haya determinado el valor de la corriente I mostrada en el medidor. Anote aquí el valor.

$$I = \underline{\hspace{2cm}} \text{ miliamperios}$$

3. Mida la tensión $V1$ que hay entre los extremos de la bombilla $L1$ y la $V2$ entre los extremos de la bombilla $L2$. Anote aquí los valores de tensión.

$$V1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios}$$

$$V2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios}$$

Práctica 13. Determinación de los valores de resistencias

4. Haciendo uso de la ley de Ohm, $R=V/I$, calcula la resistencia R1 de la bombilla L1 y la resistencia R2 de la bombilla L2. Estos valores de resistencia deben ser aproximadamente iguales. Anote aquí los valores calculados.

R1 = _____ ohmios

R2 = _____ ohmios

5. Con la fuente desconectada, realice la medida con un óhmetro entre los extremos de las dos bombillas en frío y posteriormente, conectando la fuente y después de varios minutos las bombillas encendidas, desconecte la fuente y vuelva a medir la resistencia entre los terminales de L1(R1) y L2(R2).

R1 (en frío) = _____ ohmios

R2 (en frío) = _____ ohmios

R1 (en caliente) = _____ ohmios

R2 (en caliente) = _____ ohmios

Observe que *los valores de resistencia cambian con la temperatura*. El calculado en esta práctica es el valor en caliente. Cuando la bombilla no está encendida. Su resistencia en frío tendrá un valor completamente diferente.

Conclusión

La resistencia de un componente se puede determinar midiendo la tensión existente entre sus extremos y la corriente que pasa por él. El valor de la resistencia es diferente cuando experimenta un cambio de temperatura

Cualquier conductor, por el que circula o puede circular una corriente eléctrica, presenta una cierta dificultad u oposición al paso de dicha corriente. Este hecho está motivado fundamentalmente por la cantidad de electrones que puede liberar cada materia y que son capaces de circular libremente por la misma, así como de que el resto de electrones no liberados están en constante movimiento debido a un proceso de agitación térmica producido por la energía que reciben del ambiente en forma de calor.

Las dimensiones de la resistencia del conductor afectan directamente a la resistencia del mismo. A conductores más gruesos o de mayor sección corresponden resistencias más bajas. A mayores longitudes se obtendrán resistencias más altas.

Entonces, la resistencia de un conductor está determinada por tres factores: *resistividad, sección y longitud*.

Práctica 14. Uso de una resistencia variable

En esta práctica consiste en demostrar cómo se puede conectar una resistencia variable para que funcione como reóstato que controla la intensidad luminosa (brillo) de una bombilla.

Se puede conectar una resistencia variable de modo que controle o regule la intensidad de corriente en el circuito. Este tipo de conexión es lo que se llama reóstato. Algunas resistencias variables están diseñadas especialmente para utilizarla como reóstato, por el material fabricado y propiedades de aguante.

Si una resistencia variable tiene tres terminales, se le puede utilizar como reóstato o potenciómetro. Hay dos maneras de hacerlo, tal como se muestra en las figuras siguientes.

En la figura 1 sólo se usan dos de los tres terminales. En esta conexión la resistencia variable se utiliza como reóstato de dos terminales. Las flechas muestran el camino del flujo de electrones.

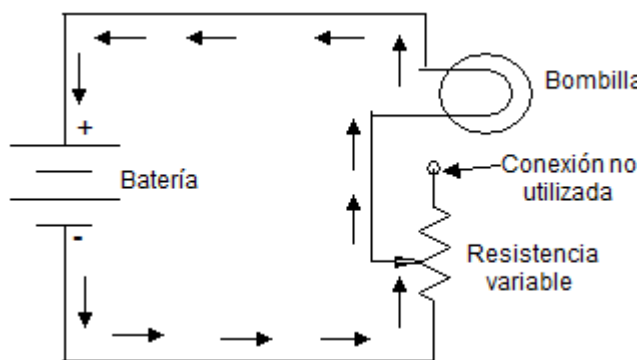


Fig. 1 Esquema funcional

En la figura 2 que se muestra a continuación están conectados en el circuito los tres terminales, las flechas indican que la trayectoria del flujo de electrones es la misma que en el circuito de la figura anterior. El brazo de la resistencia variable (cursor) está conectado directamente al punto B por un trozo de hilo que prácticamente no tiene resistencia. Los electrones seguirán este camino fácil en vez de pasar por el camino resistivo entre los puntos A y B.

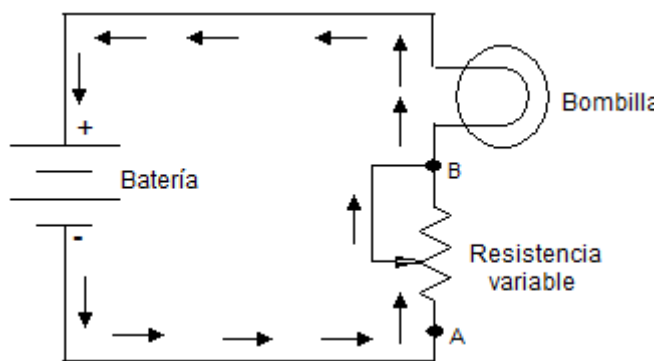


Fig. 2 Esquema funcional

El brazo de la resistencia variable es la parte en que es más probable que haya fallo o avería por circuito abierto a causa de falta de contacto entre el brazo y la resistencia. Esto puede ocurrir solamente en algunas posiciones de ajuste, o puede ocurrir en todo el margen completo de ajuste.

Práctica 14. Uso de una resistencia variable

Observar que en la conexión de la primera figura, si el brazo está abierto, se interrumpe toda la corriente en el circuito. Por otra parte, si el brazo está abierto en el segundo circuito todavía hay camino para la corriente, a través de la resistencia entre A y B. De esto puede deducirse que la diferencia entre las dos conexiones es que en una la corriente se interrumpe cuando el brazo está abierto, pero en la otra no se interrumpe aunque esto ocurra.

Para realizar la práctica montamos el circuito del esquema eléctrico de la figura 3, que muestra la conexión de la fuente de alimentación conectada al circuito de dos bombillas L1 y L2 en serie controlada por una resistencia variable RV1.

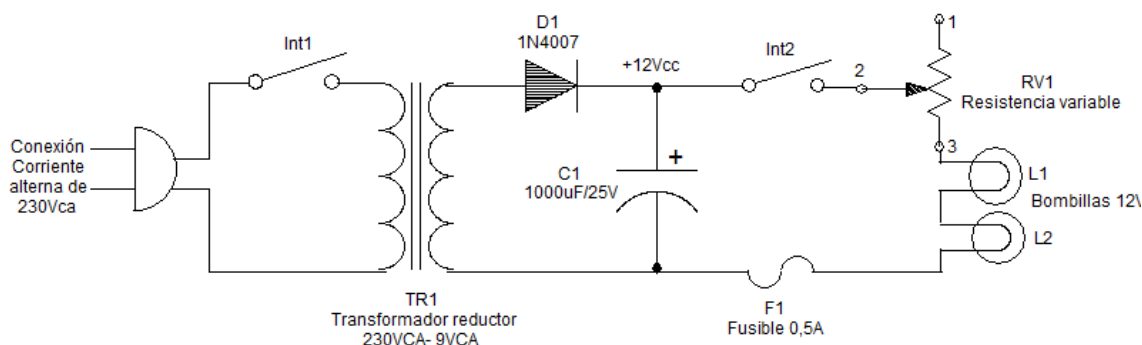


Fig. 3 Esquema de montaje para pruebas

Procedimiento

1. Cerrar el interruptor Int1 y Int2 y ajustar la resistencia variable RV1. Si está correctamente montado el circuito se observará cuando se gira el cursor de la resistencia variable que va cambiando la luminosidad de las bombillas. No se debe utilizar una bombilla que posea mucha potencia porque quemaría la resistencia variable.
2. Abra el interruptor Int2 y conecte ahora la resistencia ajustable como se muestra en el esquema eléctrico de la figura 4. Observar que con esta conexión se utilizan los tres terminales de la resistencia variable.

Cierre el interruptor Int2 y observar que se puede controlar el brillo de las bombillas L1 y L2 haciendo girar el curso de la resistencia variable.

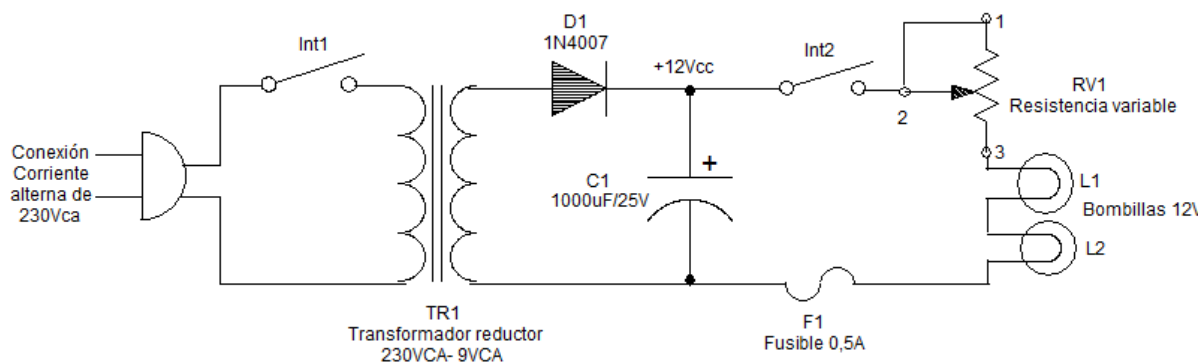


Fig. 4 Esquema de montaje para pruebas

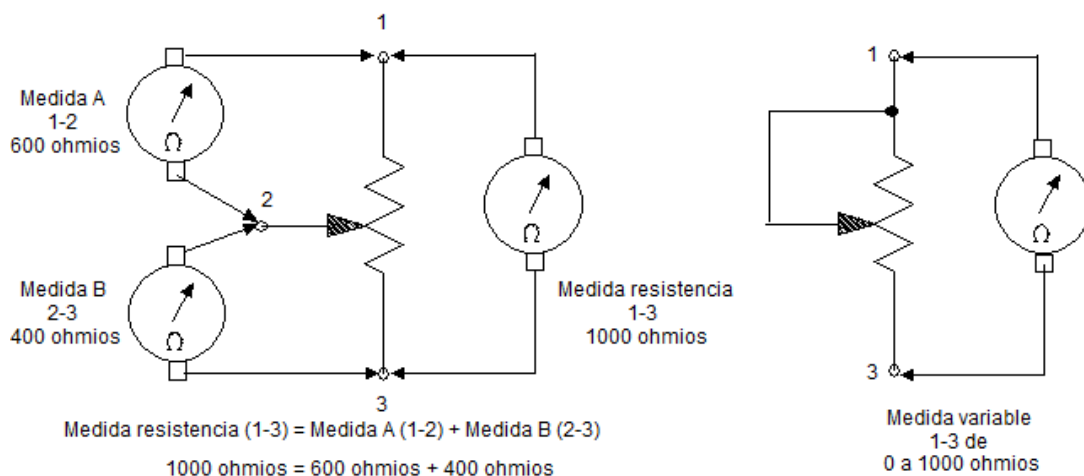
Práctica 14. Uso de una resistencia variable

3. Si se desconecta el hilo conductor que va al terminal 2 de la resistencia variable, no se encenderá las bombillas. La causa de esto es que la resistencia del circuito es tan grande que solo circulará por él una corriente de pequeña intensidad. Esta corriente no es de intensidad suficiente para que se enciendan las bombillas. Sin embargo, debe de tener en cuenta que la corriente puede circular en un circuito aunque no se vea la evidencia de ello.

Conclusión

Se puede utilizar una resistencia variable para regular el brillo de las bombillas utilizándolo para controlar la intensidad de la corriente que pasa por ellas.

Las resistencias variables son resistencias cuyo valor óhmico puede variar dentro de unos márgenes o límites. Poseen tres terminales, el valor de la resistencia en los terminales de los extremos es fija y la parte móvil o curso es la variable.



Las resistencias variables pueden clasificarse según la variación de la resistencia en función del desplazamiento realizado por su parte móvil o cursor en: lineales, logarítmicos y antilogarítmicos. Y pueden diferenciarse de tres tipos: resistencia ajustable de C.I, potenciómetros y reóstato.

Las **resistencias ajustables** poseen tres terminales y normalmente van montadas en las placas de circuito impreso para el ajuste del circuito electrónico.

El **potenciómetro** es una resistencia con tres terminales, el cual se comporta como un divisor de tensión. Se pueden encontrar potenciómetros rotativos y potenciómetros deslizantes siendo, en cada caso, muy variado tanto el tamaño como sus valores resistivos.

El **reóstato** sólo tiene dos terminales, uno fijo y otro móvil (también pueden encontrarse con tres terminales, con dos de ellos unidos o uno de ellos no conectado eléctricamente) comportándose como una resistencia cuyo valor puede ser modificado a voluntad desde un mínimo de 0Ω a un máximo establecido por el fabricante, siendo este valor óhmico el máximo que se puede obtener.

Práctica 15. Regulación del brillo de una bombilla

En esta práctica se va a mostrar cómo se puede conectar una resistencia variable como potenciómetro para regular la intensidad de la luz de una bombilla.

Si se varía la intensidad entre dos terminales de una bombilla, la intensidad de la corriente que pasa por ella también cambiará: Recuerda que la intensidad de corriente que pasa por una resistencia depende de dos factores: *la tensión entre los extremos de la resistencia y el valor de su resistencia*. Un filamento es una resistencia que se pone al rojo blanco cuando pasa la corriente por él. Esta resistencia varía por el efecto térmico de temperatura.

Para variar la tensión entre los terminales de una resistencia se utiliza un *potenciómetro*. En esta práctica se conectará una resistencia variable como *potenciómetro*. Verá que ajustando la resistencia se cambiará el brillo de la bombilla lo mismo que se hizo en la práctica 14.

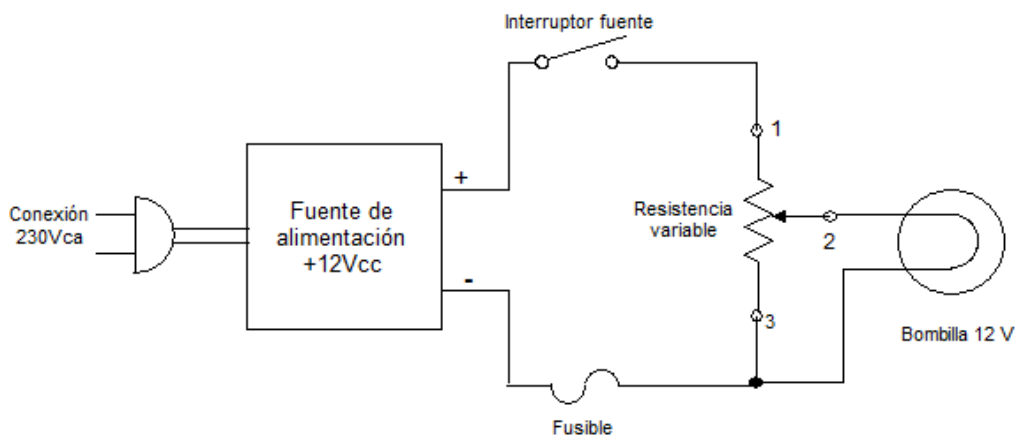


Fig. 1 Esquema funcional

En el esquema eléctrico de la figura 2 será el montaje de la práctica. En este esquema se muestra todos los componentes necesarios para realizar la práctica. Ya se ha dicho anteriormente que los extremos de la resistencia variable, terminal 1 y 3, tiene un valor fijo de resistencia y la que varía es el terminal 2, que es la parte *móvil* o *cursor* de la resistencia entre un margen de 0 Ω a 1000 Ω .

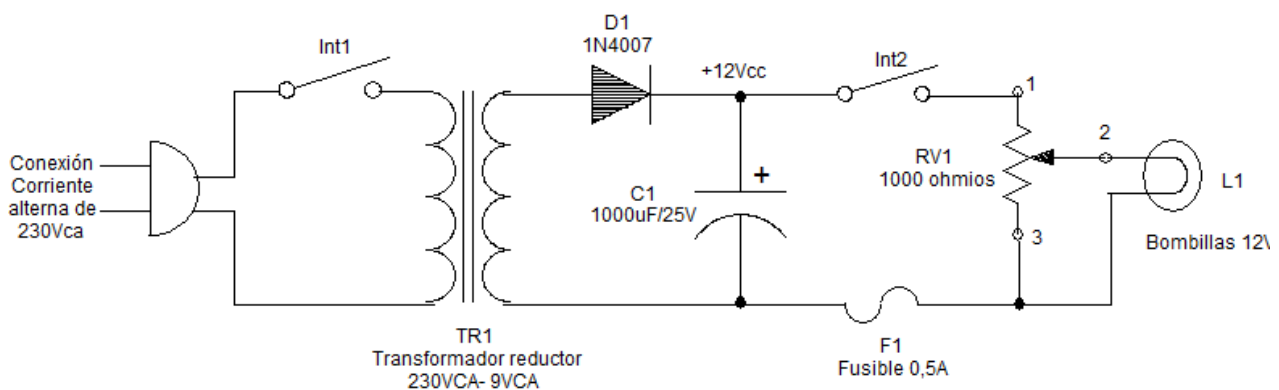


Fig. 2 Esquema de montaje para pruebas

Práctica 15. Regulación del brillo de una bombilla

Procedimiento

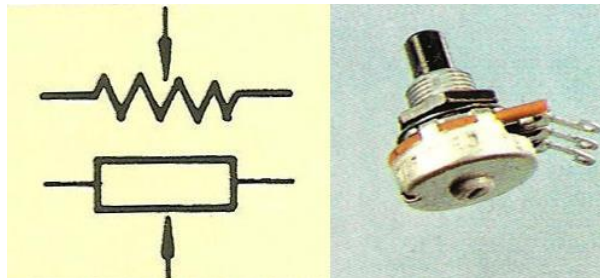
1. Cerrar el interruptor Int1 e Int2 y girar el eje de la resistencia variable. Observar que el brillo de la bombilla se puede cambiar variando la resistencia.

Conclusión

Utilizando una resistencia variable como potenciómetro se puede regular la intensidad de la luz o brillo de la bombilla.

Hay que tener en cuenta que la resistencia variable o potenciómetro debe soportar la corriente que pasa por ella para encender la bombilla, de lo contrario se dañaría la pista de carbón.

Los potenciómetros o resistencias variables son resistencias dotadas de un eje móvil mediante el cual se hace variar su valor y siempre que se desee, a un valor determinado. En este caso el eje móvil de regulación sí tiene acceso desde el exterior, pudiendo ser manejado por cualquier persona. Como ejemplo de estos potenciómetros podemos citar el de regulación de volumen y tonos de un amplificador o de la regulación de la temperatura de un calefactor o de un tostador, etc.



Práctica 16. Uso de una resistencia variable para regular la corriente

Esta práctica consiste en mostrar cómo se puede conectar una resistencia variable en un circuito serie para regular la corriente que circula en una carga.

Para ello, conectaremos el circuito como se muestra en el esquema eléctrico de la figura 1. La resistencia variable RV1 está en serie con las bombillas L1 y L2. Cuando se conecta una resistencia variable de esta manera, se denomina *reóstato*. Cuando se ajusta o cambia el valor de la resistencia variable, la intensidad de la corriente que pasa por ambas bombillas varía. Esto hace que cambie la luminosidad de las bombillas.

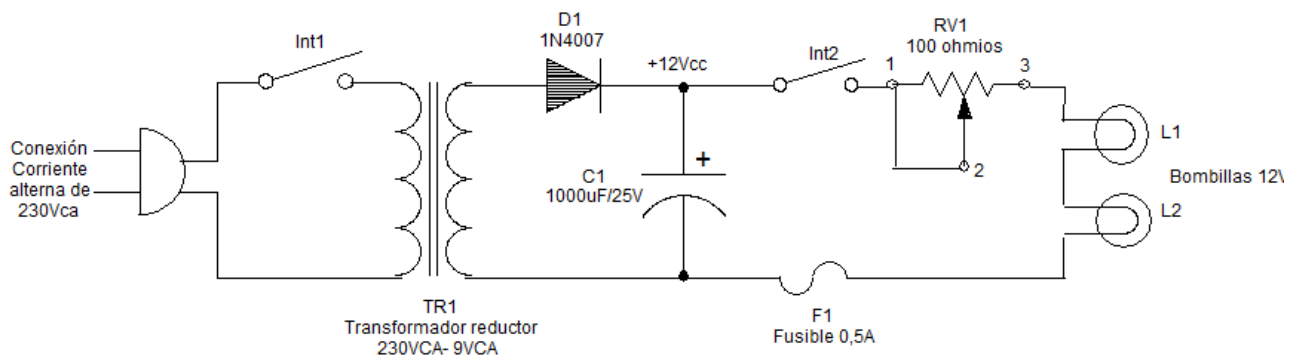


Fig. 1 Esquema de montaje para pruebas

Procedimiento

1. Ajustar la resistencia variable RV1 de modo que las bombillas brillen al máximo, para ello, cierre los interruptores Int1 y Int2.
2. Desconectar el interruptor Int2 y todos los terminales de la resistencia variable RV1. Sin cambiar la posición de ajuste de la resistencia variable, mida la resistencia entre los terminales 1 y 2 utilizando un óhmetro. Escriba aquí el valor obtenido.

Resistencia con brillo máximo = _____ohmios

3. Conectar otra vez el circuito con los terminales 1 y 2 unidos de la resistencia ajustable y cerrar Int2. Ajustar la resistencia variable para que la luz de las bombillas sea lo más amortiguada posible.
4. Desconectar el interruptor Int2 y todos los terminales de la resistencia variable. Sin cambiar la posición de ajuste de la resistencia variable, mida la resistencia entre los terminales 1 y 2.

Resistencia con brillo amortiguado = _____ohmios

5. Teniendo en cuenta los resultados que ha obtenido en los pasos 2 y 4: ¿brillan las bombillas al máximo o por el contrario su luz es lo más amortiguada posible, cuando la resistencia máxima está en serie con ella?
6. Vuelva a conectar el circuito. Ajuste la resistencia ajustable para el máximo brillo. Saque una de las bombillas de su zócalo ¿queda encendida la otra bombilla, o se apaga?

Práctica 16. Uso de una resistencia variable para regular la corriente

Conclusión

Si ha efectuado correctamente la práctica habrás observado que la luz es lo más amortiguada posible cuando la resistencia variable es la máxima. La causa es que circula la mínima corriente cuando la resistencia variable del circuito es máxima.

En las aplicaciones prácticas se utiliza el circuito serie de la práctica. Por ejemplo, el control de amortiguadores de las luces del tablero de instrumentación de un automóvil funciona con un reóstato.

Cuando se suprime del circuito serie una de las bombillas, la otra se apaga. Esto es así ya que un circuito serie la corriente cesa cuando se abre cualquier parte del circuito. En este caso el circuito queda abierto cuando suprime cualquier bombilla.

Los faros de un automóvil no están conectados en serie, Si se quema el filamento de la bombilla de un faro, la otra sigue manteniéndose encendida. Realmente están en paralelo.

Práctica 17. Verificación de los circuitos serie-paralelo

Esta práctica está dedicada a verificar (comprobar) el cálculo de los valores de resistencia serie-paralelo. También aprenderemos a determinar la resistencia de un circuito paralelo mediante la medición de la tensión y la ley de Ohm.

La resistencia total de un circuito serie-paralelo se puede calcular combinando en una sola resistencia las ramas en paralelo y luego combinando las resistencias serie resultantes.

Las resistencias conectadas en serie se suman; $R_{ts} = R1 + R2 + R3 + R4 \dots$

Las resistencias en paralelo se pueden combinar dos resistencias Ra y Rb en una sola resistencia, multiplicando las dos resistencias y dividiendo el producto por la suma de las dos. Esto se puede resumir en la siguiente fórmula:

$$R_{tp} = \frac{Ra \times Rb}{Ra + Rb}$$

Si tuviéramos tres resistencias en paralelo Ra, Rb y Rc, se podría realizar el cálculo primeramente de dos de ellas y el resultado del cálculo de esas dos se hace con la otra resistencia:

$$R_d = \frac{Ra \times Rb}{Ra + Rb} \rightarrow R_{total} = \frac{R_d \times Rc}{R_d + Rc} = \text{Valor total en paralelo}$$

La resistencia total de un circuito serie-paralelo también se puede hallar midiendo la corriente total absorbida por el circuito. Conociendo la tensión aplicada al circuito se puede calcular la resistencia total Rt haciendo uso de la ley de Ohm:

$$\text{Resistencia total} = \frac{\text{Tensión de alimentación}}{\text{Corriente total}} \rightarrow R_t = \frac{V}{I}$$

En el siguiente esquema de montaje de la figura 1, se muestra la conexión del circuito serie-paralelo para su montaje y pruebas. Hay tres zonas de medidas de tensión V1, V2 y V3 y medida de corriente I en miliamperios.

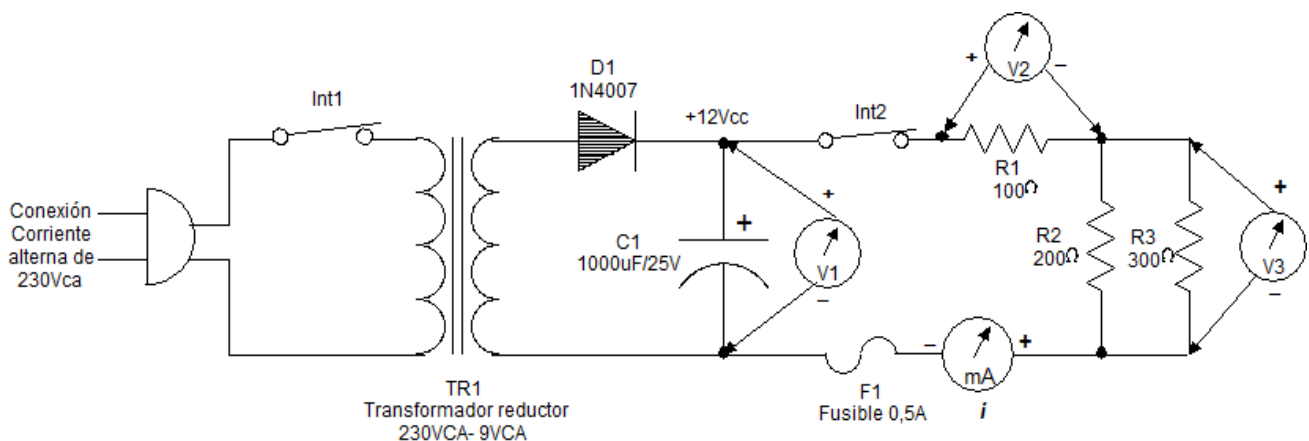


Fig. 1 Esquema de montaje para pruebas

Práctica 17. Verificación de los circuitos serie-paralelo

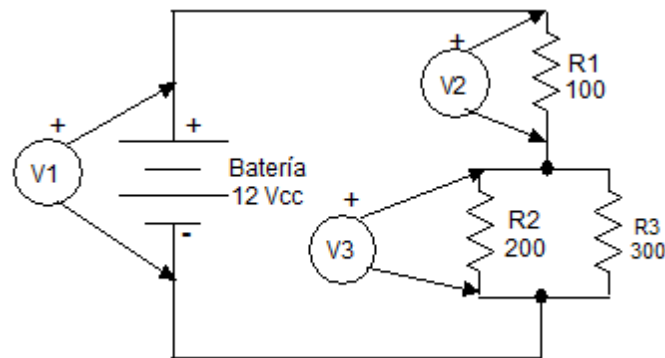


Fig. 2 Esquema funcional

Procedimiento

1. En la figura 2 calcular la resistencia total de las resistencias en paralelo R2 y R3 y anotar aquí el valor calculado.

$$R_{tp} = \text{_____} \text{ohmios}$$

2. Dibujar aquí el circuito estando R1 en serie con el valor de la resistencia R_{tp} calculado anteriormente.

3. En la figura 2 sumar las dos resistencias en serie del circuito que ha obtenido en el paso 1 para determinar la resistencia total del circuito. Anotar aquí el valor

$$R_t = R_1 + R_{tp} = \text{_____} \text{ohmios.}$$

4. En la figura 1 cierra el interruptor Int1 y Int2 para medir la tensión aplicada entre los terminales del circuito completo. Esta será la tensión V1 tensión continua entre los terminales del condensador C1. Anotar aquí la tensión.

$$V_1 = \text{_____} \text{voltios}$$

5. La intensidad de la corriente que circula en un circuito será igual a la tensión aplicada V1 dividida por la resistencia total del circuito. Calcular la corriente por la fórmula:

$$I = \frac{V_1}{R_t} = \text{_____} \text{amperios}$$

6. Para comprobar los cálculos sólo es necesario hallar la intensidad de la corriente total del circuito. Esto se puede hacer midiendo la corriente con un miliamperímetro en la posición que aparece en el esquema de montaje de la figura 1. Abriendo el circuito e intercalando la pinza negativa del miliamperímetro a la salida del fusible F1 y las pinzas positivas en el otro extremo. Anote aquí el valor de la corriente en miliamperios y en amperios.

$$\text{Medida de la corriente total del circuito} = \text{_____} \text{amperios}$$

$$\text{Medida de la corriente total del circuito} = \text{_____} \text{miliamperios}$$

Práctica 17. Verificación de los circuitos serie-paralelo

7. Comprobar el cálculo de las resistencias en paralelo efectuando una medición de tensión V3 entre los puntos que se muestra en el esquema eléctrico y haciendo uso de la ley de Ohm, $R = V/I$, para hallar el valor de la resistencia en paralelo. Este valor de la resistencia debe ser aproximadamente igual a la resistencia en paralelo calculada en el paso 1(Rtp). Recuerda que se está utilizando valores nominales en los cálculos y midiendo valores reales en las prácticas. Anote aquí el valor de tensión medido en V3.

$$V3 = \text{_____} \text{ voltios}$$

8. Anote aquí la intensidad de la corriente, en amperios, hallada en el paso 6.

$$I = \text{_____} \text{ amperios}$$

9. La resistencia total real entre los extremos de las dos resistencias en paralelo R2 y R3 es igual a la caída de tensión en ella V3 dividida por la corriente del circuito I en amperios.

$$R_{tp} = \frac{V3}{I(\text{amperios})} = \text{_____} \text{ ohmios}$$

Compara esta resistencia con la calculada para el circuito en paralelo en el paso 1. Los valores han de ser iguales o aproximados. Los valores nominales y el instrumento de medida que ha utilizado para efectuar las mediciones pueden ser ligeramente inexactos. Esto es normal y previsible en los procedimientos prácticos.

Conclusión

Una conclusión obvia es que el valor de la resistencia serie-paralelo puede ser calculado por la ley de Ohm.

$$R_t = R_1 + \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} =$$

Otra conclusión importante es que la corriente total del circuito se puede obtener midiendo simplemente la tensión entre los extremos de una de las resistencias por lo que circula toda la corriente del circuito y luego determinando por la ley de Ohm la corriente que circula por él.

$$V_1 = V_2 + V_3$$

$$I = \frac{V_1}{R_t}$$

Los técnicos deciden a menudo utilizar este método en vez de utilizar un amperímetro (o microamperímetro o miliamperímetro) para medir la corriente. La razón es que para efectuar la medición con tal instrumento, es necesario insertarlo en serie abriendo el circuito. Sin embargo, con el método del voltímetro, se puede medir las tensiones entre los extremos de una resistencia y no es necesario abrir el circuito. Naturalmente, para efectuar el cálculo por la ley de Ohm, lo que es necesario es conocer el valor real, no el nominal, de la resistencia.

Práctica 18. Usos de resistencias de mayor valor en circuitos serie y paralelo

En esta práctica nos permitirá conocer el efecto de los valores grandes de resistencia en circuitos serie y paralelo.

Se puede considerar a un transformador como fuente de tensión. La salida de un transformador puede ser únicamente corriente o tensión alterna, pero nunca corriente ni tensión continua c.c. Para convertir esta corriente o tensión alterna en tensión o corriente continua, es necesario utilizar un rectificador. Sin embargo, en los circuitos que sólo contienen resistencia pura, también es aplicable para la corriente alterna c.a. la teoría explicada para la corriente continua c.c. . En esta práctica se medirán tensiones de corriente alterna c.a. por lo que se deberá usar la parte de c.a. del instrumento de medida para obtener las lecturas necesarias.

Como se observará los valores de tensión, de corriente y de resistencia en los circuitos que sólo contienen resistencias están relacionados por la ley de Ohm. Cuando un pequeño valor de resistencia, tal como el del filamento de una bombilla, se conecta en serie con una resistencia de mayor valor, para todos los fines prácticos se puede ignorar la resistencia de menor valor o la más pequeña. Naturalmente, la resistencia más pequeña afectará algo a la intensidad de la corriente, pero el efecto es tan inapreciable que no puede ser medido con la mayoría de los instrumentos que se utilizan para la localización de averías. Por regla general, si la relación entre la resistencia grande y la resistencia pequeña es mayor de 10 a 1, se puede ignorar la resistencia pequeña en lo que concierne a las mediciones en un circuito serie, figura 1.

Cuando resistencias que tienen diferentes valores de resistencia están conectadas en paralelo, la corriente de mayor intensidad circulará por la resistencia de menor valor. Si se conecta una resistencia cuyo valor es grande en paralelo con una resistencia de valor pequeño, entonces para todos los fines prácticos el efecto de la resistencia grande puede ser ignorado. Por regla general esto también ocurre si la resistencia de valor mayor es 10 o más veces mayor que la resistencia de valor menor o más pequeña.

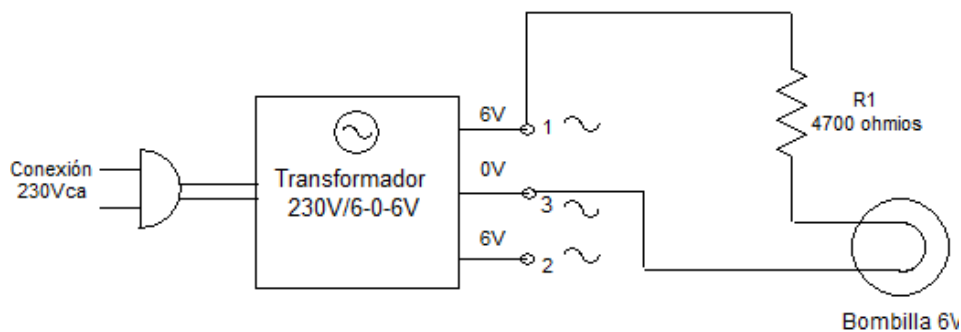


Fig. 1 Circuito funcional

Para el montaje de la práctica utilizaremos el siguiente esquema de montaje de la figura 2.

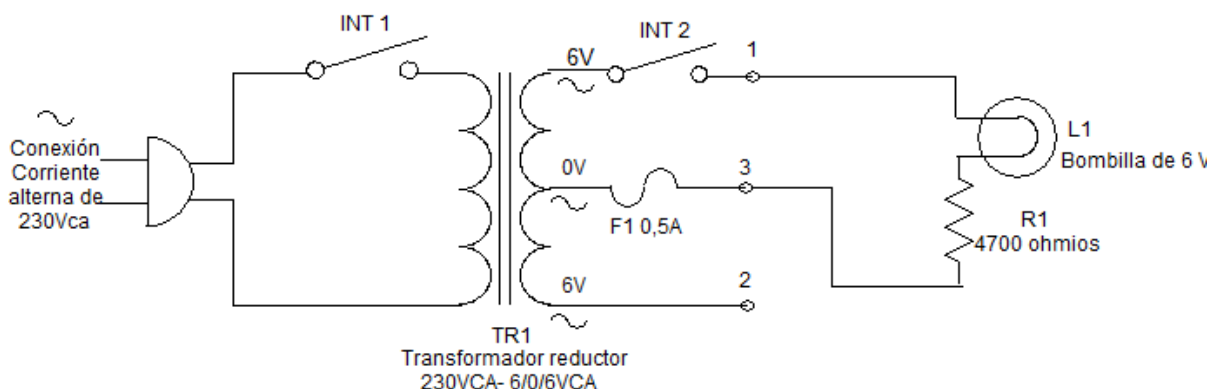


Fig. 2 Esquema de montaje para prueba 1

Práctica 18. Usos de resistencias de mayor valor en circuitos serie y paralelo

Procedimiento 1

En este procedimiento experimentaremos la variación de una bombilla mediante una resistencia de valor de 4700 ohmios. El transformador de potencia está representado mediante dos bobinados, primario y secundario, y la tensión alterna de salida de este transformador se toma en los puntos 1 y 3, 0-6 voltios.

1. Utilizando un voltímetro de corriente alterna, medir la tensión entre los puntos 1 y 3 del transformador, para ello hay que cerrar los interruptores INT1 y INT2 para dar paso de corriente.

Tensión entre los puntos 1 y 3 = _____ voltios

2. Medir la tensión de corriente alterna entre los terminales de la bombilla L1. Anotar aquí la tensión.

Tensión entre los terminales de la bombilla L1 = _____ voltios

Puede ser que al medir la tensión alterna entre los extremos de la bombilla L1, debido a su baja resistencia del filamento, el valor de la tensión alterna sea muy bajo o casi 0 voltios, se anotará el valor de 0 voltios.

3. Medir la tensión entre los extremos de la resistencia de 4700 ohmios y anotar aquí el valor.

Tensión entre los extremos de la resistencia R1 = _____ voltios

Si ha realizado correctamente esta parte de la práctica, la suma de las tensiones obtenidas en los apartado 2 y 3 debe ser igual a la tensión que ha anotado en el apartado 1.

Procedimiento 2

1. A continuación se va a mostrar el efecto que tiene una resistencia de valor grande en paralelo con una resistencia de valor pequeño. Conecte el circuito como se muestra en la figura 3. Observe que las dos bombillas L1 y L2 de 6 voltios están conectadas en serie entre los terminales de la fuente de 6 voltios. En paralelo con la bombilla L2 se conecta una resistencia de valor grande R1 de 4700 ohmios en serie con un interruptor INT3. Conecte los interruptores INT1 y INT2 las bombillas deben encenderse con un brillo parcial.

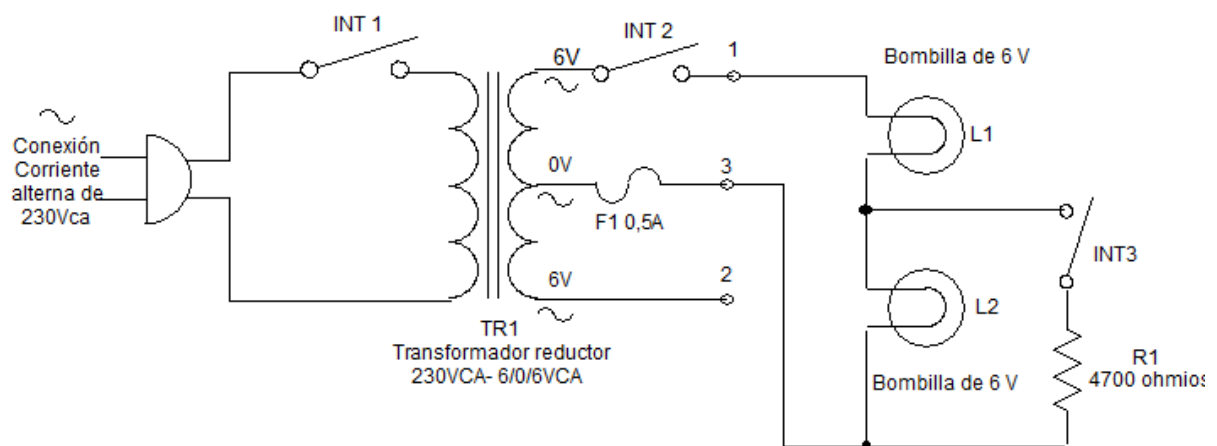


Fig. 3 Esquema de montaje para pruebas 2

Práctica 18. Usos de resistencias de mayor valor en circuitos serie y paralelo

2. Cuando está cerrado el interruptor INT3, se conecta la resistencia R1 de 4700 ohmios en paralelo con la pequeña resistencia del circuito de la bombilla. ¿Afecta de modo importante la resistencia de 4700 ohmios a la luz de las bombillas?

Procedimiento 3

1. En esta parte de la práctica se va a demostrar el efecto de un cortocircuito. Conecte el circuito como se muestra en el esquema eléctrico de la figura 4. Estando abierto el interruptor INT3 observa que las bombillas se encienden con la mitad aproximadamente de su brillo normal a causa de que, siendo de 6 voltios, están conectadas en serie entre los terminales de una fuente de 6 voltios. Como la tensión entre los terminales de cada bombilla sólo es aproximadamente 3 voltios, no pueden lucir con todo su brillo.

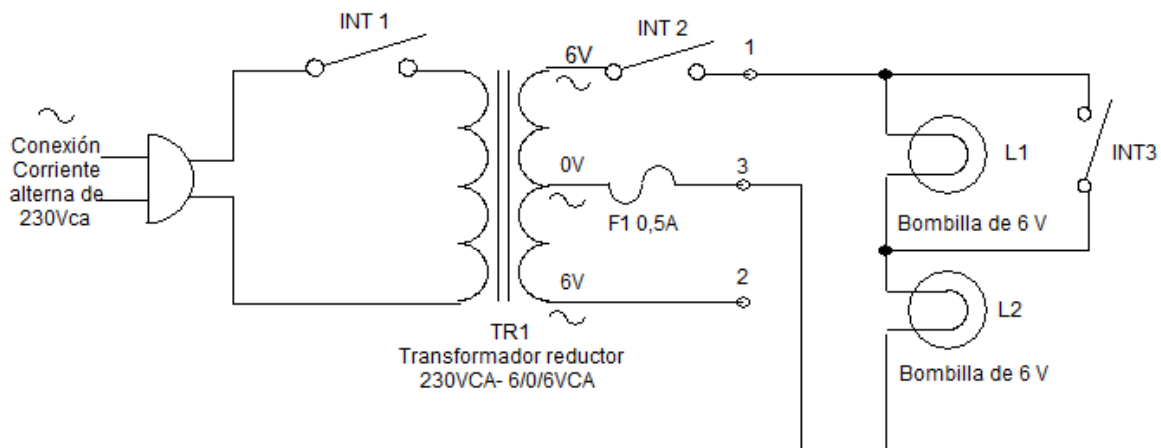


Fig. 4 Esquema de montaje para pruebas 3

2. Cierra el interruptor INT3 y observa que la bombilla L1 se apaga y que la bombilla L2 está encendida con todo su brillo. La causa es que los contactos cerrados del interruptor ofrecen un camino de muy poca resistencia a los electrones y estos se desvían hacia la bombilla L1. Para todos los fines prácticos, todos los electrones fluyen a través del interruptor INT3 y ninguno fluye a través de la bombilla L1. Un **cortocircuito** es un camino de muy baja resistencia que permite a los electrones desviarse de una resistencia de carga.

Conclusión

Si ha realizado correctamente todos los procedimientos de esta práctica, habrá visto que siempre que una resistencia de valor grande está conectada en serie con una resistencia de valor pequeño, la resistencia de valor pequeño puede ser ignorada. Pero una resistencia de valor grande en paralelo con una resistencia de valor pequeño no afecta seriamente al funcionamiento del circuito.

Cuando una resistencia de valor grande está en serie con una resistencia de valor pequeño se puede considerar que toda la caída de tensión tiene lugar en la resistencia grande. Sin embargo, si una resistencia de valor grande está en paralelo con una resistencia de valor pequeño, se puede considerar que toda la corriente circulará a través de la resistencia de valor pequeño, y el efecto de la resistencia de valor grande puede ser ignorado.

Una rama de resistencia extremadamente de valor muy bajo en paralelo (un cortocircuito) desviará de la carga casi toda la corriente.

Práctica 19. Verificación de la relación entre los valores de tensión de c.c. y eficaz de c.a.

En esta práctica veremos que una tensión eficaz de corriente alterna c.a. aplicada entre los terminales de una bombilla producirá la misma intensidad lumínica que una tensión de corriente continua c.c. aplicada a dichos terminales, a condición de que los dos valores de tensión sean numéricamente iguales.

Cuando se mide una tensión de corriente alterna c.a. con un voltímetro de c.a., está midiendo realmente el valor eficaz (valor medio cuadrático, rms) de la tensión. Cuando se aplica entre los terminales una tensión de c.c. del mismo valor que esta tensión eficaz producirá el mismo brillo de la bombilla. Por esto se dice que dicho valor es el eficaz de la c.a. En otras palabras, el valor eficaz determina el efecto calorífico que tendrá una tensión de c.a. sobre una resistencia de carga, en este caso el filamento de una bombilla. Una tensión eficaz de 6 voltios producirá la misma cantidad de luz que una tensión de c.c. de 6 voltios cuando son respectivamente aplicadas a bombillas idénticas.

En esta práctica se experimentará con bombillas de 12 voltios, pero aplicando solamente 6 voltios entre los extremos de sus filamentos. Los filamentos se encenderán, pero no con todo el brillo. Esto es deseable en esta práctica a causa de que el ojo humano puede detectar variaciones de brillo más pequeñas cuando la luz es amortiguada que cuando es brillante. Por lo tanto, se deberá efectuar ajustes para conseguir que los dos filamentos se enciendan con la misma intensidad de brillo, y así será capaz de hacerlo más exactamente con menos luz; además la vista se fatigará menos cuando se observa las bombillas encendidas.

Procedimiento

1. Conecte las dos bombillas de 12 voltios en paralelo entre los terminales de 6 voltios del arrollamiento del transformador como se muestra en el esquema eléctrico de la figura 1. Como las bombillas están en paralelo, tiene la misma tensión aplicada entre los extremos de sus filamentos. Por tanto, deben lucir con el mismo brillo. Si las bombillas no se encienden con el mismo brillo, habrá que sustituirlas por otras dos que tengan la misma potencia y tensión.

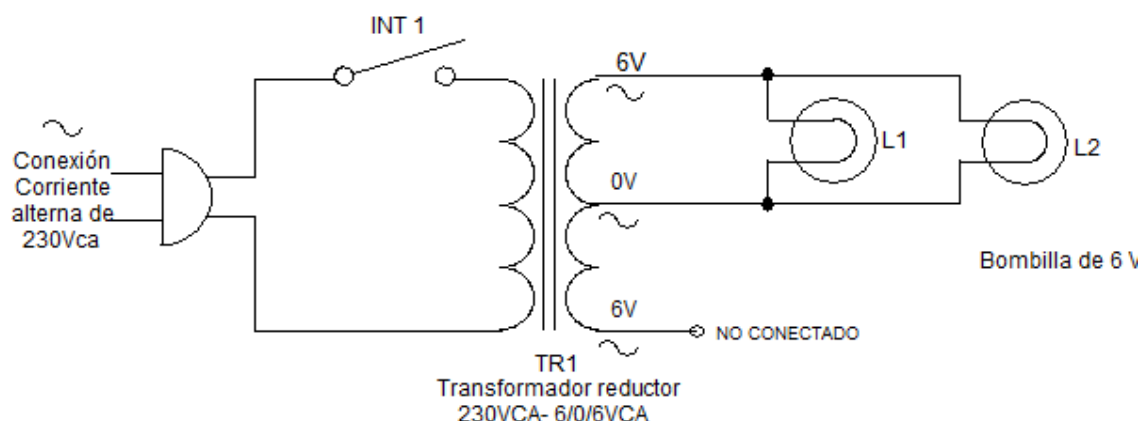


Fig. 1 Esquema de montaje para pruebas

Práctica 19. Verificación de la relación entre los valores de tensión de c.c. y eficaz de c.a.

