



N.U.C.B.E.

Núcleo de Contenidos Básicos en Electrónica

Profesores:

201 – 202: Miguel Aquino

203 – 204: Ignacio Raneri

205: Brian Gil

304: Lucas Frassi – Sergio Scoccia

Índice

[Contenidos generales](#)

[Unidad 1: Principios de la electrodinámica](#)

[Unidad 2: Componentes pasivos y activos](#)

[Unidad 3: Señales eléctricas, armado y diseño de circuitos electrónicos](#)

[Unidad 4: Semiconductores. El diodo rectificador. Fuente de Alimentación](#)

[Unidad 5: Introducción a la programación con Arduino](#)

[Prácticas Arduino](#)

[Prácticas de circuitos – 3er año](#)

[Trabajos Prácticos - 2do año](#)

[Trabajos Prácticos - 3er año](#)

[Bibliografía](#)

[Anexo: Datasheet de componentes utilizados](#)

El objetivo es que los estudiantes que elijan la carrera de Electrónica puedan dar cuenta de los siguientes contenidos generales al terminar el Taller de Electrónica I perteneciente a tercer año.

Contenidos generales

Unidad 1: Principios de la Electrodinámica

- Sistema internacional. Prefijos métricos.
- Estructura atómica. Parámetros fundamentales (Tensión, Corriente y Resistencia).
- Ley de Ohm , ley de Watt, leyes de Kirchhoff.
- Técnicas para la utilización de las herramientas necesarias propias de la disciplina.

Unidad 2: Componentes pasivos y activos

- Nociones básicas sobre componentes pasivos. Resistencias fijas y variables . Código de colores. Capacitores. Bobinas.
- Nociones básicas de componentes activos. Definición. Diodo, transistor, integrados.
- Documentación técnica específica.

Unidad 3: Señales eléctricas, armado y diseño de circuitos electrónicos

- Magnitudes eléctricas. Señales eléctricas.
- Instrumentos de medición. Voltímetro. Amperímetro. Óhmetro. Multímetro. Osciloscopio.
- Diseño de circuitos electrónicos básicos. Protoboard y placas electrónicas.
- Diseño de circuitos electrónicos en computadora.

Unidad 4: Fuente de alimentación. Aplicaciones del diodo rectificador

- Semiconductores. Cristal de silicio. Dopaje. Semiconductores tipo N y tipo P.
- El diodo rectificador. Polarización directa e inversa.
- Rectificador de $\frac{1}{2}$ onda. Rectificador de onda completa tipo puente.
- Transformadores. Filtro capacitivo. Regulación de voltaje.

Unidad 5: Introducción a la programación con Arduino

- Sistema electrónico. Entradas, control, salidas. Sensores, microcontroladores, actuadores.
- ¿Qué es Arduino?. Hardware y Software.
- Introducción a la programación. Diagrama de flujo. Algoritmo. Compilación.
- Variables. Operadores booleanos, comparadores. Condicionales.

Unidad 1: Principios de la electrodinámica

Unidades de medición

En el siglo XIX, las principales unidades de medición y peso tenían que ver con el comercio.

Conforme avanzó la tecnología, los científicos e ingenieros vislumbraron la necesidad de utilizar unidades internacionales de medición estándar. En 1875, en una conferencia convocada por los franceses, representantes de dieciocho países firmaron un tratado que establecía estándares internacionales.

En la actualidad, todos los trabajos de ingeniería y científicos utilizan un sistema internacional de unidades mejorado. El *Système International d'Unités*, abreviado SI.¹

La siguiente tabla enumera las cantidades eléctricas más importantes, junto con las unidades SI derivadas y sus símbolos.

CANTIDAD	SÍMBOLO	UNIDAD SI	SÍMBOLO
Capacitancia	<i>C</i>	Faradio	F
Carga	<i>Q</i>	Coulomb	C
Conductancia	<i>G</i>	Siemens	S
Energía	<i>W</i>	Joule	J
Frecuencia	<i>f</i>	Hertz	Hz
Impedancia	<i>Z</i>	Ohm	Ω
Inductancia	<i>L</i>	Henry	H
Potencia	<i>P</i>	Watt	W
Reactancia	<i>X</i>	Ohm	Ω
Resistencia	<i>R</i>	Ohm	Ω
Voltaje	<i>V</i>	Volt	V

Cantidades eléctricas y unidades derivadas con símbolos SI.

Video recomendado:  [Sistema internacional](#)

Notación de ingeniería y prefijos métricos

La notación de ingeniería, una forma especializada de notación científica, se utiliza mucho en los campos técnicos para representar cantidades grandes y pequeñas. En electrónica, la notación de ingeniería se emplea para representar valores de voltaje, corriente, potencia, resistencia, capacitancia, inductancia y tiempo, por nombrar algunos.

Los prefijos métricos se utilizan junto con la notación de ingeniería como “abreviatura” para ciertas potencias de diez que son múltiplos de tres.²

Notación de ingeniería

La notación de ingeniería es similar a la notación científica. Sin embargo, en notación de ingeniería un número puede tener de uno a tres dígitos a la izquierda del punto decimal y el exponente de potencia de diez debe ser un múltiplo de tres.

¹ FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 2.

² FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 7.

Para convertir un número decimal a notación de ingeniería se deben seguir tres simples pasos:

- 1) Mover el punto decimal o coma, de a tres cifras, hasta encontrar un número entre 1 y 999.
- 2) Multiplicar el número obtenido por 10 elevado a la cantidad de cifras que corrimos la coma.
- 3) Si la coma se movió para la izquierda, el exponente es positivo. Si la coma se movió a la derecha, el exponente es negativo.

Por ejemplo, el número 33.000 expresado en notación de ingeniería es 33×10^3 .

Como otro ejemplo, el número 0,045 expresado en notación de ingeniería es 45×10^{-3} .

Práctica 1: Expresar los siguientes números en notación de ingeniería:

- a) 82.000 =
- b) 243.000 =
- c) 1.956.000 =
- d) 0,023 =
- e) 36.000.000.000 =
- f) 0,0022 =
- g) 0,000000047 =
- h) 0,00033 =

Prefijos métricos

En notación de ingeniería, los prefijos métricos representan cada una de las potencias de diez más comúnmente utilizadas.