2. Conecte los dos circuitos como se muestra en el esquema eléctrico de la figura 2. En el circuito b) se utiliza la tensión c.a. del transformador para la bombilla L2, en el circuito a) se utiliza dos baterías en serie de 6 voltios para la bombilla L1, con la resistencia variable de 1 K Ω se utiliza como potenciómetro para regular la tensión de c.c. entre los terminales de la bombilla L1.

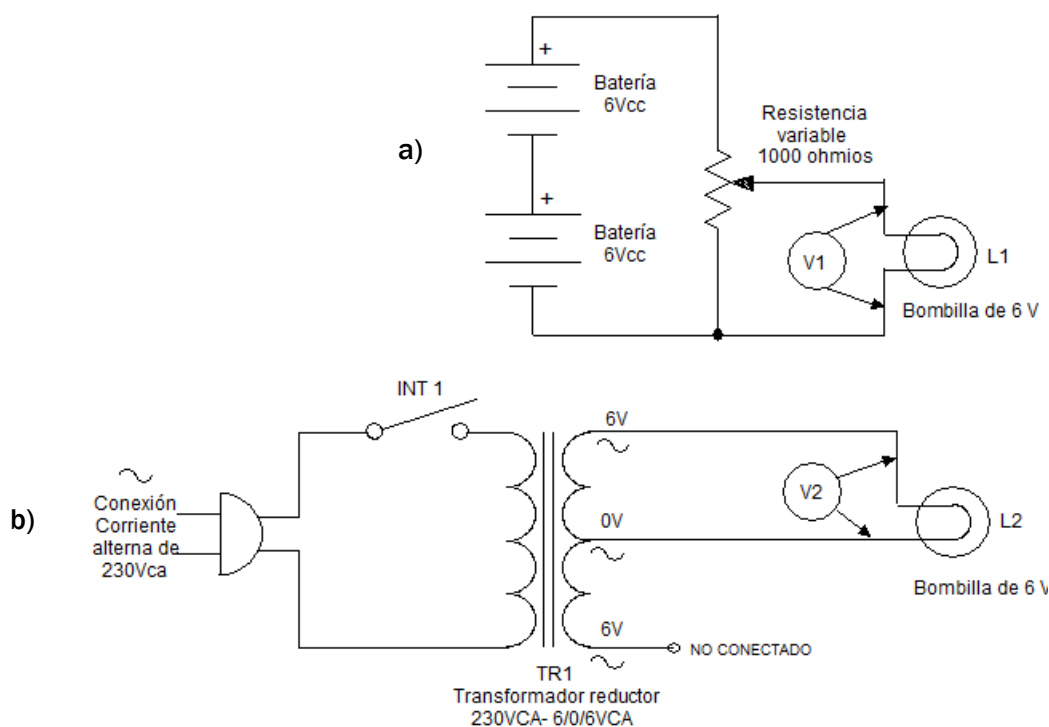


Fig. 2 Esquemas de montaje para pruebas

- Ajuste la resistencia variable hasta que la bombilla L1 luzca con el mismo brillo que la bombilla L2. Efectuar el ajuste muy cuidadosamente.
- Medir la tensión de c.a. entre los terminales de la bombilla L2. Efectuar esta medición estando ambas bombillas encendidas. Anote aquí el valor eficaz de la tensión.

Tensión de c.a. entre los terminales de la bombilla L2 (V2) = _____ voltios

- Medir la tensión de c.c. entre los terminales de la bombilla L1. Efectuar esta medida estando ambas bombillas encendidas. Anote aquí el valor de c.c.

Tensión de c.c. entre los terminales de la bombilla L1, (V1) = _____ voltios

Conclusión

Si se ha efectuado todos los procedimientos correctamente, los resultados obtenidos en las mediciones de tensión en los procedimientos 4 y 5 deben ser iguales. Esto demuestra que valores iguales de la tensión eficaz de c.a. y de la tensión de c.c. producen el mismo efecto térmico.

Práctica 20. Uso de los transformadores

La finalidad de esta práctica es demostrar la relación existente en los transformadores entre la tensión, la corriente y la potencia.

El transformador es un elemento eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador ideal (esto es, sin pérdidas), es igual a la que se obtiene a la salida. Son elementos eléctricos cruciales para la distribución y el aprovechamiento doméstico de la energía eléctrica.

Los transformadores se basan en la inducción electromagnética (que estudiaremos más adelante). Al aplicar una fuerza electromotriz en el devanado primario, es decir una tensión, se origina un flujo magnético en el núcleo de hierro. Este flujo viajará desde el devanado primario hasta el secundario.

Con mediciones relativamente sencillas es posible determinar la relación de espiras o vueltas y la pérdida de potencia de un transformador.

La relación de transformación incluye la relación entre el número de espiras del primario y secundario y la tensión del primario y secundario, y con lo que se obtiene la siguiente relación:

$$\text{Relación de tensión} = \frac{V2}{V1} = \frac{N2}{N1} = \text{relación de espiras}$$

La pérdida de potencia ocasionada en un transformador se puede obtener midiendo la potencia de entrada P1 y la potencia de salida P2. La pérdida producida en el transformador se obtiene por la sencilla fórmula:

$$\text{Pérdida de potencia del transformador} = \text{potencia de entrada} - \text{potencia de salida}$$

Podemos decir que el transformador es una máquina eléctrica estática que transforma la energía eléctrica de un circuito a otro sin cambiar la frecuencia, pudiendo aumentar o disminuir el voltaje con la correspondiente disminución o aumento de la corriente.

En el siguiente montaje de la figura 1 se muestra el esquema para efectuar las mediciones necesarias para esta práctica. Hay que disponer de un polímetro con magnitudes de tensión e intensidad para realizar las mediciones, una tras otra.

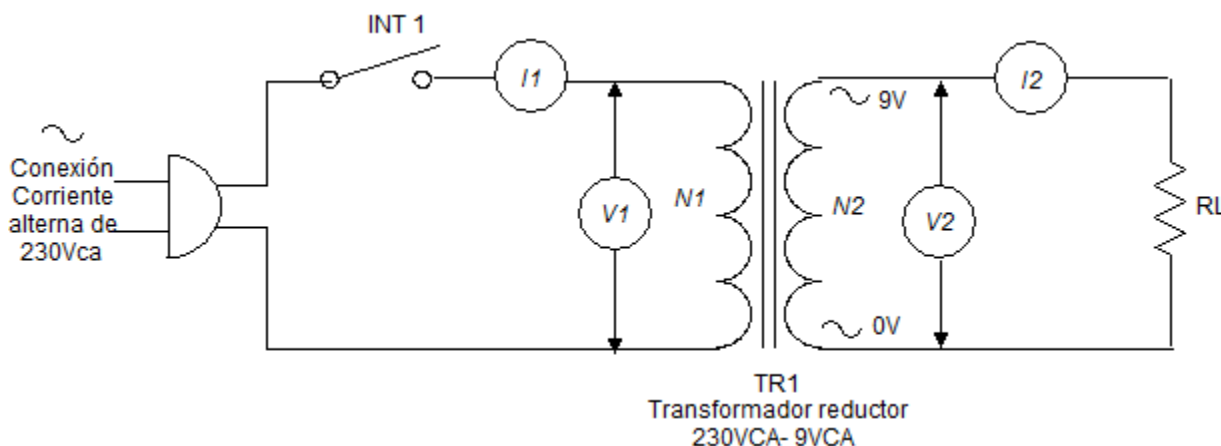


Fig. 1 Esquema de montaje para pruebas

Práctica 20. Uso de los transformadores

Procedimiento

1. Mida la resistencia R1. Utilizar un óhmetro.

Medida de RL (Resistencia de Carga) = _____ohmios

2. Conectar la resistencia entre los terminales del arrollamiento secundario. Mida V2 e I2:

V2 = _____ voltios

I2 = _____ miliamperios

Calcula la resistencia por la ley de Ohm:

$$RL = \frac{V2}{I2} = \frac{\text{tensión entre los extremos de la resistencia RL}}{\text{intensidad de corriente en la resistencia RL}}$$

RL = _____ohmios

El valor de la resistencia es _____ (mayor, igual, menor) que el valor nominal. (El valor nominal es el establecido por el fabricante. Esto viene indicado por el código de color impreso en el cuerpo de la resistencia y el valor de la tolerancia que puede variar entre un 5 %, 10% o 20%. Esta tolerancia indica el tanto por ciento de más o de menos del valor óhmico de la resistencia establecido por el fabricante.

3. Calcula la potencia del circuito secundario empleando la fórmula de la potencia: $P2 = V2 \times I2$. Recuerda que si un instrumento de medida da la corriente en miliamperios, se debe de convertir la corriente en amperios antes de hacer uso de la fórmula de potencia.

$$P2 = V2 \times I2$$

P2 = _____ vatios

4. Medir la tensión V1 y la corriente I1, en el primario del transformador N1 mientras la resistencia RL está conectada al secundario N2. El primario del transformador es el arrollamiento N1 conectado a la fuente de energía de 230V de corriente alterna.

V1 = _____ voltios

I1 = _____ miliamperios

5. Calcular la potencia del primario por la formula $P1 = V1 \times I1$. Hay que convertir los miliamperios en amperios.

P1 = _____ vatios

Práctica 20. Uso de los transformadores

6. Determinar la pérdida de potencia en el transformador restando la potencia del secundario de la potencia del primario.

$$\text{Pérdida de potencia} = P_1 - P_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ vatios}$$

7. Calcular la relación de espiras del transformador por la fórmula:

$$\text{Relación de espiras} = \frac{V_2}{V_1} = \underline{\hspace{2cm}}$$

8. Calcular la relación de espiras del transformador por la fórmula:

$$\text{Relación de espiras} = \frac{I_1}{I_2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Los valores obtenidos en los procedimientos 7 y 8 deben coincidir con razonable aproximación, dentro del 20%.

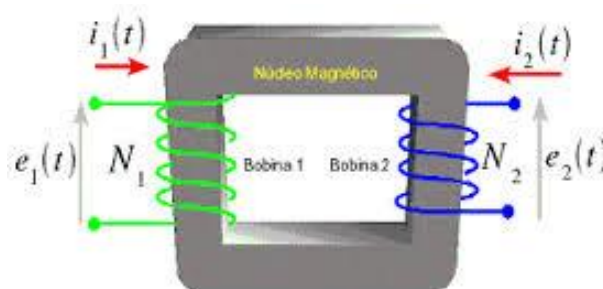
Conclusión

La pérdida de potencia en un transformador es muy pequeña comparada con la potencia de salida.

La relación de espiras N es directamente proporcional a la relación de tensión V , pero inversamente proporcional a la relación de intensidad I . así pues tenemos:

$$\text{Relación de espira} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

Observa que los subíndices en la relación de corriente son opuestos a los subíndices de la relación de espiras y de la relación de tensión.

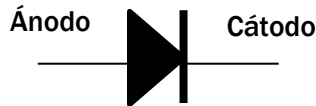


El transformador está constituido por **dos bobinas** de hilo conductor esmaltado, con diferentes secciones según la corriente de trabajo y devanadas sobre un **núcleo** cerrado de material ferromagnético, estando las bobinas aisladas entre sí eléctricamente. La única conexión entre las bobinas la constituye el flujo magnético común que se establece en el núcleo. El **núcleo**, generalmente, está fabricado o bien de hierro o de láminas apiladas de acero eléctrico, aleación apropiada para optimizar el flujo magnético. Las bobinas o devanados se denominan primarios y secundarios según correspondan a la entrada o salida del sistema en cuestión, respectivamente.

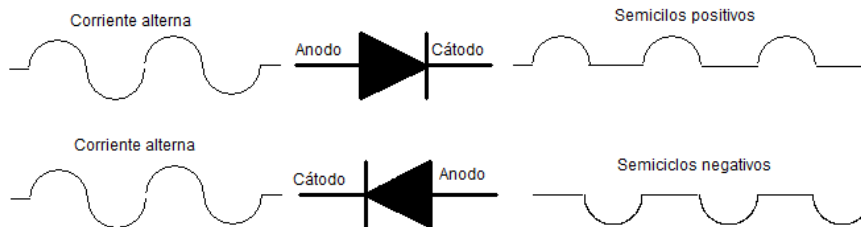
Práctica 21. Uso de diodos semiconductores

La finalidad de esta práctica es mostrar que un diodo actúa como rectificador y permite que la corriente circule solamente en un sentido.

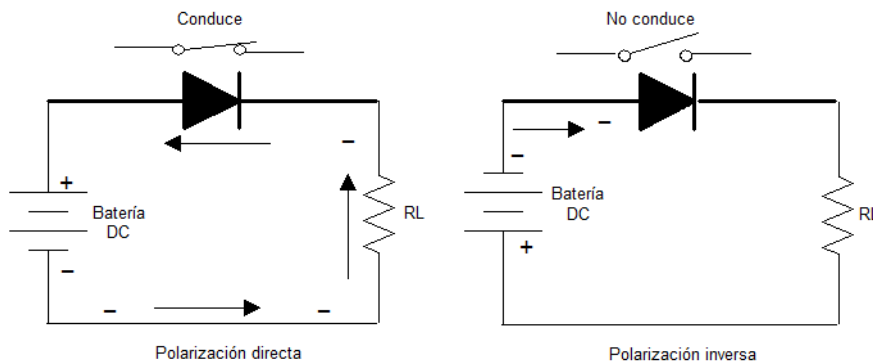
Un diodo posee dos terminales, siendo el terminal positivo aquel que se encuentra conectado exteriormente al ANODO (A) del diodo y el terminal negativo se encuentra conectado al CATODO (K). Habrá circulación de corriente cuando el ánodo sea más positivo que el cátodo.



En corriente alterna el diodo deja pasar únicamente, según la posición del diodo, uno de los semiciclos positivos o negativos de la corriente.

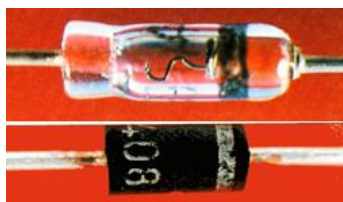


En corriente continua o batería se puede conectar de dos formas, en polarización directa (positivo ANODO, negativo CATODO) o en polarización inversa (negativo ANODO positivo CATODO), dependiendo respectivamente de si hay o no conducción de corriente. En *polarización directa* el diodo conduce y en *polarización inversa* el diodo no conduce.



El rectificador es un circuito formado por uno o más diodos, capaz de convertir una corriente alterna en una corriente continua. Para conseguir una corriente continua que se aproxime a una pila o batería se necesitará del uso de condensadores de alta capacidad para obtener una corriente continua muy parecida a una corriente continua similar a la que se obtendría de una pila o batería.

Son muchos los fabricantes de diodos, por lo que éstos pueden ser marcados o identificados de maneras diferentes. La práctica usual es marcar el cátodo de alguna forma, normalmente con una flanja en blanca o negra en el extremo del cuerpo del diodo, identificando que el terminal próximo es el cátodo.



Práctica 21. Uso de diodos semiconductores

La mayoría de las prácticas que siguen requieren de una fuente de alimentación de c.c. La que hemos utilizado hasta el momento se denomina *fuentes de onda* y en el esquema de montaje que vamos a utilizar en esta práctica se denomina *fuentes de onda completa*.

En el siguiente esquema eléctrico de la figura 1 se muestra el circuito de montaje. Debe aprender a interpretar correctamente un esquema eléctrico, sus líneas de conexión, simbología de componentes, datos descriptivos del componente, notas y descripciones de valores de tensión de c.a. y c.c.

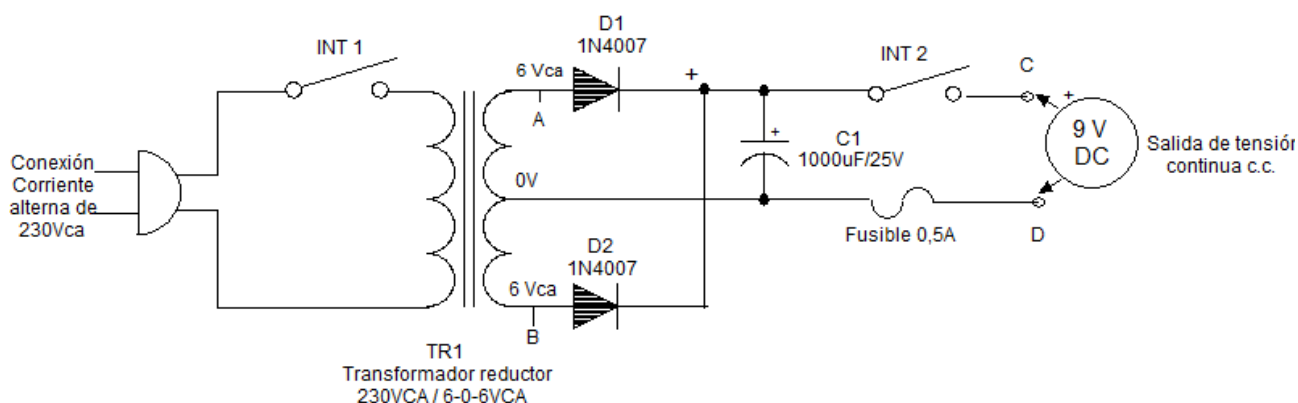


Fig. 1 Esquema de montaje para pruebas

Los diodos D1 y D2 de esta fuente de alimentación permiten que la corriente circule en un sentido, por lo que la salida de la fuente es una corriente continua. La entrada es la corriente de la línea o de la red, que es una corriente alterna. Esta fuente es la denominada *onda completa*.

Procedimiento

1. Conectar el circuito como se muestra en el esquema de montaje.
2. Cierre el interruptor de red INT1 y usar la escala de voltímetro de corriente alterna c.a. para medir la tensión en bornes o entre los extremos del secundario del transformador. Esta es la tensión existente entre los puntos A y B. Será aproximadamente 12 voltios; por tanto, se debe utilizar un voltímetro con escala más alta que la de 12 voltios.
Si está midiendo una tensión y no sabe cuál es el valor aproximado de la tensión, se debe comenzar midiendo con el instrumento conmutado en la escala o alcance más alto. Reduciendo la escala progresivamente a la escala inferior hasta que la medida se muestre correctamente.
3. Anote aquí la tensión de corriente alterna c.a. existente entre los terminales del secundario punto A y B.

$$V_{ab} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios}$$

4. Utilice un voltímetro de corriente continua c.c. para medir la tensión de salida de la fuente de alimentación. Esta es la tensión existente entre los puntos C y D. Lo mismo que en las mediciones de c.a.
5. Anote aquí la tensión de salida de la fuente de alimentación entre los puntos C y D.

$$V_{cd} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios}$$

Práctica 21. Uso de diodos semiconductores

El hecho de que el circuito tenga una entrada de c.a. y una salida de c.c. muestra que el diodo conduce en un solo sentido.

El condensador es utilizado como filtro para mantener la tensión de salida en un valor fijo de c.c. El uso de este condensador es conseguir filtrar la corriente pulsatoria y dejar limpia la corriente continua pareciéndose a una batería.

Los diodos se utilizan en los circuitos de conmutación. En los siguientes esquemas eléctricos se muestra una manera de utilizarlos en conmutación.

En la figura 2 cuando el conmutador está en la posición A, la fuente de alimentación entrega su potencia a la resistencia de carga RL1. Cuando el conmutador está en la posición B, la fuente de alimentación entrega su potencia a la resistencia de carga RL2. En la posición C no se entrega ninguna potencia.

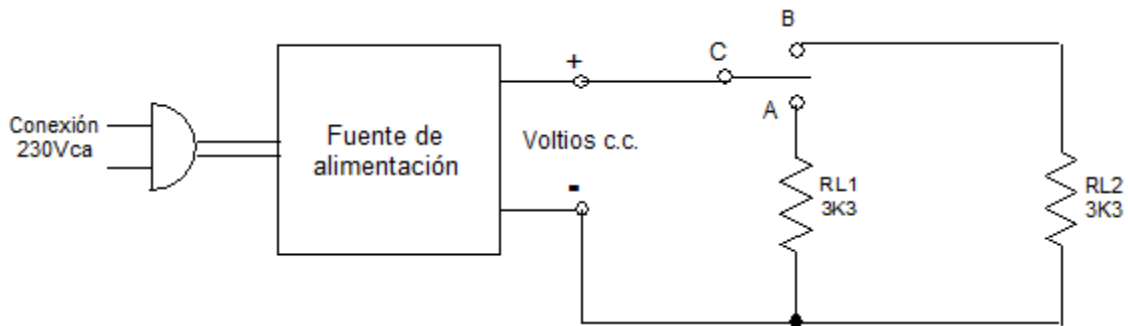


Fig. 2 Esquema funcional

Supóngase que haya una tercera carga, en este caso una bombilla L1 y se desea entregar potencia a la bombilla siempre que no sea entregada directamente a RL1 ni a RL2. No se desea que la bombilla esté encendida cuando el conmutador está en la posición C porque en este caso no se entrega potencia a ninguna de las otras cargas.

En el siguiente esquema de montaje de la figura 3 se muestra cómo se puede conseguir esto. Con los interruptores INT1 y INT2 cerrados. Los diodos D3 y D4 están conectados en serie en oposición. Cuando el conmutador está en la posición A, la corriente llega a la bombilla L1, que se enciende, a través del diodo D3. Cuando el conmutador está en la posición B, la corriente llega a la bombilla L1, que se enciende, a través del diodo D4. En la posición C no se entrega potencia a la bombilla.

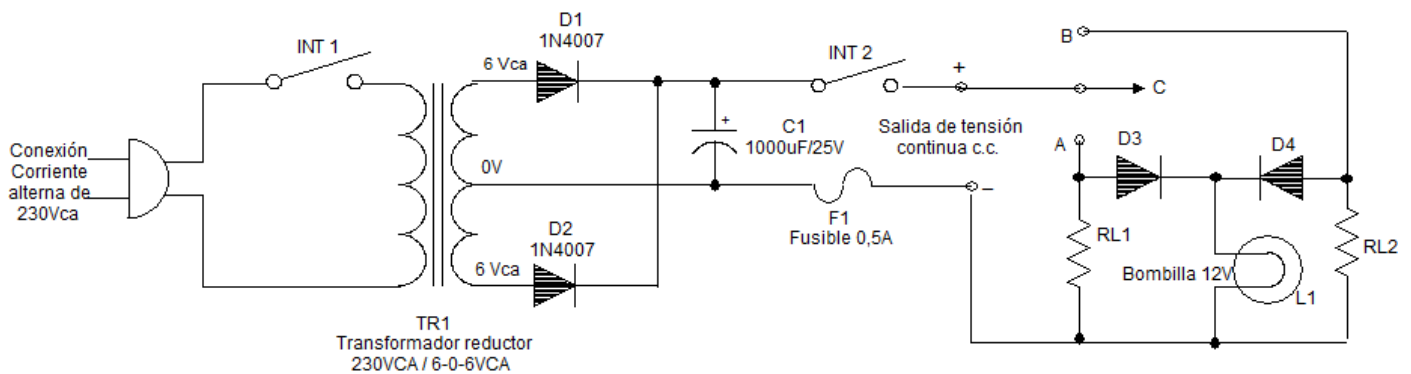


Fig. 3 Esquema de montaje para pruebas

La disposición del diodo D3 y D4 en el esquema de montaje es lo que se denomina circuito lógico. La bombilla está encendida si el conmutador está en la posición A o en la posición B, pero está apagada cuando el conmutador se encuentra en la posición C.

Práctica 21. Uso de diodos semiconductores

Procedimiento

1. Ponga el conmutador en la posición A y anote los datos siguientes:

¿Se enciende la bombilla L1? _____ (Si o No).

¿Hay tensión entre los extremos de la resistencia RL1? _____ (Si o No).

¿Hay tensión entre los extremos de la resistencia RL2? _____ (Si o No).

Si ha conectado el circuito correctamente, y si los componentes están funcionando, debe haber una tensión entre los extremos de RL1, la bombilla debe estar encendida y no debe haber tensión entre los extremos de la resistencia RL2. Es muy importante que los diodos estén conectados correctamente. Si el circuito no funciona correctamente, se deberá localizar la causa verificando las conexiones de los diodos, principalmente guiarse por la marca del cátodo, que es una flanja a un lado del diodo.

2. Ponga el conmutador en la posición B y anote los datos siguientes:

¿Se enciende la bombilla L1? _____ (Si o No).

¿Hay tensión entre los extremos de la resistencia RL1? _____ (Si o No).

¿Hay tensión entre los extremos de la resistencia RL2? _____ (Si o No).

La bombilla debe estar encendida y debe haber una tensión entre los extremos de RL2, pero no debe haberla entre los de RL1.

Conclusión

Un diodo permite que la corriente circule sólo en un sentido, por lo que se le puede utilizar para convertir la c.a. en c.c. En esta aplicación se dice que el diodo actúa de rectificador de la corriente alterna en continua.

Un diodo se puede utilizar como componente de conmutación y como protección, ésta última para proteger un circuito de la polaridad invertida, es decir, cuando aplicamos una alimentación de +12 voltios y, podamos invertir, intercambiando el positivo por el negativo de la fuente de alimentación, el diodo lo evita.

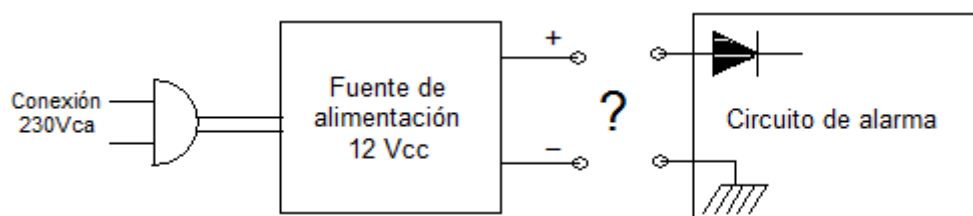


Fig. 4 Diodo de protección de polaridad

En la figura 4, si conectamos la fuente de alimentación de 12 voltios c.c. al circuito de alarma con la polaridad invertida, no ocurre nada, el diodo, dejará pasar la corriente de alimentación de la fuente al circuito de alarma cuando le llegue un potencial positivo a su ánodo.

Práctica 22. Comparación de las salidas de rectificadores

En esta práctica se basa en demostrar que los valores de tensión y corriente de un rectificador de onda completa son mayores que los valores respectivos de un rectificador de media onda.

El valor medio de corriente de una salida de rectificador de *onda completa* es el doble del valor medio de corriente de una salida de rectificador de *media onda*.

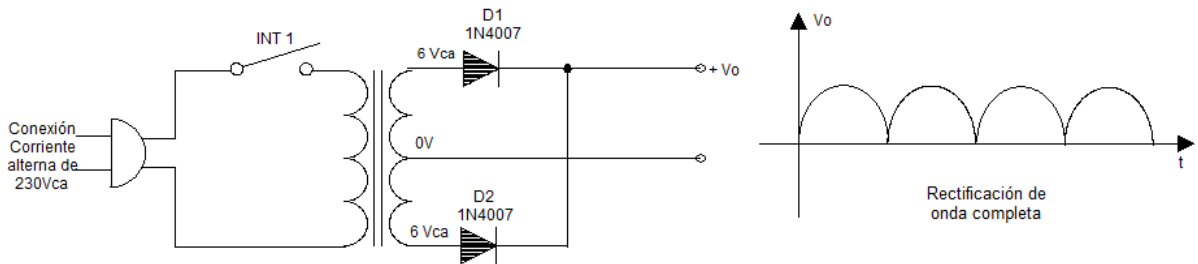


Fig. 1 Rectificador de onda completa

El rectificador de *onda completa* de la figura 1 es un circuito empleado para convertir la señal de corriente alterna de entrada V_i en una señal de corriente pulsante de salida V_o .

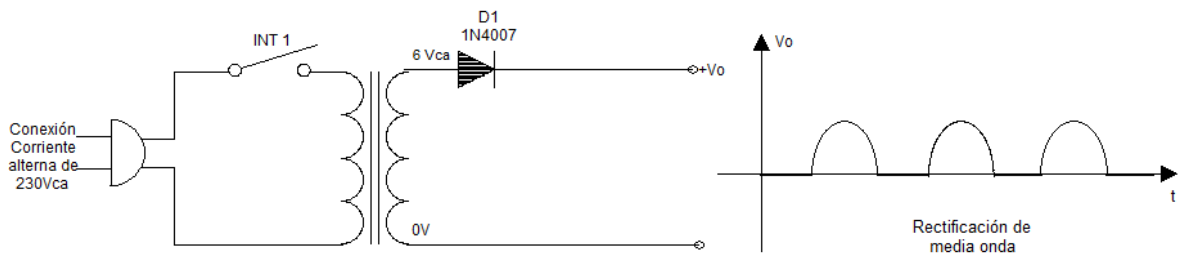


Fig. 2 Rectificador de media onda

El rectificador de *media onda* de la figura 2 es un circuito empleado para eliminar la parte negativa o positiva de una señal de corriente alterna de lleno, conduce cuando se polariza inversamente, además su voltaje es positivo.

Una forma de demostrar la diferencia entre un rectificador de *media onda* y otro de *onda completa*, es conectar un motor de corriente continua c.c. al circuito rectificador a través de dos bombillas, que sirve como resistencia limitadora de corriente, figura 3. Primero se conecta el motor al rectificador de media onda y se observa su velocidad. Luego se sustituye el rectificador de media onda por el rectificador de onda completa. La velocidad del motor será mayor con el rectificador de media onda completa a causa del aumento de la corriente media en el circuito.

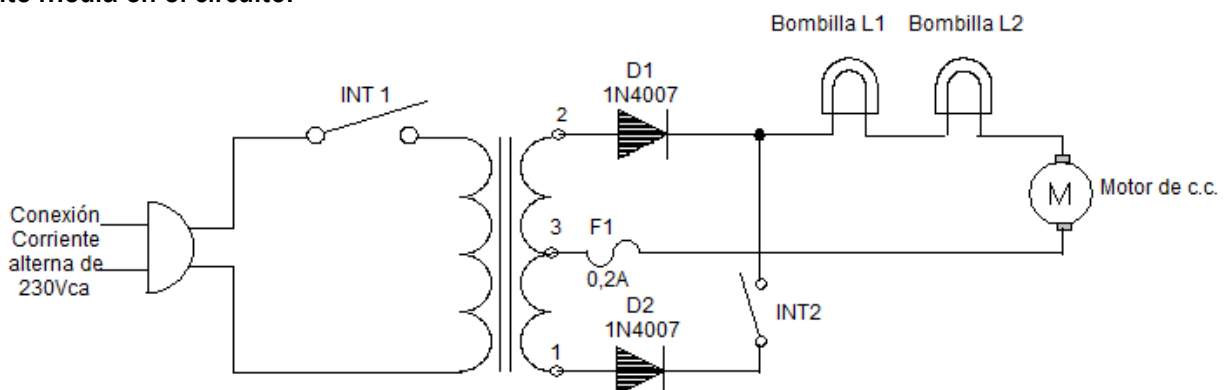


Fig. 3 Esquema de montaje para pruebas

Práctica 22. Comparación de las salidas de rectificadores

Según en el esquema de montaje de la figura 3, se observa que el diodo D2 está conectado a través de un interruptor INT2. Cuando éste está abierto, se establece un circuito rectificador de media onda. Cuando el interruptor INT2 se cierra, el diodo D2 se conecta estableciendo un circuito rectificador de onda completa. Cualquier incidencia que se pueda producir en las conexiones y pruebas de la práctica, se monta un fusible F1 de 0,2 amperios para proteger de cortocircuito o sobrecarga a la salida.

Procedimiento

1. Después de haber conexionado el circuito del esquema de montaje, introduzca la clavija en el enchufe de la red eléctrica de 230 voltios de alterna y cierre el interruptor de red INT1. Observe la velocidad con que funciona el motor cuando el interruptor INT2 está abierto. Con un amperímetro, mida la corriente del motor con rectificador de media onda.
2. Cierre, el interruptor para que estén conectados ambos diodos en el circuito como rectificador de onda completa. La velocidad del motor aumentará a causa de que el valor medio de la corriente aumenta, en una cantidad igual a la diferencia entre el valor medio de la corriente del rectificador de onda completa y el de la corriente del rectificador de media onda.

Conclusión

Puesto que los diodos no generan una tensión sino que simplemente rectifican una corriente, la conclusión es que el uso de los dos diodos que constituyen el circuito rectificador de onda completa aumenta la corriente media. Esta es la causa del aumento de la velocidad del motor cuando se emplea el rectificador de onda completa.

Los rectificadores utilizan una serie de diodos semiconductores para convertir la corriente alterna en corriente continua. Estos diodos rectificadores según sean sus características pueden manejar altas corrientes en comparación con los diodos normales.

Por otro lado es importante conocer que los diodos semiconductores poseen una caída de tensión interna. Esto es, de 0,7 voltios en los diodos de silicio y de 0,2 voltios en los de germanios. Esto es fundamental conocerlo puesto que cuando tenemos una fuente de 12 voltios e intercalamos un diodo de silicio mediremos a su salida una tensión de 11,3 voltios, es decir 12 voltios menos 0,7 de la caída del diodo.

El número de diodos depende de la forma de onda de corriente continua deseada. Los dos tipos básicos de rectificadores son los de *onda completa* y los de *media onda*, un rectificador de onda completa requiere 4 diodos o un puente rectificador, mientras que un rectificador de media onda sólo requiere uno por lo que permite aplicar solo un medio ciclo de la forma de onda de voltaje de corriente alterna a la carga, lo que resulta en una polaridad no alterna a través de ella.

Hay que indicar que el modelo de rectificación de onda completa que utiliza un secundario de transformador con toma central, que se reduce en dos el número de diodos rectificadores, que actúan uno cada vez, con lo cual la ventaja de que la caída de tensión que produce su presencia queda reducida a 1,5V (0,7+0,7).

Práctica 23. Filtrado de una tensión pulsatoria con un condensador

La finalidad de esta práctica es mostrar cómo se utiliza un condensador para filtrar una tensión de corriente continua c.c. pulsatoria.

En la práctica 2 se ha construido una fuente de alimentación rectificadora del tipo de *media onda*, con un diodo y un condensador de filtro de alta capacidad, que se ha estado utilizando para la mayoría de las prácticas.

La forma de onda de la salida de tensión de c.c. de un rectificador de *media onda* se muestra en el esquema de la figura 1. El valor medio de esta onda es muy pequeño.

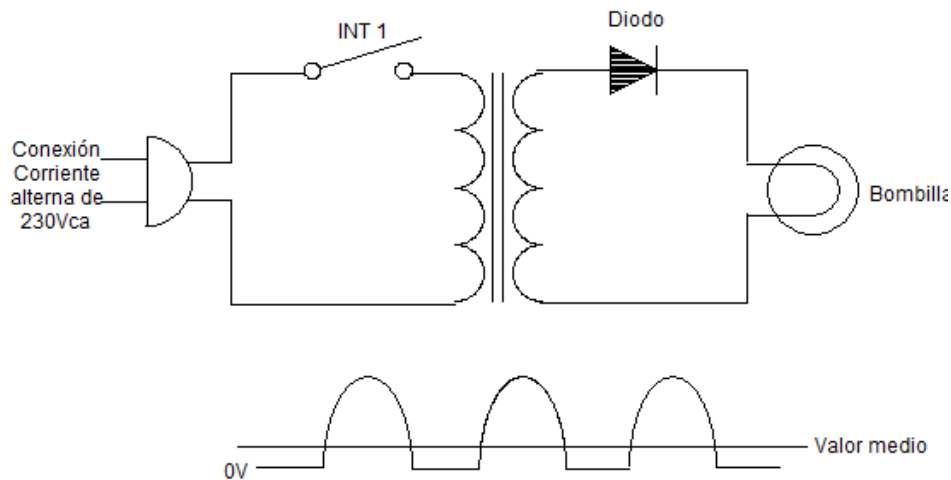


Fig.1. Forma de onda de una tensión de c.c. que ha sido rectificada en media onda.

La línea continua de la figura 2 muestra la forma de onda después de que la tensión ha sido filtrada con un condensador, la onda pulsatoria está representada con línea de trazos. El condensador se carga hasta el valor de cresta o pico en el punto representado en el A y entonces retiene su carga, con ligera pérdida, hasta que llega en el impulso siguiente al punto B.

El hecho importante a observar en el circuito de la figura es que el valor medio de la tensión es más alto. Si utiliza la tensión de la forma de onda de la figura 1 para encender una bombilla, ésta no encenderá con tanto brillo como si utilizarse la tensión con la forma de onda de la figura 2.

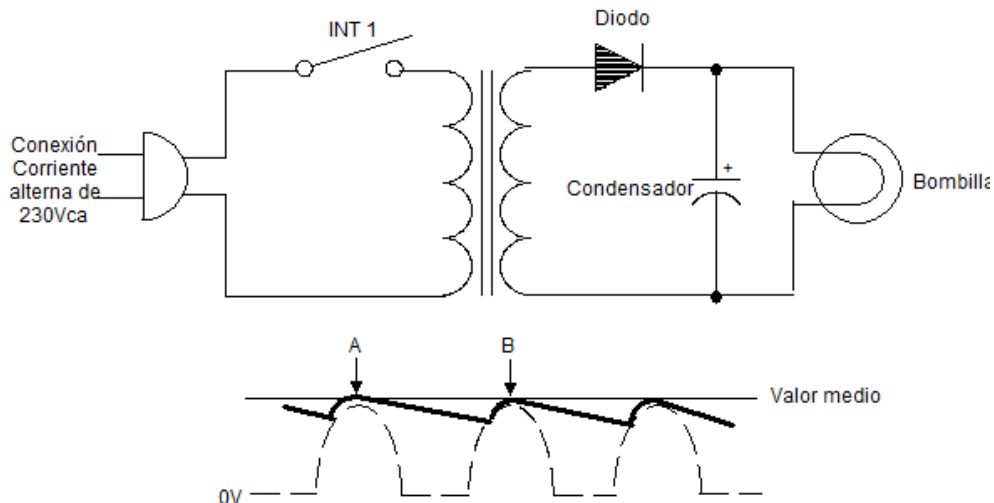


Fig.2. Forma de onda de una tensión rectificada en media onda con filtro capacitivo.

Práctica 23. Filtrado de una tensión pulsatoria con un condensador

El condensador es un componente que no disipa energía, solo la almacena, aunque existen pérdidas por no ser un componente perfecto o ideal, siendo esta disipación o consumo de energía mínima pero existente.

Hay que tener en cuenta sobre los condensadores es que se comportan como un circuito abierto en corriente continua, existiendo sólo circulación de corriente cuando dicho condensador se está cargando y, una vez el condensador cargado, no habrá circulación de corriente. Por el contrario, si existirá circulación de corriente cuando la tensión de alimentación sea de corriente alterna, ya que, por la propia naturaleza de esta tensión de alimentación, hacen que se produzcan constantes cargas y descargas del condensador.

Para el montaje de la práctica se va a utilizar el siguiente esquema eléctrico de la figura 3. No se conectará el conductor con líneas de trazos hasta que en el procedimiento lo indique.

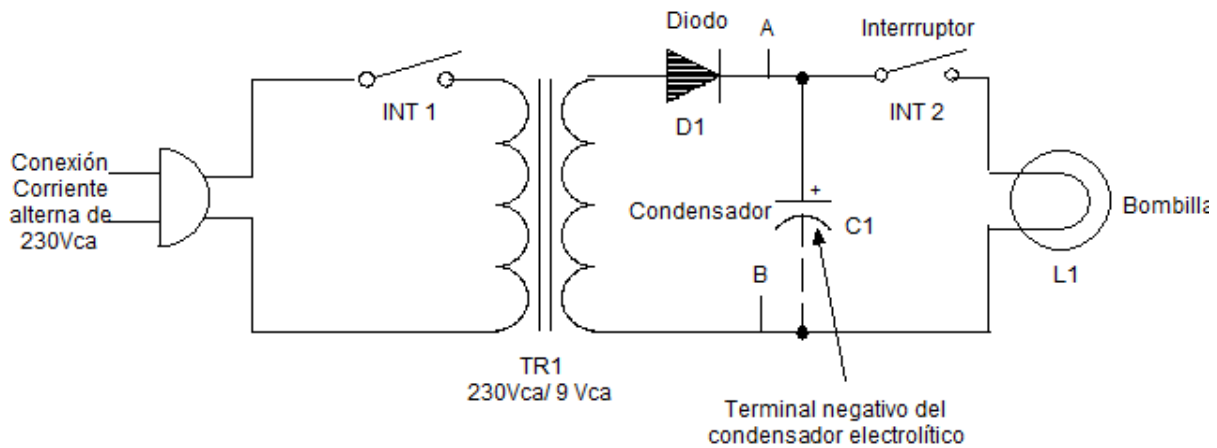


Fig. 3 Esquema de montaje para pruebas

El diodo D1 rectifica los semiciclos positivos y el condensador C1 realiza su función almacenando la energía en una parte del ciclo y luego la libera devolviéndola al circuito. Lo que disminuye la amplitud de la onda pulsante contra mayor sea la capacidad del condensador dejando la forma de una recta.

Procedimiento

1. Conecte el interruptor INT1 y INT2 para alimentar el circuito.
2. Mida con un voltímetro la tensión continua a la salida del diodo en el punto A y B

Tensión continua entre A y B (sin condensador) _____ voltios

3. Conecta el conductor representado por la línea de trazos en el esquema de montaje, que corresponde al negativo de la fuente con el terminal negativo del condensador C1. Esta conexión conecta al condensador entre los terminales de la bombilla y el negativo de la fuente, es decir lo pone en paralelo con ella. Observar que la bombilla luce con más brillo estando así conectada con el condensador. Anote aquí la tensión continua entre los puntos A y B.

Tensión continua entre A y B (con condensador) _____ voltios

Conclusión

El condensador almacena energía durante los picos de tensión y luego la devuelve al circuito en el intervalo que transcurre entre los impulsos. Esto eleva el valor medio de la tensión y hace que la luz se encienda con más brillo. El valor de la energía que el condensador eleva cuando se le aplica una tensión pulsante equivale a multiplicar por 1,414.

Práctica 24. Comparación de las relaciones de tensión de c.a. y de c.c.

La finalidad de esta práctica es mostrar que las relaciones de tensión no son las mismas en un circuito de c.a. que en uno de c.c.

La impedancia de un circuito de c.a. no se puede determinar sumando aritméticamente o escalarmente los valores de resistencia a los valores de reactancia. Deben ser combinados vectorialmente. Esto se puede efectuar dibujando a escala los segmentos rectilíneos que representan la resistencia y la reactancia para formar los lados (catetos) de un triángulo rectángulo. La hipotenusa del triángulo rectángulo es igual a la impedancia en la misma escala y el ángulo comprendido entre los lados que representan la resistencia y la impedancia, respectivamente, es igual al ángulo de fase entre la tensión y la corriente en el circuito.

Puesto que la resistencia y la reactancia deben ser combinadas vectorialmente (sumadas geoméricamente) para obtener la impedancia, es razonable esperar que las caídas de tensión en estos componentes deban ser también combinadas vectorialmente. La figura 1 muestra esto. En la figura 1a, la suma algebraica (escalar) de las caídas de tensión en las resistencias es igual a la tensión aplicada. Esto es lo que se llama la ley de tensión o segunda ley de Kirchhoff.

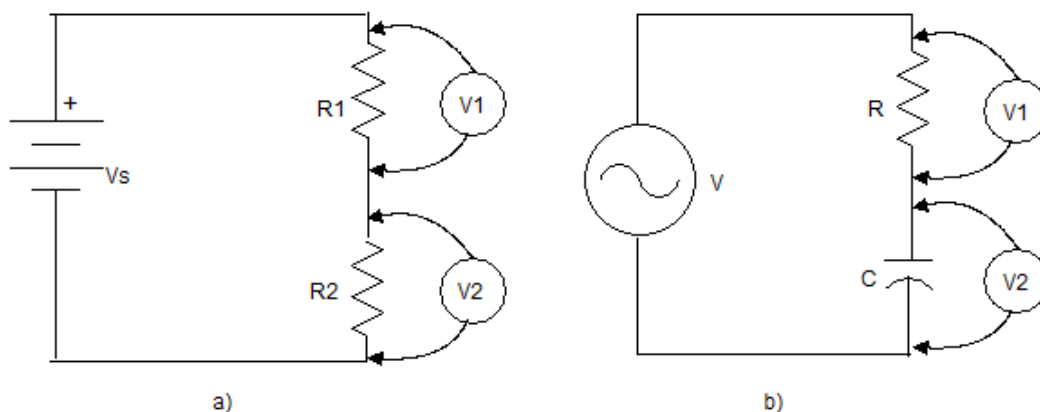


Fig. 1. Comparación de los circuitos de c.c. y de c.a. y sus relaciones de tensión.

En la figura 1b, la tensión entre los extremos de la resistencia y la tensión entre los terminales o las placas de condensador no se pueden sumar escalar o aritméticamente para obtener la tensión de alimentación. Hay que combinar vectorialmente (sumar geoméricamente) las tensiones. Esto está representado en la figura 2. La tensión entre los extremos (bornes o terminales) de la resistencia está dibujada horizontalmente, y la tensión en bornes o entre terminales del condensador está dibujada verticalmente. Observar que los vectores de tensión, que técnicamente se denominan fasores, están dibujados en las mismas posiciones relativas de los vectores que representan la resistencia y la reactancia en el triángulo de impedancia.

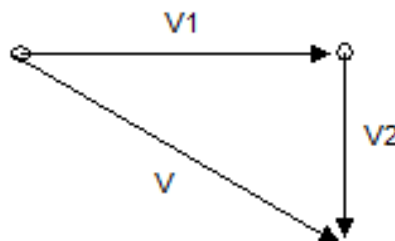


Fig. 2. Las tensiones deben ser combinadas vectorialmente en la figura 24-1 b) como aquí se muestra.

Práctica 24. Comparación de las relaciones de tensión de c.a. y de c.c.

Para realizar las pruebas de esta práctica se deberá montar el siguiente circuito que se muestra en la figura 3.