PREFIJOS MÉTRICOS	SÍMBOLO	POTENCIA DE DIEZ	VALOR
femto	f	10^{-15}	un mil billonésimo
pico	p	10^{-12}	un billonésimo
nano	n	10^{-9}	un mil millonésimo
micro	μ	10^{-6}	un millonésimo
mili	m	10^{-3}	un milésimo
kilo	k	10^3	un mil
mega	M	10^6	un millón
giga	G	10^9	un mil millones
tera	T	10^{12}	un billón

Se utilizan prefijos métricos sólo con números que tienen una unidad de medida, tal como volts, amperes y ohms, y preceden al símbolo de la unidad. Por ejemplo, 0,025 amperes puede ser expresada en notación de ingeniería como 25×10^{-3} . Esta cantidad, expresada utilizando un prefijo métrico, es 25 mA, la cual se lee 25 miliamperes. Observemos que el prefijo métrico mili ha reemplazado $\times 10^{-3}$.

Otro ejemplo, 100.000.000 ohms puede ser expresado como 100×10^6 . Esta cantidad, expresada utilizando un prefijo métrico, es 100 M Ω , la cual se lee 100 megohms. El prefijo métrico mega ha reemplazado a 10^6 .³

Video recomendado:  [Notación de ingeniería y prefijos métricos](#)

Práctica 2: Expresar cada cantidad usando los prefijos métricos

- a) 50.000 V =
- b) 25.000.000 Ω =
- c) 0,000036 A =
- d) 56.000.000 Ω =
- e) 0,000470 A =
- f) 0,000001 A =
- g) 250.000 W =

Conversiones de unidades métricas

En ocasiones es necesario o conveniente convertir la cantidad de una unidad que tiene un prefijo métrico a otra, tal como de miliamperes (mA) a microamperes (μ A). Recorriendo el punto decimal del número una cantidad apropiada de lugares hacia la izquierda o la derecha, según la conversión de que se trate, se obtiene la conversión de unidad métrica.

Las siguientes reglas básicas son aplicables a conversiones de unidades métricas:

1. Cuando se convierte una unidad grande en otra más pequeña, el punto decimal se mueve hacia la derecha.
2. Cuando se convierte una unidad pequeña en otra más grande, el punto decimal se mueve hacia la izquierda.
3. Se determina el número de lugares que debe recorrerse el punto decimal encontrando la diferencia en las potencias de diez de las unidades a convertir.⁴

Por ejemplo, cuando se convierten miliamperes (mA) en microamperes (μ A), el punto decimal se recorre tres lugares hacia la derecha porque existe una diferencia de tres lugares entre las dos unidades (mA es 10^{-3} y μ A es 10^{-6}).

Ejemplos:

- a) 0,15 mA a μ A (3 lugares la coma a la derecha) = 150 μ A
- b) 1 mA a μ A (3 lugares la coma a la derecha) = 1.000 μ A
- c) 4500 μ V a mV (3 lugares la coma a la izquierda) = 4,5 mV
- d) 1000 μ V a mV (3 lugares la coma a la izquierda) = 1 mV
- e) 5000 nA a μ A (3 lugares la coma a la izquierda) = 5 μ A
- f) 1800 K Ω a M Ω (3 lugares la coma a la izquierda) = 1,8 M Ω
- g) 2,2 K Ω a Ω (3 lugares a la derecha) = 2200 Ω

Práctica 3: Convertir las siguientes unidades métricas a las que se requieren:

- a) 47.000 pF a μ F =
- b) 0,00022 μ F a pF =
- c) Sumar 15 mA y 8000 μ A. Expresar el resultado en mA.
- d) 0,01MV a KV =
- e) 250.000pA a mA =
- f) Sumar 0,05MW y 75KW. Expresar el resultado en KW.
- g) Sumar 50mV y 25.000 μ V. Expresar el resultado en mV.
- h) 3K3 a Ω =
- i) 0,0045 A a mA =
- j) 22,5K Ω a Ω =

⁴ FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos. Octava edición.* Pág 10.

La electricidad

Estructura atómica

Toda la materia se compone de átomos, y todos los átomos se componen de electrones, protones y neutrones.

Un átomo es la partícula más pequeña de un elemento que conserva las características de dicho elemento. Cada uno de los 109 elementos conocidos tiene átomos que son diferentes de los átomos de todos los demás elementos. Esto da a cada elemento una estructura atómica única.

Según el modelo básico de **Bohr***, en un átomo se visualiza como una estructura de tipo planetario que consta de un núcleo central rodeado por electrones que lo orbitan, tal como se ilustra en la figura siguiente.



Modelo de Bohr de un átomo que muestra los electrones en órbitas circulares alrededor del núcleo. En los electrones, las "colas" indican que están en movimiento.

El núcleo se compone de partículas cargadas positivamente y llamadas protones, así como de partículas no cargadas que se denominan neutrones. Las partículas básicas de carga negativa se llaman electrones.⁵

Video recomendado:  [Modelo atómico de Bohr](#)

* **Niels Henrik David Bohr** (Copenhague, 7 de octubre de 1885-Copenhague, 18 de noviembre de 1962) fue un físico danés que contribuyó en la comprensión del átomo y la mecánica cuántica. Fue galardonado con el Premio Nobel de Física en 1922.⁶



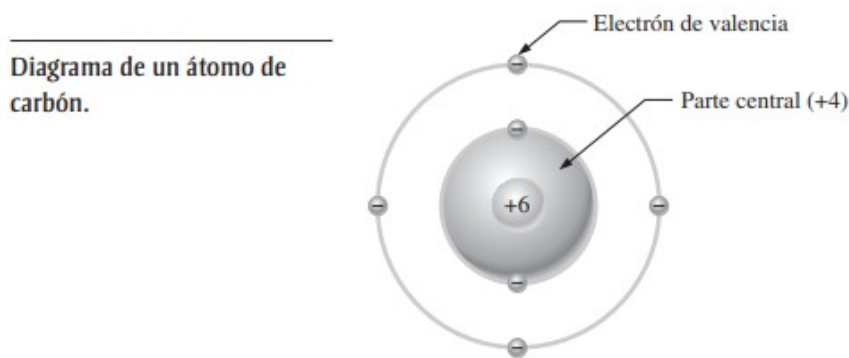
⁵ FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos. Octava edición.* Pág 17.

⁶ <https://cuadernoshispanoamericanos.com/contraria-sunt-complementa/>

Electrones de valencia

Los electrones que describen órbitas alejadas del núcleo tienen más energía y están flojamente enlazados al átomo que aquellos más cercanos al núcleo. Esto se debe a que la fuerza de atracción entre el núcleo cargado positivamente y el electrón cargado negativamente disminuye con la distancia al núcleo.

En la capa más externa de un átomo existen electrones con un alto nivel de energía y están relativamente enlazados al núcleo. Esta capa más externa se conoce como la capa de valencia y los electrones presentes en esta capa se llaman electrones de valencia. Estos electrones de valencia contribuyen a las reacciones químicas y al enlace dentro de la estructura de un material y determinan sus propiedades eléctricas.⁷



Electrón libre

Dado que la atracción entre la parte interna y el electrón de valencia es muy débil, una fuerza externa puede fácilmente arrancar este electrón del átomo del cobre. Ésta es la razón por la que se suele denominar al electrón de valencia electrón libre.

Ésta es la razón también de que el cobre sea un buen conductor. Incluso la tensión más pequeña puede hacer que los electrones libres se muevan de un átomo al siguiente. Los mejores conductores son la plata, el cobre y el oro.⁸

Categorías de materiales

En electrónica se utilizan tres categorías de materiales: conductores, semiconductores y aislantes.

Conductores: Los materiales conductores son aquellos que permiten el paso de la corriente. Tienen un gran número de electrones libres y se caracterizan por poseer de uno a tres electrones de valencia en su estructura. La mayoría de los metales son buenos conductores. La plata es el mejor material conductor, y el cobre es el siguiente. El cobre es el material conductor más ampliamente utilizado porque es menos caro que la plata. En circuitos eléctricos, comúnmente se emplea alambre de cobre como conductor.

Semiconductores: Los materiales semiconductores se clasifican por debajo de los conductores, en cuanto a su capacidad de transportar corriente, porque tienen menos electrones libres que los conductores. Los semiconductores tienen cuatro electrones de valencia en sus estructuras atómicas. Sin embargo, a causa de sus características únicas, ciertos materiales semiconductores constituyen la base de artefactos electrónicos tales como el diodo, el transistor y el circuito integrado. El silicio y el germanio son materiales semiconductores comunes.

⁷ FLOYD, Thomas. *Dispositivos electrónicos. Octava edición.* Pág 4.

⁸ MALVINO, A; BATES, D. *Principios de Electrónica. Séptima edición.* Pág. 28.

Aislantes: Los materiales aislantes son conductores deficientes de la corriente eléctrica. De hecho, los aislantes se utilizan para evitar la corriente donde no es deseada. Comparados con los materiales conductores, los aislantes tienen muy pocos electrones libres y se caracterizan por poseer más de cuatro electrones de valencia en sus estructuras atómicas.⁹

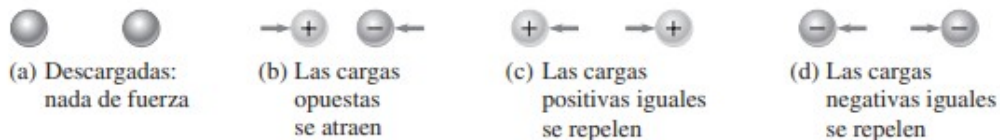
Video recomendado:  [Conductores y aislantes](#)

Voltaje, corriente y resistencia

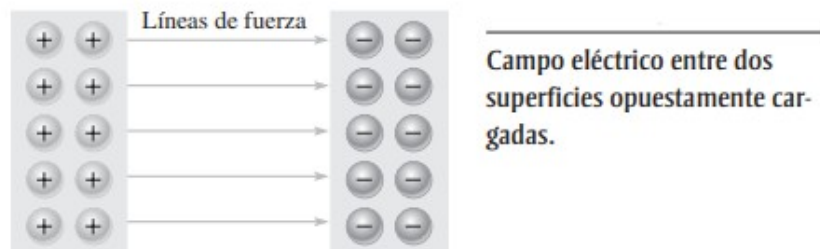
El voltaje, la corriente y la resistencia son las cantidades básicas presentes en todos los circuitos eléctricos. El voltaje es necesario para producir corriente, y la resistencia limita la cantidad de corriente en un circuito.

Voltaje

Existe una fuerza de atracción entre una carga positiva y una negativa. Se debe aplicar cierta cantidad de energía, en forma de trabajo, para vencer dicha fuerza y separar las cargas a determinada distancia. Todas las cargas opuestas poseen cierta energía potencial a causa de la separación que hay entre ellas.



Atracción y repulsión de cargas eléctricas.



La diferencia en la energía potencial por carga es la diferencia de potencial o voltaje. En circuitos eléctricos, el voltaje es la fuerza propulsora y es lo que establece la corriente y se simboliza con la letra V .¹⁰

Video recomendado:  [Voltaje explicado](#)

***Alessandro Volta:** (Como, 18 de febrero de 1745-Como, 5 de marzo de 1827) fue un físico italiano que inventó un dispositivo para generar electricidad estática y descubrió el gas metano. Volta investigó las reacciones entre metales disimilares y desarrolló la primera batería en 1800. El potencial eléctrico, más comúnmente conocido como voltaje, y la unidad de voltaje, el volt, fueron nombrados en su honor.¹¹



9 FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos. Octava edición.* Pág 20.

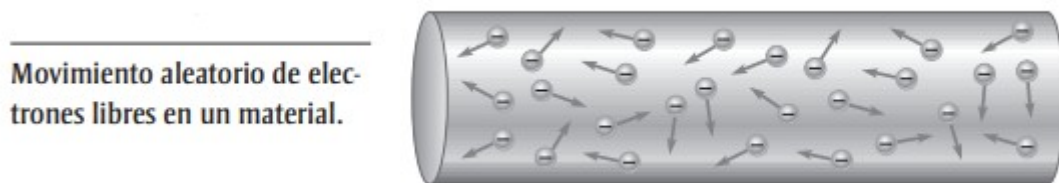
10 FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos. Octava edición.* Pág 23.