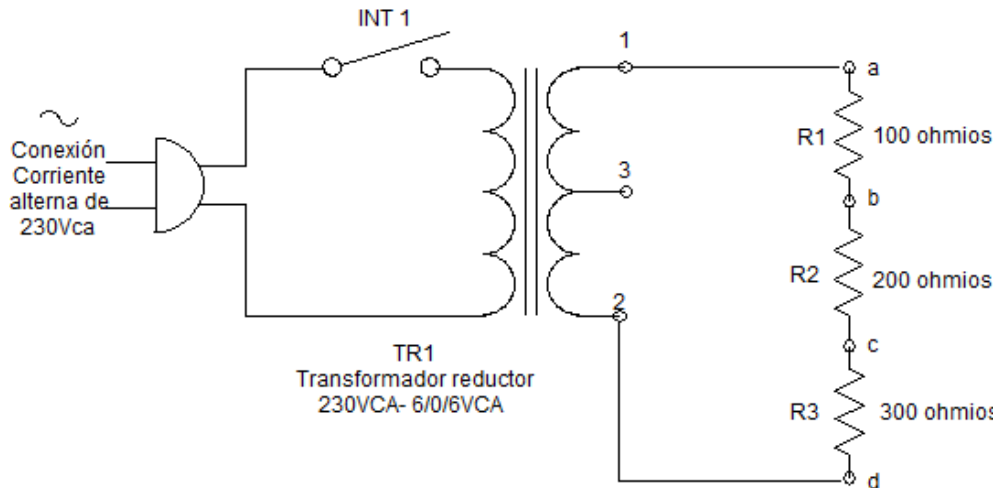


Fig. 3. Esquema de montaje para pruebas

Procedimiento

1. Medir la caída de tensión de c.a. entre los extremos de cada resistencia y anote aquí los valores.

Caída de tensión en R1; $V_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ voltios

Caída de tensión en R2; $V_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ voltios

Caída de tensión en R3; $V_3 = \underline{\hspace{2cm}}$ voltios

2. Sumar aritméticamente las caídas de tensión obtenidas en el paso 1.

$V_1 + V_2 + V_3 = \underline{\hspace{2cm}}$ voltios

3. Medir la tensión entre los extremos del secundario del transformador, que es la tensión existente entre los terminales 1 y 2 del transformador. Anote aquí el valor:

$V_s = \underline{\hspace{2cm}}$ voltios

Si se ha efectuado la práctica correctamente, la tensión total obtenida en el paso 2 debe ser igual a la tensión aplicada en el paso 3.

Práctica 24. Comparación de las relaciones de tensión de c.a. y de c.c.

4. Conecta el circuito como se muestra en la figura 4.

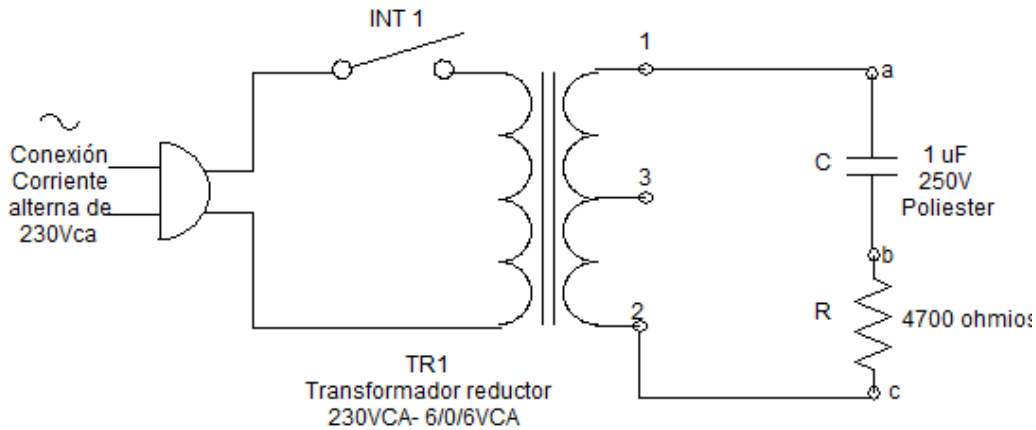


Fig. 4 Esquema de montaje para pruebas

5. Medir las caídas de tensión en el condensador y en la resistencia y anote aquí los valores.

Tensión entre los terminales del condensador; $V_c = \underline{\hspace{2cm}}$ voltios

Tensión entre los terminales de la resistencia; $V_R = \underline{\hspace{2cm}}$ voltios

6. Combine vectorialmente las tensiones como muestra la figura 24-2 para hallar la tensión aplicada V_s . Anote aquí el valor obtenido.

V_s calculada = $\underline{\hspace{2cm}}$ voltios

7. Medir la tensión entre los extremos del secundario del transformador y anote aquí el valor.

V_s medida = $\underline{\hspace{2cm}}$ voltios

Si ha efectuado cuidadosamente las mediciones, los valores de tensión obtenidos en los pasos 6 y 7 deben ser aproximadamente los mismos.

Conclusión

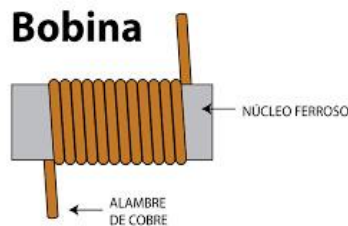
Las caídas de tensión en los componentes de un circuito reactivo deben combinarse vectorialmente y la resultante debe ser igual a la tensión aplicada.

Práctica 25. Efecto de la inductancia en los circuitos de c.a.

En esta práctica se va a mostrar el efecto de la inductancia sobre la intensidad de corriente en los circuitos.

Una bobina (inductancia) se opone a la variación de la corriente que pasa por ella. Como la corriente alterna está cambiando continuamente, la bobina se opondrá a ella y esta oposición es lo que se llama **reactancia inductiva**. Esta práctica demostrará que la inductancia se opone al paso de la corriente alterna.

Las bobinas inductivas son componentes pasivos de un circuito eléctrico que consta de dos terminales, que consiste simplemente en un hilo conductor enrollado sobre un material aislante, el cual tiene la capacidad de generar un flujo magnético cuando se le aplica una corriente eléctrica que permite la circulación y que debido al fenómeno de la autoinducción, almacena energía en forma de campo magnético.



Hay que diferenciar entre bobina y el condensador, la diferencia central está en el modo en que se almacena la energía. En el caso de la bobina se usa para almacenar un campo magnético con una determinada frecuencia por su espiral de hilo conductor aislado, mientras que los condensadores emplean un campo eléctrico de almacenamiento para la corriente continua.

Para ésta práctica se montará el siguiente circuito de la figura 1.

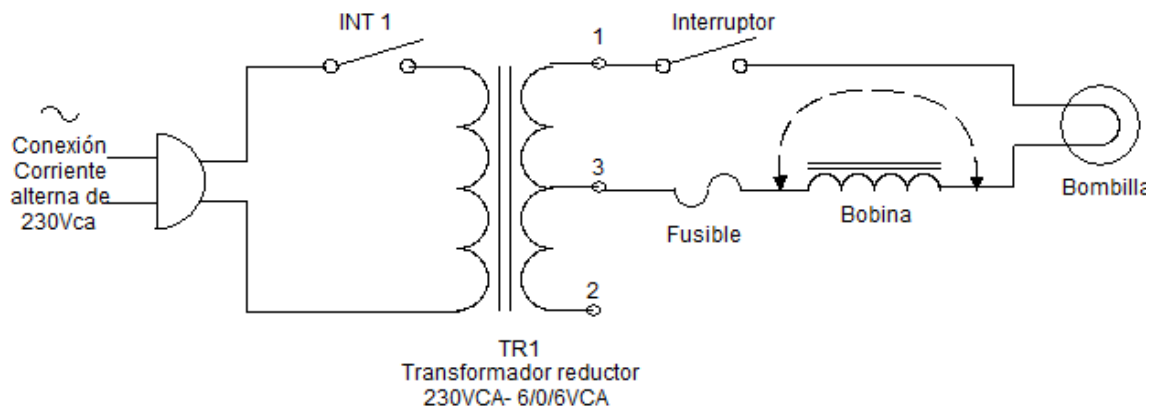


Fig. 1 Esquema de montaje para pruebas

Procedimiento

1. Conecte la tensión alterna cerrando los dos interruptores. Observe el brillo de la bombilla.
2. Utiliza un cable o trozo de hilo conductor para realizar un cortocircuito momentáneamente en los extremos de la bobina. Observa que la luz de la bombilla es más brillante cuando la bobina está cortocircuitada.

Conclusión

Cuando la bobina está en serie con la bombilla, ésta no luce con todo su brillo. La causa es que la bobina limita la corriente. Estableciendo un cortocircuito en la bobinase consigue el mismo efecto que cuando se la ilumina en el circuito reemplazándose con un trozo de hilo conductor. Sin la bobina, la bombilla luce al máximo. Esto indica que la intensidad de la corriente es mayor, es decir, la oposición es menor, sin la bobina.

Práctica 26. Verificación del campo magnético alrededor de una bobina

La finalidad de esta práctica es mostrar que hay un campo magnético alrededor de una bobina de hilo por la que pasa la corriente.

Está demostrado que existe un campo magnético alrededor de un hilo que es portador de electricidad. Si, por ejemplo, colocamos una brújula sobre el cable desnudo que está conectado a una batería en un punto en que la aguja se oriente en la misma dirección que el cable y conectamos las luces del coche esto experimenta la circulación de corriente por el cable y se produce un campo magnético alrededor del cable cuando éste es portador de electricidad y la aguja de la brújula girará hasta ponerse en dirección perpendicular al cable.

En esta práctica se va a montar el circuito de la figura 1, una fuente de alimentación de 12 voltios continua para alimentar un circuito formado por dos bombillas en serie L1, L2 una bobina inductiva y una brújula para mostrar que alrededor de esa bobina se establece un campo magnético cuando pasa por ella una corriente eléctrica.

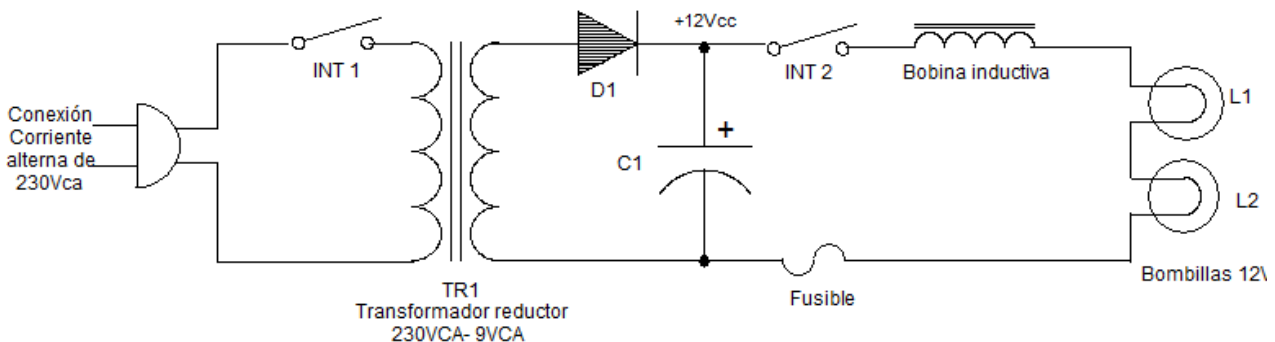


Fig. 1 Esquema de montaje para pruebas

La finalidad de las dos bombillas en serie L1 y L2 es añadir resistencia al circuito de la bobina, es decir, limita la intensidad de la corriente que pasa por la bobina. Esto es necesario porque los hilos de la bobina son muy finos y una corriente excesiva será causa de que la bobina se caliente demasiado y se pueda quemar dejando de circular la corriente eléctrica.

Procedimiento

1. Estando los dos interruptores cerrados mueva la brújula alrededor de la bobina y de sus extremos. Observe que la aguja de la brújula se mueve. Esto demuestra que hay un campo magnético alrededor de la bobina cuando pasa por ella la corriente.
2. Interrumpa la corriente en el circuito abriendo el interruptor de la fuente. Observe que no hay campo magnético cuando cesa la corriente.
3. Inserte un clavo grande y hierro (no un clavo de aluminio) a través de la bobina y observe que cuando pasa la corriente por la bobina, el clavo se imanta. Haga uso de un clips para comprobar esto.

Conclusión

Una bobina se convierte en un imán cuando pasa por ella una corriente. Un clavo a través del eje central de la bobina es imantado por ella cuando es recorrida por una corriente. Esto es lo que se denomina *electroimán*.

Una bobina, también conocida como inductor, es una parte del circuito eléctrico que tiene una función pasiva. De hecho, su cometido principal es la de almacenar energía a través de la inducción para que esta se convierta en un campo magnético. La bobina se diferencia de otros elementos porque tiene un hilo de cobre.

Práctica 27. Regulación de la velocidad de un motor de corriente continua c.c.

La finalidad de esta práctica es mostrar cómo puede ser controlada la velocidad de un motor de corriente continua c.c. mediante un reóstato y también mediante una resistencia y un interruptor.

Un *reóstato* es una resistencia variable de dos contactos conectado en un circuito de tal forma que controla y regula la intensidad de la corriente. Uno de los contactos es el cursor manual variable que sirve para modificar, a voluntad, la resistencia, al cambiar la longitud. Su aplicación es la de regular la Intensidad de corriente que circula por el circuito. Si se hace que disminuya la intensidad de la corriente que circula por el inducido de un motor, también reduce la intensidad del campo magnético que rodea a los hilos o conductores del inducido. Esto a su vez reduce la fuerza ejercida sobre los conductores y la velocidad del motor.

En esta práctica se usa un reóstato para controlar la velocidad de un motor de c.c. Los reóstatos tienen diferentes resistencias y potencias los hay de $0-5\Omega-12,5W$, $0-200\ \Omega-50W$, $2,5K\Omega-25W$, $300\Omega-300W$, $330\Omega-160W$.



Reóstato de alta potencia.

En el esquema eléctrico de la figura 1, se muestra el montaje de la fuente de alimentación de 12 voltios c.c. y como circuito de carga una resistencia variable o reóstato, un interruptor y un motor de c.c. en series.

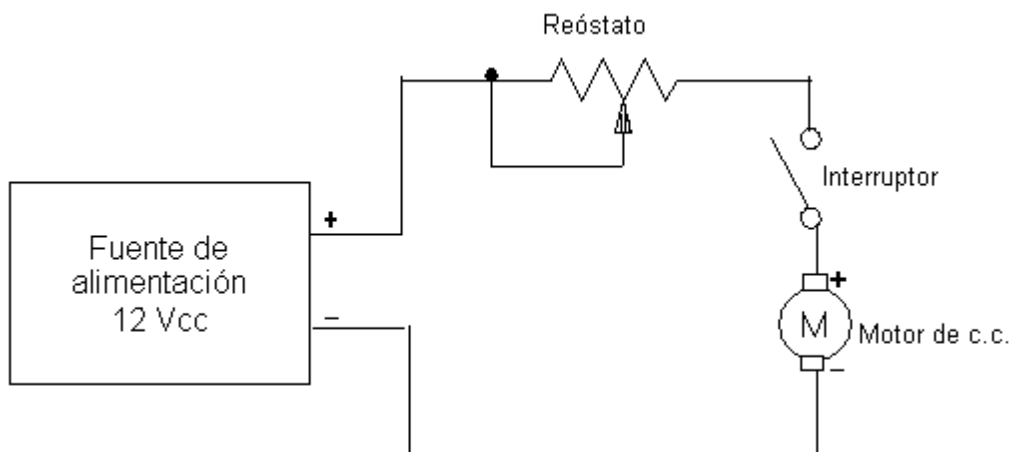


Fig. 1 Esquema de montaje para pruebas

Procedimiento 1

1. Montar el circuito de la figura 1.
2. Aplicar tensión al circuito cerrando los interruptores de la fuente.
3. Estando funcionando el motor observar que el ajuste del reóstato hace variar la velocidad del motor.

Práctica 27. Regulación de la velocidad de un motor de corriente continua c.c.

En lugar de utilizar una resistencia variable para cambiar la velocidad del motor, utilizaremos un conmutador con diferentes valores de resistencias en el circuito de motor. Cada valor diferente de resistencia hace que el motor gire a una velocidad distinta. Ver el circuito de montaje de la figura 2.

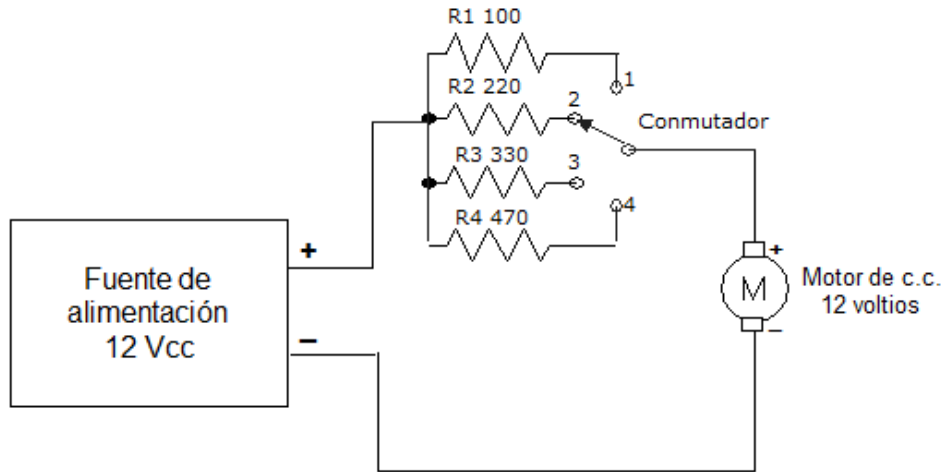


Fig. 2. Esquema de montaje para pruebas

Según las posiciones del conmutador 1, 2, 3, y 4:

1. Montar el circuito de la figura 2.
2. Verifica que cambiando la posición del conmutador el motor gira a distinta velocidad
3. En que posición del conmutador el motor funcionará más lento: Posición= _____
4. En que posición del conmutador el motor funcionará más rápido: Posición = _____

Montar y conectar el circuito como se muestra en el esquema de montaje de la figura 3. En este circuito tiene dos valores de resistencias: 0 ohmios y la resistencia de la bombilla.

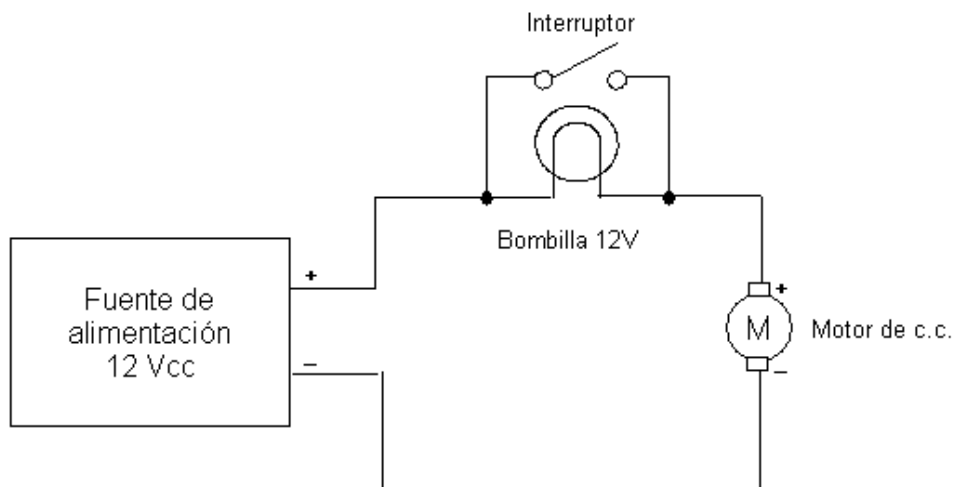


Fig. 3. Esquema de montaje para pruebas

Práctica 27. Regulación de la velocidad de un motor de corriente continua c.c.

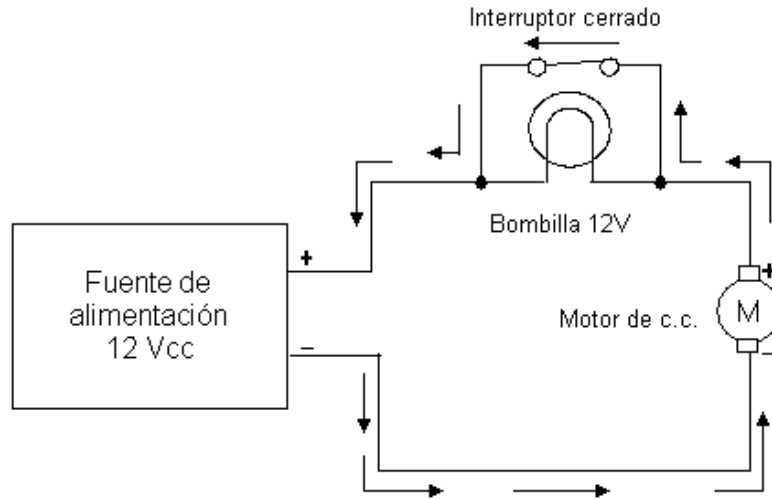


Fig. 4. Circulación del flujo de electrones pasando por el interruptor

En la figura 4 las flechas indican el camino de la corriente con el interruptor cerrado. El interruptor ofrece un cortocircuito en que la corriente se desvía de la bombilla.

Procedimiento 2

1. Aplicar tensión al circuito. Cerrar el interruptor. En la siguiente figura las flechas indican que la corriente sólo está limitada por la resistencia del motor. Con este montaje girará el motor a plena velocidad.
2. Abrir el interruptor como se muestra en la siguiente figura 5. La corriente debe pasar ahora por la resistencia de la bombilla. Como la resistencia del circuito ha aumentado, la corriente ha disminuido. Observar que esto hace que el motor gira más lento. Por el sonido del motor se puede apreciar cuando está girando más rápidamente y cuando gira más lentamente.

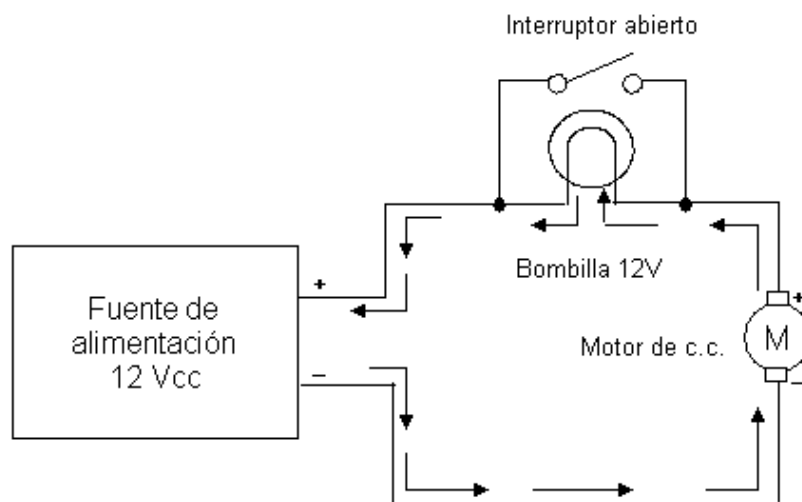


Fig. 5 Circulación del flujo de electrones pasando por la bombilla

Con el interruptor abierto la corriente tiene que pasar por la bombilla. Esto reduce la intensidad de la corriente en el motor.

Práctica 27. Regulación de la velocidad de un motor de corriente continua c.c.

Conclusión

La velocidad de un motor puede ser regulada por un reóstato. También puede ser controlada mediante un conmutador con diferentes valores de resistencia en el circuito.

Los motores de corriente continua se caracterizan por regular la velocidad de giro, mediante los variadores electrónicos de frecuencia. Por otro lado, los motores de corriente alterna incrementan la velocidad con el aumento de la tensión que se aplica en la armadura.

En comparación con los motores de corriente alterna, los motores de corriente continua tienen un mayor par de arranque, arranque y paradas rápidas, inversión de marcha, velocidades variables con la entrada de tensión, y son más baratos y fáciles de controlar.

Práctica 28. Inversión de la rotación de un motor de corriente continua c.c.

Esta práctica tiene como finalidad mostrar que invirtiendo la tensión aplicada a un motor de corriente continua c.c. se invierte el sentido de giro de éste.

Si invertimos la clavija de corriente alterna c.a. de un ventilador eléctrico éste no tiene ningún efecto sobre el sentido de giro del ventilador. Sin embargo, si invertimos los conductores de alimentación a un motor de corriente continua c.c. el sentido de giro del motor se invierte.

Procedimiento

1. Conecte el circuito tal como se muestra en el esquema de la figura 1. Estando cerrado el interruptor, ajuste el reóstato hasta que el motor gire muy lentamente y pueda apreciar cuál es su sentido de giro.

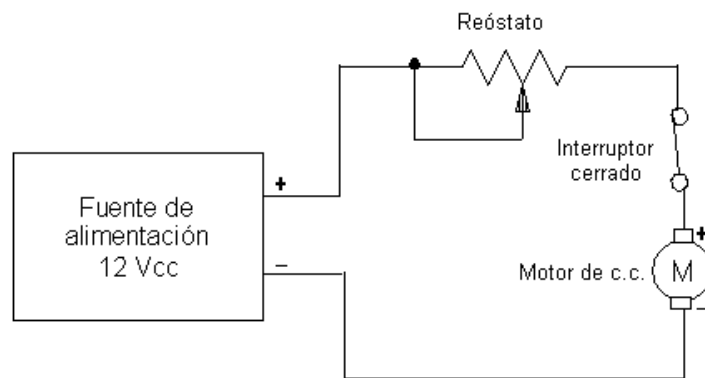


Fig. 1. Esquema de montaje para pruebas

2. Abrir el interruptor. Invierta las conexiones de la alimentación al circuito como se muestra en la figura 2 (el conductor que estaba conectado al terminal positivo ahora lo estará el terminal negativo y el que estaba conectado al terminal negativo lo estará ahora al terminal positivo).

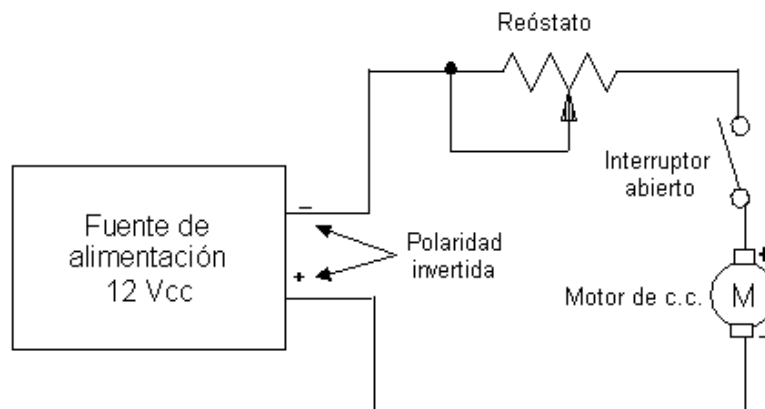


Fig. 2 Esquema de montaje para pruebas

3. Cierre el interruptor y observe el sentido de giro del eje del motor.

Conclusión

Invertiendo la polaridad de los conductores que alimentan a un motor de c.c. se invierte el sentido de giro del motor.

Práctica 29. Montaje de un grupo motor–generador de corriente continua c.c.

En esta práctica consistirá en mostrar las aplicaciones de un grupo motor-generador de c.c.

Se puede emplear un motor de corriente continua c.c. para hacer girar un generador de c.c. (dínamo) y la combinación es lo que se denomina *grupo motor-generador*.

Empleando un grupo motor-generador es posible convertir una tensión de corriente continua c.c. de un valor a otro. Por ejemplo, se puede hacer funcionar un motor de c.c. de 12 voltios conectándolo a una batería de coche, y el eje del motor se puede acoplar al generador de c.c. de 250 voltios. Esta es una manera práctica de obtener una elevada tensión de c.c. partiendo de una baja tensión de c.c.

En esta práctica se deberá usar un motor de c.c. para hacer girar el eje de otro motor de c.c. Es interesante e importante el hecho de que el motor de c.c. genera una tensión si se hace girar a su eje y está presente un campo magnético. Por otra parte, si se aplica una tensión de c.c. a un generador de c.c. éste funcionará como motor.

Hay excepciones en esto; por ejemplo, algunos generadores de c.c. tienen un interruptor automático, que abre los arrollamientos del inductor (devanados de campo) o una conexión del colector siempre que el eje no está girando. Así pues, la aplicación de una tensión a tal generador no puede hacer que éste funcione como motor de c.c.

Realice el montaje del siguiente esquema de la práctica de la figura 1. La resistencia variable regula la corriente alimentada al motor de c.c., está conectado como *reóstato*.

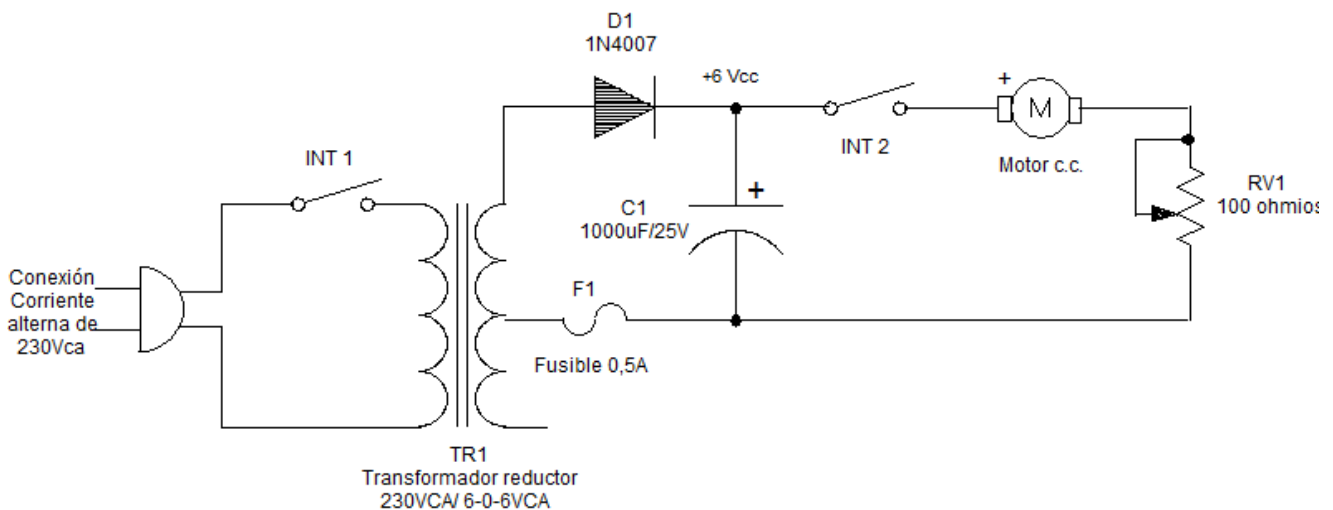


Fig. 1. Esquema de montaje para pruebas

Procedimiento 1

1. Cierra el interruptor de red INT 1 y se aplicará tensión al rectificador
2. Observar que el interruptor INT 2 abre y cierra el circuito del motor.
3. Estando funcionando el motor, observar que la resistencia variable (reóstato) regula la velocidad.

Práctica 29. Montaje de un grupo motor–generador de corriente continua c.c.

A continuación se montará dos motores como se muestra en el esquema de la figura 2. Cerciorarse de que los ejes de los motores están alineados y que el tubo flexible de corta longitud está adaptado con seguridad en ambos ejes. En este montaje el motor 1 se utiliza para hacer girar el eje del motor 2. El motor 2 se utiliza como generador.

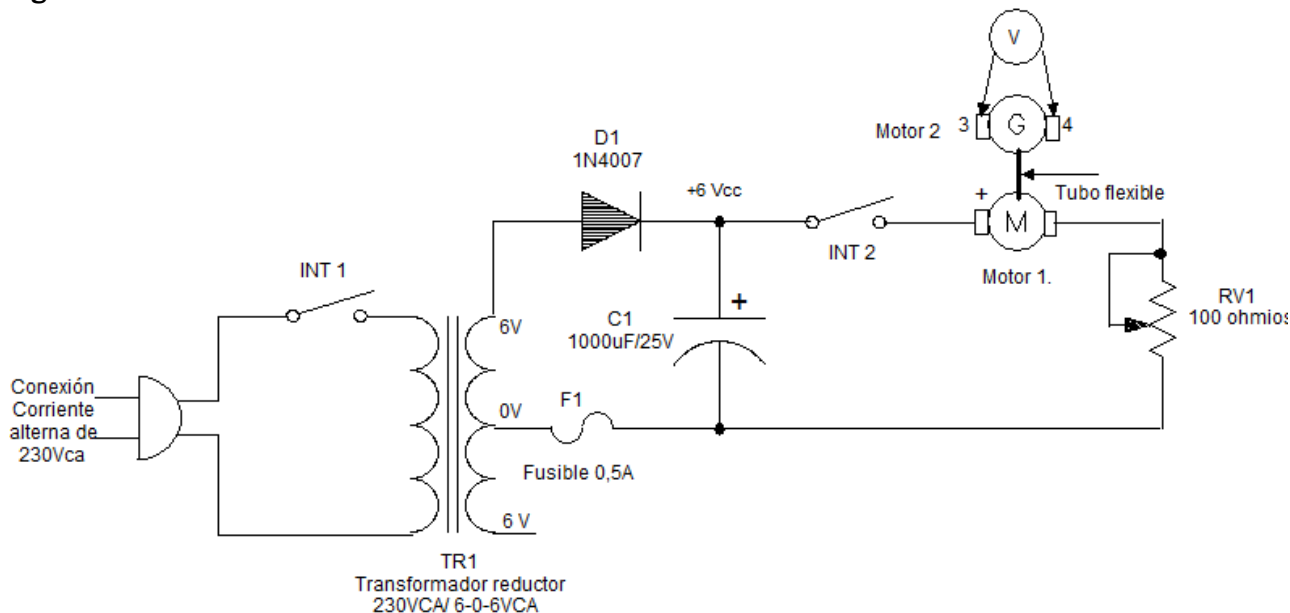


Fig. 2. Esquema de montaje para pruebas

Procedimiento 2

1. Aplicar tensión al circuito cerrando los dos interruptores y observar que el motor 1 hace girar al generador motor 2.
2. Variar la resistencia del circuito haciendo girar el cursor de la resistencia variable (reóstato). Observar que esto regula la velocidad del grupo motor-generador.
3. Estando funcionando el grupo motor-generador, utilizar un voltímetro para medir la tensión de salida del generador entre los terminales 3 y 4. De la misma manera que en todas las mediciones de tensión, se debe empezar midiendo en la escala más alta del voltímetro y luego pasar sucesivamente a las escalas inmediatamente inferiores hasta obtener una lectura.
4. Variar la velocidad del motor y observar que la tensión c.c. de salida en los terminales 3 y 4 también varía.

Conclusión

Un motor de c.c. generará una tensión cuando se hace girar su eje. Cuanto mayor es la velocidad del eje, mayor es su tensión de salida. Se puede utilizar un grupo motor-generador para cambiar el valor de una tensión de c.c.

El generador es una máquina eléctrica rotativa que transforma energía mecánica en energía eléctrica. Gira movido por un *motor* (turbina, *motor* de explosión, etc.), de tal manera que recibe la energía mecánica para obtener una tensión y corriente de salida.

Se utilizan a menudo como sistemas de respaldo para suministrar electricidad cuando la red eléctrica falla, o allí donde el suministro convencional no llega. El motor es movido por combustible.

Práctica 30. Repaso de las mediciones de tensión.

La finalidad de esta práctica es repasar la teoría fundamental de los cálculos y las mediciones de tensión, muy importante en el desarrollo de la comprensión de la electrónica.

Cuando se usa un voltímetro para localizar las averías en un circuito, debe conocer cuál debe ser la tensión correcta en cada medición. Algunas veces el fabricante del aparato indica las tensiones en los esquemas del circuito. Otras veces se tendrá que calcular por la información de que se disponga.

Con algo de práctica puede aprender a calcular fácilmente los valores de tensión y de corriente. Los técnicos experimentados ordinariamente no necesitan detenerse a calcular los valores de tensión y de corriente. Pueden resolver mentalmente los problemas por la ley de Ohm.

Si se conecta dos resistencias del mismo valor, en serie, entre los terminales de una fuente de tensión, la caída de tensión en cada resistencia será igual a la mitad de la tensión de la fuente de alimentación. Si utiliza tres resistencias en serie, que sean del mismo valor, entonces la caída de tensión en cada resistencia será la *tercera parte* de la tensión de la fuente.

Si las resistencias tienen valores diferentes, todavía será fácil hallar las caídas de tensión. En la siguiente figura 1 se muestra un circuito serie sencillo con dos resistencias. Las flechas indican el camino del flujo de electrones o corriente electrónica. Todos los electrones que pasan a través de R2 deben pasar también a través de R1 para volver al terminal positivo de la batería. Entonces R1 y R2 están en serie.

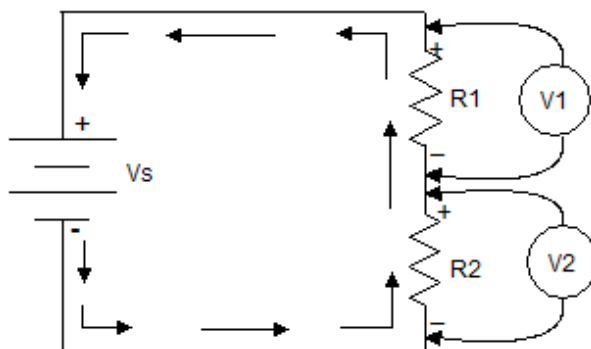


Fig. 1 Circuito serie simple

Parte de la tensión de la batería aparece como caída de tensión en cada resistencia. Las resistencias pueden tener el mismo valor o pueden no tenerlo. Si se designa por V1 la caída de tensión en R1 y por V2 la caída de tensión en R2, puede determinar fácilmente cuál es la caída de tensión en cada resistencia.

Utilizaremos una ecuación (o fórmula) para facilitar la resolución de un problema. En el circuito de la figura 1.

$$V1 = Vs \left[\frac{R1}{R1 + R2} \right]$$

y

$$V2 = Vs \left[\frac{R2}{R1 + R2} \right]$$

En este caso Vs es la tensión de la fuente de alimentación (batería).

Práctica 30. Repaso de las mediciones de tensión.

Otra manera de expresar esto es el que la caída de tensión en una resistencia serie se halla dividiendo el valor de la resistencia por la resistencia total y luego multiplicando el resultado por la tensión de la batería.

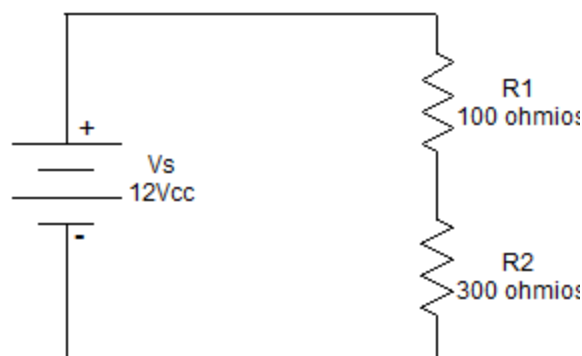


Fig. 2 Circuito de montaje práctico

Probemos esto para el circuito de la figura 2. La tensión de la batería V_s es de 12 voltios. La caída de tensión en R_1 , es V_1 y en R_2 es V_2 .

$$V_1 = V_s \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Sustituyendo los valores del circuito y así obtendremos:

$$V_1 = 12 \times \frac{100}{100 + 300} = \frac{1200}{400} = 3 \rightarrow V_1 = 3 \text{ voltios}$$

En otras palabras, la caída de tensión en la resistencia R_1 de 100 ohmios es la cuarta parte de la tensión aplicada.

La tensión entre los extremos de R_2 es V_2 .

$$V_2 = 12 \times \frac{300}{100 + 300} = \frac{36000}{400} = 9 \rightarrow V_2 = 9 \text{ voltios}$$

En otras palabras, la caída de tensión en la resistencia R_2 de 300 ohmios es igual a 3/4 de la tensión aplicada.

Un detalle muy importante que se debe recordar acerca de las caídas de tensión es que, la suma de las caídas de tensiones en un circuito serie es igual a la tensión aplicada

$$V_1 + V_2 = V_s; \quad 3 \text{ voltios} + 9 \text{ voltios} = 12 \text{ voltios}$$

Esta ley es muy importante debido a que se puede utilizar de muchas maneras en electrónica. Se le denomina *ley de tensión* o *segunda ley de Kirchhoff*.

Práctica 30. Repaso de las mediciones de tensión.

Para el montaje de la práctica conectaremos el siguiente circuito de la figura 3. La tensión en el circuito de las resistencias en serie es una tensión alterna c.a. que proviene del secundario del transformador. Los métodos que se ha aprendido para hallar las caídas de tensión también se aplicarán en este circuito de corriente alterna c.a. lo mismo que para los circuitos de c.c., ya que aquí no existen componentes *reactivos*. (Las resistencias son componentes no reactivos. Los condensadores y las bobinas o “inductores” son componentes *reactivos*).

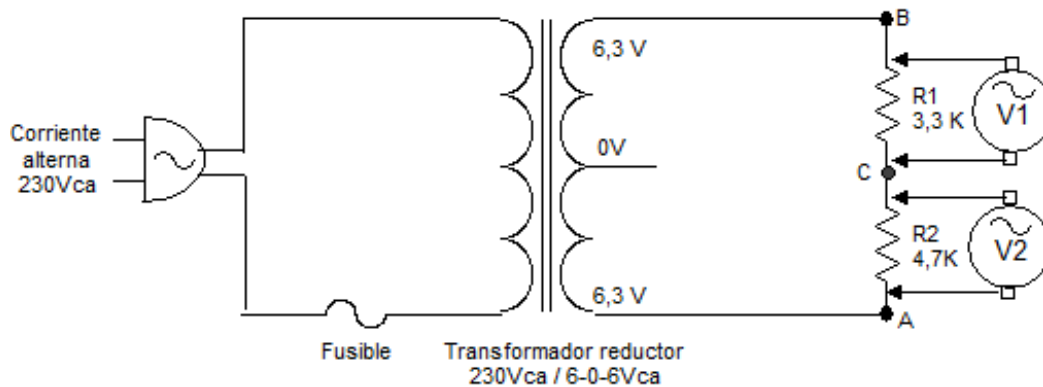


Fig. 3. Esquema de montaje para pruebas

El fusible puede ser una parte integrante del circuito de red de 230 Vca en el primario del transformador. No se representa en todos los esquemas, pero siempre es de suponer que forma parte de dicho circuito primario.

Procedimiento

1. Medir y anotar la tensión entre los extremos del secundario, es decir, la tensión de c.a. entre A y B. Esta medida se efectúa estando conectados las resistencias R1 y R2, entre los terminales del arrollamiento secundario. Anotar la tensión, debe utilizar un voltímetro de corriente alterna c.a. para efectuar esta medición y todas las demás mediciones de tensión de c.a.

$$V = \text{_____} \text{ voltios c.a.}$$

Utilizar este valor para V en cada una de las fórmulas que siguen. Deberá medir aproximadamente 12,5 voltios entre los terminales del secundario del transformador.

2. Calcular la tensión V1 entre los extremos de la resistencia R1, utilizando el método explicado en la teoría anterior. Para V utilice el valor que ha hallado en el paso 1. Anote el valor que ha calculado.

$$V1 = Vs \frac{R1}{R1 + R2}$$

$$V1 = V \frac{3,3 K}{3,3 K + 4,7K} = V \frac{3,3 K}{8,0 K} = V \frac{3,3}{8,0} = V(0,41)$$

$$V1 = \text{_____} \text{ voltios c.a.}$$

Práctica 30. Repaso de las mediciones de tensión.

3. Calcular la tensión V2 entre los extremos de la resistencia R2.

$$V_2 = V \times \frac{4,7 K}{3,3 K + 4,7 K} = V \times \frac{4,7 K}{8,0 K} = V \times \frac{4,7}{8,0} = V(0,59)$$

$$V_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios c.a.}$$

4. Medir la tensión de c.a. entre los extremos de R1 y anotar aquí el valor.

$$V_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios c.a.}$$

5. Medir la tensión c.a. entre los extremos de R2 y anotar aquí el valor.

$$V_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios c.a.}$$

Los valores que ha medido (V1 y V2) en los pasos 4 y 5 deben ser casi iguales a los valores que se ha calculado V1 y V2 en los pasos 2 y 3.

6. Sumar los valores de tensión que se ha calculado en los pasos 2 y 3. Anotar aquí el valor de la suma.

$$V_1 + V_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios c.a.}$$

7. ¿Es el valor que ha obtenido en el paso 6 casi igual a la tensión aplicada, es decir, es casi igual a la tensión entre los terminales del secundario del transformador? La respuesta debe ser "sí". Esto prueba que la suma de las caídas de tensión es igual a la tensión aplicada.

Probablemente la suma no será exactamente igual a la tensión aplicada. Recuerda que R1 y R2 no tienen valores exactos, están especificados en 3,3 kilohmios y 4,7 kilohmios. Sus valores reales no serán probablemente exactamente iguales a sus valores especificados o nominales por motivos de sus tolerancias. Además el voltímetro ejerce algún efecto sobre el circuito y variará ligeramente los valores de tensión. Debe también prever el hecho de que puede haber algún error en las lecturas que da el instrumento de medida.

8. Utilizar la ley de Ohm para hallar la corriente que circula en R1. Use el valor medido de la tensión V1 en el paso 4.

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{V_1}{3,3 K} = \frac{V_1}{3300 \text{ ohmios}}; \quad I_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ amperios}$$

Convierta el valor resultante a miliamperios.

$$I_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ miliamperios}$$

Práctica 30. Repaso de las mediciones de tensión.

9. Utilizar la ley de Ohm para hallar la corriente que circula en R2. Usar la tensión V2 medida en el paso 5.

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{V_2}{4,7 K} = \frac{V_2}{4700 \text{ ohmios}}; \quad I_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ amperios}$$

Convierta el valor resultante a miliamperios.

$$I_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ miliamperios}$$

Los valores obtenidos en los pasos 8 y 9 deben ser los mismos a causa de que la corriente es la misma en todas las partes de un circuito serie.

Conclusión

Las caídas de tensión en un circuito serie se pueden calcular utilizando las relaciones de resistencia. Así pues, no siempre es necesario hallar la corriente en un circuito para hallar una caída IR (Intensidad x Resistencia). Es decir, en un circuito en serie la corriente es la misma en toda su rama, pero las resistencias son diferentes, la caída de tensión en una de las resistencias por la ley de Ohm se calcula multiplicando el valor de la corriente del circuito, que se conoce, por el valor de la resistencia, esto nos daría la caída de tensión en esa resistencia.

Práctica 31. Repaso de las mediciones de corriente.

La finalidad de esta práctica es repasar sobre la teoría fundamental de cálculo y medición de corriente.

Se ha visto ya que es sencillo determinar las caídas de tensión en los circuitos. Esto puede ser de mucha utilidad cuando se realizan localizaciones de averías.

También es posible determinar fácilmente la intensidad de la corriente que circula en las resistencias en paralelo. Si se conectan dos resistencias iguales en paralelo, entonces las corrientes en cada resistencia serán iguales. En otras palabras, por cada resistencia circulará la mitad de la corriente alimentada. Si se conectan tres resistencias iguales en paralelo, por cada resistencia circulará un tercio de la corriente total.

Si dos resistencias en paralelo tienen valores diferentes de resistencia, hay una manera muy sencilla de hallar la corriente que circula en cada resistencia. En la figura 1 se muestra dos resistencias conectadas en paralelo con valores diferentes, R1 y R2. Esto significa que no circula la misma corriente por cada resistencia. Las flechas indican los caminos de la corriente electrónica. Observa que la corriente se divide o ramifica en el punto A, por lo que parte de la corriente total circula por cada resistencia R1 y R2.