11 FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos. Octava edición.* Pág 23.

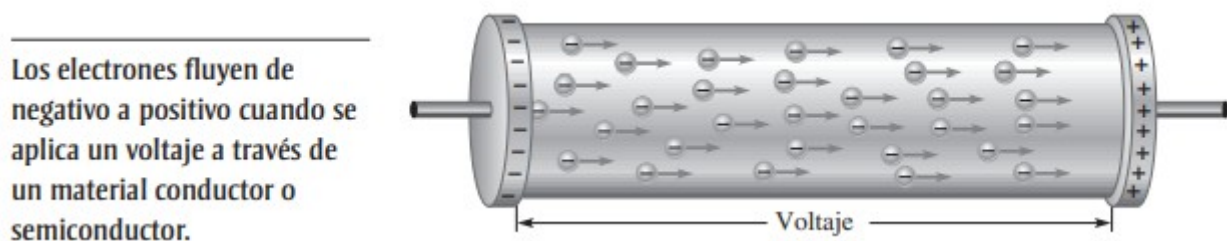
Corriente

El voltaje proporciona energía a los electrones, lo que les permite moverse por un circuito. Este movimiento de electrones es la corriente, la cual produce trabajo en un circuito eléctrico.

Como hemos visto, en todos los materiales conductores y semiconductores están disponibles electrones libres. Estos electrones se mueven al azar en todas direcciones, de un átomo a otro, dentro de la estructura del material, tal como indica la figura siguiente:



Si en un material conductor o semiconductor se establece voltaje, un extremo del material se vuelve positivo y el otro negativo:



La fuerza repulsiva producida por el voltaje negativo en el extremo izquierdo hace que los electrones libres (cargas negativas) se muevan hacia la derecha. La fuerza de atracción producida por el voltaje positivo en el extremo derecho tira de los electrones libres hacia la derecha.

El resultado es un movimiento neto de los electrones libres desde el extremo negativo del material hasta el extremo positivo.

El movimiento de estos electrones libres del extremo negativo del material al extremo positivo es la corriente eléctrica, simbolizada mediante I .

La corriente eléctrica es la velocidad que lleva el flujo de la carga.¹²

Video recomendado:  [Corriente explicada](#)

***André Marie Ampère:** (Lyon, 20 de enero de 1775-Marsella, 10 de junio de 1836) matemático y físico francés, desarrolló una teoría de electricidad y magnetismo que resultó fundamental para los desarrollos efectuados en el siglo XIX en estos campos. Fue el primero en construir un instrumento para medir flujo de carga (corriente). La unidad de corriente eléctrica fue nombrada en su honor.¹³



¹² FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 24.

¹³ FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 24.

Dirección de la corriente eléctrica

Durante algunos años después del descubrimiento de la electricidad, las personas suponían que toda la corriente se componía de cargas positivas móviles. Sin embargo, en los años de 1890, se identificó al electrón como el portador de carga en conductores sólidos.

Hoy día, existen dos convenciones aceptadas en cuanto a la dirección de la corriente eléctrica.

La dirección del flujo de electrones, preferida por muchos en los campos de la tecnología eléctrica y electrónica, supone para propósitos de análisis que la corriente sale de la terminal negativa de una fuente de voltaje, a través del circuito, y hacia la terminal positiva de la fuente.

La dirección convencional de la corriente supone, también para propósitos de análisis, que la corriente sale de la terminal positiva de una fuente de voltaje, a través del circuito, y hacia la terminal negativa de la fuente.¹⁴

Video recomendado:  [Dirección de la corriente explicada](#)

Resistencia

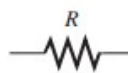
Cuando en un material existe corriente, los electrones libres se mueven en éste y de vez en cuando chocan con átomos. Estas colisiones provocan que los electrones pierdan algo de su energía, con lo cual se restringe su movimiento. Entre más colisiones haya, más se restringe el flujo de electrones.

Esta restricción varía y está determinada por el tipo de material. La propiedad de un material de restringir u oponerse al flujo de electrones se llama resistencia, **R**.

La resistencia es la oposición a la corriente.

La resistencia se expresa en ohms, simbolizada mediante la letra griega omega (Ω).

Existe un ohm (1Ω) de resistencia si hay un ampere (1A) de corriente en un material cuando se aplica un volt (1V) al material.¹⁵



Símbolo para la resistencia.

Video recomendado:  [Resistencia explicada](#)

***Georg Simon Ohm:** (Erlangen, 16 de marzo de 1789-Múnich, 6 de julio de 1854) físico y matemático prusiano, luchó por años en busca de reconocimiento para su trabajo de formular la relación entre corriente, voltaje y resistencia. Esta relación matemática se conoce hoy en día como ley de Ohm, y la unidad de resistencia fue nombrada en su honor.¹⁶



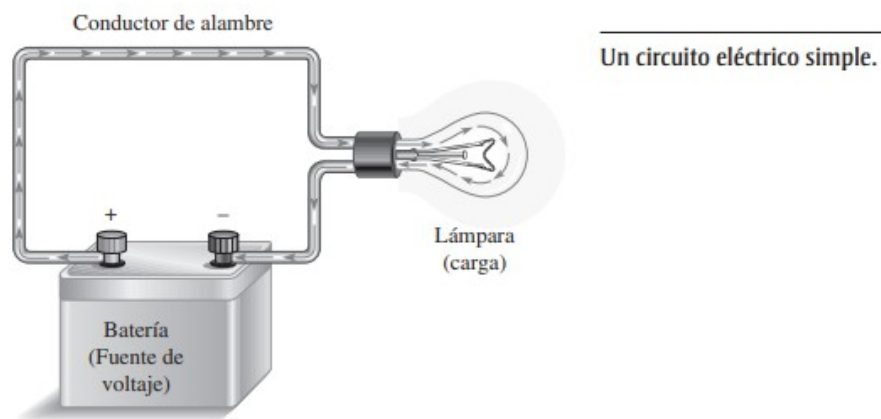
14 FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 41.

15 FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 25.

16 FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 25.

El circuito básico

De modo básico, un circuito se compone de una fuente de voltaje, una carga, y una trayectoria para la corriente que haya entre la fuente y la carga.



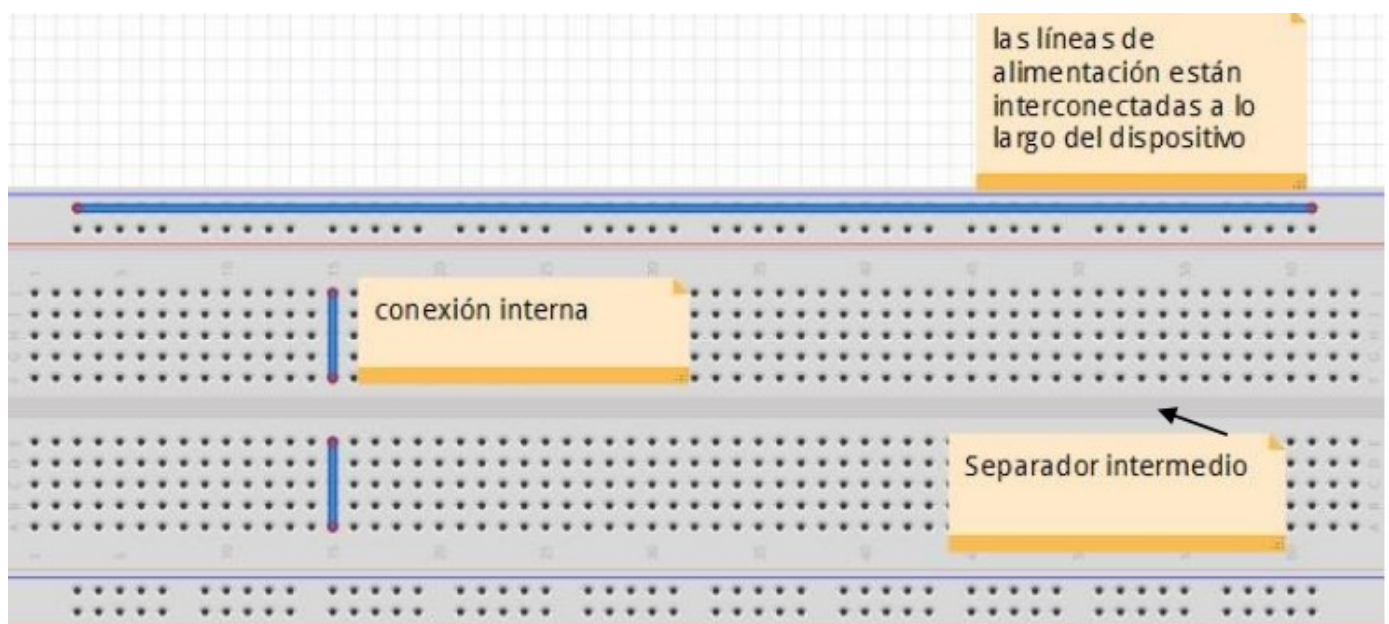
La figura anterior muestra en forma pictórica el ejemplo de un circuito eléctrico simple: una batería conectada a una lámpara con dos conductores (alambres).

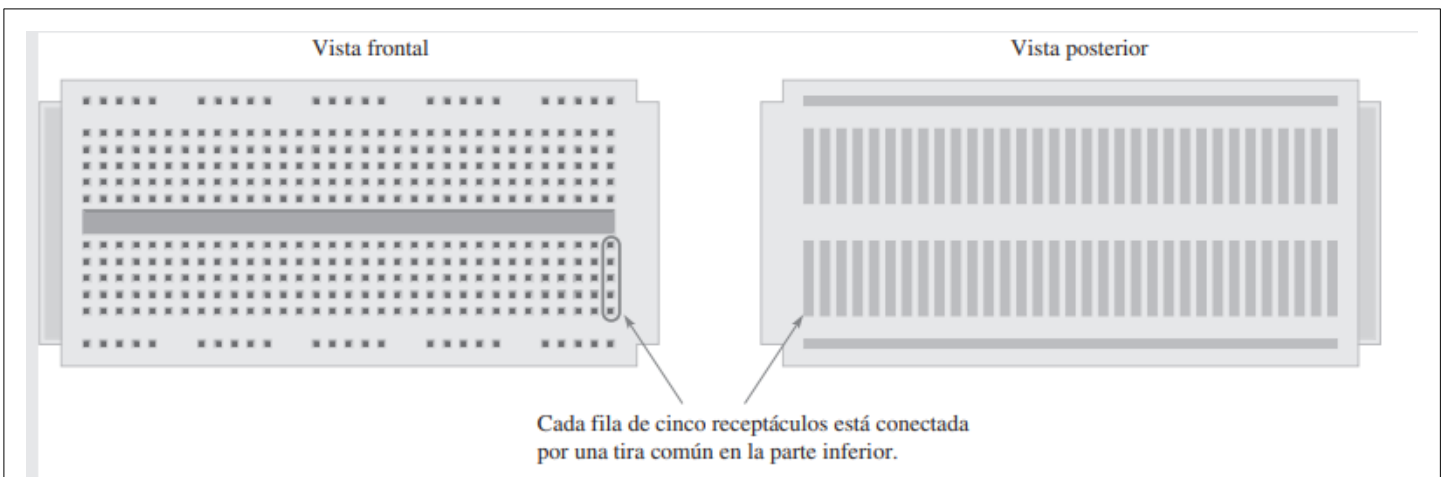
La batería es la fuente de voltaje, la lámpara es la carga aplicada a la batería porque absorbe corriente de ésta, y los dos alambres proporcionan la trayectoria necesaria para que la corriente vaya desde la terminal positiva de la batería hasta la lámpara y de regreso a la terminal negativa de la batería. La corriente pasa por el filamento de la lámpara (la cual tiene resistencia), ello hace que emita luz visible. En la batería, la corriente ocurre por acción química.¹⁷