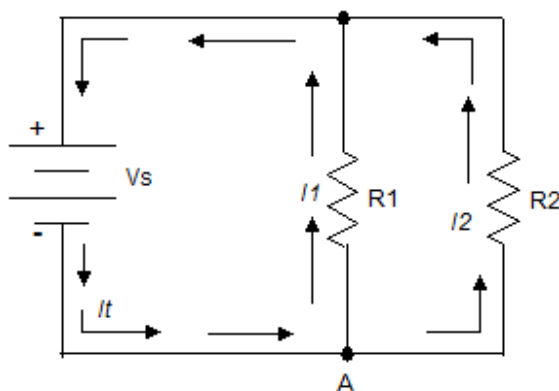


Fig. 1 La corriente se divide en un circuito paralelo.

En el circuito de la figura 1 los valores o intensidades de corriente se pueden hallar haciendo uso de estas fórmulas:

$$I_1 = I_t \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

e

$$I_2 = I_t \times \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Primero se suma los dos valores de resistencia ($R_1 + R_2$). Luego se halla la intensidad de la corriente que circula por cada resistencia dividiendo la resistencia del otra resistencia por la suma $R_1 + R_2$. Luego se multiplica esta relación por la corriente total I_t .

Práctica 31. Repaso de las mediciones de corriente.

La figura 2 se muestra un ejemplo de circuito.

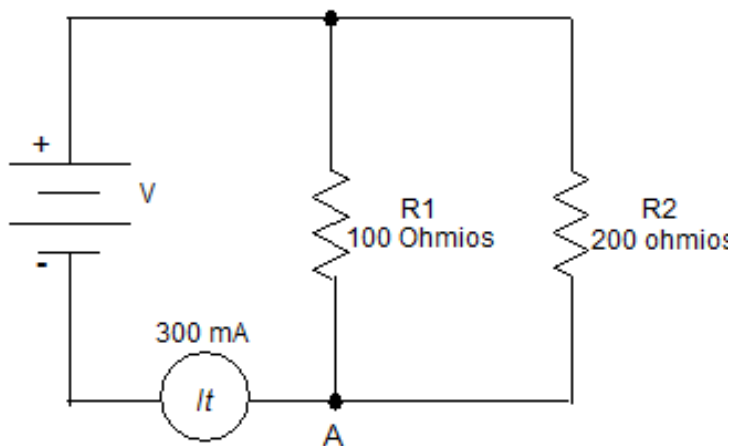


Fig. 2 Circuito de prueba y cálculo

La corriente que circula por la resistencia R1 es

$$I1 = It \times \frac{R2}{R1 + R2}$$

$$I1 = 300 \times \frac{200}{300} = \frac{600}{3} = 200 \text{ mA}; \quad I1 = 200 \text{ mA}$$

Aquí se puede ver que por la resistencia más pequeña circula dos tercio de la corriente. Para hallar la corriente en R2:

$$I2 = It \times \frac{R1}{R1 + R2}$$

$$I2 = 300 \times \frac{100}{300} = \frac{300}{3} = 100 \text{ mA}; \quad I2 = 100 \text{ mA}$$

Aquí verá que por la resistencia más grande circula un tercio de la corriente.

Una regla muy importante es los circuitos es que la suma de las corrientes en todas las ramas en paralelo debe ser igual a la corriente total. Esta es la primera ley o ley de corriente de Kirchoff, que ordinariamente se enuncia como sigue: *La suma de las corrientes que entran en un punto es igual a la suma de las corrientes que salen de él.*

Práctica 31. Repaso de las mediciones de corriente.

En la figura 2 la corriente total I_t , que entra en el punto A es 300 miliamperios, y la corriente total que sale del mismo punto A es 100 miliamperios + 200 miliamperios, que es igual a 300 miliamperios.

La siguiente figura 3 se va a montar el circuito esquemático. La tensión entre los terminales del circuito resistivo serie-paralelo es una tensión de corriente alterna c.a. alimentada por el transformador. El método descrito para hallar la corriente en las resistencias en paralelo se puede utilizar para la c.a. y la c.c.

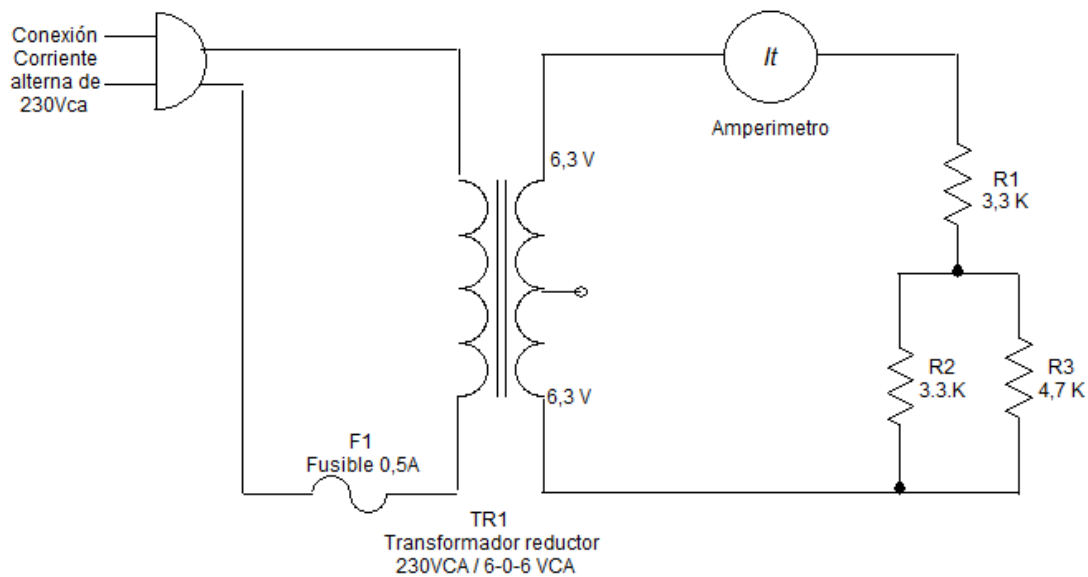


Fig.3 Esquema de montaje para pruebas

Procedimiento

1. Mida y anote V_1 , que es la tensión entre los extremos de R_1 .

$$V_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios c.a.}$$

2. Calcule la corriente que circula en R_1 , haciendo uso de la ley de Ohm. Esta es:

$$I_t = \frac{V_1}{R_1} = \frac{V_1}{3300 \text{ ohmios}}$$

$$I_t = \underline{\hspace{2cm}} \text{ amperios}$$

$$I_t = \underline{\hspace{2cm}} \text{ miliamperios}$$

Esta es la corriente total que entra en el circuito.

Práctica 31. Repaso de las mediciones de corriente.

3. Siguiendo el método explicado en la sección de teoría, hallar la corriente I_2 que circula en R_2 . Para I_t use el valor que ha hallado en el paso 2.

$$I_2 = I_t \times \frac{R_3}{R_2 + R_3}$$

$$I_2 = I_t \times \frac{4,7 \text{ Kilohmios}}{3,3 \text{ kilohmios} + 4,7 \text{ kilohmios}}$$

$$I_2 = \frac{I_t \times 47 \text{ ohmios}}{80 \text{ ohmios}} =$$

$$I_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ miliamperios}$$

4. Siguiendo el método descrito en la sección de teoría, halle la corriente I_3 , que es la corriente que pasa por R_3 . Para I_t , utilice el valor hallado en el paso 2.

$$I_3 = I_t \times \frac{R_2}{R_2 + R_3}$$

$$I_3 = I_t \times \frac{3,3 \text{ Kilohmios}}{3,3 \text{ kilohmios} + 4,7 \text{ kilohmios}}$$

$$I_3 = \frac{I_t \times 33 \text{ ohmios}}{80 \text{ ohmios}} =$$

$$I_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ miliamperios}$$

5. Sume los valores de corriente que se ha obtenido en los pasos 3 y 4.

$$I_2 + I_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ miliamperios}$$

¿La suma de estas corrientes es aproximadamente igual a la corriente total del paso 2? La respuesta debe ser sí. La suma de las corrientes que circulan en las dos ramas de las resistencias R_2 y R_3 debe ser igual a la corriente total.

Práctica 31. Repaso de las mediciones de corriente.

6. Mida y anote V2, tensión entre los extremos de R2.

$$V2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios c.a.}$$

7. Calcular la corriente que circula en R2 utilizando la ley de Ohm.

$$I2 = \frac{V2}{R2}$$

$$I2 = \frac{V2}{3300 \text{ ohmios}}$$

$$I2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ amperios}$$

$$I2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ miliamperios}$$

8. Mida y anote V3, tensión entre los extremos de R3.

$$V3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios c.a.}$$

9. ¿Son iguales las caídas de tensión en R2 y R3?. Compara sus respuestas en los pasos 6 y 8. Los dos valores de tensión deben ser los mismos a causa de que las tensiones entre los terminales de todas las ramas del circuito paralelo son las mismas.

10. Calcular la corriente que circula en R3, utilizando la ley de Ohm.

$$I3 = \frac{V3}{R3}$$

$$I3 = \frac{V3}{4700 \text{ ohmios}}$$

$$I3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ amperios}$$

$$I3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ miliamperios}$$

Práctica 31. Repaso de las mediciones de corriente.

11. ¿Son iguales las corrientes obtenidas en los pasos 5 y 7 comparables con las de los pasos 2 y 3? Su respuesta debe ser sí. Esto demuestra que el método de cálculo de las corrientes que hemos explicado en la sección de teoría da las soluciones correctas.

Conclusión

Si no hay componentes reactivos (bobinados o condensadores) en un circuito, se puede utilizar la ley de Ohm para los circuitos de corriente alterna c.a. lo mismo que para los circuitos de corriente continua c.c.

Los técnicos hacen uso de los métodos anteriores para calcular la tensión o la corriente que debe haber en un circuito. Luego miden la tensión o la corriente reales. Si sus valores medidos no son aproximadamente iguales a los valores calculados, saben que debe haber una avería en el circuito. Antes de que se pueda localizar una avería tendrá que practicar estos métodos para hallar las tensiones y las corrientes.

Práctica 32. Cálculo para la regulación de una fuente de alimentación

En esta práctica se va a ampliar los conocimientos de la fuente de alimentación con un doblador de tensión, un rectificador en puente y la estabilización de la tensión de salida.

Recuerda que los sistemas de conversión de corriente alterna a continua se denominan rectificadores, que son del tipo de *media onda* y de *onda completa*.

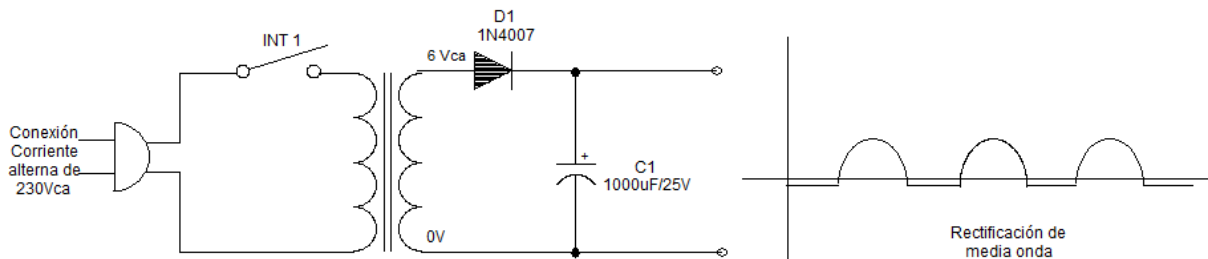


Fig.1. Rectificador de media onda

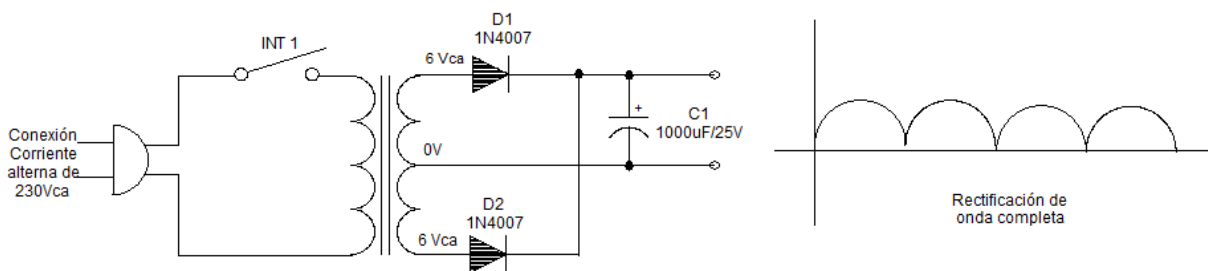


Fig. 2. Rectificador de onda completa

El primero figura 1, de *media onda*, aprovecha únicamente la alternancia o semiciclo en que la corriente alterna es positiva o negativa, eliminando el contrario. El resultado obtenido a la salida es un conjunto de pulsos de corriente, separados por intervalos de no conducción.

El segundo figura 2, de *onda completa*, se comporta como el de media onda, durante un semiciclo e invierte el sentido de la corriente del otro, obteniendo un mismo sentido para cualquiera de las dos alternancias que recibe a su entrada. La corriente que resulta está formada por "pulsos" semejantes al caso anterior, pero totalmente juntos sin existir ningún periodo en que cese la conducción.

En muchas ocasiones es necesario recurrir a algún sistema adicional, que obtenga una corriente más uniforme a partir de la suministrada por el rectificador. Este sistema se denomina filtro. Los filtros están compuesto por componentes capaces de almacenar energía, bien sea en forma electrostáticas, caso de las bobinas o inductancias.

Su funcionamiento consiste en proporcionar una cierta cantidad de corriente durante los periodos en que el "pulso" producido por la alterna de entrada disminuye y se hace inferior a un determinado valor. En esos instantes, la carga almacenada por el filtro produce una corriente adicional, logrando que la intensidad de salida sea muy uniforme, estando limitadas las variaciones residuales entre unos límites tan estrechos como sea necesario.

Práctica 32. Cálculo para la regulación de una fuente de alimentación

Una característica importante de una fuente de alimentación es su porcentaje de regulación. Matemáticamente.

$$\text{Porcentaje de regulación} = \frac{(\text{tensión sin carga o en vacío}) - (\text{tensión a plena carga})}{(\text{tensión sin cargas})} \times 100$$

- donde “tensión sin carga” es igual a la tensión en bornes o terminales de la fuente de alimentación cuando no está entregando corriente a un circuito externo.
- La “tensión a plena carga” es igual a la tensión de la fuente de alimentación cuando está entregando su máxima corriente nominal a un circuito externo.

Si la tensión de salida de la fuente de alimentación no varía cuando está entregando corriente a plena carga, la regulación es del 0%. Una caída de tensión en la fuente de alimentación cuando funciona en esta condición significa que la regulación es mayor de 0%. Es, pues, deseable un bajo porcentaje de regulación.

En la siguiente figura 3 se muestra el esquema de montaje que se utilizará en la práctica.

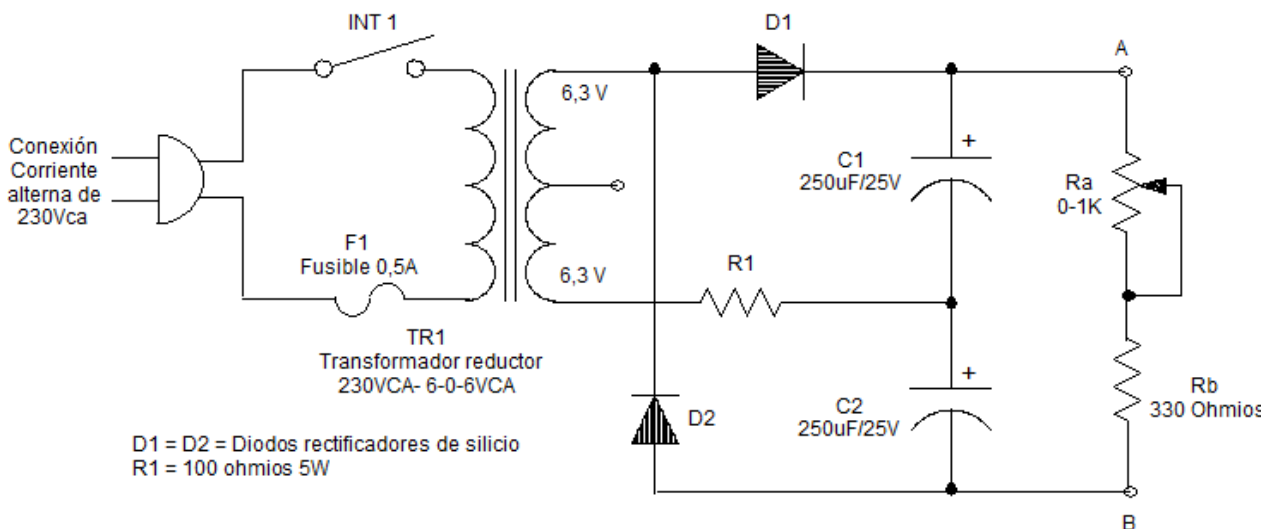


Fig. 3. Esquema del doblador de tensión de onda completa para la parte 1 de la práctica. La resistencia R1, es una resistencia limitadora de sobrecorrientes utilizada para proteger los diodos.

Procedimiento

1. Conectar el esquema de montaje del doblador de tensión de la figura 1.
2. Medir el valor eficaz de una tensión de c.a. V_s entre los terminales del secundario del transformador y anotar su valor:

$$V_s = \text{_____} \text{ voltios c.a.}$$

3. Determinar el valor de cresta o pico V_{pk} de la tensión medida en el paso 2.

$$\text{Tensión de cresta} = V_{pk} = 1,414 \times V_s = \text{_____} \text{ voltios}$$

4. Duplicar el valor de la tensión de cresta V_{pk} obtenido en el paso 3.

$$2 \times V_{pk} = \text{_____} \text{ voltios}$$

Práctica 32. Cálculo para la regulación de una fuente de alimentación

Este es el valor de la tensión c.c. que se obtendrá en la salida del circuito doblador de tensión.

- No habiendo resistencia de carga conectada, medir la tensión c.c. de salida V_o de la fuente. Esta tensión se mide entre los puntos A y B del circuito. Anotar el valor.

$$V_o \text{ A-B} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios}$$

¿Es este valor igual al determinado en el paso 4? ¿Puede explicar las razones de que exista esta diferencia?

- Conectar la resistencia variable (reóstato) R_a de $1 \text{ K } \Omega$ y la resistencia fija de 330Ω R_b en serie entre los terminales de salida. Ajustar la corriente de carga de 150 miliamperios. La corriente será de 150 miliamperios (0,150 amperios) cuando la tensión entre los extremos de R_b sea igual a 49,5 voltios de c.c.. Esto se determina por la ley de Ohm:

$$V = I \times R$$

$$V = 0,150 \times 330 = 49,5 \text{ voltios}$$

Medir la tensión de salida de la fuente de alimentación cuando circula una corriente de 150 miliamperios.

$$V''_o = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios}$$

- Empleando los valores determinados en los pasos 5 y 6, determinar la regulación de la fuente de alimentación.

$$\text{Porcentaje de regulación} = \frac{V_o - V''_o}{V_o} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

Este cálculo está basado en el supuesto de que la corriente total de carga de la fuente sea de 150 miliamperios. Este valor puede ser demasiado pequeño para la fuente, pero aquí se utiliza como ejemplo. En la práctica real el fabricante o el diseñador puede definir las especificaciones de carga máxima o total de la fuente.

Procedimiento 2

- Conexionar el esquema de la figura 4 para un circuito con rectificador puente y filtro:

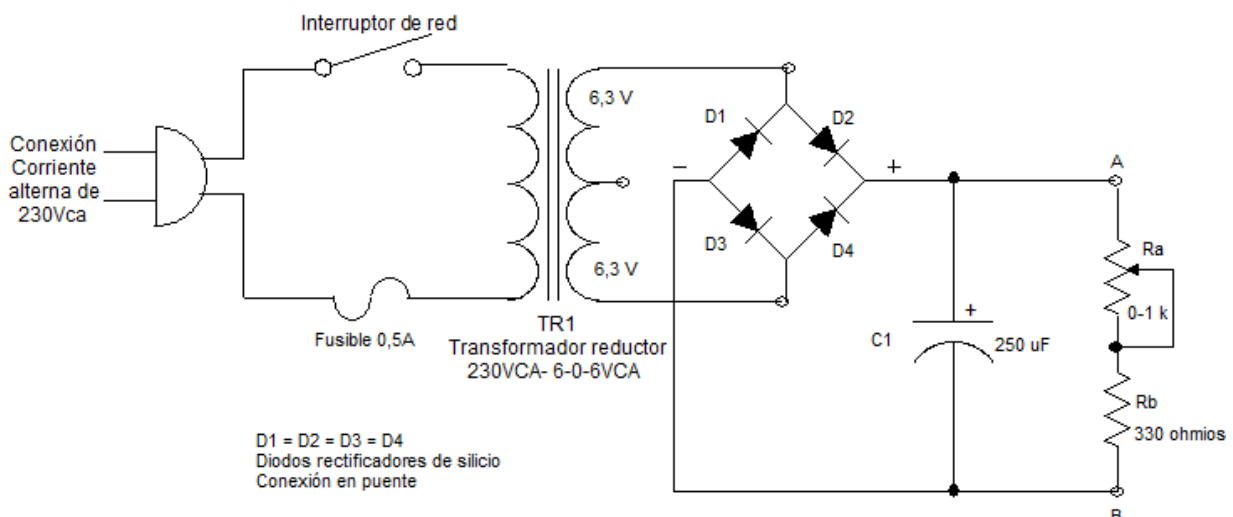


Fig. 4. Esquema de montaje del rectificador puente para la prueba.

Práctica 32. Cálculo para la regulación de una fuente de alimentación

2. No habiendo resistencia de carga conectada, medir la tensión de salida V_o entre la fuente A - B, anotar el valor.

$$V_o (A-B) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios}$$

3. Conectar R_a y R_b entre los terminales de salida, punto A y B. Ajustar la corriente de carga en 150 miliamperios tal como se hizo en el ejercicio anterior. Medir y anotar la tensión de salida V''_o cuando circula una corriente de carga de 150 miliamperios.

$$V''_o = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios}$$

4. Utilizando los valores medidos en los pasos 2 y 3, determinar la regulación de la fuente de alimentación:

$$\text{Porcentaje de regulación} = \frac{V_o - V''_o}{V_o} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

Lo mismo que antes, este cálculo está basado en el supuesto de que la corriente total de carga de la fuente de alimentación sea 150 miliamperios.

5. ¿Cuál de las dos fuentes tiene mejor regulación?

Conclusión

La regulación de un circuito rectificador doblador de tensión no es tan buena como la de un rectificador puente. De hecho, el doblador de tensión tiene mala regulación.

La tensión real de salida de un doblador de tensión suele ser menor que el valor calculado. La resistencia limitadora de sobrecorrientes impide que el condensador se cargue hasta el valor verdadero o real. (También un instrumento de medida con baja especificaciones de ohmios por voltio puede disminuir la tensión de salida).

A causa de su mala regulación, el doblador de tensión solo se emplea en circuitos en que la corriente de carga es suficientemente estacionaria o constante. No se le suele utilizar como rectificador en una fuente de alimentación que tiene regulador electrónico de tensión. Si es necesario un regulador electrónico, se supone que también es necesaria una tensión de salida fija y generalmente se emplea un circuito rectificador de onda completa, que no es doblador de tensión.

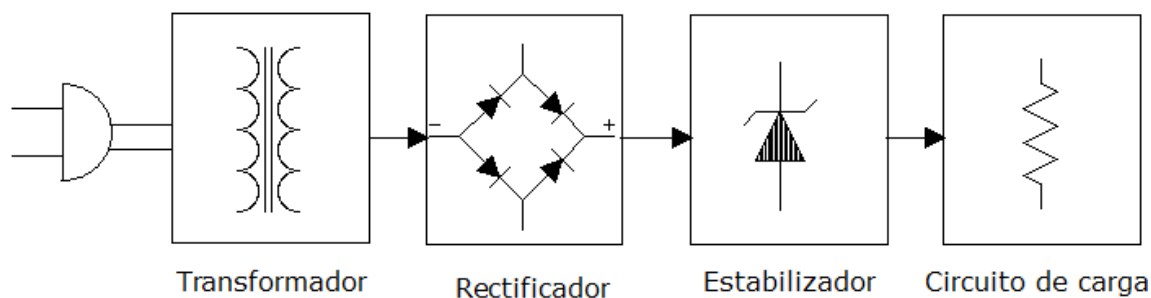
Práctica 33. Uso de la estabilización de tensión paralelo y serie

La finalidad de esta práctica es mostrar el uso de las fuentes de alimentación estabilizadas paralelo y serie.

Una parte muy interesante de las fuentes de alimentación es la *estabilización*. Ya que hay que considerar las posibles variaciones que se producen en la tensión de red eléctrica alterna, que se transmite a través del transformador de una forma proporcional, según la relación de transformación y llegan a alcanzar el circuito de carga. Otro es la necesidad de tener una determinada tensión estable, que no produzca variaciones, para un circuito especial. Otro caso sería el motor-generador de corriente en su arranque y funcionamiento que puede producir variaciones de tensión a su salida.

Estos problemas se solucionan empleando los circuitos estabilizadores de tensión que aseguran un suministro de tensión constante y prácticamente independiente de la corriente de carga.

El circuito estabilizador se sitúa siempre entre el rectificador-filtro y el circuito de carga a alimentar. Es necesario además construir la fuente de manera que, a máxima corriente, entregue al estabilizador una tensión algo mayor que la necesaria. Este se encarga de dar en su salida una tensión del valor deseado, cumpliendo todos los requisitos exigidos.



El funcionamiento de los estabilizadores de tensión, se produce a costa de una caída de tensión en dicho elemento estabilizador, lo que entraña un cierto consumo de potencia con la consiguiente, disipación de calor, siempre en función de la corriente de carga.

Existen dos sistemas estabilizadores de tensión cuya denominación depende de la posición que ocupe el circuito regulador, encargado de producir las fluctuaciones que, ejerciendo un efecto contrario a las indeseadas, producen el resultado necesario.

Estas posiciones son dos: *regulador en paralelo* y *regulador en serie*, obteniéndose con ellos los denominados *estabilizadores paralelo* y *estabilizadores en serie*, respectivamente.

Los *estabilizadores paralelos*, figura 1 y 2, están colocados en paralelos con el circuito de carga y su forma de trabajo consiste en absorber una gran cantidad de corriente para mantener constante la tensión de salida. El componente que se utiliza como regulador en paralelo es el *diodo Zener*, el cual, por su tensión de trabajo y su potencia, es capaz de mantener una tensión constante entre sus terminales de una forma casi independiente de la corriente que lo atraviesa.

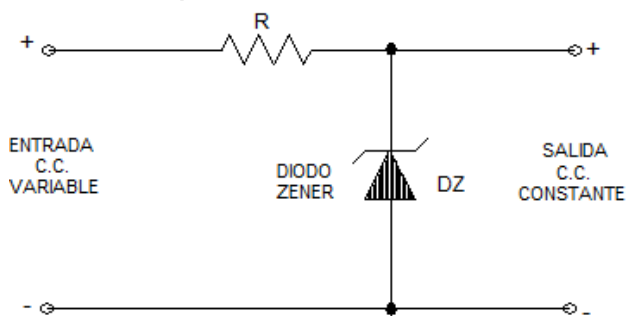


Fig. 1 Estabilización paralelo con un diodo Zener

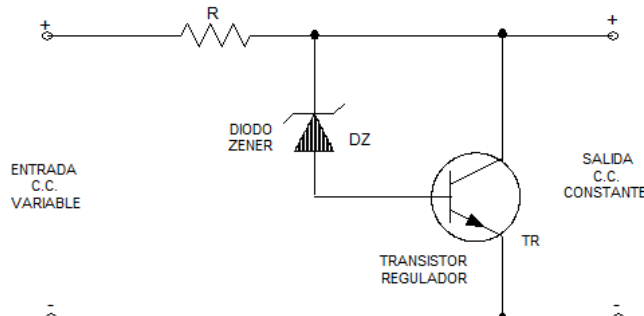


Fig. 2 Estabilizador paralelo con capacidad del Zener ampliada

Práctica 33. Uso de la estabilización de tensión paralelo y serie

El diodo Zener es un tipo de diodo que polarizado inversamente se comporta como un estabilizador de tensión, es decir, puede mantener una tensión prácticamente constante entre sus terminales. Si dicho diodo se conecta directamente, se comporta exactamente igual que cualquier otro diodo normal.

Como se podrá apreciar en la figuras 1 y 2, además del diodo Zener, el circuito consta de una resistencia R, necesaria para el funcionamiento correcto del diodo. Esta resistencia es la encargada de absorber la diferencia de tensión que existe entre la tensión de entrada y la tensión Zener y la suma de las intensidades del circuito de carga y del propio diodo Zener. Se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$R_{lim} = \frac{V_{entrada} - V_{zener}}{I_{carga} + I_{zener}}$$

Los estabilizadores serie se emplean con más frecuencias que los anteriores y su modo de operación está basado en actuar directamente sobre las variaciones de tensión absorbiendo todas las fluctuaciones para que a su salida se consiga una tensión totalmente estabilizada.

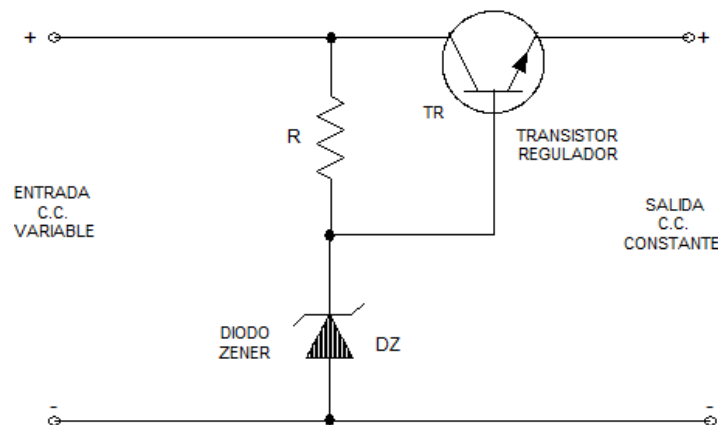


Fig. 3. Estabilizador serie realizado con un diodo Zener y conectado a la base de un transistor que controla la tensión que le proporciona el Zener.

El rendimiento del estabilizador serie es superior al modelo paralelo y ello hace que se emplee casi exclusivamente en la práctica.

En el siguiente montaje práctico de la figura 4 vamos a calcular la resistencia limitadora para este circuito estabilizador en paralelo con un diodo Zener.

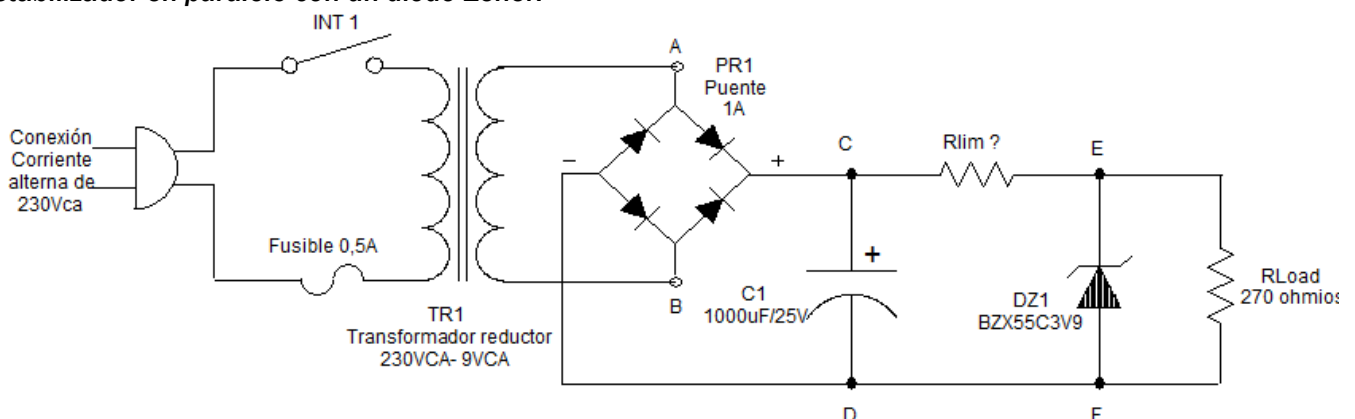


Fig. 4. Esquema de montaje para pruebas

Práctica 33. Uso de la estabilización de tensión paralelo y serie

El transformador TR1 nos proporciona una tensión alterna en el secundario de unos 9 voltios, esta tensión rectificada y filtrada por el puente rectificador PR1 y el filtrado del condensador C1, tendremos a la salida una tensión de 12,7 Vcc, calculado mediante la multiplicación de los 9 voltios por la raíz de 2; ($9 \times \sqrt{2}$) que aplicamos a la entrada del estabilizador en paralelo. El diodo Zener DZ1 de estabilización de 3V9, está colocado inversamente después de la resistencia limitadora Rlim que habrá que calcularla.

$$\begin{aligned}V_{dz1} &= 3,9 \text{ V} \\V_{ent} &= 12,7 \text{ V} \\I_{zener} &= 95 \text{ mA}\end{aligned}$$

Calculamos primeramente la intensidad de corriente del circuito de carga.

$$I_{load} = \frac{V_z}{R_{load}} = \frac{3,9 \text{ voltios}}{270 \text{ ohmios}} = 0,01444 \text{ A} \rightarrow 14,4 \text{ mA.}$$

61 % de 95 mA de la intensidad de Zener = 57,95 mA

$$R_{lim} = \frac{V_{ent} - V_{dz1}}{I_{zener} + I_{load}} = \frac{12,7 \text{ voltios} - 3,9 \text{ vltios}}{0,05795 + 0,01444} = \frac{8,8 \text{ voltios}}{0,072394} = 121,557 \text{ ohmios}$$

El valor de la resistencia limitadora para el Zener DZ1 es de 120 ohmios.

La potencia de la resistencia limitadora del diodo Zener sería:

$$P_{Rlim} = V_{caida} \times I_t = 8,8 \text{ voltios} \times 0,072394 = 0,63706 \text{ W}$$

La potencia del diodo Zener sería:

$$P_{zener} = V_{zener} \times I_{zener} = 3,9 \text{ voltios} \times 0,095 \text{ A} = 0,3705 \text{ W} \rightarrow \frac{1}{2} \text{ W}$$

Procedimiento 1

1. Con los cálculos realizados anteriormente se va a proceder a comparar las mediciones de los valores de las tensiones del circuito de montaje en los siguientes puntos del circuito de la figura 4.

Medir la tensión alterna entre los puntos A y B; Tensión A-B = _____ voltios c.a.

Medir la tensión continua entre los puntos C y D; Tensión C-D = _____ voltios c.c.

Medir la tensión continua entre los puntos E y F; Tensión E-F = _____ voltios c.c.

Práctica 33. Uso de la estabilización de tensión paralelo y serie

En la *regulación serie* básica el diodo Zener se emplea simplemente para aplicar una tensión de referencia a la base de un transistor separador de alta ganancia y no inversor, el cual es el encargado de suministrar la potencia de salida requerida. El más simple ejemplo de este tipo de regulador serie puede verse a continuación en el esquema para el montaje de la figura 5. El transistor Q1 NPN está montado como seguidor de emisor y su emisor permanece a 0,6 voltios por debajo de la tensión de base determinada por el Zener bajo todas las condiciones de carga. El circuito de Zener proporciona la corriente de base de Q1, que es igual a la corriente de carga de salida dividida por la ganancia de corriente de la etapa separadora constituida por Q1. Evidentemente, cuanto mayor sea la ganancia de Q1, tanto mejor será la regulación de salida del circuito.

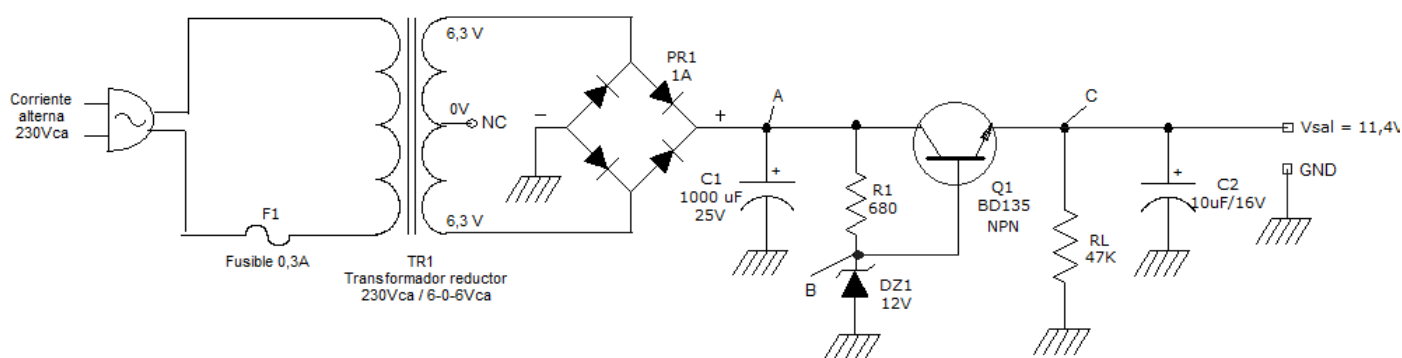


Fig. 5. Esquema de montaje para pruebas

El funcionamiento de este regulador serie se basa en el principio de realización o servo, ya que la tensión emisor-base es la diferencia entre la tensión de referencia proporcionada por el diodo Zener y la tensión de salida V_{sal} . Si por alguna razón la tensión de salida V_{sal} tiende a aumentar, por ejemplo debido a una disminución de la corriente de carga, la tensión emisor-base disminuye, suponiendo que la tensión base permanece constante. Esto tiende a disminuir la conducción en el transistor Q1, lo que eleva la caída de tensión a través de él y tiende a compensar el aumento de la tensión de salida V_{sal} . La corriente máxima que atraviesa el diodo Zener DZ1 se produce para el transistor Q1 en corte ($I_b=0$), originada en ausencia de la resistencia de carga R_L y por tanto el emisor en corte. El diodo Zener peligra cuando la potencia disipada supera la máxima permitida.

Para calcular el valor de R_1 para obtener una tensión de salida estable de 11,4V y una corriente máxima de 100 mA. Para esta tensión de salida deberemos escoger un diodo Zener con una tensión de:

$$V_z = V_{sal} + 0,6 = 11,4 + 0,6 = 12 \text{ voltios}$$

De la característica del transistor obtenemos que la ganancia del transistor es igual a 50. La tensión de entrada es:

$$V_{ent} = 6,3V_{ca} + 6,3V_{ca} = 12,6V_{ca} \rightarrow 12,6V_{ca} \times 1,414 = 18V_{cc}$$

$$I_{total} = I_{base} + I_z; I_{total} = 2mA + 7mA = 9mA \rightarrow I_{total} = 9mA.$$

Con estos datos calculamos la resistencia R_1

$$R_1 = \frac{V_{ent} - V_z}{I_{total}} = \frac{18 - 12}{0,009} = 680 \Omega$$

Práctica 33. Uso de la estabilización de tensión paralelo y serie

Procedimiento 2

1. Conectar el circuito del esquema de montaje para un regulador serie. Medir la tensión continua en la salida del rectificador y filtro y anótalo aquí.

Tensión continua entre los puntos A-GND = _____ voltios c.c.

2. Medir la tensión continua en el extremos del diodo Zener y anótalo aquí :

Tensión continua entre los puntos B-GND = _____ voltios c.c.

3. Medir la tensión continua en la salida del regulador serie y anótalo aquí.

Tensión continua entre los puntos C-GND = _____ voltios c.c.

Conclusión

Una fuente de alimentación estabilizada toma un voltaje de entrada de corriente alterna o corriente continua, inestable y lo acondiciona para producir una salida de tensión estable y confiable. La estabilización compensa las variaciones en la entrada debidas a factores como las fluctuaciones de la red eléctrica.

El principal elemento de estabilización es el diodo Zener, es el componente que tiene una determinada tensión de referencia. El diodo Zener al estar en contacto con una tensión y ésta es mayor de la que tiene asignada como referencia se produce la ruptura interna del diodo y empieza a conducir absorbiendo la tensión demás y estableciendo la tensión fija que tiene como referencia. Si la tensión es menor de la que tiene asignada el diodo Zener se comporta como un diodo normal. Los suministros estabilizados vienen en una variedad de clasificaciones de voltaje y corriente estándar para adaptarse a diferentes aplicaciones. Los suministros de 3,9V, 5V, 12 V, 24 V y 48 V son comunes para los sistemas electrónicos.

Hay dos formas principales de estabilización utilizadas en las fuentes de alimentación estabilizadas:

1. Estabilización del voltaje en derivación
Se coloca un diodo Zener en paralelo a la carga. Si el voltaje aumenta, el exceso de corriente se desvía a través del diodo a tierra. Esto mantiene un voltaje constante del sistema.
2. Estabilización de voltaje en serie
Un transistor de paso en serie varía la resistencia según la carga, manteniendo constante el flujo de corriente. Un voltaje de referencia controla el transistor para contrarrestar los cambios.

Para la estabilización de la corriente, una resistencia de detección de corriente retroalimenta información para controlar el transistor en serie o el regulador en derivación en consecuencia.

Los componentes clave de una fuente de alimentación estabilizada básica incluyen:

- Transformador: aumenta o reduce el voltaje entrante al nivel deseado
- Rectificador: convierte CA en CC si es necesario
- Filtro - Suaviza las variaciones de voltaje de ondulación
- Regulador de voltaje - Mantiene una salida de voltaje constante
- Circuitos de carga

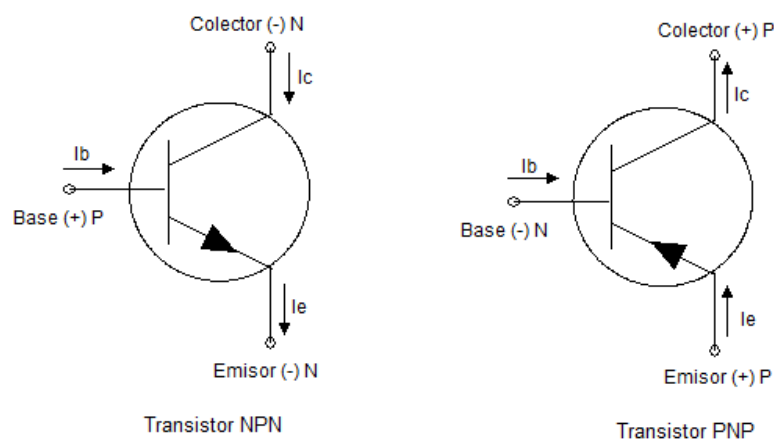
Práctica 34. Prueba de un amplificador a transistor

Esta práctica consiste en mostrar cómo se pueden hacer mediciones de tensión en un amplificador a transistor típico e interpretar lo que el resultado de estas mediciones significa.

Los transistores son componentes semiconductores de tres terminales: Emisor, Base y Colector. Están considerados como dispositivos amplificadores de señal de dos tipos NPN y PNP.

Para que el transistor funcione, la tensión aplicada a uno de los terminales o electrodos debe ser específicamente positiva o negativa con respecto a la tensión aplicada al otro electrodo. Por ejemplo, el colector del transistor PNP debe ser negativo con respecto al emisor y el colector del transistor NPN debe ser positivo con respecto al emisor. El transistor no puede funcionar sino se aplican las tensiones correctas a sus electrodos.

Otro requisito de estos componentes es que debe haber una *tensión de polarización* en el electrodo que se utiliza normalmente para el control. En este caso, la *base* del transistor PNP debe ser negativa con respecto al emisor (POSITIVA- NEGATIVA- POSITIVA) → PNP y por lo tanto la base del transistor NPN debe ser positiva con respecto al emisor (NEGATIVA-POSITIVA-NEGATIVA) → NPN.



Tipos de transistores bipolares

Sin la tensión correcta de polarización, el componente puede entrar en *saturación*. Esto significa que está circulando la máxima corriente posible a través de él y que la señal de entrada tendrá poco o ningún control sobre la intensidad de la corriente. En algunos casos la corriente de saturación puede ser de tanta intensidad que el componente quede destruido por el excesivo calor generado.

En resumen, los transistores deben tener aplicada una tensión de polaridad correcta, y deben tener la correcta polarización para limitar la corriente a través de ellos en funcionamiento normal.

La tensión entre los terminales del transistor y la tensión de polarización están ordinariamente provistas o alimentadas por una fuente de alimentación de corriente continua c.c., aunque puede haber excepciones. Por ejemplo, un rectificador controlado de silicio (SCR) recibe un semiciclo de la tensión de la red o línea de potencia. Como ya se conoce que la línea de corriente alterna c.a. tiene una tensión positiva con respecto a tierra en un semiciclo y una tensión negativa en el semiciclo siguiente. Así pues, un SCR también puede actuar como rectificador.

Una fuente de alimentación de c.c. provee la tensión de polarización para el transistor y la tensión de trabajo para los circuitos de salida. Para analizar un circuito amplificador conviene comenzar midiendo las tensiones de c.c. Si no están presentes las tensiones correctas de c.c., se puede deducir que el circuito amplificador no está funcionando correctamente.

Práctica 34. Prueba de un amplificador a transistor

Algunas veces se podrá disponer del esquema provisto por el fabricante en el que se indiquen las tensiones y polaridades de c.c.. Pero en los casos en que así no sea, se necesitará averiguarlo. Primero se necesitará conocer las polaridades correctas de las tensiones para poder efectuar correctamente las mediciones.

En esta práctica se va a utilizar el circuito de transistor representado en el esquema eléctrico de la figura 1. Se trata de un amplificador con un solo transistor PNP. Las resistencias R1 y R2 reducen la tensión positiva de alimentación V_b , por lo que se pueden utilizar para obtener la intensidad correcta de la corriente de base I_B .

La resistencia R2 es variable con el fin de que se pueda controlar la corriente de base dentro de un margen de valores. La conexión de dos terminales de R2 es lo que se denomina *reóstato*. Un reóstato es una resistencia variable conectado de manera que controla la corriente.

La resistencia R3 es la resistencia de carga de colector del circuito. Cuando se utiliza el circuito como amplificador, la tensión de señal amplificada se desarrolla a través de R3. La señal de salida del circuito se toma en el punto A.

La resistencia de emisor R4 se emplea para estabilizar el amplificador. I_e es la corriente de emisor.

Todas las mediciones de tensión se efectuarán con respecto a un punto común (masa). Este es el método usual de efectuar tales mediciones en un circuito amplificador. Las líneas de trazo continuo con flechas muestran el flujo de electrones fuera del transistor.