La protoboard o tarjeta prototipo

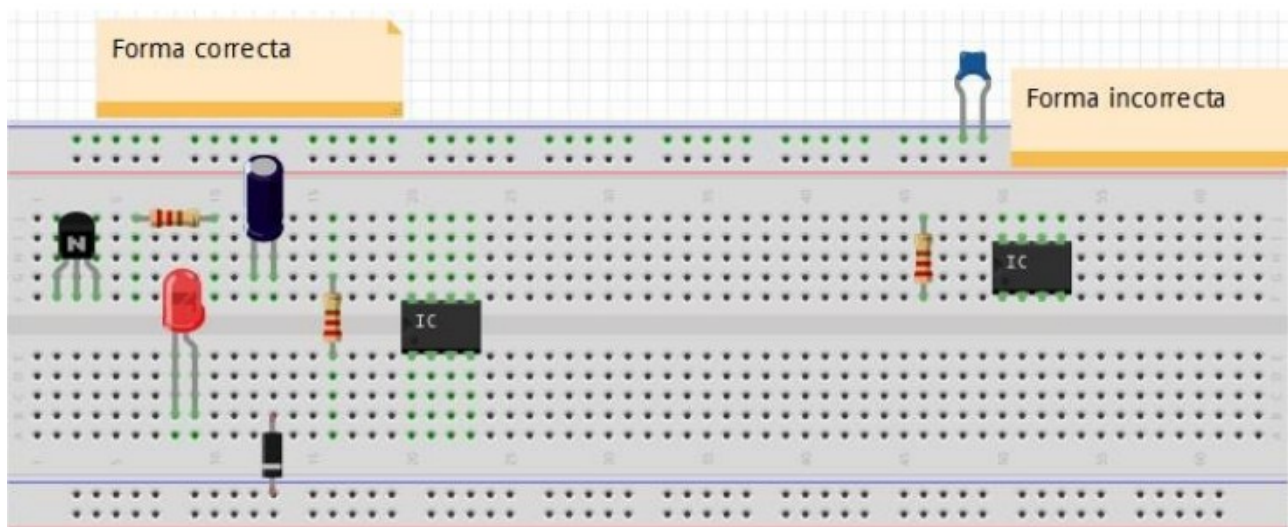
Este dispositivo sirve para ensayar circuitos electrónicos lo cual lo hace indispensable para el técnico electrónico.

Está conectado internamente a través de metal en forma de columnas hasta el separador intermedio como muestran las figuras siguientes:





Por ende en la imagen siguiente podemos ver la forma correcta de conectar los componentes:

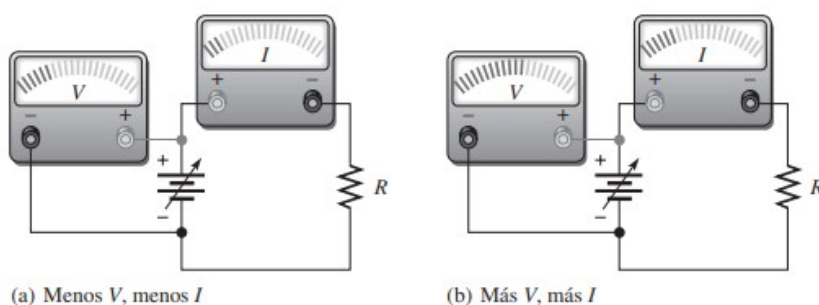


Ley de Ohm

En 1826 Georg Simon Ohm encontró que la corriente, el voltaje y la resistencia están relacionados de una forma específica y predecible. Ohm expresó esta relación con una fórmula que hoy en día se conoce como ley de Ohm.¹⁸

La ley de Ohm describe matemáticamente la relación entre voltaje, corriente y resistencia en un circuito. Como veremos, la corriente y el voltaje son directamente proporcionales. Sin embargo, la corriente y la resistencia son inversamente proporcionales.¹⁹

Ohm determinó experimentalmente que si el voltaje a través de un resistor se incrementa, la corriente a través del resistor también lo hará; y, asimismo, si el voltaje disminuye, la corriente hará lo mismo. Por ejemplo, si el voltaje se duplica, la corriente se duplicará. Si el voltaje se reduce a la mitad, la corriente lo hará también.²⁰



Efecto en la corriente por el cambio de voltaje con la resistencia a un valor constante.

(a) Menos V , menos I

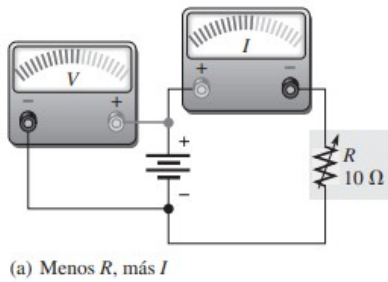
(b) Más V , más I

18 FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos electricos*. Octava edicion. Pág 72.

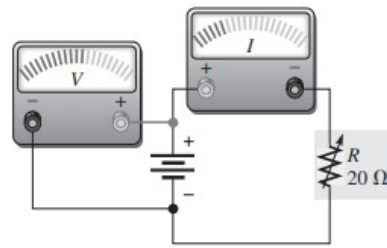
19 FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 73.

20 FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 73.

Ohm también determinó que si el voltaje se mantiene constante, menos resistencia produce más corriente, y, además, más resistencia produce menos corriente. Por ejemplo, si la resistencia se reduce a la mitad, la corriente se duplica. Si la resistencia se duplica, la corriente se reduce a la mitad.²¹



(a) Menos R , más I



(b) Más R , más I

Efecto en la corriente por el cambio de resistencia con el voltaje a un valor constante.

La ley de Ohm establece que la corriente es directamente proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia.²²

$$I = \frac{V}{R}$$

donde: I = corriente en amperes (A)

V = voltaje en volts (V)

R = resistencia en ohms (Ω)

Manipulando la ecuación anterior, se puede obtener una expresión para voltaje y resistencia:

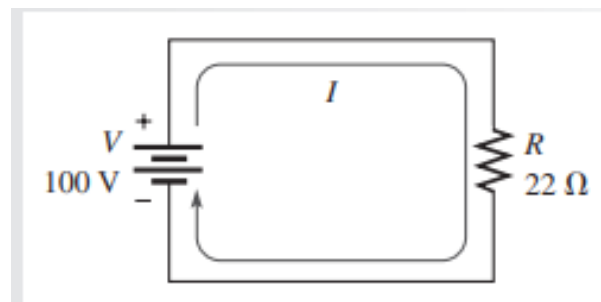
$$V = IR$$

$$R = \frac{V}{I}$$

Video recomendado:  [Ley de Ohm explicada](#)

Práctica 4: Resolver los siguientes circuitos aplicando ley de Ohm.

a) ¿Cuántos amperes de corriente hay en el siguiente circuito?



b) Si R cambia a 33Ω , ¿cuál será la corriente?

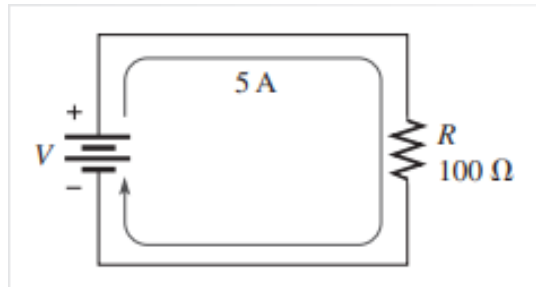
c) Si la resistencia cambia a 47Ω y el voltaje a $50V$, ¿cuál es el nuevo valor de la corriente?

d) En el circuito siguiente ¿cuánto voltaje se requiere para producir $5 A$ de corriente?

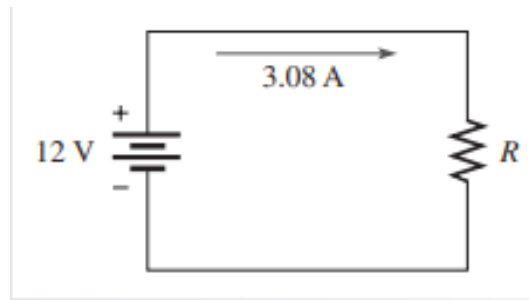
e) En el circuito siguiente ¿cuánto voltaje se requiere para producir $12 A$ de corriente?

²¹ FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 73.

²² FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 74.



- f) En el circuito siguiente, ¿cuánta resistencia se requiere para extraer 3.08 A de corriente de la batería?
- g) En el circuito siguiente, ¿a qué valor debe ser cambiada R para lograr una corriente de 5.45 A?



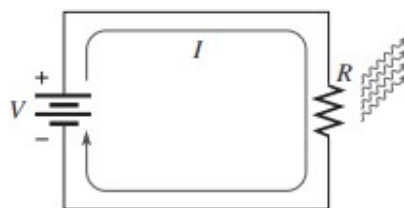
Ley de Watt. Potencia en un circuito eléctrico/electrónico

En un circuito eléctrico la generación de calor, que ocurre cuando la energía eléctrica se transforma en energía térmica o calorífica, con frecuencia es un subproducto indeseable generado por el paso de la corriente a través de la resistencia presente en el circuito.

En algunos casos, sin embargo, la generación de calor es el propósito primordial de un circuito como, por ejemplo, en un calentador resistivo eléctrico como estufas, pavas eléctricas, etc. En todo caso, en circuitos eléctricos y electrónicos a menudo hay que tratar con potencia.

Cuando circula corriente a través de una resistencia, las colisiones de los electrones producen calor a consecuencia de la conversión de la energía eléctrica.²³

La disipación de energía en un circuito eléctrico produce energía calorífica disipada por la resistencia.



El calor producido por la corriente que recorre una resistencia es resultado de la conversión de energía.

En un circuito eléctrico, la cantidad de potencia disipada depende de la cantidad de resistencia y de corriente, lo cual se expresa como sigue:

$$P = I^2 R$$

donde: P = potencia en watts (W)

I = corriente en amperes (A)

R = resistencia en ohms (Ω)

Una expresión equivalente para potencia se obtiene, en función de voltaje y corriente, sustituyendo IR por V ($I^2 R$ es $I \times I$).

$$P = I^2R = (I \times I)R = I(IR) = (IR)I$$

$$P = VI$$

Sustituyendo I por V/R (ley de Ohm) se obtiene otra expresión equivalente:

$$P = VI = V\left(\frac{V}{R}\right)$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

La relación entre potencia y corriente, voltaje, y resistencia expresada en las fórmulas precedentes se conoce como ley de Watt. En cada caso, I debe estar en amperes, V en voltios y R en ohms.

Para calcular la potencia en una resistencia, se puede utilizar cualquiera de las tres fórmulas de potencia, según la información que se tenga. Por ejemplo, suponiendo que se conocen los valores de corriente y voltaje. En este caso, la potencia se calcula con la fórmula $P = VI$. Si se conocen I y R, se utiliza la fórmula $P = I^2R$. Si V y R son los valores conocidos, se utiliza la fórmula $P = V^2/R$.²⁴