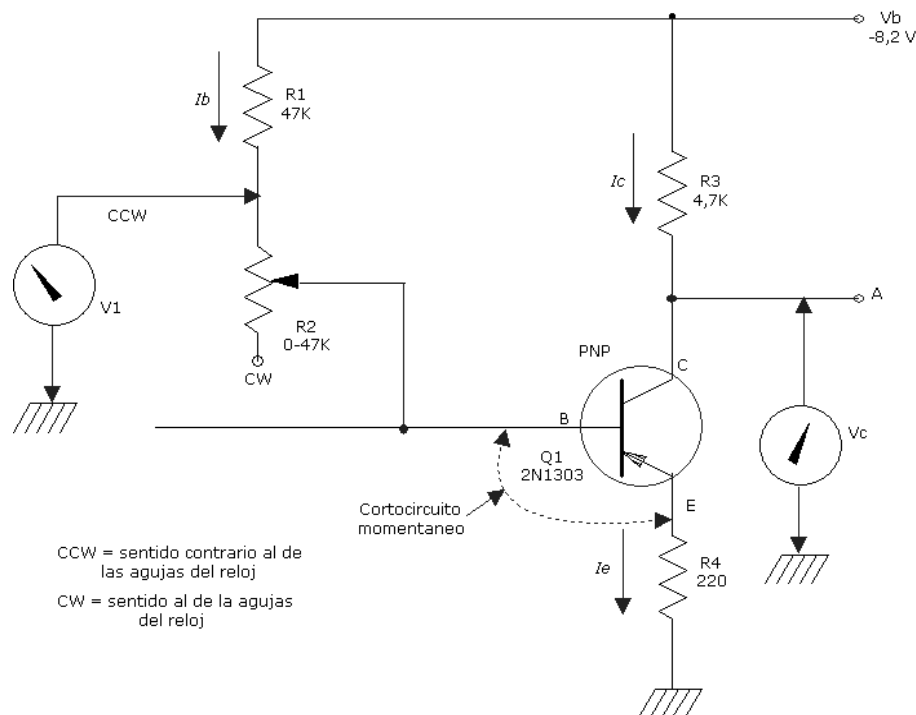


Fig.1. Esquema del circuito de montaje para la práctica

Montaje de prueba

Conexiona el circuito como muestra de la figura 1. La tensión de alimentación correcta debe ser negativa a causa de que el transistor es del tipo PNP.

Práctica 34. Prueba de un amplificador a transistor

Observar que R2 está conectado de manera que la resistencia sea mínima cuando la resistencia variable está en la posición extrema en el sentido contrario al de las agujas del reloj (CCW). En la posición extrema de giro a la derecha o sea en el sentido de las agujas del reloj (CW), la resistencia total del circuito de base es 47 kilohmios + 47 kilohmios de R1, total de 94 kilohmios.

La figura 2 es un esquema de cómo se obtiene la tensión de alimentación. Hay un rectificador de media onda con un filtro de condensador electrolítico. Observa la posición de estos componentes en el esquema de la figura 2, puesto que estos componentes deben de estar conectados tal como se indica para que el circuito funcione correctamente.

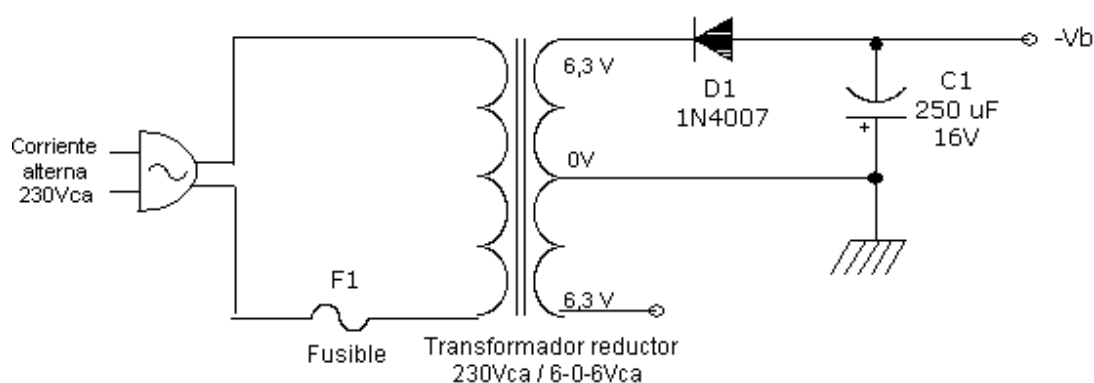


Fig. 2. Esquema para el montaje de la fuente de alimentación con salida negativa.

Procedimiento

1. Girar R2 hasta su posición extrema en el sentido contrario al de las agujas del reloj (mínima resistencia). Medir la tensión de la fuente de alimentación estando el circuito de transistor conectado a ella. Recordar que debe ser una tensión negativa.

a. $V_b = -$ _____ voltios

2. Medir la tensión en la unión de R1 y R2. Esta medición de tensión se efectúa con el voltímetro V1 representado en el esquema de la figura 1.

$V_1 =$ _____ voltios

3. ¿Se puede hallar la tensión V_{r1} entre los extremos de la resistencia R1 con la información que tienes ahora.
4. La respuesta debe ser sí. Se sabe cuál es el valor de V_b y el de V_1 . La tensión entre los extremos de R1 es la diferencia entre estos dos valores de tensión. Hallar el valor de V_{R1} :

$V_{R1} = V_b - V_1 =$ _____ voltios

5. Ya se conoce cuál es la caída de tensión entre los extremos de R1 y también la resistencia de R1, por lo que ahora puede hallar la corriente que circula en R1 haciendo uso de la ley de Ohm. Esta es la corriente de base I_b del transistor.

Práctica 34. Prueba de un amplificador a transistor

$$I_b = \frac{V_{R1}}{R1} = \frac{V_{R1}}{47000 \text{ ohmios}}$$

$$I_b = \underline{\hspace{2cm}} \text{ miliamperios}$$

6. Medir la tensión V_c como se muestra en el esquema

$$V_c = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios}$$

7. ¿Está conduciendo el transistor? La respuesta debe ser sí. Si el valor de V_c es diferente de la tensión aplicada, entonces hay una caída de tensión en R_3 . Esto significa que pasa corriente por R_3 y que por lo tanto también hay corriente de colector en el transistor Q_1 . Esta es una medición importante. Los técnicos miden generalmente la tensión de colector para ver si el transistor está conduciendo. Esto es parte de un procedimiento de localización de averías.

8. Estando conectado el voltímetro para medir la tensión de colector V_c , cortocircuite el emisor con la base del transistor con un trozo de hilo conductor. Tenga mucho cuidado para no cortocircuitar otros elementos. El cortocircuito entre el emisor y la base está representado con una línea de trazos en la figura 1. ¿El cortocircuito entre el emisor y la base es causa de cualquier variación en la tensión de colector V_c ?

Su respuesta debe ser sí. El cortocircuito entre emisor y base hace que el transistor deje de conducir debido a que impide que los portadores de carga se muevan en la unión entre emisor y base. Recuerda que el transistor debe haber corriente de base para que haya corriente de colector. Cuando se establece un cortocircuito entre la base y el emisor no circula la corriente de colector a través de R_3 . Por tanto, no habrá caída de tensión en R_3 y V_c será igual a V_b .

La prueba de cortocircuito entre emisor y base se utiliza para determinar si la corriente de base de un transistor puede controlar la corriente de colector.

9. Hallar la caída de tensión en la resistencia R_3 . Designaremos esta caída de tensión por V_{R3} .

$$V_{R3} = V_b - V_c = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios}$$

Nuevamente habrá que poner signos negativos delante de los valores de tensión ya que solamente se desea saber cuál es la caída de tensión.

10. Ya se sabe la tensión que hay entre los extremos de R_3 y se conoce el valor de la resistencia R_3 . Utilizando nuevamente la ley de Ohm, hallar la corriente que circula por R_3 . Esta es la corriente de colector I_c del transistor.

$$I_c = \frac{V_{R3}}{R3} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ miliamperios}$$

11. Girar R_2 hasta la posición extrema en el sentido de las agujas del reloj. Ahora va a hallar la corriente de base I_b y la corriente de colector I_c . Como la resistencia que hay en el circuito de base es diferente, la corriente de base también será diferente. Si el transistor está funcionando correctamente, la variación de la corriente de base originará una variación de la corriente de colector.

12. Mida V''_1 . Este es el nuevo valor de V_1 , originado por la variación de la resistencia de R_2 .

$$V''_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios}$$

Práctica 34. Prueba de un amplificador a transistor

13. Hallar la nueva tensión en los extremos de R1, osea V''R1

$$V''R1 = Vb - V''1$$

$$V''R1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios}$$

14. Hallar el nuevo valor de la corriente de base

$$I''b = \frac{V''R1}{R1} = \frac{V''R1}{47000}$$

$$I''b = \underline{\hspace{2cm}} \text{ miliamperios}$$

15. Medir la nueva tensión de colector, V''c

$$V''c = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios}$$

16. Hallar la nueva tensión entre los extremos de R3.

$$V''R3 = Vb - V''c = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios}$$

17. Hallar la corriente de colector por la ley de Ohm.

$$I''c = \frac{V''R3}{R3} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ miliamperios}$$

18. En el transistor bipolar una variación de la corriente de base es causa de variación de la corriente de colector. Se emplea el símbolo Δ para expresar incremento o cambio en, y ΔI_b significa incremento en I_b . Hallar la variación de la corriente de base cuando se cambia la resistencia variable de R2 desde su posición de resistencia mínima hasta la de resistencia máxima.

$$\Delta I_b = I_b - I''b = \underline{\hspace{2cm}} \text{ miliamperios}$$

19. Hallar la variación de la corriente de colector cuando se cambia R2 desde la mínima resistencia.

$$\Delta I_c = I_c - I''c = \underline{\hspace{2cm}} \text{ miliamperios}$$

20. La ganancia de corriente es la cantidad de variación de la corriente de colector dividida por la cantidad de variación de la corriente de base que es producida por la variación de la corriente de colector. Hallar la ganancia de corriente.

$$\text{Ganancia de corriente} = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_b} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Práctica 34. Prueba de un amplificador a transistor

El fabricante designa la ganancia de corriente por β (beta). Realmente el valor se debe hallar produciendo una variación muy pequeña de la corriente de base, ΔI_b , luego midiendo la variación resultante en la corriente de colector, ΔI_c . El fabricante declara que la ganancia de corriente en el transistor PNP 2N1303 es 100. Compara este valor con el que ha obtenido. No obtendrá exactamente el mismo valor, a causa de que la corriente de base varía en un amplio margen, y que los transistores difieren de una unidad a otra y también a causa de que aquí el valor de la ganancia de corriente corresponde a todo el circuito y no al transistor únicamente.

Conclusión

En esta práctica se ha realizado unas series de mediciones de tensión continua c.c. para determinar si un circuito de transistor está funcionando correctamente. El primer paso en el análisis del comportamiento del circuito amplificador es efectuar mediciones de c.c. Si las tensiones y las corrientes de c.c. no son correctas, el transistor tampoco puede funcionar correctamente. En la mayoría de los circuitos es suficiente efectuar mediciones de tensión de c.c. para determinar si el circuito funciona correctamente.

Aquí se ha visto que la corriente de base de un circuito con transistor bipolar controla la corriente de colector. Para una prueba rápida del circuito de transistor algunos técnicos cortocircuitan el emisor con la base y observan la variación de la tensión de colector. Este método de prueba sólo se debe usar con transistores bipolares (NPN y PNP). Tampoco se debe utilizar en amplificadores directamente acoplados.

Práctica 35. Conexión de los circuitos de amplificador

La finalidad de ésta práctica es mostrar que se puede conectar un transistor en un circuito de tres formas diferentes.

Hay tres maneras posibles de conectar los dispositivos amplificadores tales como tubos, transistores bipolares y transistores de efecto de campo (FET). Las tres están representadas en la figura 1. Está ilustrado un transistor bipolar, pero se le puede sustituir por un tubo o un FET en cada tipo de circuito. Así un circuito de *base común* sería un circuito de rejilla común (o rejilla a masa) si se emplease un tubo. Sería un circuito de gradador o puerta común (o puerta a masa) si se emplease un FET.

El circuito de **emisor común** de la figura 1a es el que encontrará más frecuentemente. La señal de entrada se aplica a la base y la señal de salida se toma del colector. Este tipo de circuito amplificador tiene una elevada ganancia de tensión. La señal de salida está desfasada 180 grados con la señal de entrada.

El circuito de **base común** de la figura 1b tiene la señal de entrada alimentada al emisor y la señal de salida se toma en el colector. Hay una elevada ganancia de tensión y no hay inversión de fase entre las señales de entrada y salida. Este tipo de configuración de amplificadores de *base común* se encuentra en los sistemas electrónicos de alta frecuencia.

El circuito de **colector común** de la figura 1c se denomina también *seguidor de emisor*. La señal de entrada se aplica a la base y la señal de salida se toma del emisor. En este tipo de circuito no hay ganancia de tensión. Se le utiliza para aplicaciones de adaptación de impedancias. La impedancia de entrada es elevada, y la impedancia de salida es baja. No hay inversión de fase entre las señales de entrada y salida en los circuitos seguidores de emisor.

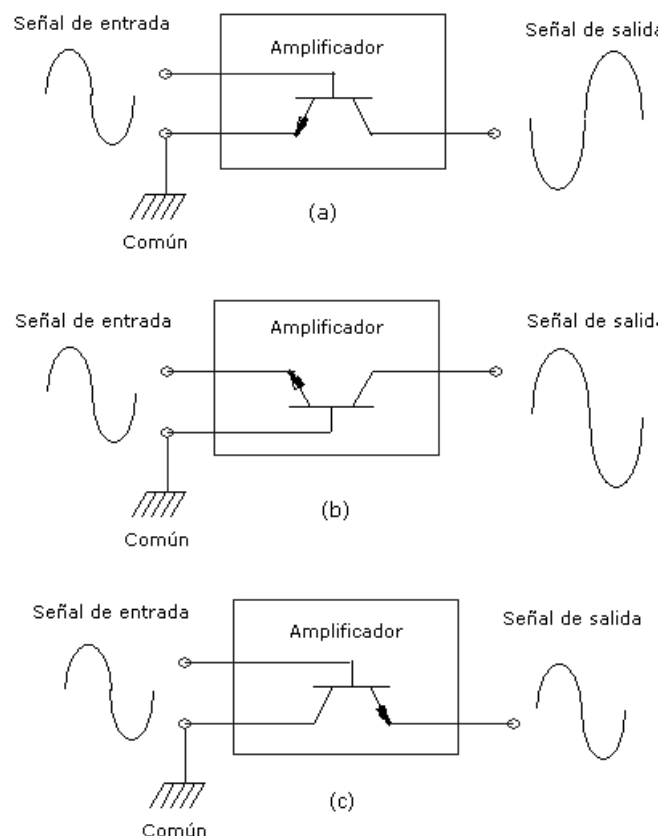


Fig. 1. Circuitos de transistores. a) Emisor común b) Base común c) Colector común

Práctica 35. Conexión de los circuitos de amplificador

Los amplificadores de la figura 1 tienen componentes y tensiones de c.c. que no están representadas. Únicamente se indican los puntos de la señal de entrada y de salida, con un punto común de c.a.

En esta práctica se comprobará que se puede emplear un transistor bipolar como amplificador de emisor común, de base común o de colector común. Utilizará un amplificador de tensión, pero lo mismo tipos de circuito se pueden utilizar también en los amplificadores de potencia.

Montaje de prueba

La figura 2 se muestra el esquema eléctrico del circuito para realizar esta práctica. Se utiliza un rectificador de onda completa en la fuente de alimentación.

Los rectificadores son los diodos D1 y D2, el filtro es el condensador C1.

El circuito de transistor emplea polarización simple. Se usan dos resistencias R1 y R2 en el circuito de polarización. Cuando se ajusta la resistencia variable R2 a su valor mínimo, la resistencia del circuito de base sólo consiste en R1.

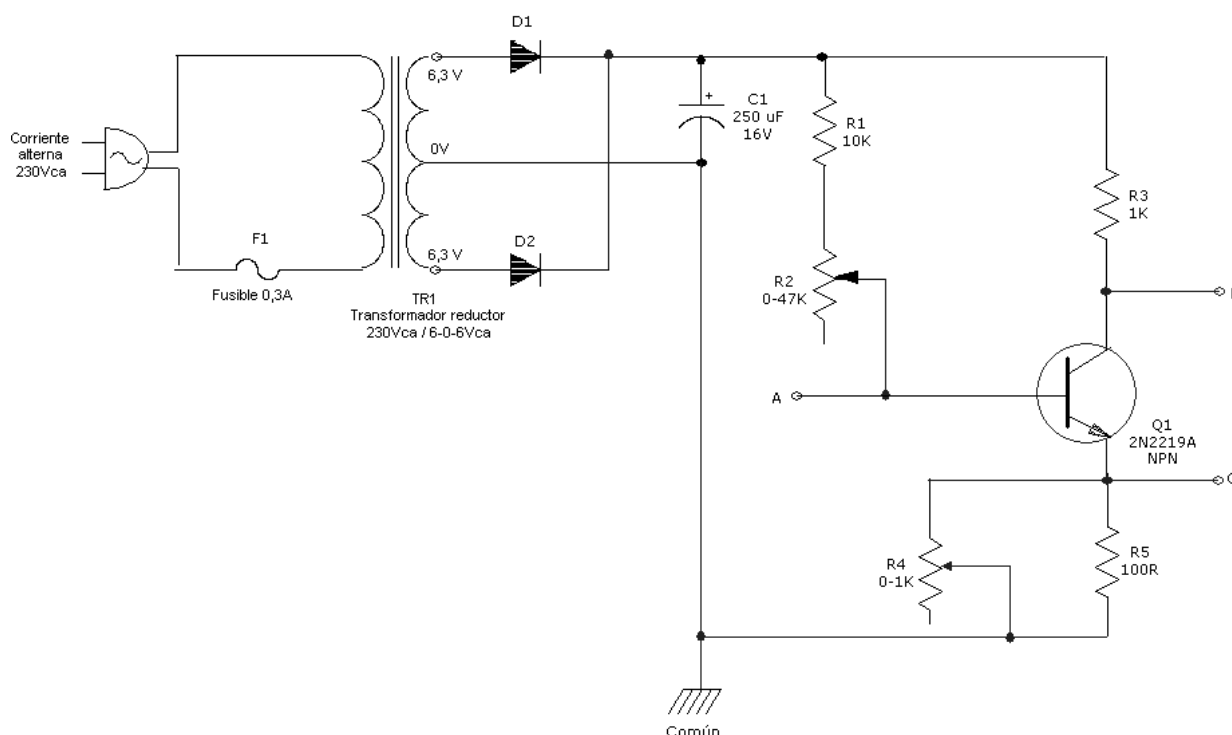


Fig. 2. Esquema de montaje para pruebas

Si no fuese por R1, sería posible ajustar R2 de tal modo que la base del transistor estuviese a la misma tensión positiva de alimentación. Esto produciría una excesiva corriente de base y destruiría al transistor. Por consiguiente, la resistencia R1 protege al transistor limitando la corriente de base.

Simularemos una señal de entrada en la base variando R2. Esto hará que cambie la tensión de base. Lo que normalmente hace la señal de entrada es variar la tensión de base. La señal de entrada en el emisor, cuando se requiera, se producirá variando R4.

Práctica 35. Conexión de los circuitos de amplificador

Procedimiento

1. Montar el circuito de la figura 2 y ajustar R2 y R4 en el centro de su margen
2. Medir y anotar la tensión c.c. en el punto A con respecto al punto común (masa)

$$V_A = \text{_____} \text{ voltios c.c.}$$

3. Poner el cursor de R2 en su tope o posición extrema de la derecha. ¿Aumenta o disminuye la tensión en el punto A? Si está todo bien conectado el circuito, la tensión aumentará en el punto A cuando gire el eje del cursor de R2 hacia la derecha.

4. Ponga el cursor de R2 en el centro de su margen. Mida y anote la tensión de colector en el punto B.

$$V_B = \text{_____} \text{ voltios c.c.}$$

5. Ponga el cursor de R2 en el tope de la derecha. ¿Aumenta o disminuye la tensión en el punto B? La tensión de colector disminuirá. Este es un punto muy importante. Cuando la tensión de base se hace más positiva, la tensión de colector es menos positiva. En otras palabras, la variación de la salida es inversa de la variación de la entrada.

La razón de esta inversión se comprende fácilmente. Cuando la base del transistor se hace más positiva, la corriente de base aumenta y esto hace que también aumente la corriente de colector. La tensión entre los extremos de R3 aumenta cuando aumenta la corriente de colector, y cuando aumenta la caída de tensión en R3, el punto B se hace menos positivo.

6. Vuelva a poner el cursor de R2 en el centro de su margen. Mida y anote la tensión de emisor en el punto C.

$$V_C = \text{_____} \text{ voltios c.c.}$$

7. Gire el cursor de R2 hacia la derecha para que la tensión de base del transistor sea más positiva. ¿Aumenta o disminuye la tensión de emisor medida en el punto C? La tensión de emisor se hace más positiva cuando la base es más positiva. En este circuito no hay inversión de fase.

8. Vuelva a colocar el cursor de R2 en el centro de su margen. Mida y anote la tensión de emisor en el punto C.

$$V_C = \text{_____} \text{ voltios c.c.}$$

9. Gire el cursor de R4 hacia la derecha ¿Aumenta o disminuye la tensión de emisor? La tensión de emisor será más positiva cuando gira el cursor de R4 hacia la derecha.

10. Vuelva a poner el cursor de R4 en el centro de su margen. Mida y anote la tensión de colector en el punto B.

$$V_B = \text{_____} \text{ voltios c.c.}$$

11. Girar el cursor de R4 hasta el tope de la derecha. ¿Aumenta o disminuye la tensión de colector? La tensión de colector debe aumentar.

Práctica 35. Conexión de los circuitos de amplificador

Conclusión

Cuando se aplica una señal de entrada a la base y la señal de salida se toma del colector, como aquí ocurre, el amplificador es del tipo de *emisor común*. Cuando se cambia la tensión de base, también cambian las tensiones de colector y emisor. La tensión de colector se hace menos positiva cuando la tensión de base se hace más positiva. Esto significa que la señal de salida en el colector es de 180° con la señal de base.

Si la señal de entrada se aplica a la base y la señal de salida se toma del emisor, el amplificador es del tipo de *colector común*. Una variación de la tensión de base hace que varíe la tensión de emisor, pero no hay inversión de fase.

Cuando la señal de entrada se aplica al emisor y la señal de salida se toma del colector, el amplificador es del tipo de *base común*. Una variación de la tensión en el emisor produce una variación en el colector. No hay inversión de fase.

Práctica 36. Uso de los transistores de efecto de campo de unión (JFET)

La finalidad de esta práctica es mostrar cómo se efectúan mediciones en un circuito de JFET y lo que estas mediciones indican en un amplificador.

En esta práctica se usa un transistor JFET de canal N. La figura 1 muestra el símbolo de JFET y el circuito de polarización que más se utiliza. Los tres terminales del JFET son el drenador (D), la puerta o graduador (G) y el surtidor (S).

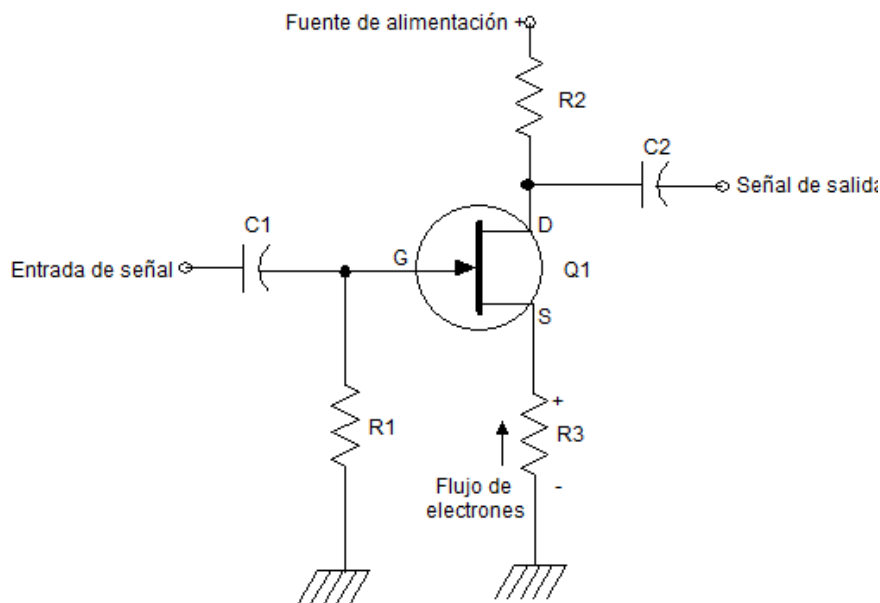


Fig. 1. Circuito de autopolarización para JFET

La figura 1 representa un circuito de autopolarización para JFET. La intensidad de la corriente que fluye a través de la resistencia R1 de puerta G es tan pequeña que se la puede ignorar. Como R1 no circula corriente continua, no hay tensión de c.c. entre sus extremos. Esto hace que la puerta G tenga una tensión de c.c. de 0 voltios con respecto a masa.

La corriente electrónica fluye desde la masa a través de la resistencia R3 de surtidor S, y el surtidor es positivo con respecto a masa. El surtidor S también es positivo con respecto a la puerta G. Otra manera de expresar esto es que la puerta es negativa con respecto al surtidor. En un JFET de canal N la puerta G debe ser negativa con respecto al surtidor S, para que la polaridad de la polarización sea correcta.

R2 es la resistencia de carga de salida del circuito. La caída de tensión en R2 hace que la tensión en el drenador D sea menos positiva que la tensión de alimentación.

La señal de entrada llega a la puerta a través de C1, y la señal de salida es entregada a la etapa siguiente a través de C2. Estos condensadores están en el camino de la señal y no tienen efecto alguno sobre las tensiones de c.c. que veremos en esta práctica.

El método de polarización del JFET en el circuito de la figura 1 es lo que se llama *polarización de surtidor*. También se le denomina polarización automática o autopolarización.

Práctica 36. Uso de los transistores de efecto de campo de unión (JFET)

Montaje de prueba

Conexionar el circuito como se muestra en el esquema de montaje de la figura 2. Este circuito es similar a la de la figura 1 "Circuito de autopolarización para JFET".

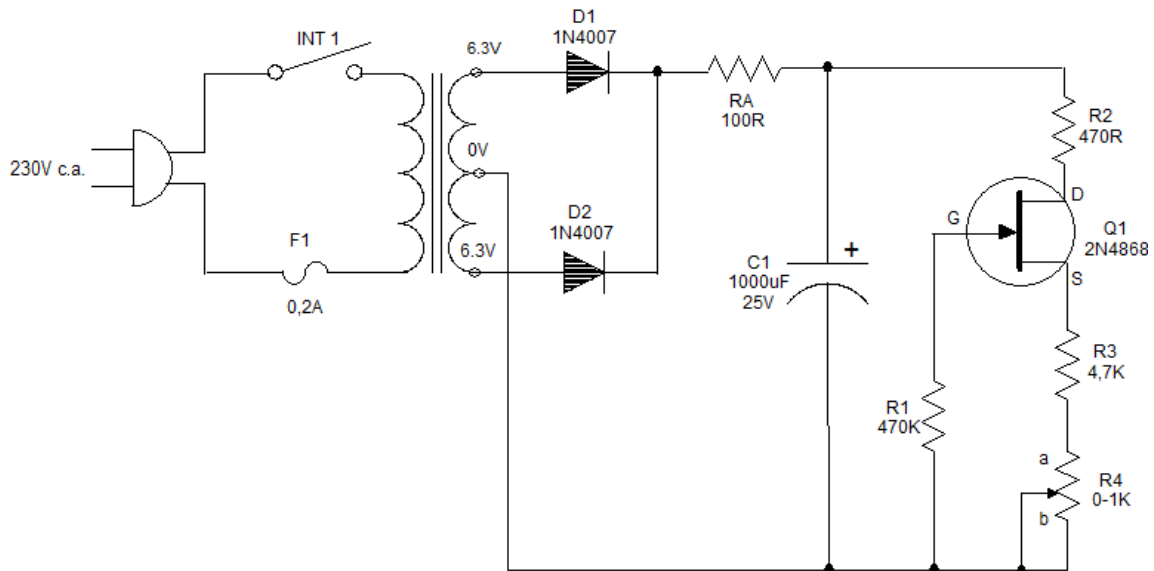


Fig. 2. Esquema de montaje para pruebas

Se emplean dos resistencias de surtidor. Una R4 es variable para que se pueda cambiar la tensión de polarización. Cuando el cursor de la resistencia variable está en el punto (a), la resistencia R4 está cortocircuitada y no actúa en el circuito. En este caso, únicamente R3 ajusta la polarización y entonces esta tensión de polarización será mínima. La razón es la siguiente: por la ley de Ohm

$$V = I \times R$$

$$\text{Tensión de polarización} = \text{Corriente de surtidor} \times \text{resistencia de surtidor}$$

Cuando se reduce la resistencia del surtidor, la tensión de polarización V también se reduce.

Cuando el cursor de R4 está en el punto (b) toda la resistencia de R4 está en serie con R3. Esta es la resistencia de surtidor más alta que se puede establecer con este circuito. También proporcionará la tensión de polarización más alta que se puede obtener ajustando R4.

Cuando la tensión de polarización es mínima (cursor de R4 en el punto a), la corriente a través del JFET será máxima. Esto ocurre a causa de que la polarización es una tensión inversa aplicada a la unión puerta canal PN. Cuanto menor es la polarización, más pequeña es la región de empobrecimiento y mayor es la corriente de canal.

Cuando la polarización es máxima (cursor de R4 en el punto b), la corriente a través del JFET será mínima. La mayor polarización hace que la región de empobrecimiento sea mayor y que disminuya la corriente.

Práctica 36. Uso de los transistores de efecto de campo de unión (JFET)

Procedimiento

1. Construir el circuito representado en la figura 2. Ajustar la resistencia variable R4 en el centro de su margen.
2. Conectar un voltímetro directamente entre la puerta G y el surtidor S como se muestra en la figura 3. Observar que el terminal negativo del voltímetro debe estar unido con la puerta G y el positivo debe estar conectado al surtidor S.

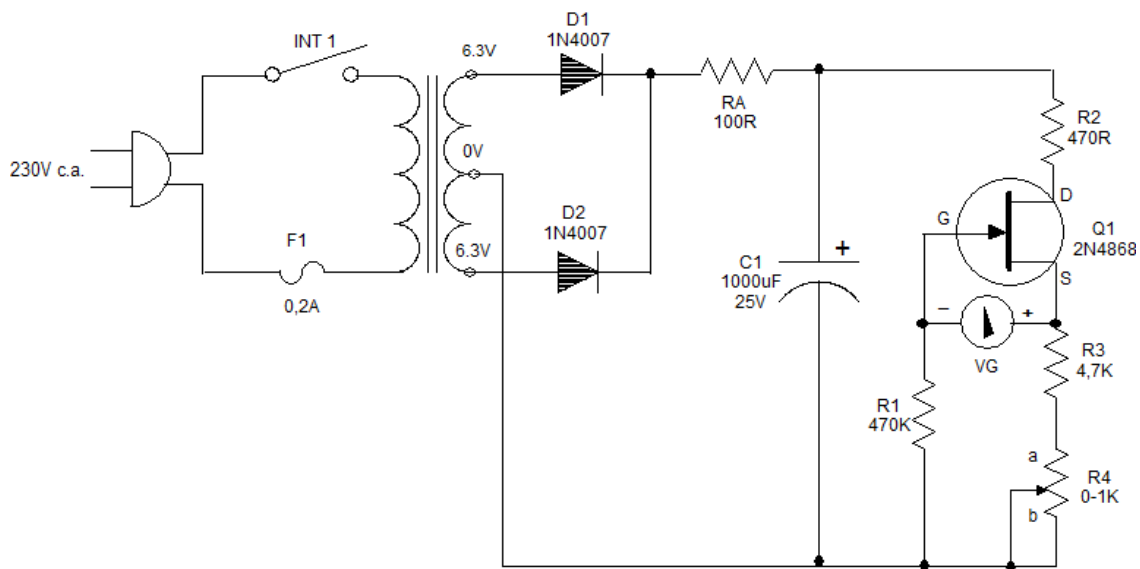


Fig.3. Montaje de un voltímetro VG

3. Con la R4 ajustado en el centro de su margen, anotar el valor de la polarización de surtidor leído en el voltímetro.

Tensión de puerta, $V_g =$ _____ voltios c.c.

4. Ajustar R4 para la mínima resistencia. (Girar R4 hasta su tope de la izquierda, o en la posición extrema en el sentido de giro contrario al de las agujas del reloj, para obtener la mínima resistencia). Anotar la lectura del voltímetro para este ajuste de R4.

$V_g =$ _____ voltios c.c.

¿Ha aumentado o ha disminuido la polarización cuando la resistencia estaba ajustada en su valor mínimo? La tensión de polarización debe disminuir cuando R4 está ajustada para la mínima resistencia.

5. Ajustar la resistencia R4 para su máxima resistencia (girando el cursor hasta el tope de la derecha). Anotar la tensión de polarización indicada por el voltímetro.

$V_g =$ _____ voltios c.c.

Práctica 36. Uso de los transistores de efecto de campo de unión (JFET)

¿Ha aumentado la tensión de polarización cuando se ha aumentado la resistencia? La tensión de polarización debe aumentar cuando se aumenta la resistencia de surtidor.

6. Ajustar R4 al centro de su margen. Conectar el voltímetro entre el drenador y masa como muestra la figura 4.
7. Anotar la tensión de drenador Vd indicada por el voltímetro.

$$V_d = \text{_____} \text{ voltios c.c.}$$

8. Ajustar R4 para la mínima resistencia (mínima polarización). Esto se hace girando el cursor de R4 hasta el tope de la izquierda. Anotar la tensión del drenador indicada por el voltímetro.

$$V_d = \text{_____} \text{ voltios c.c.}$$

Cuando la polarización es mínima, la corriente a través del canal y a través de la resistencia de carga del drenador R2 es máxima. Esto hace que la caída de tensión en R2 (VR2) sea máxima en este circuito. La tensión de drenador Vd es la tensión de alimentación menos la caída de tensión en R2. Así, la lectura del voltímetro debe ser mínima cuando la polarización también lo es, figura 4.

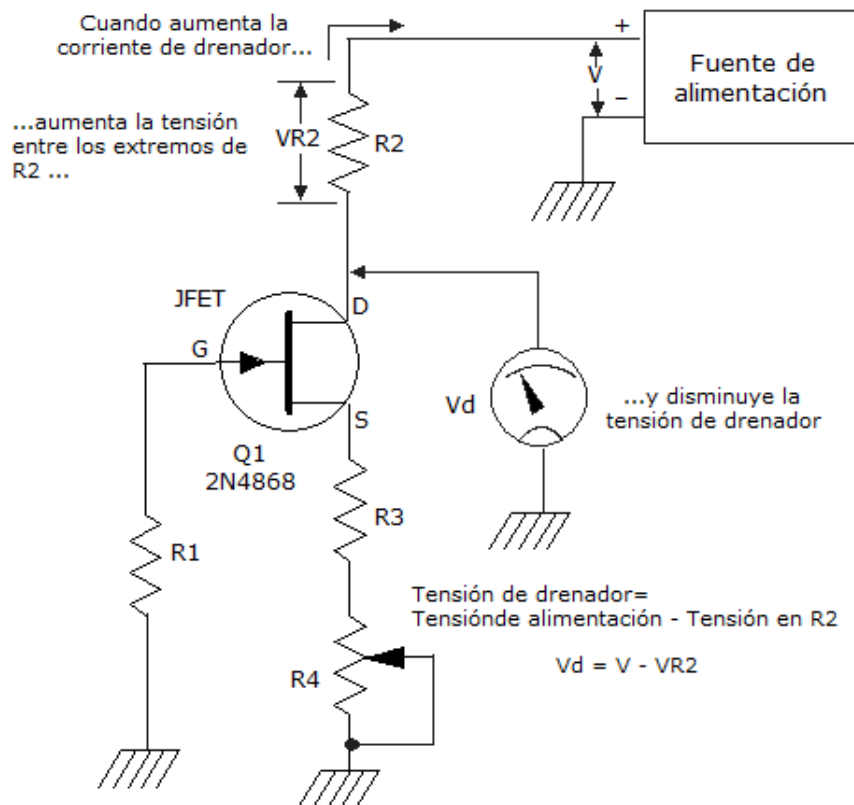


Fig.4. Conexión del voltímetro para medir la tensión de drenador

Ahora llegamos a un punto muy importante. Por la acción que acabamos de describir, esto es que cuando la polarización entre puerta G y surtidor S se hace menos negativa, la tensión de drenador D es menos positiva.

Práctica 36. Uso de los transistores de efecto de campo de unión (JFET)

9. Ajustar la resistencia R4 para la máxima resistencia (máxima polarización) girando el cursor R4 hasta el tope de la derecha. Anotar la tensión de drenador medida por el voltímetro.

$$V_d = \text{_____} \text{ voltios c.c.}$$

10. ¿Es la tensión de drenador más positiva que el valor que ha anotado en el paso 8? La tensión leída debe ser más positiva. Esto significa que la tensión de drenador se hace más positiva cuando la tensión de polarización entre puerta y surtidor es más negativa (ya que estamos variando la tensión del surtidor; mientras la puerta siempre está al potencial c.c. de masa).
11. Restar la tensión que ha leído en el paso 8 de la que leyó en el paso 9. La diferencia entre las dos tensiones se designa por ΔV_d .

$$\Delta V_d = \text{variación de la tensión de drenador} = \text{máxima tensión drenador} - \text{mínima tensión drenador}$$

$$\Delta V_g = \text{_____} \text{ voltos c.c.}$$

12. Restar la tensión leída en el paso 4 de la leída en el paso 5. La diferencia entre las dos tensiones se designa por ΔV_g .

$$\Delta V_g = \text{variación de la tensión de puerta} = \text{máxima tensión de puerta} - \text{mínima tensión de puerta}$$

$$\Delta V_g = \text{_____} \text{ voltios c.c.}$$

13. La ganancia de tensión del circuito es igual a la variación de la tensión de drenador ΔV_d dividida por la variación de la tensión de puerta ΔV_g que la produce.

$$\text{Ganancia de tensión} = \frac{\Delta V_d}{\Delta V_g} = \text{_____}$$

La *ganancia de tensión* de un amplificador indica cual es la amplitud de la señal. Cuanto mayor sea la ganancia de tensión, mayor es la cantidad de amplificación.

Conclusión

Un transistor JFET puede ser polarizado con resistencia en el circuito de surtidor. Cuando se aumenta la resistencia de surtidor también aumenta la tensión de polarización entre puerta y surtidor. La tensión de drenador depende de la caída de tensión que tenga lugar en la resistencia de drenador. Aumentando la corriente de drenador se aumenta la caída de tensión y entonces el drenador es menos positivo.

Cuando se emplea el circuito de la figura 1 como amplificador, la señal de entrada puede ser entregada a la puerta G y la señal de salida se toma del drenador D. La cantidad de amplificación se llama también ganancia del amplificador.

Es muy importante saber que una variación de la tensión entre puerta y surtidor producirá una variación de la tensión de drenador (y de la corriente) en un circuito como el representador en la figura 1.

Práctica 37. Mediciones de tensiones de c.a. y c.c. en el mismo circuito

En esta práctica se va a mostrar que en un circuito pueden existir tensiones y corrientes de c.a. y de c.c., y ver también que el punto común de la señal c.a. y el punto común de la tensión c.c. puede estar en diferentes sitios del circuito.

Hay tres puntos importantes de señal en todos los amplificadores. Se indican en la siguiente figura 1.

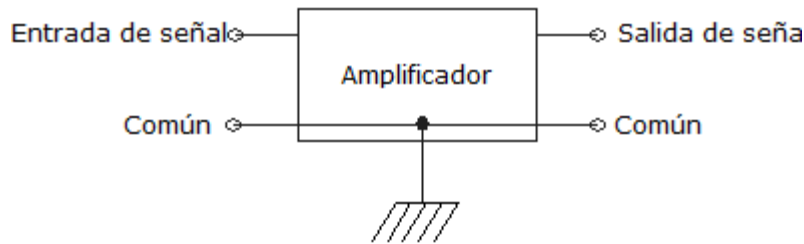


Fig. 1. Puntos importantes de señal

El punto de *entrada de señal* es allí donde entra la señal en el amplificador. El punto de *salida de señal* es donde la señal sale del amplificador. El *punto común* es el lugar en que se considera que la tensión de señal es de 0 voltios. Al punto común se le suele denominar *masa*, pero este término puede prestarse a confusión. El punto común puede ser masa en cuanto concierne a la señal, pero puede tener una tensión de c.c. positiva o negativa, según sea el circuito.

La figura 2 muestra cómo es posible que un punto esté a 0 voltios en cuanto concierne a la señal y sin embargo tenga una tensión de c.c. Entre los terminales de la fuente de tensión de c.c. hay conectados cuatro resistencias en serie, R1, R2, R3 y R4. La señal de c.a. de entrada se aplica sólo entre los puntos b y d. El punto d está a potencial de c.a. de masa a causa de la baja impedancia del condensador C3. El condensador C1 aísla al generador de c.a. con respecto a la tensión de c.c. Este condensador deja pasar la señal de c.a. hasta el punto b pero impide que la tensión de c.c. existente en el punto b llegue al generador.

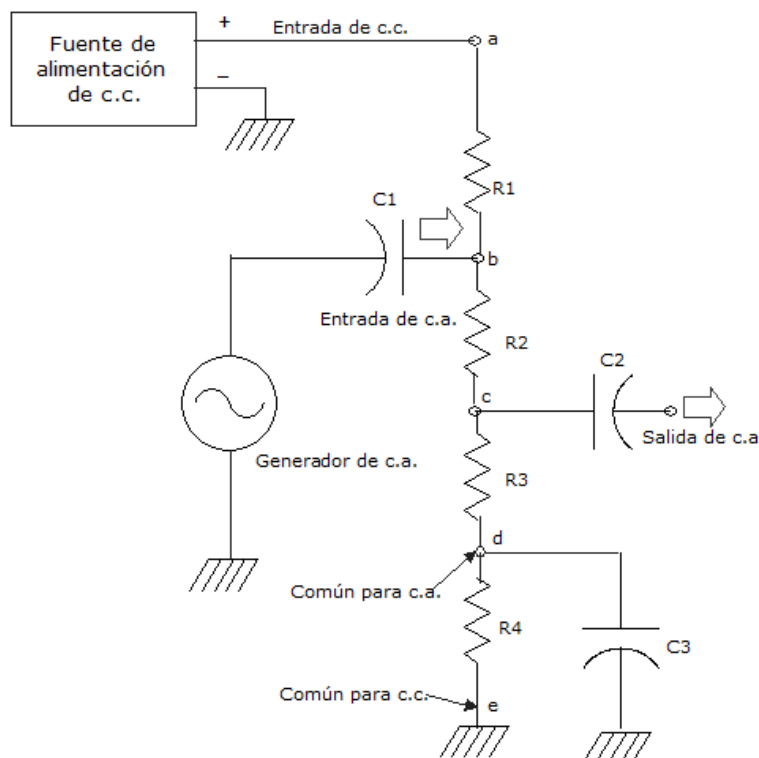


Fig.2. Circuito con ambas tensiones de c.c. y c.a.

Práctica 37. Mediciones de tensiones de c.a. y c.c. en el mismo circuito

El condensador C2 entrega la señal al terminal de salida de c.a. Al mismo tiempo impide que la tensión de c.c. existente en el punto c llegue al terminal de salida de c.a.

El condensador C3 hace que el punto d esté al potencial de masa o común solamente para la c.a. Observar que éste no es el punto común de c.c. Las mediciones de tensión de c.a. se toman con respecto al punto d, pero las mediciones de tensión de c.c. se efectúan con respecto al punto e.

El circuito de la figura 2 muestra por qué se deben tratar separadamente las tensiones de señal de c.a. y c.c. Las dos tensiones pueden no tener el mismo punto común. Además, la entrada de señal de c.a. no tiene lugar en el mismo punto que la entrada de c.c. en el circuito, por lo tanto, debe aprender a tratar separadamente la c.c. y la c.a. como dos tensiones (y corrientes) separadas y distintas en un circuito.

La figura 3 muestra cómo se puede conectar un voltímetro para que mida sólo tensiones de c.a. El voltímetro de la figura 3a medirá ambas tensiones de c.a. y c.c. Sin embargo, la mayoría de multímetros indicarán un valor de tensión cuando el conmutador de funciones está ajustado para tensión de c.a. y sus sondas están conectadas a una tensión de c.c. Esto significa que una tensión de c.c. afectará a la tensión de c.a. cuando se efectúa una medición en un circuito que tiene ambas tensiones de c.c. y c.a.

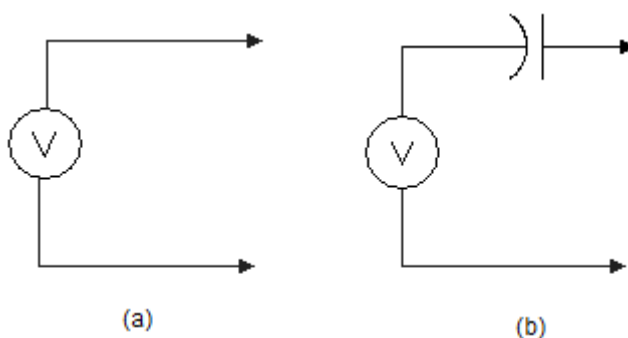


Fig. 3. Voltímetros para medir tensiones de (a) c.a. o c.c. y (b) c.a. solamente.

Para evitar esto se puede conectar un condensador en serie con el voltímetro como muestra la figura 3b. Entonces se debe utilizar un condensador que sea suficientemente grande para que no cause una caída de tensión de c.a. Hay que tener presente que los valores más grandes de capacidad tienen menos reactancia y por consiguiente producen menos caída de tensión.

Montaje de prueba

El circuito para esta práctica está representado en la figura 4., que muestra el esquema de montaje. El diodo D1 y el condensador C1 forman una fuente de alimentación de c.c. de media onda. La tensión de c.c. en el punto a es 9 voltios aproximadamente.

La toma central del secundario está conectada al punto común. La señal de c.a. se toma en el punto y del secundario del transformador. Los condensadores C2 y C3 están conectados en paralelo por lo que sus valores de capacidad se suman. La señal de c.a. está conectada entre el punto y el punto b a través de C2 y C3.

Práctica 37. Mediciones de tensiones de c.a. y c.c. en el mismo circuito

Las resistencias R1, R2, R3 y R4 están conectadas en serie formando un divisor de tensión. El punto d del divisor de tensión es el punto común de c.a. Habrá una tensión de c.c. en el punto d, pero no habrá tensión de c.a. en este punto a causa de que la impedancia del condensador C5 es muy baja.

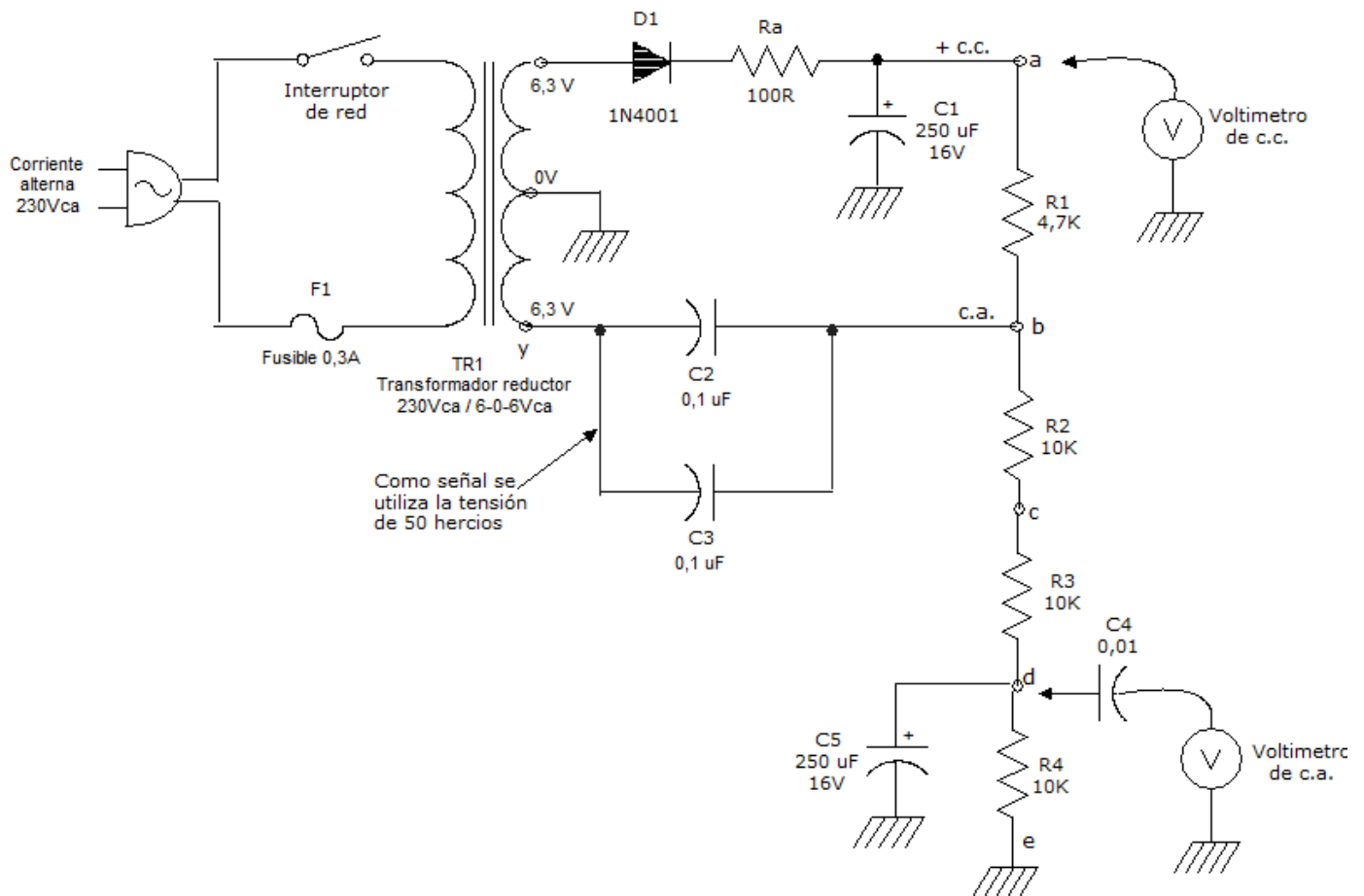


Fig. 4. Esquema de montaje para pruebas

Procedimiento

1. Conexionar el circuito de la figura 4.
2. Utilizando un voltímetro de c.c., medir las tensiones de c.c. en los puntos siguientes. Todas las tensiones de c.c. deben ser medidas con respecto al punto común e de c.c.:

Tensión de c.c. en el punto a = _____ voltios c.c.

Tensión de c.c. en el punto b = _____ voltios c.c.

Tensión de c.c. en el punto c = _____ voltios c.c.

Tensión de c.c. en el punto d = _____ voltios c.c.

Práctica 37. Mediciones de tensiones de c.a. y c.c. en el mismo circuito

3. Empleando el voltímetro de c.a. representado en la figura 4, medir la tensión entre los puntos d y e. Anotar el valor.

Vde = _____ voltios c.a.

La tensión medida en el paso 3 debe ser aproximadamente de 0 voltios. El condensador C5 actúa casi como un cortocircuito para una señal de c.a. entre los extremos de R4. El punto d es el punto común para las señales de c.a.

4. Conectar el terminal común del voltímetro de c.a. al punto d. Todas las mediciones de c.a. se tomarán con respecto al punto d. Medir y anotar las tensiones de c.a. en los puntos siguientes.

Tensión de c.a. en el punto a = _____ voltios c.a.

Tensión de c.a. en el punto b = _____ voltios c.a.

Tensión de c.a. en el punto c = _____ voltios c.a.

Tensión de c.a. en el punto y = _____ voltios c.a.

5. Su lectura de tensión de c.a. en el punto a debe ser de casi 0 voltios. ¿Qué componente es la causa de que esta tensión sea casi nula?

Su respuesta debe ser C1. Este gran valor de capacidad actúa casi como un cortocircuito de c.a. desde el punto a hasta el punto común. El punto común d se alcanza a través de C1 y C5.

Conclusión

Ha medido una tensión de c.a. y una tensión de c.c. en los puntos b y c. Esto significa que ambas clases de tensión pueden existir en un punto simultáneamente.

En el punto d se midió una tensión de c.c., pero no una tensión de c.a. El punto d es el punto común para la señal de c.a. En la práctica la tensión de c.c. en el punto común de c.a. puede tener un valor positivo o negativo.

Práctica 38. Uso de relés

La finalidad de esta práctica es mostrar algunas características fundamentales de los circuitos de relé.

Un *relé* es un interruptor accionado eléctricamente. Permite utilizar una tensión o una corriente pequeña para su funcionamiento y controlar, a través de sus contactos, circuitos con tensiones y corrientes muchos mayores, a menudo desde posiciones remotas.

El *relé* se divide en dos secciones: la *bobina* y los *contactos*: la bobina es la encargada, cuando se le aplica una tensión, de mover los contactos mediante un soporte electromagnético atraído por la bobina.

El *relé* es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada (por ejemplo un motor) mediante un dispositivo de potencia mucho menor (el puerto paralelo en su caso) es un dispositivo muy utilizado en muchísimos circuitos eléctricos y electrónicos.

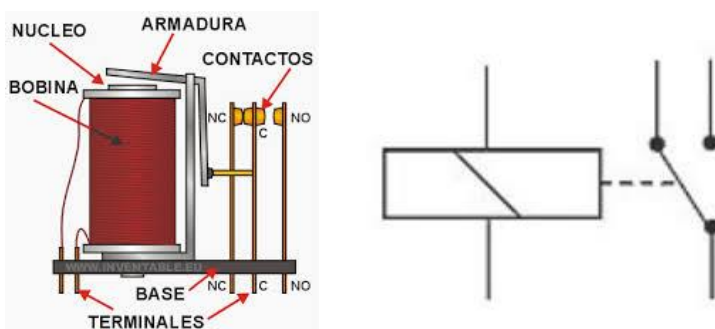


Fig. 1. Estructura física del relé y simbología

La gran ventaja de los *relés* es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento, la que circula por la bobina del electroimán, y los circuitos controlados por los contactos, lo que hace se puedan manejar altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control. Por lo tanto puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico. Como tal se emplearon en telegrafía, haciendo la función de repetidores que generaban una nueva señal con corriente procedente de pilas locales a partir de la señal débil recibida por la línea. Se les llamaba "*relevadores*".

PARTE I

Montaje de prueba

El esquema de la figura 2 representa un circuito para su montaje. Conexionar el circuito del relé de acuerdo con el esquema representado.

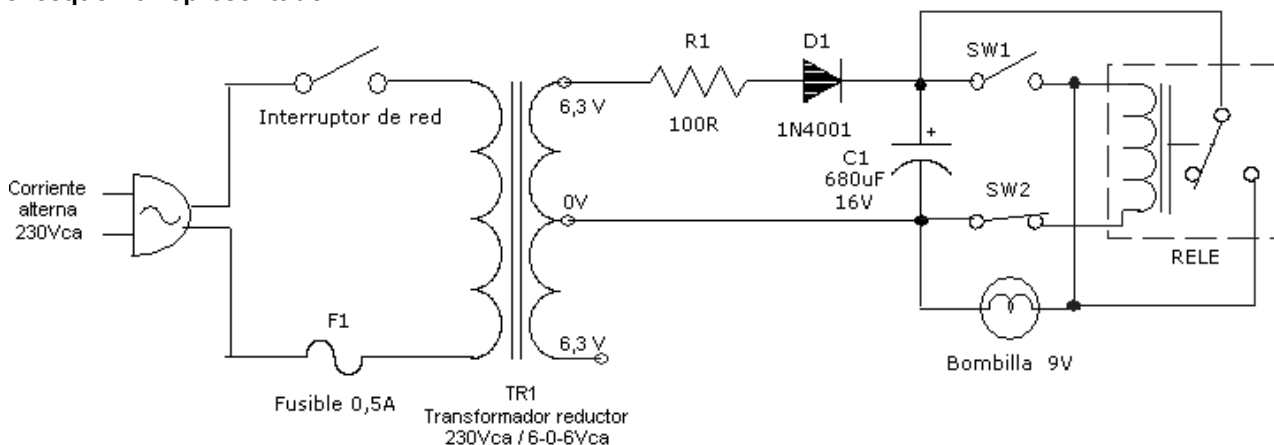


Fig.2. Esquema de montaje para pruebas

Práctica 38. Uso de relés

Procedimiento 1

1. Conectar el circuito de la figura 2.
2. Observar que cuando el interruptor SW1, está abierto y el SW2 está cerrado, el relé no está excitado y la bombilla no está encendida.
3. Cerrar el interruptor SW1. Esto excita la bobina del relé. Ahora la bombilla se enciende.
4. Abrir el interruptor SW1 y observar que el relé se mantiene excitado. La causa de esto es que los contactos de relé están ahora cerrados y el circuito de la bobina del relé esta también cerrado o completo.
5. Abrir el interruptor SW2 y observar que los contactos del relé se desconecta, es decir, el relé está desexcitado.

PARTE II

En este otro montaje de la figura 3 se representa un circuito con relé RL1 para proteger la tensión de salida de una fuente de alimentación de +12 voltios contra cortocircuito o sobrecarga a la salida.

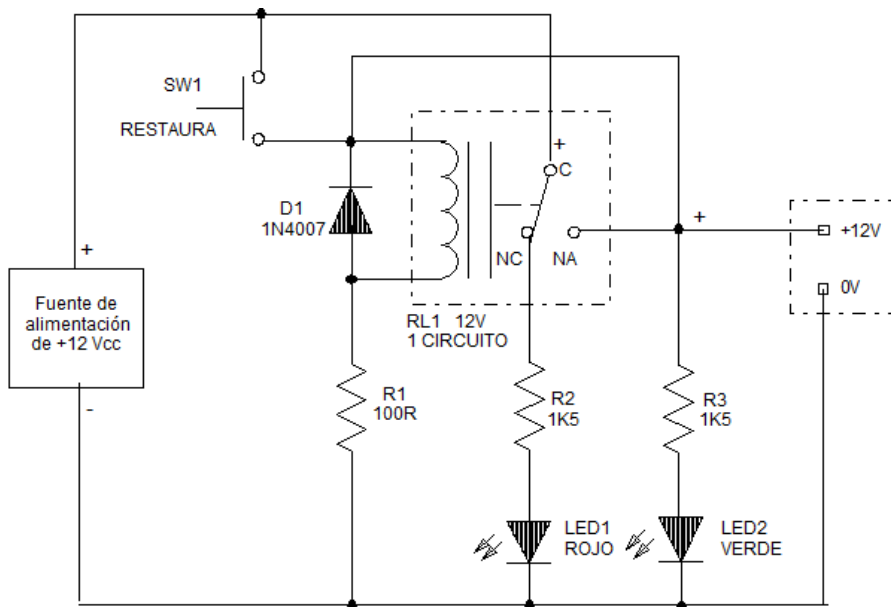


Fig.3. Circuito de protección de la fuente de alimentación.

El circuito de la figura 3 utiliza un relé RL1 mediante el cual utiliza el circuito de contactos conmutados para autorealimentarse y desconectarse cuando se produce un cortocircuito o sobrecarga a la salida de la tensión de +12 voltios. Si nos fijamos aplicamos la fuente de alimentación de 12 voltios de corriente continua del terminal positivo al pulsador SW1 y al contacto C (Común) y el polo negativo se conectan a los cátodos de los diodos LED1 y LED2, la resistencia R1 y la salida de 0V.

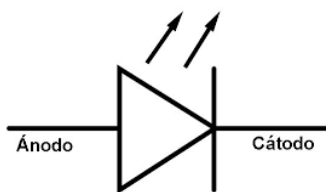
El principio de funcionamiento es el siguiente: cuando aplicamos la tensión de 12 voltios de la fuente de alimentación se enciende el diodo LED 1 rojo, pero no tenemos aún tensión de 12 voltios a la salida, para ello, tenemos que pulsar SW1 y si no existe ningún problema o corto a la salida, el circuito relé conmuta, encendiéndose el LED2 verde y teniendo a la salida los 12 voltios. El relé RL1 se queda enclavado, hasta que desconectemos la fuente de alimentación de 12 voltios o se produzca un cortocircuito o sobrecarga a la salida.

Práctica 38. Uso de relés

En este circuito de relé se utilizan dos diodos LED, LED1 y LED2, que se utilizan de señalización y son dispositivos que permite el paso de corriente en un solo sentido y que al ser polarizado emite un haz de luz. Trabaja como un diodo normal pero al recibir corriente eléctrica emite luz. Éstos trabajan aproximadamente con tensiones de 2V.

Los diodos LED son diodos que polarizados directamente son capaces de emitir luz, de ahí sus siglas LED (Luz Emisor Diodo).

Un diodo normal es un dispositivo semiconductor que funciona como un interruptor unidireccional para la corriente eléctrica. Permite el paso de la corriente en una sola dirección y evita que fluya en la otra. El diodo LED funciona de la misma manera. La única diferencia es que emite luz cuando la corriente pasa a través de él, como sugiere el nombre, Diodo Emisor de Luz (Luz Emisor Diodo).



Símbolo del diodo LED

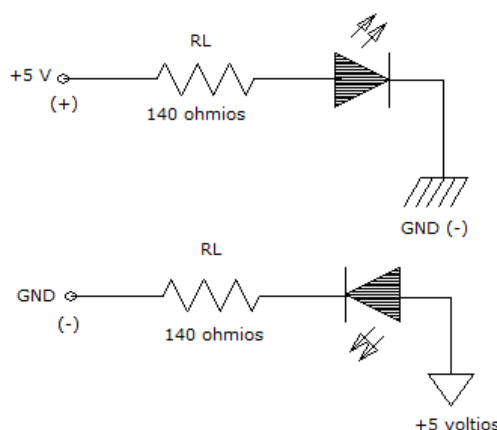
El tamaño de dicho componente suele ser variado, pudiendo encontrar diodos LED de diferentes tamaños y formas. Los colores de emisión también suelen ser variados, como rojos, verdes, naranjas, azules, amarillos, blancos, pero con la diferencia entre uno y otro de la tensión de trabajo, la caída de tensión entre sus terminales varían según el color desde 1 voltios a 3 voltios.

Normalmente, un diodo LED se usa siempre con una resistencia en serie la cual limita el valor de la corriente que circula a través de él para proteger el diodo LED, en la práctica esta corriente suele fijarse a un valor entre 5 y 40 mA, dependiendo del tipo de diodo que se esté utilizando.

Por ejemplo, para hallar la resistencia limitadora R_L de un diodo LED, que se conecta a una tensión V de 5 voltios y tiene una caída de tensión V_F de 2,2 voltios y la corriente de excitación I_F es de 20 mA.

$$R_L = \frac{V - V_F}{I_F} = \frac{5V - 2,2V}{0,02A} = 140 \Omega \quad R_L = 140\Omega$$

Ósea para que luzca adecuadamente el diodo LED tenemos que poner en serie una resistencia de 140Ω



Polarización de un diodo LED

Práctica 38. Uso de relés

Procedimiento 2

1. Monte el circuito de la figura 3.
2. Si todo está correcto, conecte una fuente de alimentación de 12 voltios a la entrada.
3. Compruebe si hay tensión de 12 voltios a la salida del circuito de protección y si se enciende algún led.

Enciende Led1 rojo _____(SI/NO) Tensión de 12 voltios _____(SI/NO)

4. Pulse el SW1. Compruebe si hay tensión de 12 voltios a la salida y si se enciende un led verde

Enciende Led2 verde _____(SI/NO) Tensión de 12 voltios _____(SI/NO)

5. Si tenemos tensión de 12 voltios a la salida y el diodo led 2 verde está encendido, realice con un trozo de cable desnudo un cortocircuito a la salida de +12 voltios y 0V. Describa que ocurre:

Conclusión

El circuito de la figura 2 se denomina circuito de enclavamiento (*latching*) o circuito de relé autorealimentado. Estando SW2 cerrado, el relé está excitado o activado cuando SW1 está también cerrado. Esta secuencia enciende la bombilla conectada en los contactos del relé y a la misma vez vuelve a alimentar la bobina del relé que se queda enclavada o realimentada aunque se abra el interruptor SW1. Si abrimos el SW2 se desconectará el relé y la bombilla se apagará.

En el circuito de la figura 3 la función del pulsador SW1 es restaurar el circuito de relé cuando se ha producido un cortocircuito a la salida o se conecta la fuente de alimentación de 12 voltios en la entrada. El circuito de relé se queda enclavado mientras no exista un cortocircuito o se desconecte la fuente de alimentación. Los diodos LED señaliza el estado del circuito de relé: el diodo led verde, nos indica que hay tensión de 12 voltios a la salida y no existe cortocircuito, y el diodo led rojo cuando existe un cortocircuito y en la salida no hay tensión.

Práctica 39. Trabajo con transductores.

Uso de resistencia sensible a la luz LDR

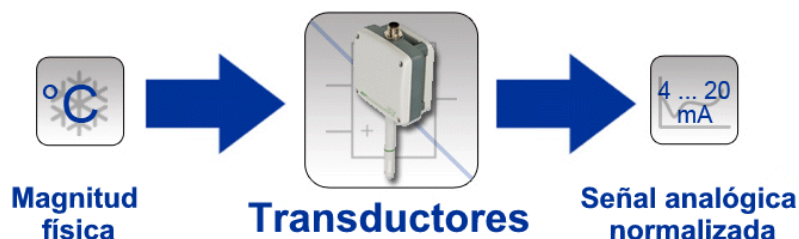
En esta práctica estudiaremos el concepto de *transductor* y circuitos puente donde se manifiesta el desequilibrio de la tensión de salida. Para ello, utilizaremos la iluminación para controlar una carga tal como una bombilla o un motor mediante un sensor que se comporta como una resistencia sensible a la luz, conocida como *fotoresistencia LDR*.

En electrónica se denomina algunas veces *sensor* a un *transductor*. Es un dispositivo que permite controlar con un tipo de energía otro tipo de ella. Dos buenos ejemplos de transductores son los *micrófonos* y los *altavoces*. En un micrófono, la energía sonora controla la intensidad de corriente o la tensión de salida. En un altavoz, la energía eléctrica controla la energía sonora que emite el altavoz. En ambos casos, los transductores tienen una clase de energía de entrada y otra clase de energía de salida.

Un *transductor* que genera una señal de salida se conecta generalmente en un sistema a través de alguna clase especial de circuitos o componentes. Esto es necesario a causa de que la tensión o la corriente de salida de este tipo de *transductor* pueden ser demasiado pequeñas para hacer el sistema directamente. Un circuito popular con el cual se conectan los transductores es el puente.

Los transductores son dispositivos claves en los sistemas de automatización y de control, pues son los que permiten detectar, registrar y transformar diferentes tipos de magnitudes físicas en señales eléctricas. Algunos ejemplos comunes son los micrófonos, los altavoces, los termómetros, los sensores de posición y presión y las antenas.

Generalmente los sensores van colocados en una posición que detecte correctamente las variaciones de una determinada magnitud física, por ejemplo, sensores de vibración sísmica, que a una determinada señal informa mediante una señal analógica normalizada del evento al *actuador*: dispositivo de actuación, registro y aviso del evento.



En la figura 1 se muestra un circuito especial de puente, llamado *puente de Wheatstone*, esta figura no muestra un transductor, que es utilizado para medir valores de resistencia. La resistencia desconocida R_x se conecta en el circuito. La resistencia variable R_a se ajusta para que el medidor no indique paso de corriente.

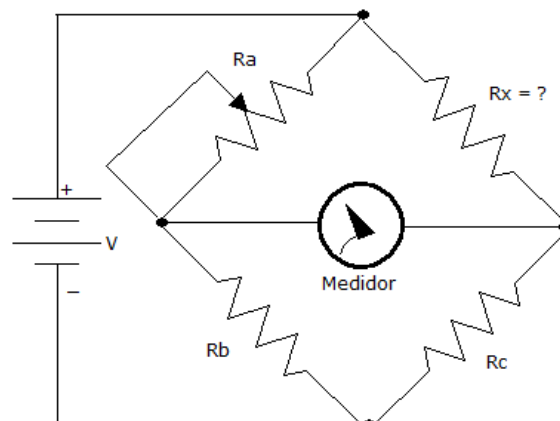


Fig. 1. Circuito puente de Wheatstone

Práctica 39. Trabajo con transductores. Uso de resistencia sensible a la luz LDR

Ordinariamente el dial o cuadrante de R_x está calibrado de modo que se pueda leer directamente su resistencia. Cuando por el instrumento de medida no pasa corriente se dice que el puente está *equilibrado*, y el valor de R_x se halla por la fórmula:

$$R_x = \frac{R_a \times R_c}{R_b}$$

Una característica importante del puente de Wheatstone y una de las razones por la que es popular para medir resistencias es el hecho de que las variaciones de la tensión aplicada V no afectan a su funcionamiento. La razón de ello es que el funcionamiento sólo depende de las relaciones entre la caída de tensión en las resistencias. Incluso si se varía la tensión aplicada, las relaciones no varían y, por lo tanto, el puente puede funcionar correctamente dentro de un amplio margen de valores de tensión. Esta propiedad del puente hace que sea popular para circuitos de transductor.

En algunos casos es importante conectar en un circuito un *transductor* que no pueda ser afectado por las variaciones de la tensión de la fuente de alimentación. La salida del transductor será directamente proporcional a la magnitud que se mide. Por esto se encuentran estos transductores conectados en los circuitos puente. En esta práctica se utilizará este tipo de circuito.

Como se ha dicho anteriormente, la salida de un transductor puede ser demasiado baja y, por tanto, deberá ser amplificada para algunas aplicaciones. En esta práctica también se utilizará un amplificador de *transductor*.

PARTE I

Montaje de prueba

La figura 2 se muestra el esquema de montaje de prueba para esta parte de la práctica. Consiste en un circuito rectificador de media onda formado por el diodo $D1$ y el condensador de filtro $C1$. La tensión de salida de este circuito rectificador es aproximadamente 9 voltios de c.c. Esta tensión es aplicada entre los terminales del puente en lugar de la batería V de la figura 1.

Utilizamos una fotoresistencia LDR como elemento sensor de un transductor pasivo. Es una resistencia sensible y que depende de la luz (LDR). Posee dos terminales y su resistencia disminuye cuando aumenta la cantidad de luz que incide sobre ella, o sea, que varía su valor de acuerdo a la intensidad de la luz, razón por la cual se trata de un *sensor analógico*, es decir, que siempre toma valores distintos.

En la figura 2, debe ser posible ajustar la resistencia variable $R1$ para que el voltímetro su lectura sea de 0 voltios con la iluminación normal de la habitación. Su resistencia es grande cuando no está expuesto a la luz y pequeña cuando está expuesto.

En algunos circuitos prácticos el voltímetro puede ser sustituido por un amplificador o, en otros casos, por un dispositivo indicador de la corriente, muy sensible, tal como un microamperímetro.

Práctica 39. Trabajo con transductores. Uso de resistencia sensible a la luz LDR

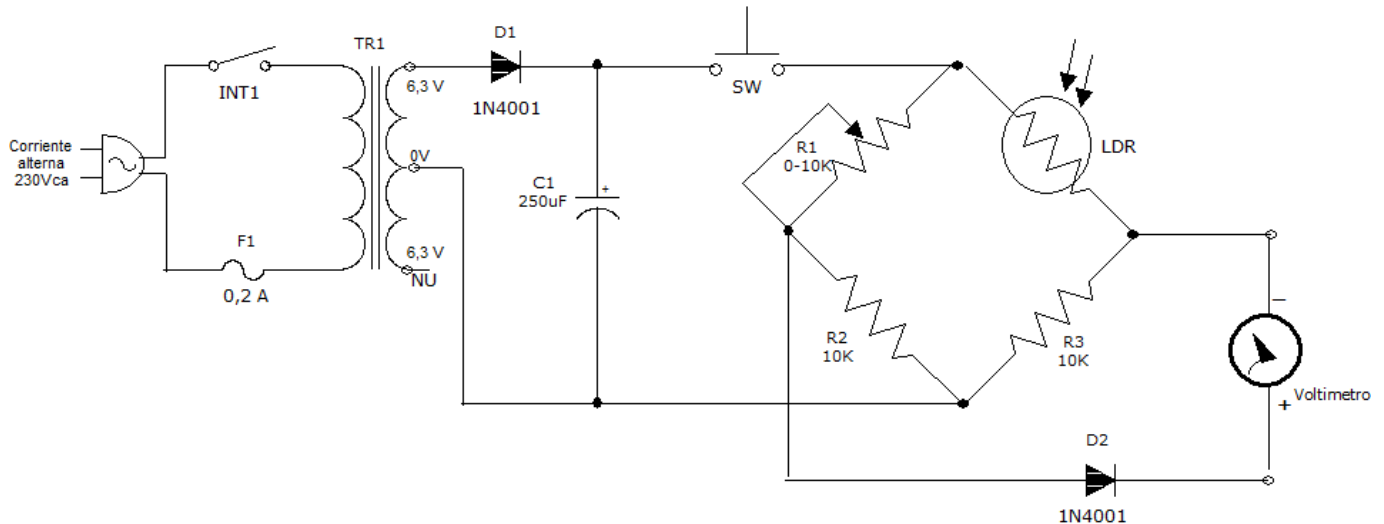


Fig. 2. Detector de luz

Procedimiento

1. Conectar el circuito como muestra la figura 2. Observa cuidadosamente la polaridad del voltímetro cuando lo conecte. El diodo D2 se emplea para evitar que la aguja del voltímetro tienda a dar lecturas por debajo de cero cuando el puente está desequilibrado. Puede ser necesario invertir las conexiones del voltímetro y del diodo D2 para conseguir que la aguja se mueva en sentido ascendente en la escala.
2. Conmutar el selector de escala del voltímetro de c.c. para la escala que contenga la división de 9 voltios en el centro de la misma. Pulsar SW y observar la lectura del voltímetro. La aguja debe ascender en la escala. Si no es así, ajustar la resistencia R1 y tratar de conseguir una lectura. Si no hay lectura de tensión, será necesario invertir las conexiones del diodo D2 y del voltímetro y repetir el proceso.
3. Ajustar cuidadosamente la resistencia variable R1 para que el voltímetro dé lectura de 0 voltios. La LDR debe estar expuesta a la luz de la habitación durante este ajuste.
4. Una vez ajustado el cero del voltímetro, cubra la fotoresistencia LDR con un cartón. ¿Da lectura positiva el voltímetro? Si ha conectado correctamente el circuito, la aguja del voltímetro ascenderá en la escala cuando se cubre la LDR. La razón es que se ha ajustado el voltímetro a 0 equilibrando el puente con la resistencia variable R1. Esto significa que el voltímetro de lectura de 0 voltios cuando el transductor LDR está expuesto a la luz de la habitación. Cuando se cubre la LDR, su resistencia cambia y el puente se desequilibra haciendo que el voltímetro dé una lectura.

Conclusión

La variación de la resistencia de un brazo del puente es causa de variación de la tensión del puente. Si se utiliza un transductor del tipo de resistencia normal en lugar de una resistencia variable, la tensión de salida variará cuando varíe la resistencia del transductor.

Práctica 39. Trabajo con transductores. Uso de resistencia sensible a la luz LDR

PARTE II

La cantidad de variación de resistencia de una fotoresistencia LDR es relativamente pequeña, por lo que se debe utilizar un amplificador para que sea más eficaz como transductor de control. La figura 3 muestra el circuito para su montaje y prueba.

Posee un transistor PNP Q1 que conducirá cuando su colector y su base son ambos negativos con respecto a su emisor. En la figura 3 las flechas muestran los caminos de la corriente de colector, flechas con línea continua, y de la corriente de base, flechas con línea de trazos, cuando está cerrado el interruptor SW. La corriente de colector circula a través de la bobina del relé.

Cuando la fotoresistencia LDR no está iluminada, la resistencia del circuito de base es grande. Esto significa que la corriente de base es pequeña. Con una corriente de base pequeña, la corriente de colector también lo es y el relé RLE1 no puede ser excitado, por lo tanto sus contactos no se mueven.

Cuando la fotoresistencia LDR está iluminada, su resistencia disminuye. Esto incrementa la corriente de base y produce un gran aumento en la corriente de colector. Ahora la corriente de colector es suficientemente grande o intensa para excitar el relé RLE1 y mover sus contactos de NC → NA.

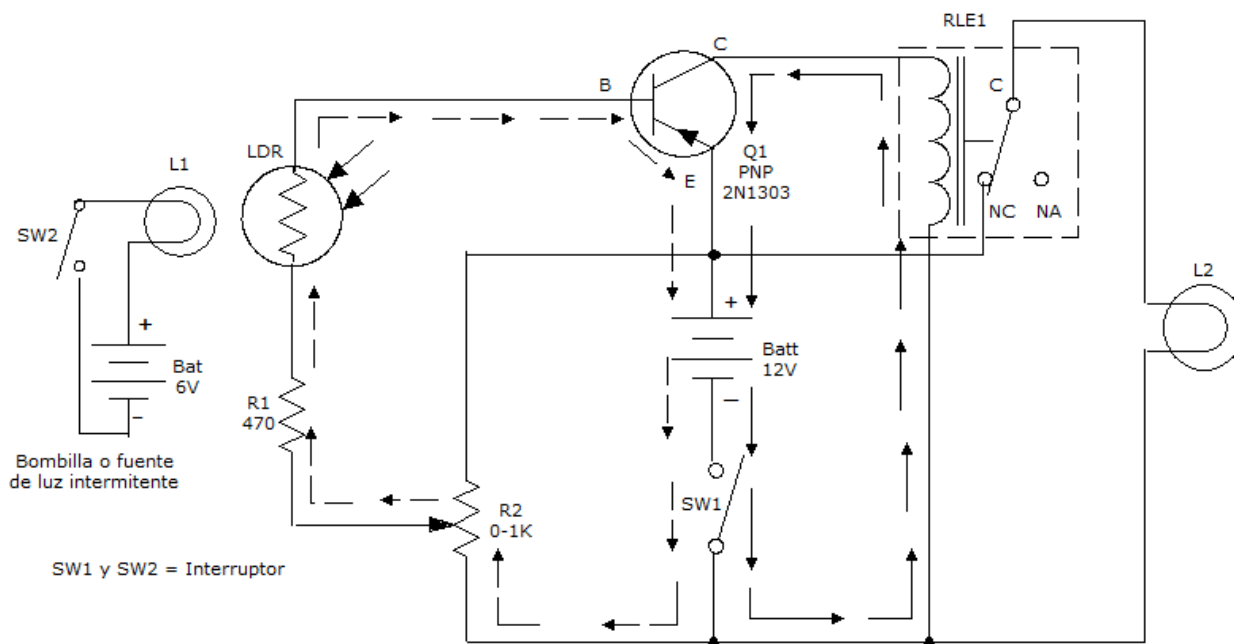


Fig. 3. Esquema de montaje para pruebas

Cuando se cierra el interruptor SW1 se conecta la batería de 12 voltios al circuito y el relé no se activa pero la bombilla L2 se enciende a través de los contactos de relé C-NC. Siga el circuito en el sentido del flujo de electrones, partiendo de L2 y continuando a través de los contactos del relé C y NC.

Observa que cuando ambos interruptores SW1 y SW2 se cierran, la bombilla L1 se enciende y la luz incide sobre la LDR de modo que disminuye su valor óhmico y hace polarizar con un potencial negativo a través de las resistencias R1 y R2 la base del transistor Q1 poniéndolo en saturación y haciendo conducir el transistor y activando los contactos del relé RLE1 que conmuta y la bombilla L2 se apaga. Cuando se apaga la bombilla L1, el relé se desactiva y la bombilla L2 se enciende.

Práctica 39. Trabajo con transductores.

Uso de resistencia sensible a la luz LDR

Aunque el circuito se utiliza para encender una bombilla, también se puede emplear para poner en marcha un motor. Haciendo que incida la luz sobre la fotoresistencia, el motor funcionará. Suprimiendo la luz, los contactos del relé se abrirán y el motor se parará.

Montaje de prueba

Conexione el circuito como muestra la figura 3 del esquema de montaje. Utilice una fuente de alimentación de corriente continua c.c., si dispone de ella, en lugar de una batería. Establezca las conexiones a la fuente de alimentación muy cuidadosamente estando el interruptor abierto y conecte los terminales positivo y negativo a los puntos correctos.

Procedimiento

1. Cierre SW1. Ajuste la resistencia variable de 0-1 kilohmios de modo que L2 se encienda cuando L1 esté separado algunos centímetros de la fotoresistencia LDR.
2. Mueva la bombilla L1 hasta que los contactos del relé se abran y L2 se apague.
3. Conexiones ahora los contactos del relé para que la bombilla L2 se encienda cuando la fotoresistencia LDR no esté expuesto a la luz. Puede hacer esto cambiando el hilo desde el contacto NA del relé hasta el terminal NC de éste. Observa que cuando L1 se acerca más a la fotoresistencia LDR, L2 se apaga.

PARTE III

Montaje de prueba

La figura 4 muestra otro montaje de prueba para esta práctica de un circuito de un transductor con amplificador.

El transistor Q1 NPN tiene una resistencia de carga de 3,3 kilohmios y una resistencia de 10 kilohmios en serie con la fotoresistencia LDR para los circuitos de polarización. La fuente de alimentación comprende un diodo rectificador de media onda D1 y un condensador de filtro C1 de 250 μ F. La teoría es muy sencilla. Cuando varía la luminosidad de la LDR, también varía la resistencia de polarización del transistor. Esto hace que cambie la corriente conducida por Q1 y por consiguiente que cambie la lectura de la salida del voltímetro.

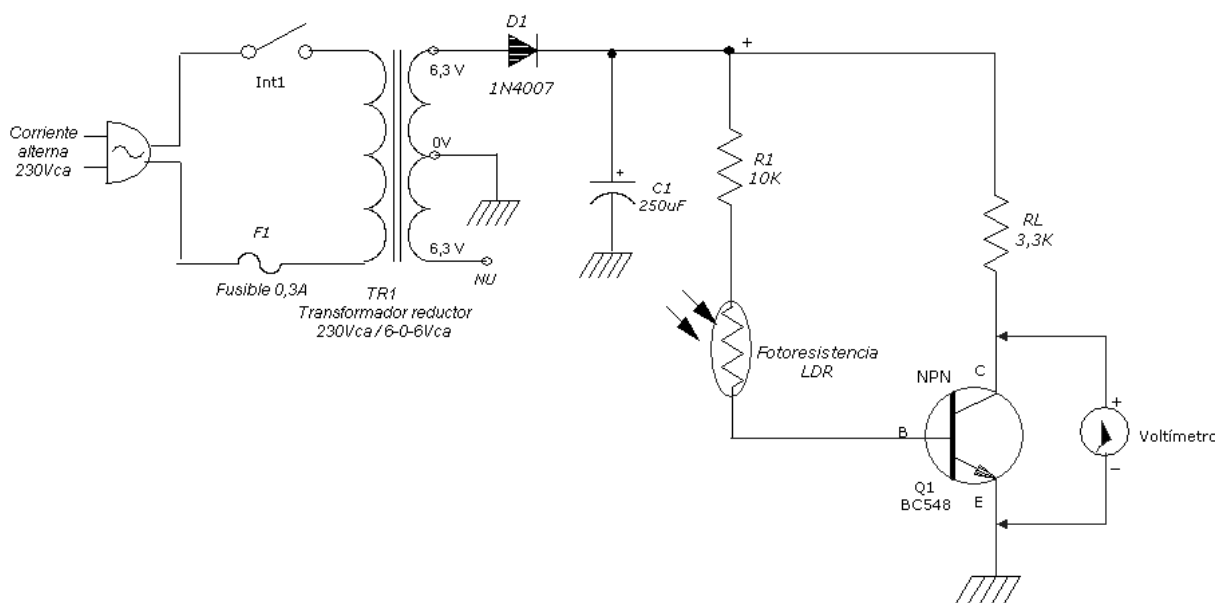


Fig. 4. Transductor con amplificador

Práctica 39. Trabajo con transductores.

Uso de resistencia sensible a la luz LDR

Procedimiento

1. Conexión del circuito como muestra en la figura 4.
2. Cerrar el interruptor Int1 y medir la tensión de salida del transistor entre el colector y masa, estando la fotoresistencia LDR expuesta a la luz ambiente normal y anotar el valor.

$$V_o = \underline{\hspace{2cm}} \text{ voltios}$$

Se habrá obtenido una tensión de c.c. baja. Esto indica que el transistor está conduciendo una corriente alta. Mucha de la caída de tensión producida en el circuito tiene lugar en la resistencia de carga RL. En el transistor Q1 hay poca caída de tensión.

3. Cubre la fotoresistencia LDR y observar la variación de la lectura del voltímetro. ¿Es mayor esta lectura? La lectura del voltímetro debe aumentar cuando se cubre la LDR o no recibe ninguna luz.

Cuando la fotoresistencia LDR está expuesta a la luz, su resistencia es baja y habrá una alta corriente de base. Esta corriente de base es suficiente para que el transistor se sature. Otra manera de decir esto es que la corriente de base es suficientemente intensa para que el transistor conduzca casi su máxima corriente. En estas condiciones la caída de tensión en el transistor es baja y la resistencia de 3,3 kilohmios hay una gran caída de tensión. Observar que el voltímetro está midiendo realmente la tensión entre los terminales del transistor. Por consiguiente el voltímetro da una lectura baja.

Cuando se cubre la fotoresistencia LDR, su resistencia aumenta. Esto hace que disminuya la corriente de base la cual a su vez hace que también disminuya la corriente de colector. Cuando disminuye la corriente de colector también disminuye la caída de tensión en la resistencia de carga RL. Pero según la ley de tensión de *Kirchhoff*, la caída de tensión en el transistor, más la caída de tensión en RL, debe ser siempre igual a la tensión aplicada. Por tanto, si aumenta la caída de tensión en RL, disminuye la caída de tensión en el transistor (y viceversa).

El proceso puede describirse en términos de inversión de fase. Cuando se cubre la fotoresistencia LDR, su resistencia aumenta. La mayor caída de tensión en la LDR hace que la tensión de base de Q1 sea menos positiva. Cuando la base de un transistor NPN se hace menos positiva, su colector se hace más positivo.

Conclusión

El transductor es un dispositivo que convierte un tipo de energía en otra. Es un dispositivo fundamental en el sistema de control de medidores eléctricos. Actualmente, son muy utilizados en los sistemas de automatización y control para registrar grandes magnitudes.

Por lo tanto, el transductor es el dispositivo que transforma una magnitud física (mecánica, térmica, magnética, eléctrica, óptica, etc.) en otra magnitud, normalmente eléctrica. Un sensor es un transductor que se utiliza para medir una variable física de interés.

La fotoresistencia LDR es una resistencia sensible a la luz que puede actuar como transductor pasivo. Su valor de resistencia varía con la intensidad de luz que incide sobre ella. Cuanto mayor es la intensidad de la luz, más baja es el valor de la resistencia.

Cuando se conecta la LDR en un circuito puente, figura 1, las variaciones de intensidad de la luz hacen que el puente se desequilibre y produzca una salida.

Práctica 39. Trabajo con transductores. Uso de resistencia sensible a la luz LDR

En el circuito amplificador de la figura 4, las variaciones de la resistencia interna de la LDR producen una variación en la corriente de base de Q1, la cual a su vez hace que varíe la intensidad de la corriente de colector. En las aplicaciones modernas, se utiliza un amplificador operacional de alta ganancia como amplificador de transductor con el fin de que la variación de la salida sea mayor para una variación dada de la intensidad luminosa. En otras palabras, el amplificador operacional de alta ganancia aumenta la *sensibilidad* del circuito.

El amplificador hace que el sistema sea más sensible a los cambios de iluminación y esto permite que una pequeña variación de la iluminación conecte o desconecte una carga.

La fotorresistencia LDR en total oscuridad puede llegar a tomar valores de 1M...si no es más, y a plena iluminación a unos pocos kilohmios o quizás menos. Lo que se puede hacer, es un arreglo entre la fotorresistencia al polo (-) y una resistencia fija al polo (+), de esa manera el punto de unión entre estos dos componentes podrá tomar dos valores según la variación de la LDR, señal que se puede utilizar como salida del sensor, este tipo de circuitos es conocido como divisor de tensión.

Otra forma de conectar una fotorresistencia LDR es mediante un transistor NPN en corte y saturación para activar un relé, por ejemplo, bombillas de mayor potencia, motores, etc.

En este caso, en la figura 5, se muestra un sencillo circuito con una fotorresistencia LDR un transistor NPN y un relé. La salida del divisor de tensión está en el cursor del potenciómetro P1, al iluminar la fotorresistencia se alimenta la base del transistor NPN con potencial positivo y este pasa a plena saturación. La sensibilidad del circuito se ajusta mediante P1.

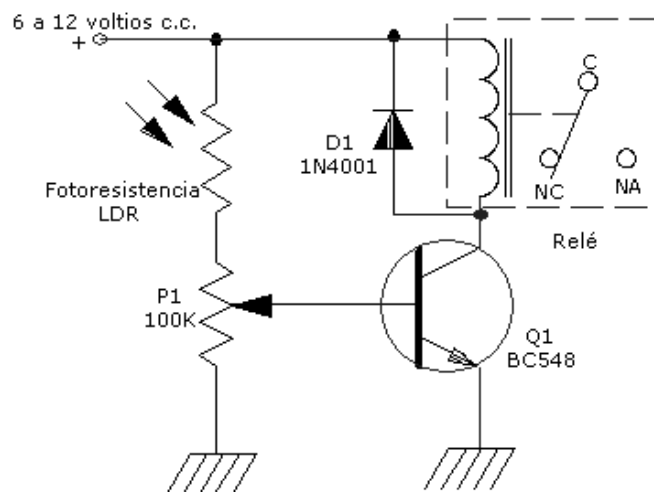


Fig. 5. Circuito de control para fotorresistencia LDR

Práctica 40. Observación de las frecuencias de rizado

La finalidad de esta práctica es poner de manifiesto y observar el sonido de las frecuencias de 50 y 100 hercios.

En la fuente de alimentación, el rectificador convierte la tensión y la corriente de c.a. y c.c. pulsatorias. Un condensador filtra la c.c. pulsatoria y la salida de la fuente es casi una c.c. pura.

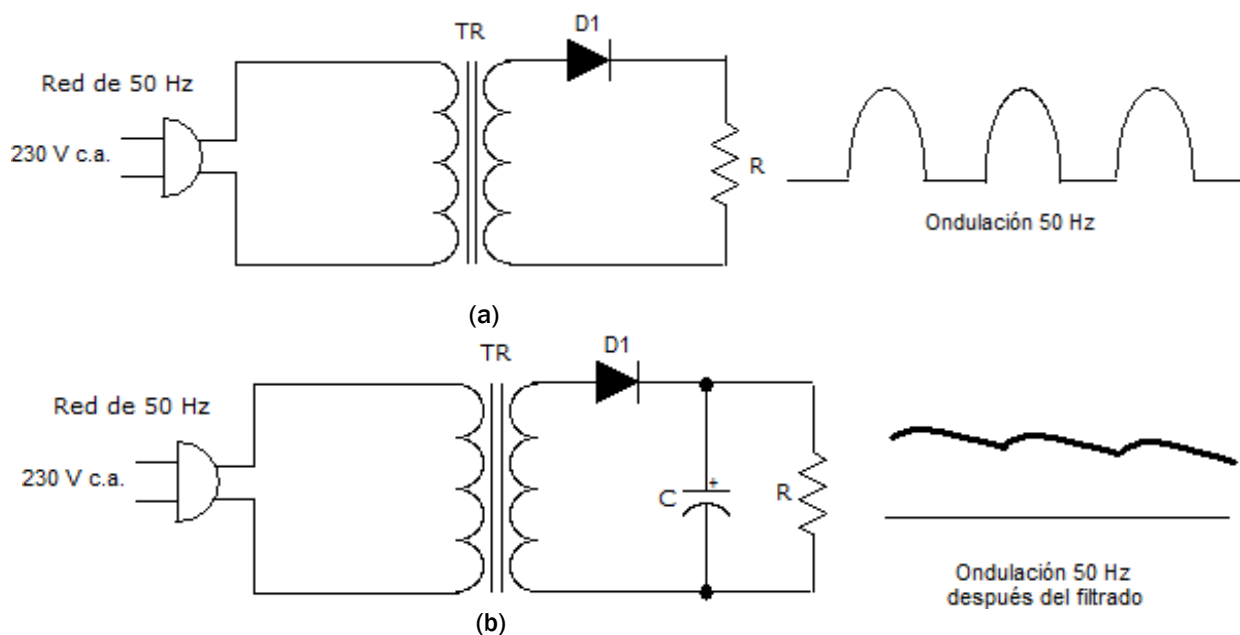


Fig. 1 Formas de onda de una fuente de alimentación de media onda (a) Sin filtraje (b) Con filtraje

La figura 1 muestra las formas de onda en una fuente de media onda. En la figura 1(a) la salida no está filtrada. Es una onda pulsatoria de 50 Hertzios. En la figura 1(b) se ha añadido un *condensador de filtro* y la forma de onda de salida es una c.c. casi pura.

Cuando envejecen los condensadores electrolíticos de filtro, son menos eficaces para la supresión de la ondulación. Uno de los síntomas de que un condensador de filtro está defectuoso en los equipos de audio es un zumbido fuerte en el altavoz. Esto ocurre a causa de que la corriente alimentada al amplificador de potencia ya no es una c.c. pura sino que es *pulsatoria* en la frecuencia de ondulación. En este caso se puede comprobar la tensión pulsatoria midiendo con un voltímetro en corriente alterna en los terminales de salida de la fuente de alimentación, donde nos dará un valor de tensión pulsante de alterna con un nivel determinado, cuando debería de tener un valor de 0 voltios cuando la tensión continua fuese pura.

En la figura 2 están representados las formas de onda de un circuito rectificador de onda completa con dos diodos. Sin embargo, las formas de onda serán las mismas en cualquier otra fuente de onda completa, tal como una con un rectificador puente. En la figura 2(a) se ve que la forma de onda no filtrada es de 100 Hertzios. La forma de onda filtrada está representada en la figura 2(b).

Práctica 40. Observación de las frecuencias de rizado

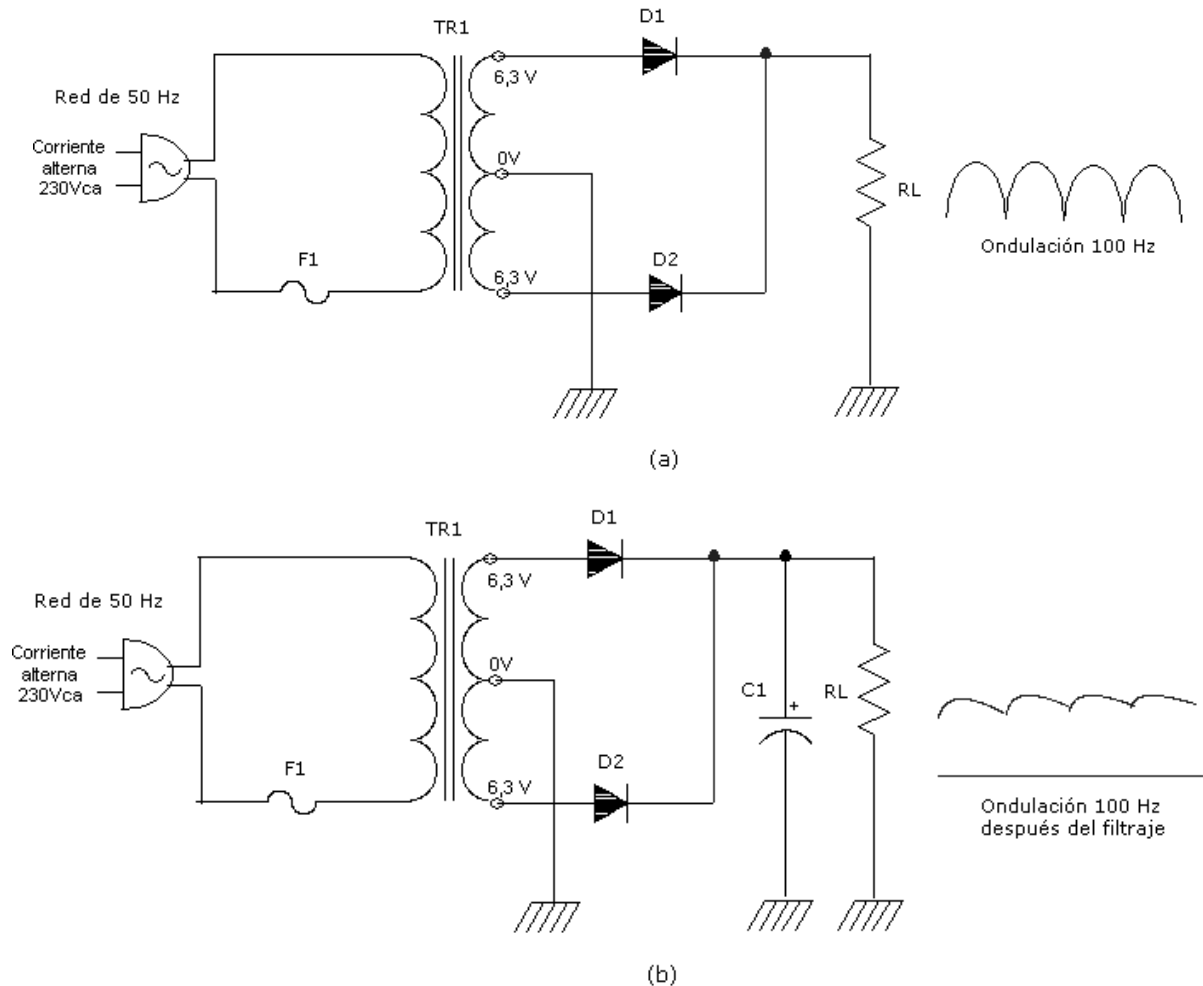


Fig. 2 Formas de onda de una fuente de alimentación de onda completa. (a) Sin filtraje. (b) Con filtraje.

Con un poco de práctica se puede aprender a reconocer los sonidos de 50 y de 100 hercios, lo cual es importante porque estos sonidos son síntomas de filtraje defectuoso. En esta práctica se escuchará los sonidos de ondulación de la fuente de alimentación.

Como localice averías en un receptor de radio debe tener presente que el receptor tiene una sección de radio. Por otra parte, los sistemas de reproducción como los CD, sintonizadores, etc., tienen amplificadores de audio. Esta práctica enseñará a reconocer los sonidos de audio que son síntomas de mal filtraje en la fuente de alimentación. Se puede oír estos sonidos en cualquier equipo que tenga una fuente de alimentación.

Montaje de prueba

En la figura 3 muestra un circuito rectificador de media onda. El esquema está en la figura 3a. No conecte ahora el condensador pero conexe el resto del circuito como se muestra.

Práctica 40. Observación de las frecuencias de rizado

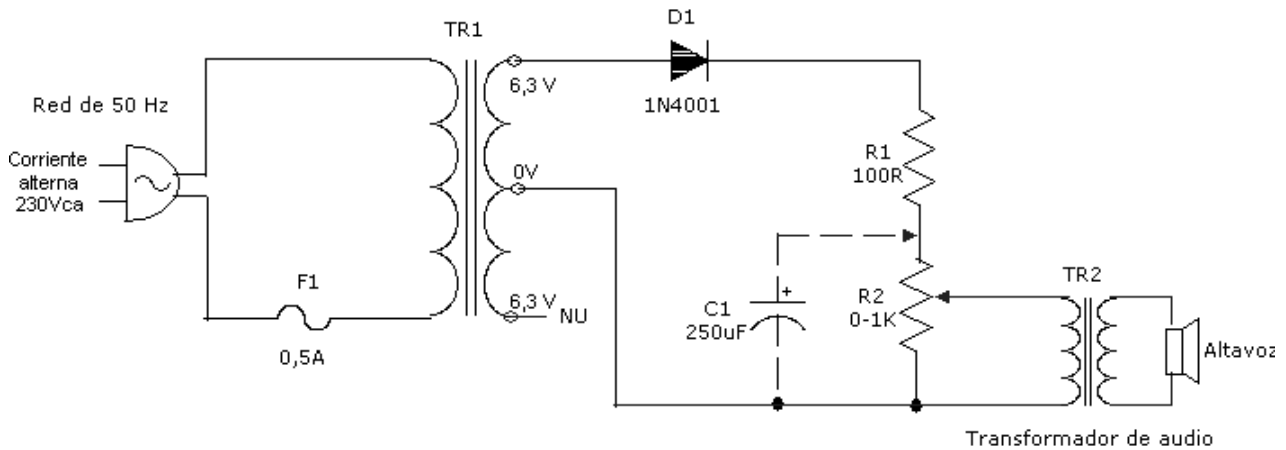


Fig. 3. Montaje de prueba para escuchar el zumbido (ondulación) de 50 Hz.

Procedimiento

1. Ajustar R2 en el centro de su margen. ¿Se escucha un sonido en el altavoz? Debe oír un sonido de baja frecuencia. Escúchalo cuidadosamente. Este es el sonido que se oír en el altavoz de un sistema en que el filtro de la fuente de alimentación está defectuoso.
2. Ajustar R2 y observe el efecto sobre el sonido del altavoz. Ajustando R2 se variará el volumen de sonido. Esta conexión de R2 es la misma que la conexión de un control de volumen en un receptor de radio o de televisión.
3. Reajustar R2 en el centro de su margen.
4. Conecte el condensador de filtro C1 entre los terminales de salida ¿Qué ocurre con el sonido del altavoz? El condensador de filtro debe suprimir el sonido del altavoz.
5. Conexione el circuito representado en la figura 4 y no conecte el condensador C1
6. Ajustar R2 en el centro de su margen. ¿Se oye un sonido en el altavoz? Debe oír un sonido de ondulación. ¿Es la frecuencia del sonido más alta o más baja que la del sonido de 50 hercios? El sonido debe tener una frecuencia más alta.
7. Gire R2 ¿Se controla así el volumen? Su respuesta debe ser "sí".
8. Conecte el condensador C1 en paralelo, es decir, entre los terminales de salida del rectificador. ¿Afecta esto al sonido? El condensador de filtro C1 debe suprimir la ondulación y, por tanto, debe suprimir el sonido.

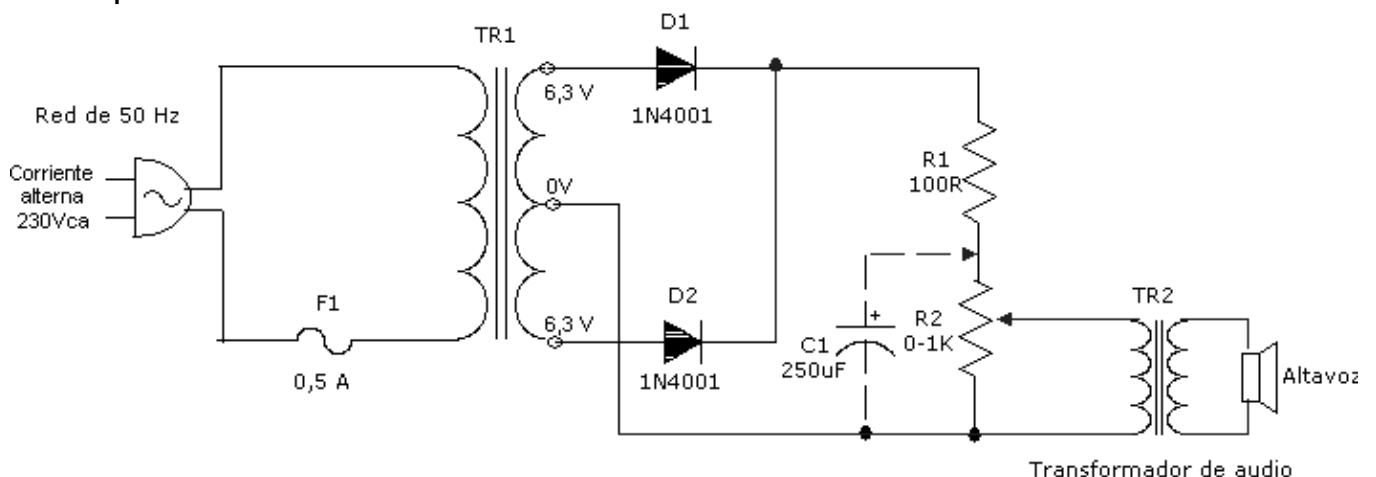


Fig. 4. Montaje de prueba para escuchar el zumbido (ondulación) de 100 hercios.

Práctica 40. Observación de las frecuencias de rizado

Conclusión

Cuando la frecuencia de la línea es 50 hercios, la frecuencia de ondulación o rizado de un rectificador de media onda es 50 hercios y la de un rectificador de onda completa es de 100 hercios.

Cuando envejece el condensador electrolítico de filtro de la fuente de alimentación en un sistema de audio, la tensión de ondulación aumenta. El sonido de la frecuencia de ondulación se oirá entonces en el altavoz.

Práctica 41. Prácticas con circuitos de constante de tiempo

En esta práctica está dedicada al funcionamiento de los *circuitos RC* básicos

Muchos circuitos de los sistemas electrónicos, incluyendo los TV, dependen en cuanto a su funcionamiento de la relación entre la *resistencia* y la *capacidad*. Estos circuitos de resistencia y capacidad (RC) se denominan *circuitos de constante de tiempo*. Los circuitos de *resistencia* e *inductancia* (RL) también se denominan *circuitos de constante de tiempo*. Seguidamente se muestran los circuitos básicos RC y RL.

En la figura 1 hay conectados en serie con una batería V un interruptor SW, un condensador C y una resistencia R.

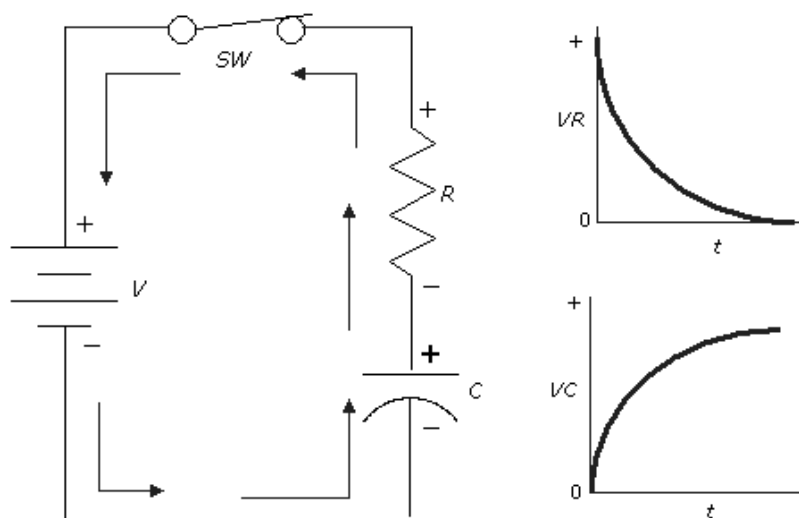


Fig.1 Condensador en carga

Supongamos que el condensador C no está cargado. Cuando se cierra el interruptor SW circula la corriente de carga. Esto está representado por la flechas. Esta corriente carga el condensador. La tensión en borne o entre los terminales del condensador aumenta con el tiempo. Cuanto mayor es la resistencia o la capacidad, más tiempo tarda en cargarse el condensador.

Las flechas indican los caminos de corriente cuando están cerrados los interruptores.

La forma de onda presentada a la derecha de C muestra cómo varía con el tiempo la tensión entre los terminales del condensador. En el instante en que se cierra el interruptor, no hay tensión entre ellos a causa de que el condensador no está cargado. Cuando circula la corriente de carga, aumenta la tensión entre los bornes del condensador.

La tensión entre los extremos de la resistencia es *máxima* en el instante en que se cierra el interruptor. A medida que se carga más el condensador, la intensidad de la corriente disminuye. Esto hace que la tensión entre los extremos de la resistencia R disminuya cuando la tensión entre los terminales del condensador aumenta.

Cuando el condensador esté completamente cargado, entre los terminales de C se mantiene toda la tensión aplicada. Entonces ya no hay corriente de carga ni tampoco hay tensión entre los extremos de R.

Práctica 41. Prácticas con circuitos de constante de tiempo

Ahora supongamos que el condensador esté completamente cargado y que deseamos descargarlo a través de una resistencia. Esta condición está representada en la figura 2. Cerrando el interruptor en este circuito se descarga el condensador como indican las flechas. Cuando el condensador se descarga, la intensidad de la corriente disminuye. Esto significa que la tensión entre los extremos de la resistencia disminuye.

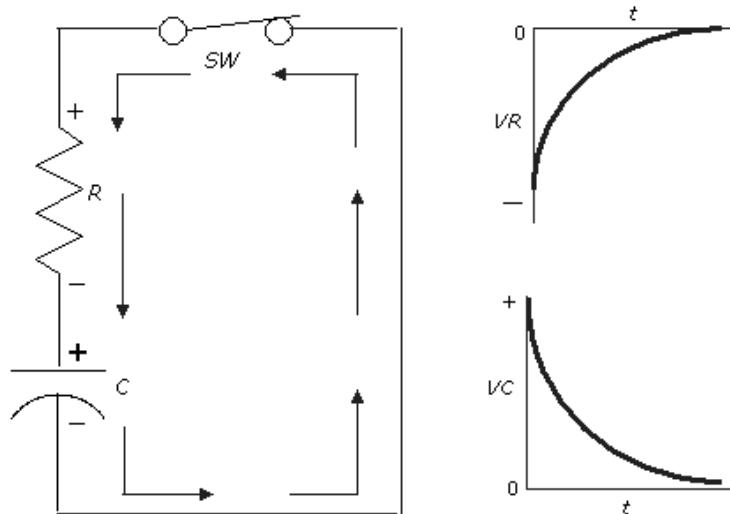


Fig. 2. Condensador en descarga

También las resistencias y los inductores o bobinas tienen una relación de constante de tiempo. Sin embargo, ésta no se expresa tan fácilmente como la de los circuitos RC. La figura 3 muestra un inductor y una resistencia en serie con una batería V . En el instante en que se cierra el interruptor SW , la corriente aumenta muy rápidamente en el circuito. Esto produce una tensión inversa entre los extremos de la bobina. La tensión inversa máxima es cuando la velocidad de variación de la corriente del inductor es máxima. El resultado final es que la tensión inversa impide que la corriente aumente rápidamente hasta su valor máximo. En vez de esto, la corriente aumenta gradualmente. El aumento de la corriente es análogo al aumento de la tensión entre los terminales del condensador, figura 1. Cuando disminuye la tensión inversa en la bobina, aumenta la corriente en el circuito y también aumenta la tensión entre los extremos de la resistencia.

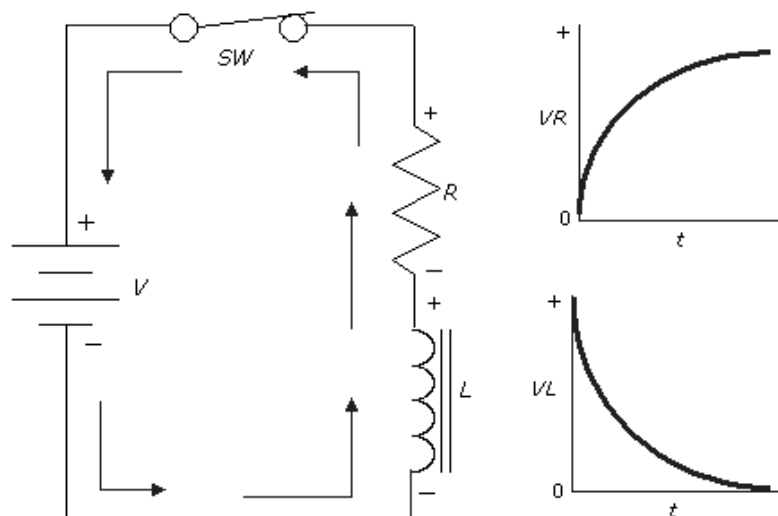


Fig. 3. Corriente de bobina aumentando

Práctica 41. Prácticas con circuitos de constante de tiempo

Eventualmente la tensión de c.c. entre los terminales de la bobina disminuirá hasta 0 voltios. La causa de ello es que la única resistencia que presenta la bobina es debida a la resistencia de los arrollamientos. Por tanto la caída de tensión c.c. ($I \times R$) es muy pequeña.

Supongamos que ahora que esté circulando por la bobina y por la resistencia la máxima corriente. Deseamos examinar las condiciones del circuito cuando cortocircuitamos los extremos de la resistencia y los terminales del inductor instantáneamente. Esta condición está representada en la figura 4. Observa que la corriente continúa circulando por la bobina y la resistencia en el mismo sentido, pero con intensidad continuamente decreciente. Por tanto, después de un cierto tiempo, la corriente que circula por la bobina, y la tensión entre sus terminales, llegará a anularse. Además, la corriente que circula por la resistencia, y la tensión entre sus extremos, también se anularán.

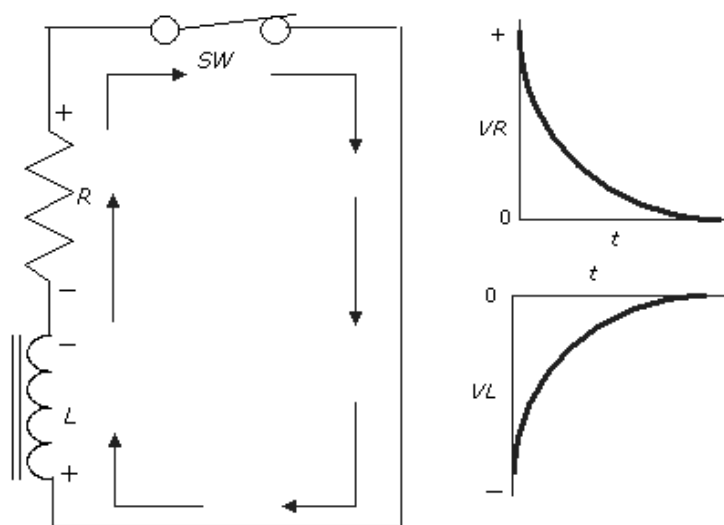


Fig. 4. Corriente de bobina disminuyendo,

En resumen, ambos circuitos RC y RL retardan el instante en que la corriente alcance su valor máximo o su valor mínimo en el circuito.

En la figura 5 se representa un circuito con una bobina y una resistencia. Se emplean dos interruptores. En el circuito inductivo es almacenada la energía en la forma de campo electromagnético alrededor de la bobina. Cuando SW1 está abierta y SW2 está cerrado, como muestra en la figura 5, hay corriente en la bobina. Por tanto, hay un campo magnético alrededor de ella.

Práctica 41. Prácticas con circuitos de constante de tiempo

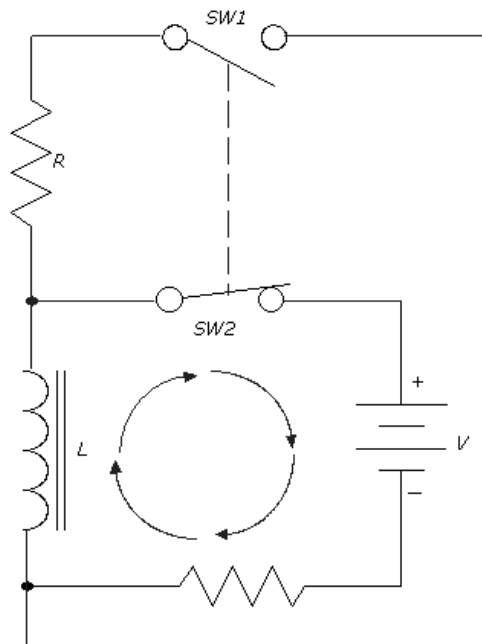


Fig. 5. La tensión inducida produce arco a través del interruptor SW2

La línea de trazos entre los interruptores SW1 y SW2 significa que están mecánicamente conectados. Cuando se abre SW2, SW1 se cierra. Cuando se cierra SW1, SW2 se abre.

Si se abre SW2, el campo magnético alrededor de la bobina se extingue; esto induce una tensión entre los terminales de la bobina y produce una corriente que circula a través de la resistencia y de SW1. Esta corriente disminuirá cuando la tensión inducida en la bobina L disminuye hasta anularse.

El circuito de la figura 5 sirve aquí únicamente como referencia. Observa que no se han incluido curvas. Cuando se abre SW2, varía rápidamente la corriente en la bobina L. El campo alrededor de ella comienza a desaparecer muy rápidamente e induce una tensión muy alta entre los extremos de la bobina. La tensión inducida es tan elevada que se producirá un arco entre los bornes de SW2. Este arco es realmente una corriente que fluye entre los contactos abiertos. En otras palabras, no es posible interrumpir instantáneamente la corriente en un circuito inductivo. Por esta razón, se usan a menudo circuitos especiales para evitar el arco cuando se abren y se cierran interruptores en circuitos inductivos.

Por definición, la *constante de tiempo T* de un circuito RC es el intervalo o cantidad de tiempo que tarda un condensador en cargarse hasta el 63 % de la tensión aplicada o en descargarse hasta el 37% de su valor inicial.

El cálculo de la constante de tiempo en segundos para un circuito RC es sencillamente el producto de la resistencia en ohmios y la capacidad en faradios.

$$T = R C$$

En los circuitos inductivos la constante de tiempo se expresa por

$$T = \frac{L}{R}$$

donde L = inductancia, en henrios
R = resistencia, en ohmios
T = constante de tiempo, en segundos.

Práctica 41. Prácticas con circuitos de constante de tiempo

Al final de cinco constante de tiempo se considera que un condensador está o bien completamente cargado o bien completamente descargado.

En la figura 6 se muestra un circuito RC de constante de tiempo que se utilizará en esta práctica. Se utilizará una fuente de alimentación en lugar de una batería. Aquí la resistencia R1 es de 50 kilohmios y la capacidad C1 de 250 microfaradios. La constante de tiempo de este circuito es:

$$T = R C$$
$$T = 50.000 \text{ ohmios} \times 0,000250 \text{ faradios} = 12,5 \text{ segundos}$$

Esto significa que en este circuito el condensador tardaría 12,5 segundos en cargarse hasta 63 % de la tensión aplicada. En el mismo intervalo de tiempo la caída de tensión en la resistencia R1 disminuirá hasta el 37% de su valor máximo. Como la tensión aplicada es 10 voltios, el 63% de la tensión aplicada es 6,3 voltios, y el 37% de la tensión aplicada es de 3,7 voltios.

Se puede observar el resultado de la constante de tiempo conectando un voltímetro entre los extremos de la resistencia R1 como se muestra en la figura 6(a). Pero muchos voltímetros están contruidos conectando simplemente un multiplicador RM en serie con un mecanismo sensible del medidor M. Esto está representado en la figura 6(b). Un valor típico del multiplicador para tal voltímetro en una escala de 10 voltios sería 200.000 ohmios. Si se conectan estos 200.000 ohmios en paralelo con los 50.000 ohmios, la resistencia en paralelo sería solamente de 40.000 ohmios. Esto reducirá la constante de tiempo, y el tiempo necesario para que la tensión disminuya entre los extremos de R1 hasta el 37% de la tensión aplicada sería menor.

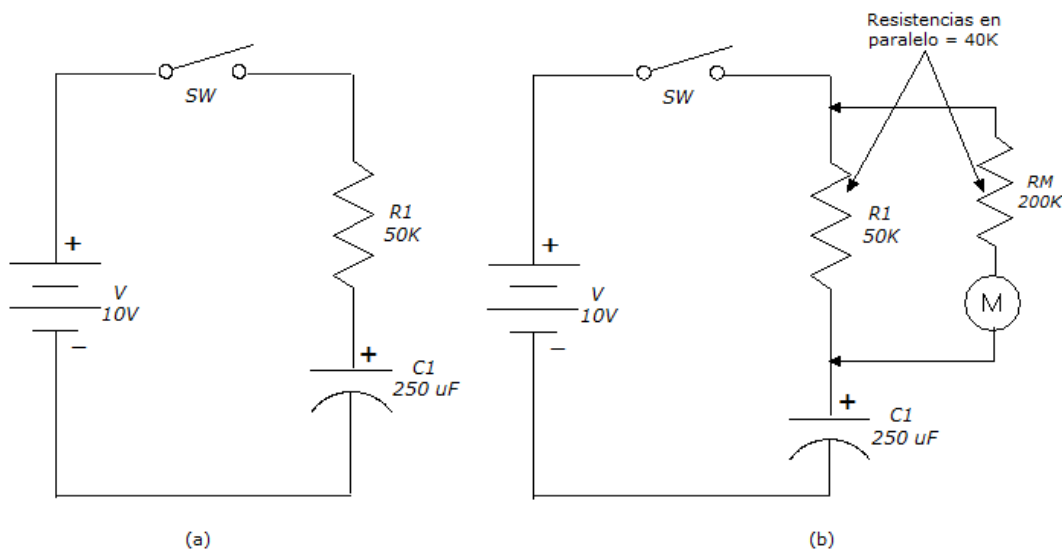


Fig. 6. Observación del efecto de la constante de tiempo. (a) Circuito de contante de tiempo. (b) El voltímetro reduce la resistencia del circuito.

Práctica 41. Prácticas con circuitos de constante de tiempo

Montaje de prueba

Conexione el circuito representado en el esquema de la figura 7. Observar que el instrumento de medida VA está conectado en paralelo con la resistencia R1, la resistencia del circuito será menor de 47 kilohmios. La resistencia real depende de la resistencia del voltímetro.

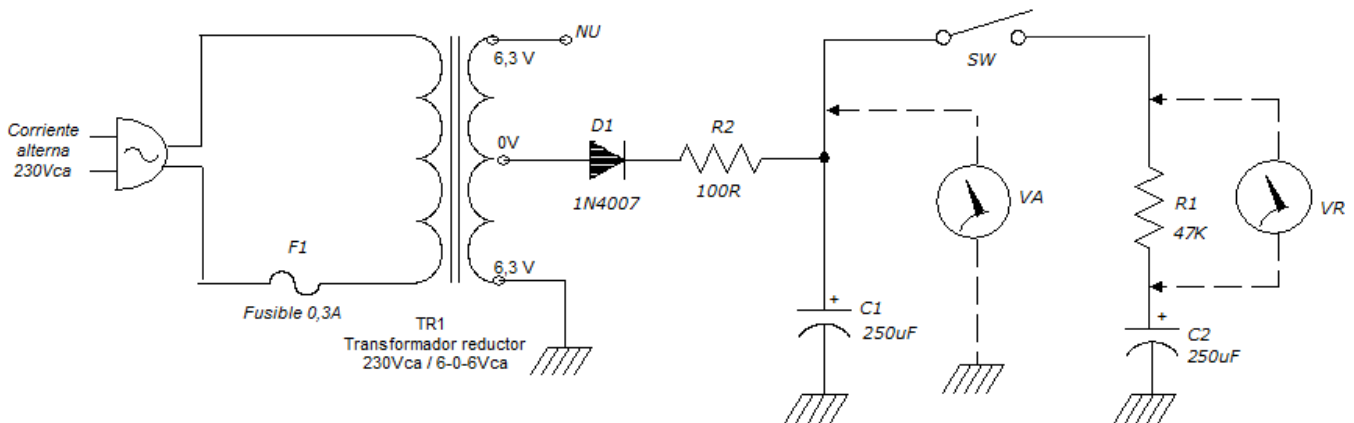


Fig. 7. Montaje para la constante de tiempo.

Procedimiento

1. Medir la tensión de la fuente de alimentación y anotar el valor.

$$VA = \text{_____} \text{ voltios}$$

2. La tensión entre los extremos de la resistencia disminuirá hasta un valor igual a 0,37 multiplicado por la tensión de la fuente de alimentación cuando está cerrado el interruptor. ¿Cuál es el resultado de multiplicar por 0,37 la tensión medida en el paso 1?

$$0,37 \times VA = \text{_____} \text{ voltios}$$

3. Cerciórese de que el interruptor está abierto en el circuito. Conectar momentáneamente un hilo de puente entre los terminales del condensador C1 para asegurarse de que la tensión entre ellos es 0 voltios.
4. Cerrar el interruptor y anotar a intervalos de 10 segundos, la tensión VR entre los extremos de la resistencia R1. Anotar las lecturas de tensión en la siguiente tabla 1.

Tiempo, en segundos	Tensión, en voltios
0	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
100	

Tabla 1. Lectura de tensión cada 10 segundos

Práctica 41. Prácticas con circuitos de constante de tiempo

5. Utilizando los valores de la tabla anterior, dibujar un gráfico que represente la tensión entre los extremos de la resistencia R1 (en la escala vertical), en función del tiempo (en la escala horizontal). El gráfico debe ser semejante al representado en la figura 8.

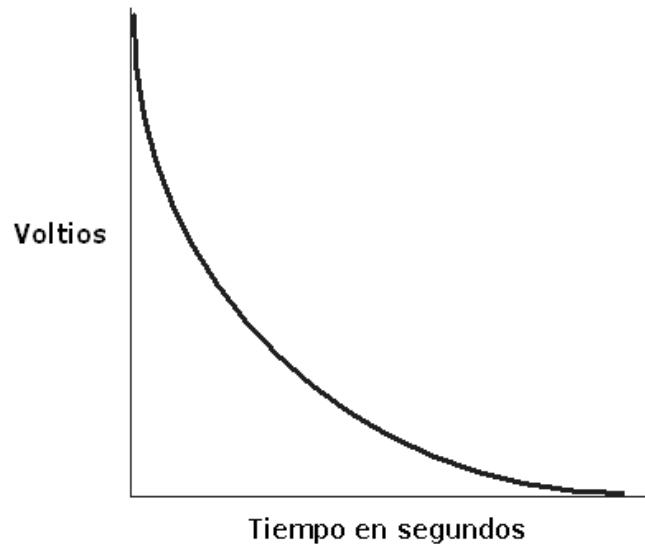


Fig. 8. La curva de constante de tiempo debe ser semejante a ésta.

6. Calcular la constante de tiempo del circuito utilizando los valores nominales de la resistencia R1 y el condensador C1. Utilizando $R1 = 47.000$ ohmios y $C1 = 0,000250$ faradios, el valor de T será **11,75 segundos**.
7. Determinar la constante de tiempo del circuito por el gráfico dibujado en el paso 5. Para ello, dibujar una recta horizontal desde el punto de la escala de tensión que es 0,37 veces mayor que la tensión máxima, hasta la curva. Desde el punto en que esta recta corta a la curva, trazar una vertical hasta la escala de tiempo. El procedimiento está indicado en la figura 9. Utilizar los valores de tensión y de tiempo de la tabla 1.

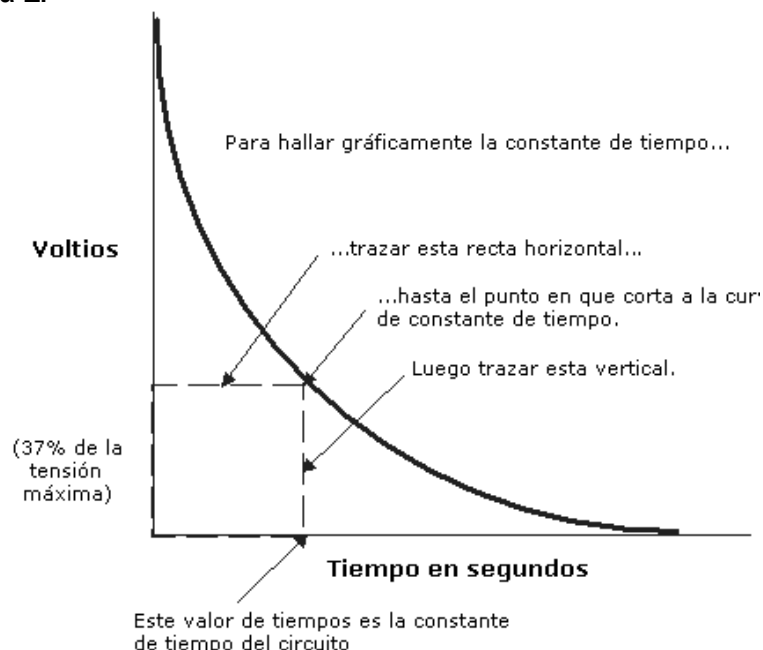


Fig. 9. Método gráfico para hallar la constante de tiempo

Práctica 41. Prácticas con circuitos de constante de tiempo

8. ¿Es el valor que da el gráfico de la constante de tiempo igual al valor de la constante que se ha calculado en el paso 7? El valor del gráfico de la constante de tiempo puede ser menor que el valor calculado. Recuerda que si se conectan dos resistencias en paralelo, el valor de la resistencia es siempre menor que la resistencia de menor valor que está en paralelo. Por tanto se deberá obtener menos de 47.000 ohmios cuando se conecta el voltímetro entre los extremos de la resistencia de 47 kilohmios. Pero recuerda que la resistencia R1 y el condensador C2 tienen tolerancias y sus valores efectivos serán diferentes de los valores nominales.

Conclusión

Las constantes de tiempo se pueden determinar gráficamente observando y anotando el tiempo transcurrido y la tensión entre los terminales de un condensador cuando se carga o se descarga. En las condiciones practicadas citadas anteriormente, la constante de tiempo debe ser suficientemente larga para permitir que las lecturas sean exactas.

Práctica 42. Construcción y prueba de un oscilador de relajación

La finalidad de esta práctica es mostrar el funcionamiento de un oscilador de relajación.

El *oscilador de relajación* es un circuito oscilador electrónico no lineal que produce una señal de salida repetitiva no sinusoidal, como una onda triangular o una onda cuadrada.

En la figura 1 se muestra una aplicación de un circuito RC. Este es el circuito de un oscilador de neón. Utiliza un circuito RC para determinar su frecuencia. Cuando se controla la frecuencia de un oscilador por un circuito RC o por un circuito RL, se dice que el *oscilador es de relajación*.

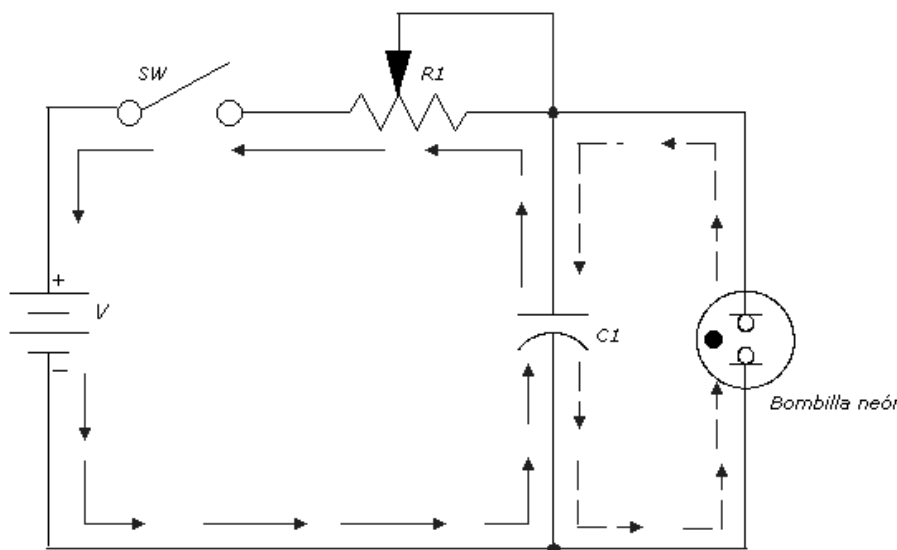


Fig. 1. Oscilador de neón

Quando se cierra el interruptor SW, el condensador C1 comienza a cargarse a través de R1 (flechas de trazos continuos). La bombilla de neón no puede conducir hasta que alcanza una cierta tensión mínima llamada *potencial de cebado*. Como la tensión entre los terminales del condensador es muy baja en el instante en que se cierra el interruptor SW, la bombilla de neón está apagada y no puede circular corriente por ella.

Quando la tensión entre los extremos del condensador alcanza el potencial de cebado de la bombilla de neón, ésta conduce. Esto lo indicará el brillo de la bombilla. El valor de la resistencia de la bombilla de neón es bajo cuando está conduciendo y el condensador se descarga a través de ella. El camino de la corriente de descarga está representado por las flechas de líneas a trazos.

La tensión necesaria para mantener encendida la bombilla de neón es menor que el potencial de cebado. Por consiguiente, transcurre un corto intervalo antes de que el condensador se descargue hasta un valor de tensión más bajo que el mínimo necesario para mantener encendida la bombilla. Entonces ésta se apaga y el condensador comienza a cargarse nuevamente.

El resultado definitivo es que la bombilla de neón se enciende y se apaga intermitentemente a un ritmo que depende de la constante de tiempo R1 y C1. El oscilador sencillo de relajación representado en la figura 1 se utiliza algunas veces como semáforo destellante. Naturalmente, la citada bombilla de neón debe ser muy grande en este caso.

Práctica 42. Construcción y prueba de un oscilador de relajación

El multivibrador representado en la figura 2 es un oscilador de relajación muy importante. El principio de funcionamiento se basa en el hecho de que hay dos transistores cada uno de los cuales controla la conducción del otro. En otras palabras, cuando Q1 conduce, pone en corte a Q2, y cuando Q2 conduce, pone en corte a Q1. Cada uno de ellos conduce durante un corto intervalo de tiempo y de esta manera se produce la oscilación.

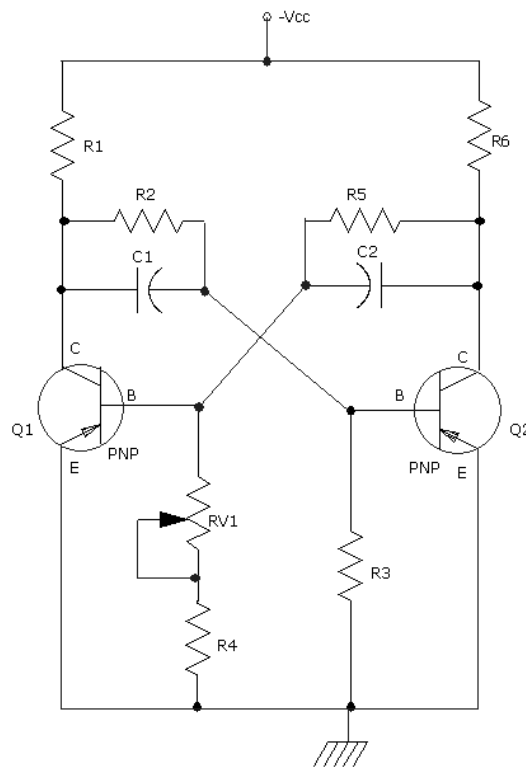


Fig. 2. Circuito multivibrador

El intervalo de tiempo durante el cual conduce cada transistor depende de la constante de tiempo de los dos circuitos RC. Un circuito RC está formado por R1, R2, R3 y C1. El otro circuito de constante de tiempo es RV1, R4, R5, R6 y C2. Puesto que la constante de tiempo de cada uno de estos dos circuitos determina el intervalo de tiempo durante el cual conduce cada transistor, ambos transistores controlan la frecuencia de oscilación. Cambiando la constante de tiempo de uno o de varios de los circuitos variará la frecuencia a que oscila el circuito.

A menudo se emplean los *multivibradores* para generar señales de exploración vertical y horizontal en los receptores de televisión.

Montaje de prueba

El montaje del circuito de prueba se representa en el esquema de la figura 3. Observa que este circuito es diferente del circuito multivibrador de la figura 2 a causa de la sustitución de la resistencia R6 por el altavoz. Este oscilador de relajación hará funcionar realmente al altavoz, pero no con mucho volumen.

Práctica 42. Construcción y prueba de un oscilador de relajación

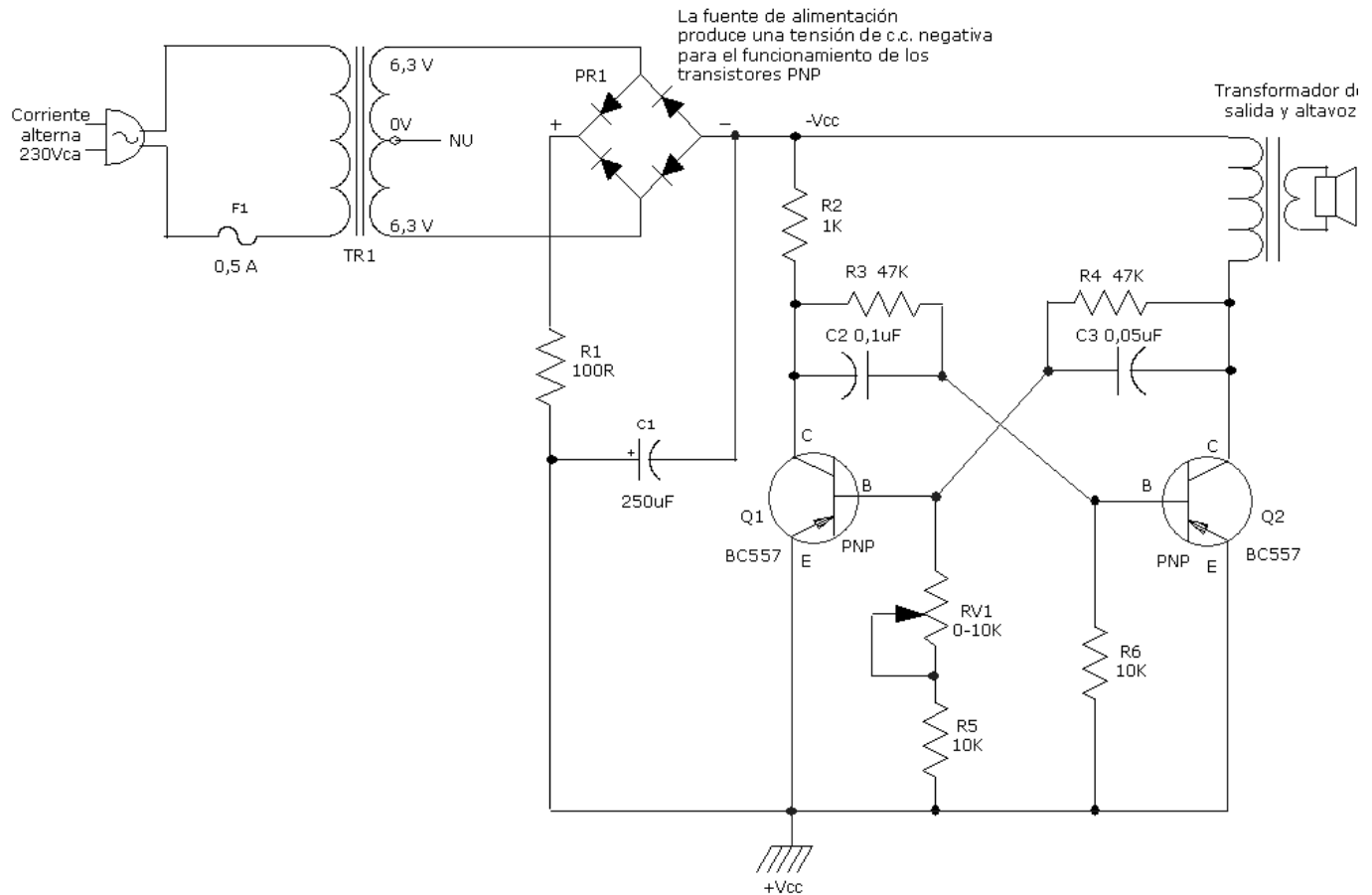


Fig. 3. Esquema de montaje para pruebas

Procedimiento

1. Conectar el circuito de la figura 3
2. Aplicar tensión
3. Escucha atentamente el tono en el altavoz. Ajustar la resistencia variable RV1 mientras se escucha la frecuencia en el altavoz. ¿Varía la frecuencia? Cuando cambie el valor de la resistencia RV1, también variará la frecuencia del tono. El valor de RV1 afecta a la constante de tiempo.

Conclusión

Esta práctica muestra que la constante de tiempo RC afecta a la frecuencia de oscilación. Los circuitos de constante de tiempo RC se pueden utilizar en los osciladores y, cuando es así, la frecuencia de oscilación depende directamente de dicha constante de tiempo RC.

Práctica 43. Construcción de un amplificador operacional

Esta práctica tiene la finalidad de conectar un *amplificador operacional* en un circuito. Para ello, se va a utilizar un amplificador operacional para crear un circuito oscilador.

El *oscilador* es un amplificador de alta ganancia con realimentación positiva, o sea regenerativa. Para determinar si el amplificador operacional que se utiliza en esta práctica amplificará una señal, solo es necesario conectarlo como *oscilador*.

Los *Amplificadores Operacionales* son circuitos integrados lineales básicos, basados en amplificadores diferenciales, que apareció en la década de los cuarenta y recibió el nombre de *amplificador operacional (AO)* por estar destinado a resolver determinadas operaciones matemáticas en las calculadoras analógicas. Se trata de un amplificador de alta ganancia, que puede controlar su característica de respuesta mediante realimentación y que actualmente se emplea en multitud de circuitos.

Desde el punto de vista teórico, un *amplificador operacional* es una especie de "caja mágica" con tan solo tres terminales, figura 1. Uno de ellos es la salida, cuya tensión o corriente está siempre referida a una masa que se supone implícita y que en la realidad está relacionada con la tensión de alimentación del circuito, y los otros dos se corresponde con las entradas.

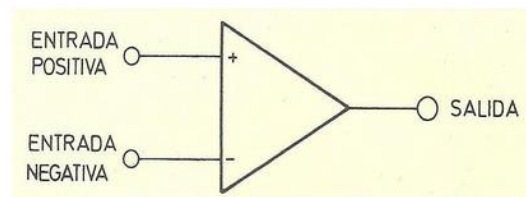


Fig. 1. Simbología del Amplificador Operacional

Las entradas son una *positiva* (V_{e+}) y una *negativa* (V_{e-}). Cuando la tensión aplicada a la primera es superior a la aplicada a la segunda, la salida del amplificador operacional es *positiva*. Si, por el contrario, la tensión sobre la entrada positiva es inferior a la de la negativa, la salida es *negativa*.

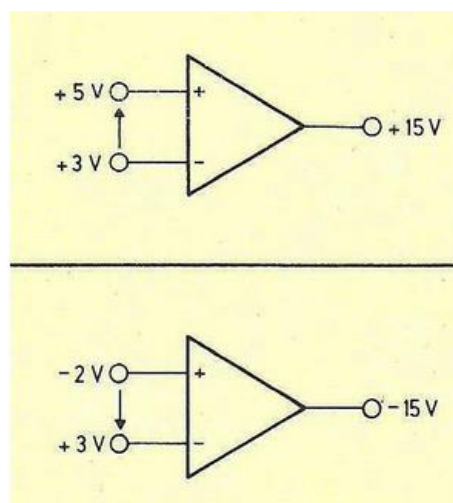


Fig. 2. Dependencia de la tensión de salida con las tensiones de entradas

La polaridad de la tensión de salida del amplificador operacional depende de la diferencia entre las tensiones de las entradas, figura 2. La tensión de salida es la misma siempre que la tensión diferencial de las entradas sea la misma, no importando el valor de la tensión común. El nivel de salida obtenido será el producto de la diferencia de las señales aplicadas en las entradas por la ganancia del amplificador: $V_s = G_a (V_{e1} + V_{e2})$.

Práctica 43. Construcción de un amplificador operacional

La figura 3 muestra el circuito básico del oscilador utilizado en esta práctica. Observa que el circuito de realimentación R1 y R2 retorna la señal de salida a la entrada no inversora del amplificador operacional. La oscilación ocurre cuando la señal de salida es retornada en fase con la señal de entrada. En el terminal no inversor de entrada, las señales de entrada y salida están en fase.

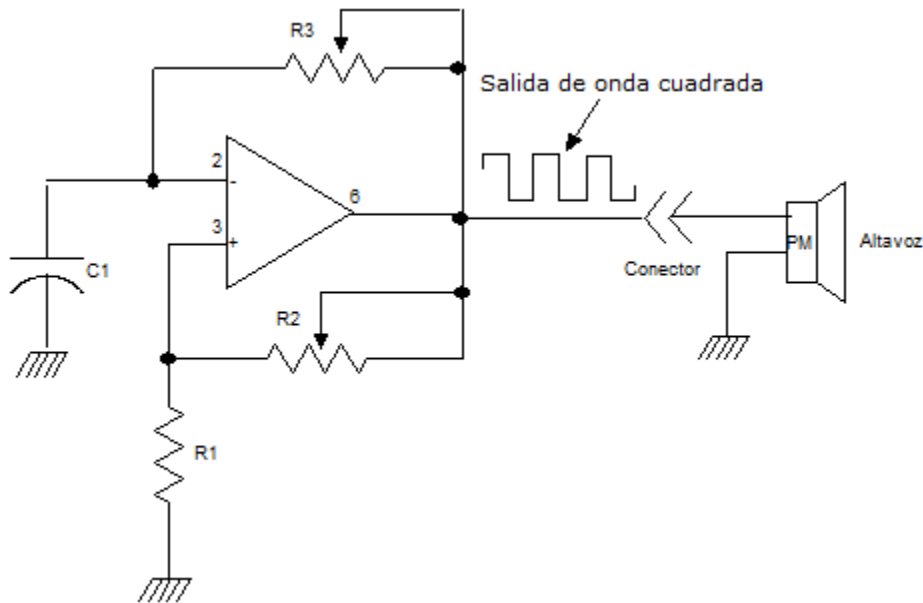


Fig. 3. Circuito básico de oscilador con amplificador operacional.

Cuando es activado el circuito por primera vez, la tensión de salida, en el pin 6, aumenta. La tensión positiva creciente se aplica al pin 3, donde es amplificada. La salida se hace más positiva en el pin 6 cuando es amplificada, y el amplificador operacional entra en saturación muy rápidamente. Si se satura un amplificador operacional, el valor de su tensión de salida ya no puede aumentar más.

El condensador C1 comienza a cargarse hasta la tensión positiva de salida. La tensión en el pin 2 aumenta cuando se carga el condensador. Cuando la tensión entre los terminales del condensador, en la patilla 2, se hace más positiva que la tensión en la patilla 3, la salida del amplificador se hace negativa muy rápidamente. Entonces C1 comienza a descargarse. Cuando la tensión entre los terminales del condensador es menor que la tensión en la patilla 3, la salida se hace nuevamente positiva.

El resultado final es una tensión de salida de onda cuadrada. Esto está representado en la figura 1. La onda cuadrada produce sonido en el altavoz. El oscilador se denomina multivibrador a causa de que su salida es una onda cuadrada y de que su frecuencia depende de la velocidad de carga y de descarga del condensador.

Montaje de prueba

La figura 4 muestra el esquema del montaje de prueba. Este circuito consiste en una sola fuente de alimentación y un oscilador con amplificador operacional similar al representado en la figura 3.

Práctica 43. Construcción de un amplificador operacional

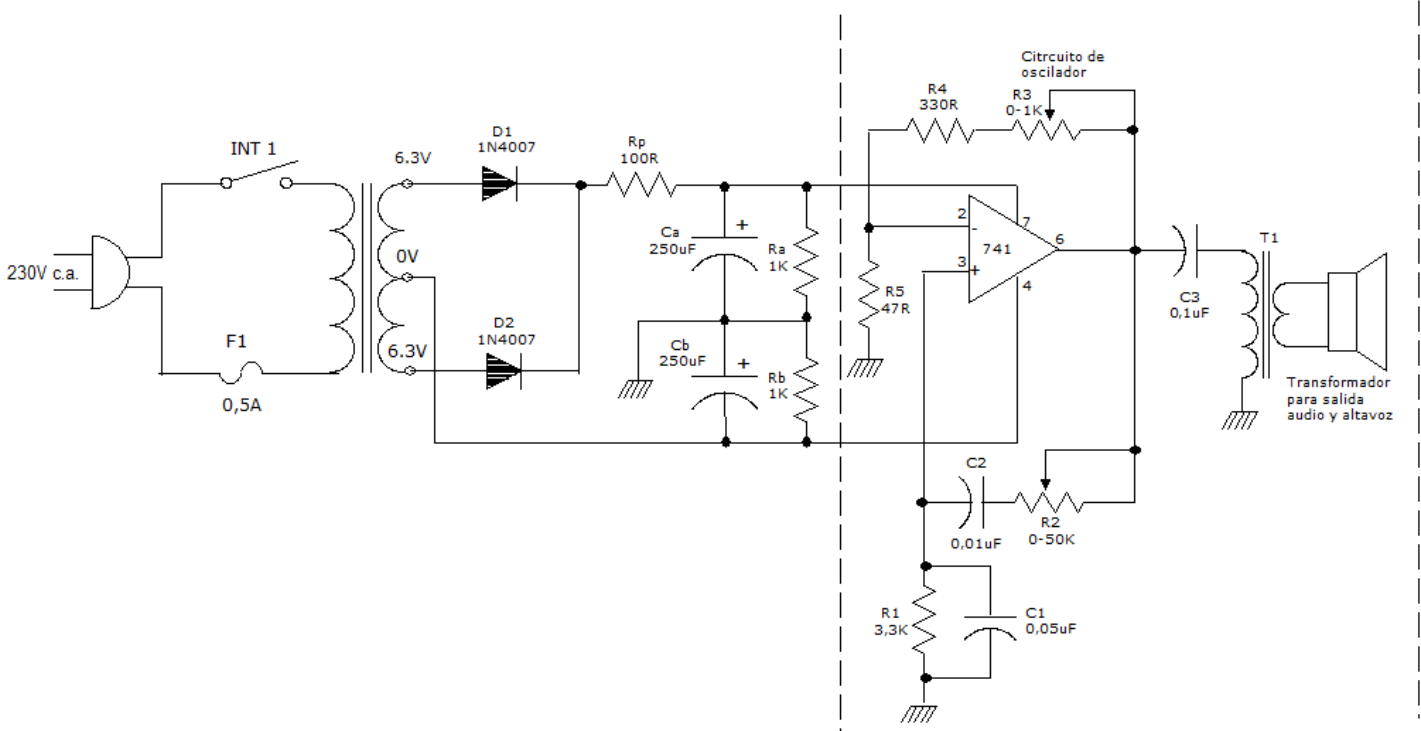


Fig. 4. Esquema de montaje para pruebas

Procedimiento

1. Conectar el circuito como se muestra en la figura 4. El amplificador operacional debe oscilar, y la salida en el altavoz debe ser un tono de audiofrecuencia.
2. Ajustar R2 y R3 en el centro de su margen.
3. Medir las tensiones positiva y negativa de la fuente de alimentación con respecto a masa. Anotar aquí los valores.

+Vs = _____ voltios

-Vs = _____ voltios

La tensión de alimentación debe ser aproximadamente de 4,5 voltios positivos y de 4,5 voltios negativos haciendo un total de 9 voltios aproximadamente entre los terminales positivo y negativo. Si la tensión es mucho menor que ésta, el amplificador operacional puede no funcionar correctamente. Debe haber salida audio del altavoz.

4. Ajustar R2. ¿Qué efecto ejerce esto sobre la salida? El ajuste de R2 hace que cambie el intervalo de tiempo que transcurre hasta que C2 se cargue. Por tanto hace que cambie el tiempo del ciclo o periodo T de cada ciclo. La frecuencia f de la señal de salida está relacionada con el periodo por la ecuación:

$$f = \frac{1}{T}$$

Por tanto, cambiando R2 se cambia el período, y esto a su vez hace que cambie la frecuencia del sonido.

Práctica 43. Construcción de un amplificador operacional

5. ¿Aumenta o disminuye la frecuencia cuando se aumenta la resistencia de R2?

Aumentando la resistencia de R2 también aumentará el período T y disminuirá la frecuencia f.

6. ¿Qué efecto tiene R3 sobre la salida del circuito? La resistencia R3 controla la cantidad de realimentación aplicada a la entrada no inversora. La ganancia del amplificador depende de la relación o cociente entre $R3 + R4$ y R5. Cambiando el valor de R3 cambiará el volumen del sonido. Si R3 es demasiado pequeña, entonces la realimentación se reducirá hasta el punto en que la ganancia sea también demasiado pequeña. En este punto el amplificador no puede sostener la oscilación.

Conclusión

El amplificador operacional 741 utilizado en la práctica y que se representa en el circuito de la figura 4, se obtiene a su salida Vs una oscilación con una determinada audiofrecuencia que se escucha en el altavoz. Esto está determinado por la polarización de sus entradas V- y V+, la realimentación positiva y por supuesto la tensión positiva y negativa de la fuente de alimentación.

Práctica 44. Construcción de un oscilador de audio.

Esta práctica consiste en mostrar cómo se puede construir un oscilador de audio aplicando realimentación al terminal inversor de entrada de un amplificador operacional.

Hay dos maneras de conseguir la realimentación deseada en los osciladores de amplificadores operacionales, las cuales están representadas en la figura 1. En la figura 1a la salida del amplificador es realimentada a la entrada no inversora. Las señales de entrada y salida están en fase y entonces se produce oscilación. Este es el tipo de circuito oscilador utilizado en la práctica 43.

En la figura 1b la salida del amplificador es realimentada a la entrada inversora. La señal en la entrada inversora y la señal de salida están normalmente desfasadas. Esto significa que si es realimentada directamente la señal, como ocurriría con una sola resistencia en el camino de realimentación, la realimentación sería degenerativa. Por esto aquí se utiliza un inversor de fase para que la realimentación sea positiva.

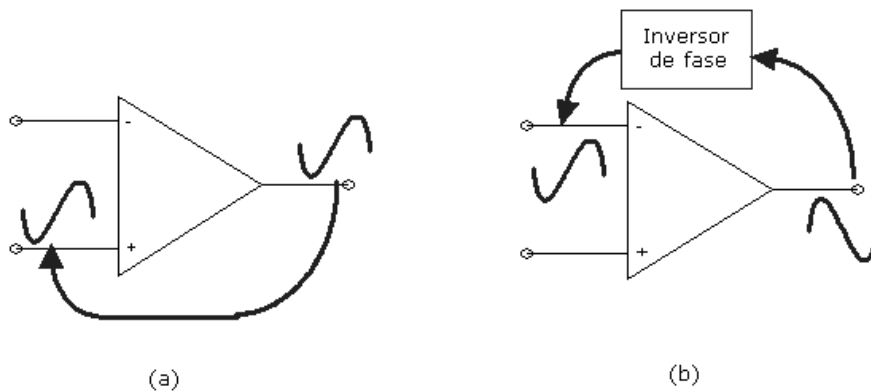


Fig. 1. Dos caminos de realimentación para los osciladores, (a) A la entrada no inversora (b) A la entrada inversora.

Aunque esta práctica sólo está relacionada con los osciladores en el que se utilizan amplificadores operacionales, todo lo dicho es también aplicable a los osciladores en que se emplean transistores bipolares o transistores de efecto de campo. Para la porción amplificadora de los osciladores se adoptan generalmente la configuración de emisor común o a masa. La figura 2 muestra cómo se obtiene ordinariamente la realimentación. Observar que es necesario un circuito inversor de fase entre los dos puntos para realizar la realimentación positiva.

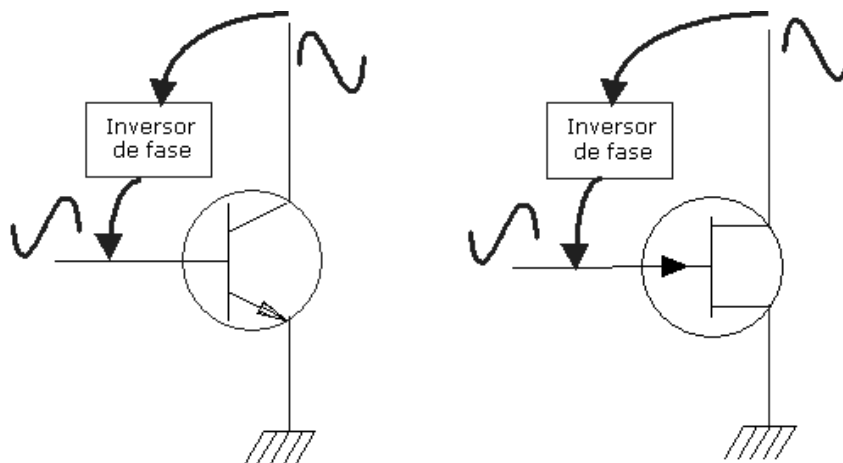


Fig. 2. Realimentación de osciladores

Práctica 44. Construcción de un oscilador de audio.

En los osciladores se emplea realimentación positiva. En esta práctica se utilizará un amplificador operacional para construir el oscilador. La salida del amplificador operacional se aplicará a través de una red RC inversora de fase. Desde esta red la señal será realimentada en el terminal negativo de entrada (inversor) del amplificador operacional. El oscilador que se va a construir es similar al tipo de oscilador audio de banda ancha utilizado por los técnicos en el equipo localizador de averías de audio.

Montaje de prueba

Conectar el circuito como muestra en el esquema de montaje de la figura 3. En este circuito se utilizará un rectificador puente compacto.

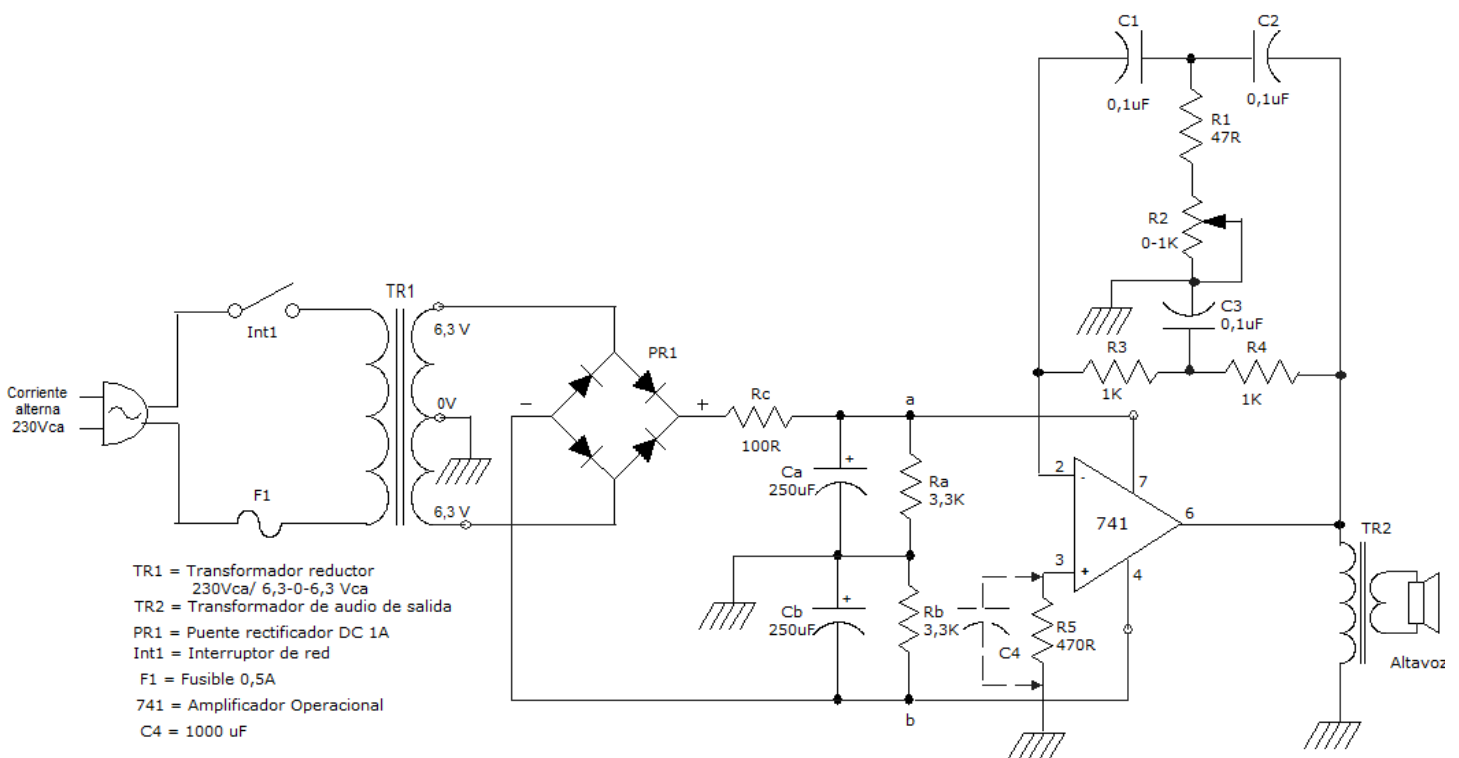


Fig. 3. Esquema de montaje para pruebas

Procedimiento

1. Medir la tensión positiva de la fuente de alimentación entre la masa GND y el punto a. Anotar la tensión.

$$+V_a = \text{_____} \text{ voltios}$$

Si la lectura no es aproximadamente +9 voltios (ordinariamente algo menos), desconecte el circuito de la fuente de alimentación y revise cuidadosamente las conexiones. El circuito no funcionará correctamente si no tiene la tensión positiva correcta de alimentación. Los circuitos osciladores se diseñan con una tensión de alimentación para obtener una determinada frecuencia de oscilación, si la tensión no es la correcta a la que el circuito oscilador está diseñado no se obtendrá la oscilación prevista.

2. Mida la tensión negativa de la fuente de alimentación entre la masa GND y el punto b. Anote aquí la tensión medida.

$$-V_b = \text{_____} \text{ voltios}$$

Práctica 44. Construcción de un oscilador de audio.

Si la lectura no es aproximadamente de -9 voltios (ordinariamente algo menor), desconecte la fuente de alimentación y revise cuidadosamente el conexionado. El circuito no funcionará correctamente si no tiene la tensión correcta.

3. Ajusta R2 y escuche su efecto sobre el sonido de salida ¿Regula el volumen o la frecuencia? La resistencia variable R2 puede afectar al volumen y a la frecuencia, pero *ejerce mayor efecto sobre la frecuencia.*
4. Conecta un condensador C4 de 1000 microfaradio en paralelo con la resistencia R5, es decir, entre los extremos de éste, que está conectado sobre el terminal positivo de entrada (no inversor, pin 3) y el terminal o punto común de masa. Este condensador está representado en el esquema eléctrico con líneas de trazos. ¿Deja de funcionar el oscilador? Su respuesta debe ser no. Esto prueba que no hay señal de entrada en el terminal no inversor. Si hubiese una señal (una tensión de corriente alterna) habría pasado a través del condensador, pero con variación de fase. Esto hubiera producido realimentación degenerativa y habrían cesado las oscilaciones.

Conclusión

Los osciladores requieren realimentación positiva (regenerativa) para su funcionamiento. La señal realimentada puede ser aplicada directamente a una entrada no inversora del amplificador operacional. Si es aplicada a una entrada inversora, entonces se debe utilizar alguna forma de red inversora de fase para hacer que la señal realimentada sea regenerativa.

Práctica 45. Construcción de un rectificador un oscilador y un amplificador

La finalidad de esta práctica es la construcción de un rectificador de onda completa, un oscilador de relajación UJT y un amplificador de potencia, para mostrar cómo se puede ajustar la frecuencia de oscilación mediante una combinación de resistencias y condensador.

Se construirá separadamente la fuente de alimentación, el oscilador y el amplificador. Luego se combinará en una misma unidad de trabajo. Esto es lo que se puede denominar una construcción *modular*. Como parte de esta práctica, aprenderá algunos métodos útiles para localizar averías en los circuitos electrónicos.

Existen varios componentes que se utiliza en virtud de su comportamiento *intermitente*, en cuanto no conducen corriente hasta que la tensión en sus terminales alcanza un cierto valor mínimo.

Una *bombilla de neón* es un buen ejemplo de componente *intermitente* de dos terminales. Tiene una tensión o punto de ruptura que ordinariamente está comprendida entre 50 y 100 voltios, dependiendo del tipo de bombilla. Cuando la tensión entre los terminales de la bombilla es menor que el punto de ruptura, llamado *potencial de cebado* de la bombilla, no circula corriente. Cuando la tensión entre los terminales de la bombilla excede del punto de cebado, la bombilla se enciende y conduce corriente.

Los *diodos de tres capas*, denominados *diacs*, y los de *cuatro capas* son ejemplos de componentes intermitentes de estado sólido de dos terminales. La diferencia entre ellos es que el *diac* puede conducir en cualquier sentido, pero un diodo de cuatro capas sólo puede conducir en un sentido. En ambos diodos no hay un flujo de electrones hasta que la tensión entre sus terminales alcanza el punto de ruptura.

El *transistor uniunión* (UJT) representado en la figura 1 es un ejemplo de componente intermitente de tres terminales. El símbolo de la figura 1a muestra que hay un *emisor* y dos uniones de *base*, *Base 1* y *Base 2*, pero no tiene colector. Cuando la tensión entre el *emisor* y la *Base 1* alcanza un cierto valor mínimo, fluye la corriente a través del UJT desde la *Base 1* hasta la *Base 2*.

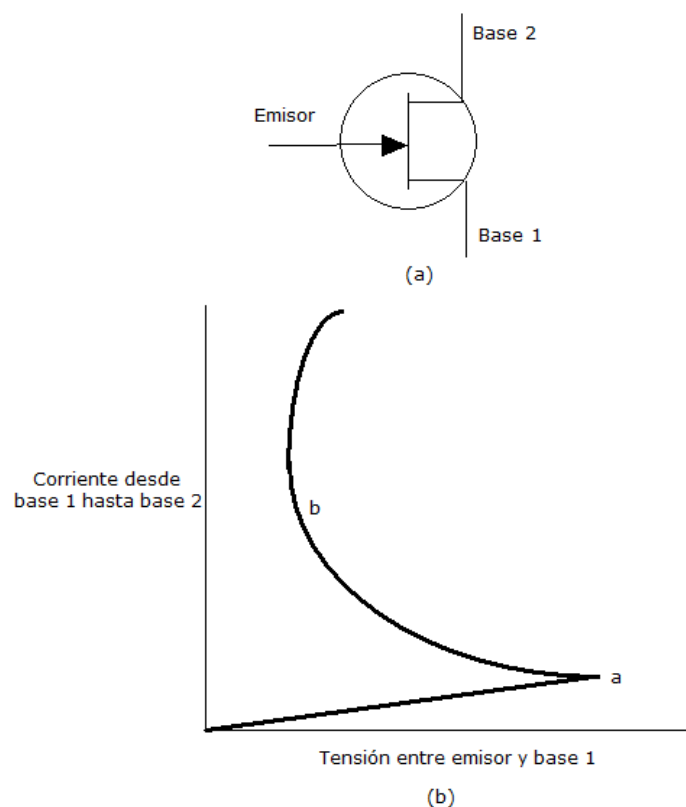


Fig.1. El transistor uniunión (a) Símbolo. (b) Curva característica.

Práctica 45. Construcción de un rectificador un oscilador y un amplificador

El gráfico de la figura 1b indica la tensión entre el emisor y la Base 1 en un eje y la corriente de la Base 1 hasta la Base 2, a través del UJT, en el otro eje. Observa que la tensión debe ser aumentada hasta un punto a antes de que pueda circular una corriente de gran intensidad. Después de que se inicia la circulación de corriente, la tensión necesaria para mantener una corriente intensa disminuye hasta un valor más bajo (punto b de la curva).

En la figura 2 se muestra cómo se puede utilizar un UJT como *oscilador de relajación*. Este circuito tiene dos ramas separadas. Una rama (R1 y C1) produce una tensión de rampa (parte de una onda en diente de sierra) en el punto a. La tensión de rampa aumenta paulatinamente cuando se carga el condensador. La otra rama (R2, Q1 y R3) descarga al condensador cuando la tensión alcanza el punto de ruptura.

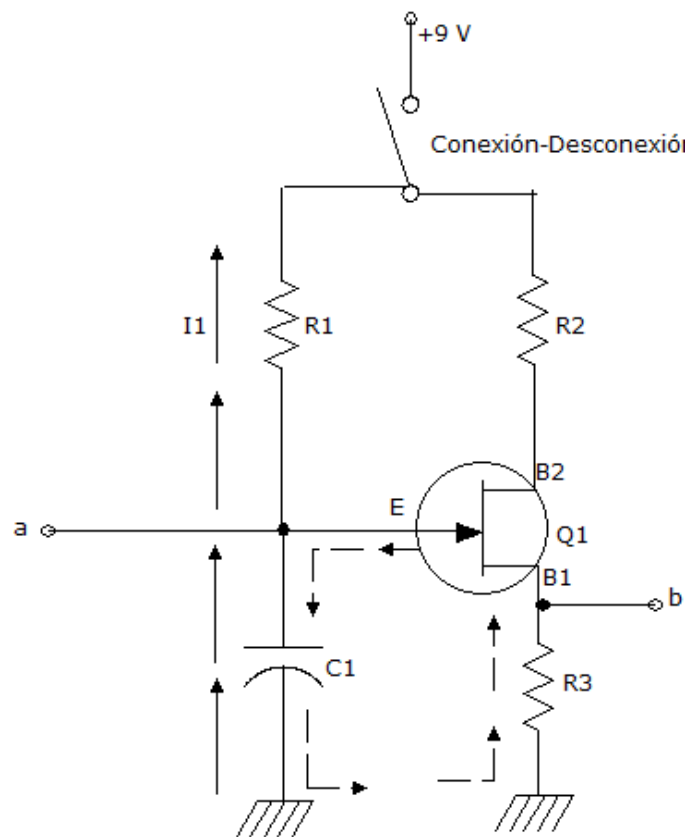


Fig. 2. El oscilador de relajación UJT

Supongamos que el circuito se acaba de conectar. El condensador C1 comienza a cargarse a través de R1. Las flechas de líneas continuas muestran el camino de la corriente de carga I1. La tensión en el punto a aumenta cuando se carga el condensador. La figura 3 muestra la forma de onda producida en el punto a.

Cuando la tensión entre los terminales del condensador de la figura 2 alcanza el punto de ruptura, el UJT conduce a través de R2 y R3. Al mismo tiempo, el condensador C1 se descarga a través R3 y la unión del emisor con la Base 1. El camino de la corriente de descarga I2 es el representado con flechas de líneas a trazos en la figura 2.

Práctica 45. Construcción de un rectificador un oscilador y un amplificador

Como la corriente circula a través de R3 durante solamente un corto intervalo de tiempo mientras se descarga C1, la tensión entre los extremos de R3 consiste en cortos impulsos. Sta es la forma de onda en el punto b, como muestra la figura 3.

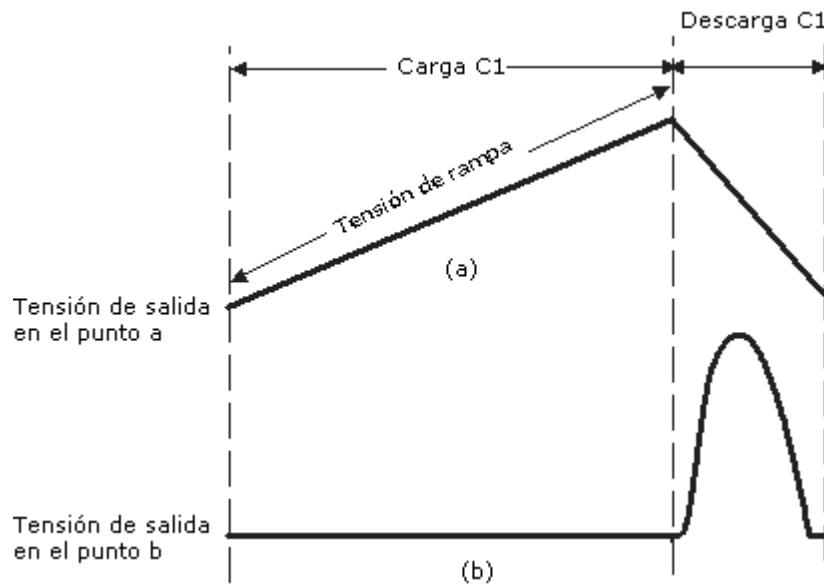


Fig. 3. Un ciclo de la forma de onda de salida en el circuito de la figura 2. (a) Diente de sierra en el punto a. (b) Impulso en el punto b.

En la figura 4 se muestran varios ciclos de la forma de onda del circuito oscilador. La salida de impulsos no es siempre suficientemente intensa para activar directamente un transductor, por lo que se utilizará un amplificador de potencia para excitar el altavoz en nuestra práctica. El oscilador UJT suministrará la señal de entrada al amplificador de potencia.

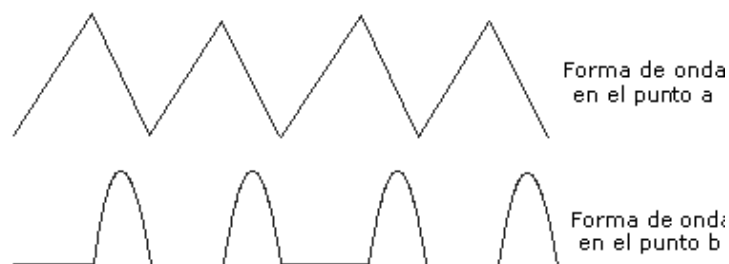


Fig. 4. Varios ciclos de la forma de onda en el circuito de la figura 2.

Práctica 45. Construcción de un rectificador un oscilador y un amplificador

PARTE I

Montaje de prueba

La figura 5 muestra el esquema del circuito de la fuente de alimentación de onda completa con dos diodos y filtro.

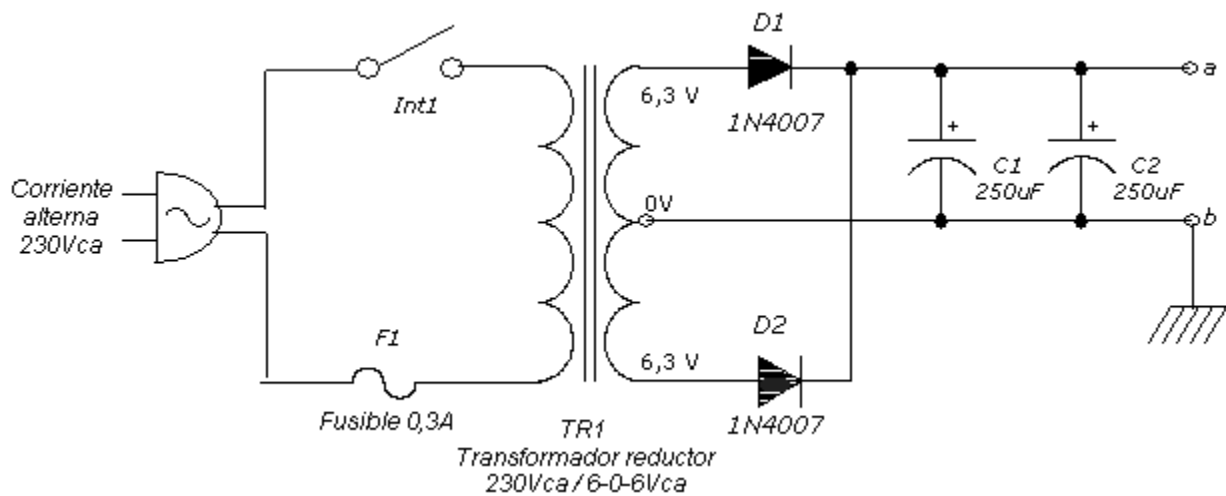


Fig. 5. Esquema de montaje de la fuente de alimentación

Procedimiento

1. Conexionar el circuito representado en la figura 5. ¿Qué tipo de rectificador es?
2. Medir la tensión de c.c. entre los terminales de salida. Esta medición se tomará directamente entre los terminales de uno de los condensadores de filtro que se encuentran conectados en paralelo. Anotar aquí la tensión.

Vc.c. = _____ voltios

El valor debe ser de unos 9 voltios aproximadamente. El valor exacto depende de la cantidad de tensión existente en la línea de potencia y la resistencia de los diodos.

3. El circuito tiene dos condensadores de filtro electrolíticos de 250 µF conectados en paralelo. ¿Cuál es la capacidad de la combinación en paralelo?

Capacidad total = _____ microfaradios.

Su respuesta debe ser de 500 microfaradios. Cuando los condensadores están conectados en paralelo se suman sus valores de capacidad y si se ponen en serie se reducen a la mitad.

4. Si se eliminarse el diodo D2 del circuito de la figura 5, ¿Qué tipo de fuente de alimentación se obtendría? Su respuesta debe ser: *rectificador de media onda*. El circuito funcionaría, pero la tensión disminuiría más cuando se conectarse una carga entre los terminales a y b. En otras palabras, la regulación no sería tan buena. Además, habría más ondulación o *rizado*.

Práctica 45. Construcción de un rectificador un oscilador y un amplificador

PARTE II

Montaje de prueba

En la figura 6 se muestra el esquema del circuito amplificador de potencia.

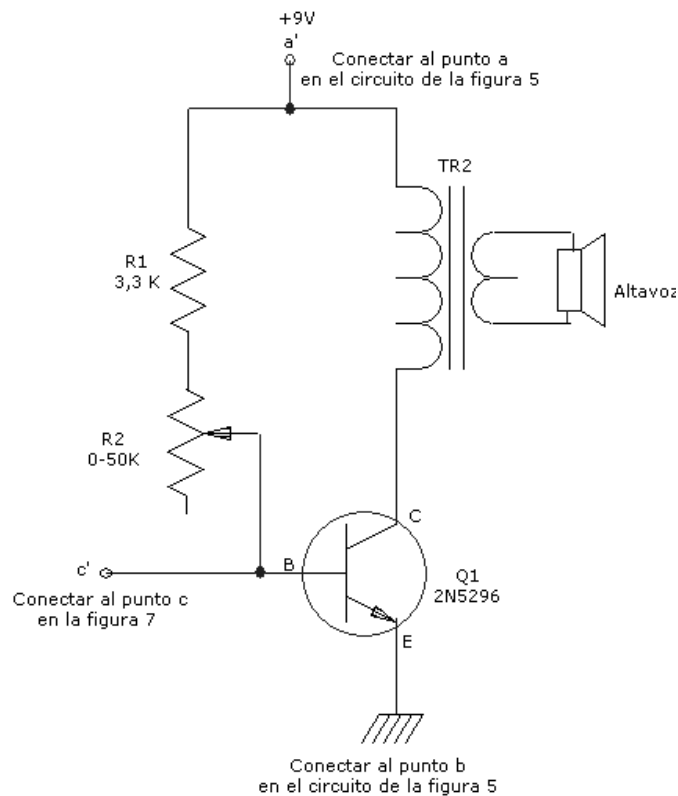


Fig. 6. Esquema de montaje del circuito amplificador de potencia

Procedimiento

1. Conexionar el circuito como muestra la figura 6. Este es un amplificador de potencia con polarización simple. Cerciórese de que el circuito de la fuente de alimentación no está conectado a la red cuando se conecte a él el amplificador. Esto es una regla fundamental para las buenas prácticas.

No conectar ni desconectar componentes en un circuito estando éste bajo tensión, o sea con la alimentación conectada.

Las sobrecorrientes de conexión, llamadas transitorios, puede destruir un componente.

En esta sección se realizará una práctica que requiere desconectar un componente cuando está bajo tensión o sea con la potencia aplicada. Esta es una excepción a la regla. Incluso así, no debes conectar ni desconectar el circuito más veces que las necesarias.

2. Conectar la fuente de alimentación como se indica
3. Ajustar R2 en el centro de su margen
4. Una buena manera de probar el amplificador de potencia es abrir momentáneamente el conductor del circuito de emisor. Si circula la corriente desde el emisor hasta el colector y a través del altavoz, se oirá

Práctica 45. Construcción de un rectificador un oscilador y un amplificador

un ruido de cliqueo cuando se establece o se interrumpe el contacto de emisor. Probar esto. ¿Se oye un sonido en el altavoz? Debe oírlo. Si no oye el sonido, verificar la tensión de colector. Debe ser casi tan alta como la tensión de la fuente de alimentación. Verifique también la tensión de base. Debe ser positiva y su valor debe cambiar cuando se varía el ajuste de R2. Si estas tensiones son correctas, cambiar primero el transistor y luego el altavoz, para aislar la avería.

5. Otra prueba rápida del transistor Q1 NPN es cortocircuitar momentáneamente el emisor con la base.

Cerciórese de que sólo cortocircuitan los terminales de emisor y base.

Cuando el emisor está cortocircuitado con la base, la corriente debe cesar repentinamente en el transistor. Esto produce un ruido de cliqueo en el altavoz. Probarlo. Debe oírse un sonido en el altavoz.

PARTE III

Montaje de prueba

La figura 7 se muestra el esquema del circuito oscilador UJT.

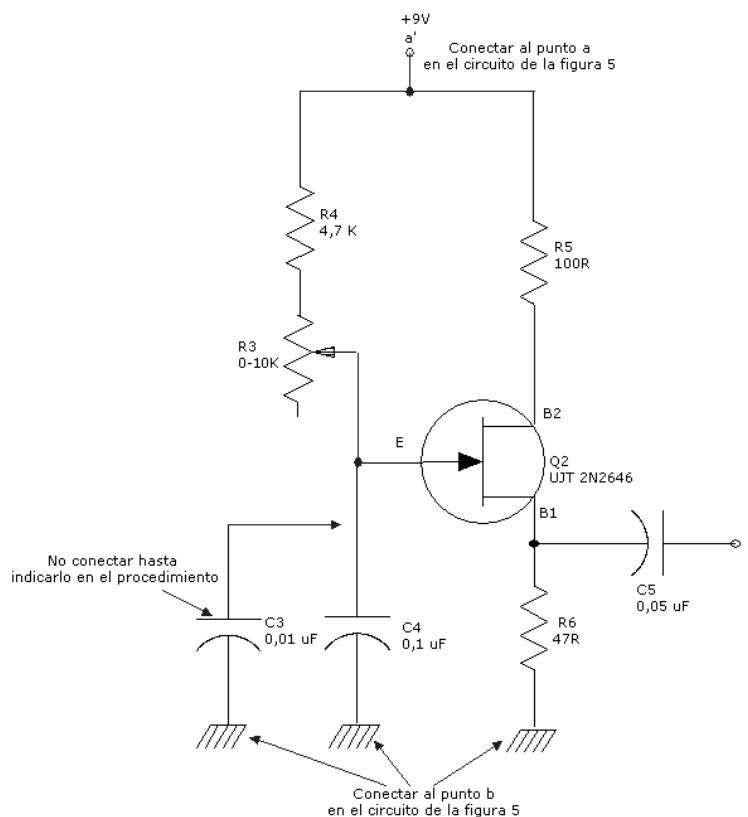


Fig. 7. Esquema de montaje del circuito oscilador UJT

Práctica 45. Construcción de un rectificador un oscilador y un amplificador

Procedimiento

1. Conexione el circuito representado en la figura 7. Este es un oscilador UJT como se ha explicado. Conectar el oscilador a la fuente de alimentación y al amplificador de potencia, como se muestra en la figura 8. En la figura 8 se representa el montaje completo para esta práctica. Ajustar las resistencias para obtener salida de un tono de bajo nivel en el altavoz.
2. ¿Se oye una nota o tono en el altavoz? La respuesta debe ser si. Si se tiene un buen oído para los sonidos musicales, puede reconocer el hecho de que el tono no es puro. La causa de esto es que el tono está producido por un oscilador no senoidal.
3. Conecte el condensador C3 en paralelo con C4. ¿Qué efecto ejerce esto sobre el tono? La frecuencia del tono debe ser baja. Tarda bastante tiempo en cargar los dos condensadores. Recuerda que los valores de capacidad se suman cuando los condensadores están conectados en paralelo.

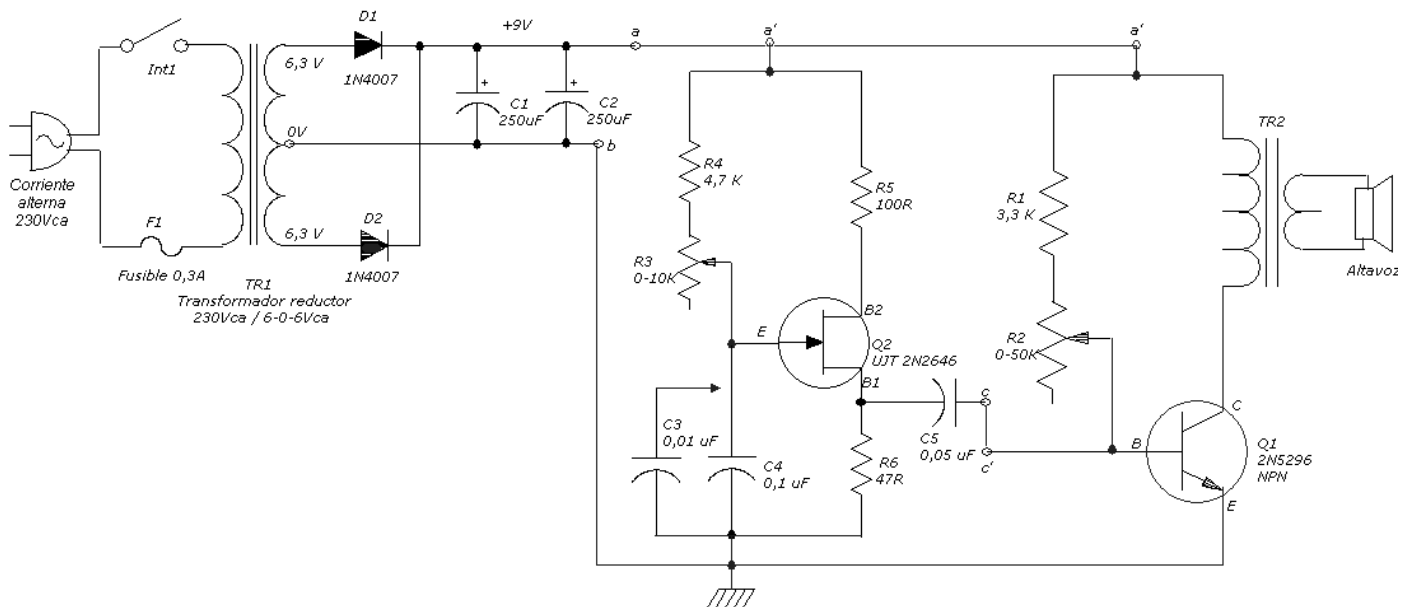


Fig. 8. Esquema completo de la práctica

Como los condensadores tardan bastante tiempo en cargarse, cada ciclo durará un largo intervalo de tiempo. El tiempo que corresponde a un ciclo es lo que se llama *periodo*, y se representa por la letra T. La frecuencia se representa por la letra f. El periodo y la frecuencia están relacionados por la ecuación:

$$f = \frac{1}{T}$$

Si T aumenta, f disminuye.

4. Desconectar C3
5. Cuando se disminuye R3, ¿aumenta o disminuye la frecuencia? Comprobar esto. La frecuencia debe aumentar. Con menor valor de R3 la corriente de carga es mayor, o sea más intensa, y el tiempo necesario para cargar el condensador es menor. Cuanto más corto es el tiempo correspondiente a un ciclo (el periodo), más alta es la frecuencia.
6. De acuerdo con la teoría debe haber una señal de salida en el emisor del UJT. Conecte la salida del emisor al amplificador de potencia como se muestra en la figura 9. Aplique la potencia al circuito, es decir, conecte la alimentación. Debe oír un sonido en el altavoz. El sonido será diferente que el correspondiente a la salida de la Base 1. La razón es que las formas de onda son diferentes en ambos casos.

Práctica 45. Construcción de un rectificador un oscilador y un amplificador

Conclusión

Se puede emplear un transistor uniunión como oscilador de relajación. La frecuencia de oscilación depende del tiempo necesario para que el condensador se cargue totalmente. Este tiempo se puede variar cambiando el valor de la resistencia o el valor del condensador.

Hay una señal de salida en el emisor del UJT y en la Base 1. Aunque no se ha demostrado esto en la práctica, también hay una salida en la Base 2, pero esta salida se utiliza pocas veces. Tiene la misma forma de onda que la representada en la figura 4, pero está invertida (de arriba abajo).