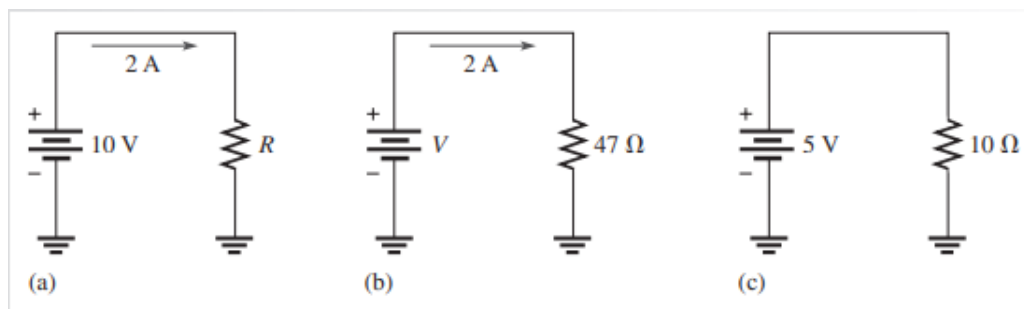
Video recomendado:  [Ley de Watt explicada](#)

***James Watt:** (Greenock, 19 de enero de 1736-Heathfield Hall, 25 de agosto de 1819) fue un ingeniero mecánico, inventor y químico escocés. Las mejoras que realizó en la máquina de Newcomen dieron lugar a la conocida como máquina de vapor de agua, que resultaría fundamental en el desarrollo de la primera Revolución Industrial, tanto en el Reino Unido como en el resto del mundo.²⁵



Práctica 5

a) Calcular la potencia en cada uno de los tres circuitos



Recalcular la potencia de los de los tres circuitos anteriores de la siguiente forma:

Circuito (a): I duplicada y V sin cambios

Circuito (b): R duplicada e I sin cambios

Circuito (c): V reducido a la mitad y R sin cambios

b) Una lámpara de 100W opera con 220 V. ¿Cuánta corriente requiere?

c) Un taladro de mano consume 1,7A de una fuente de 220V. ¿Cuál es la potencia del taladro?

d) Si el voltaje a través de cierta resistencia es de 10V y por la misma circula una corriente de 3A, ¿cuál es la potencia disipada?

e) Si a través de una resistencia de 56Ω circula una corriente de 5A, ¿cuál es la potencia disipada?

f) ¿Cuál es la resistencia de un foco de 75W que requiere de 0,5A?

²⁴ FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 101.

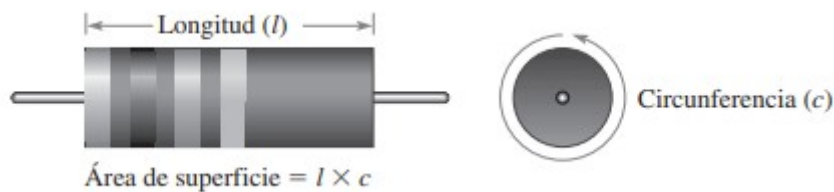
²⁵ <https://www.britannica.com/biography/James-Watt>

Potencia nominal en resistencias

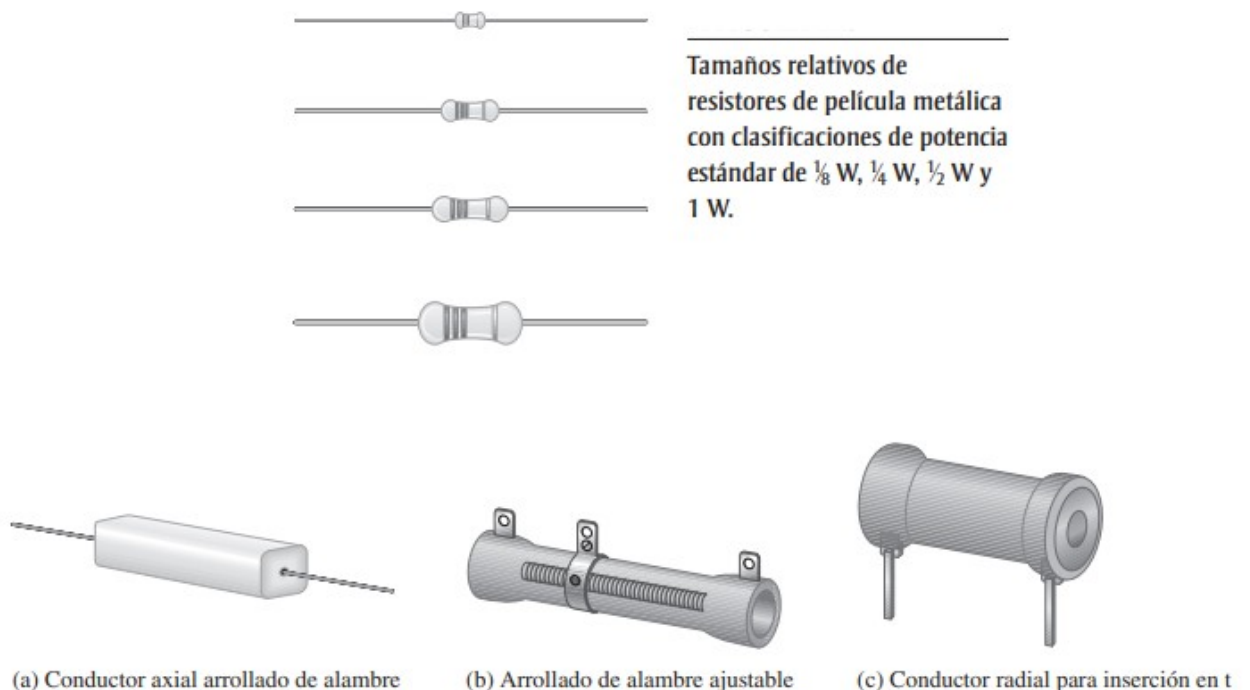
Como aprendimos previamente, la resistencia disipa calor cuando a través de ella circula una corriente. El límite de la cantidad de calor que una resistencia puede disipar está especificado por su potencia nominal.

La potencia nominal es la cantidad máxima de potencia que una resistencia puede disipar sin que sufra daños por calentamiento excesivo. La potencia nominal no está relacionada con el valor óhmico (resistencia eléctrica), sino más bien está determinada principalmente por la composición física, el tamaño y la forma de la resistencia.²⁶

Mientras más grande es el área superficial de una resistencia más potencia puede disipar. El área superficial de una resistencia cilíndrica es igual a la longitud (l) por la circunferencia (c).



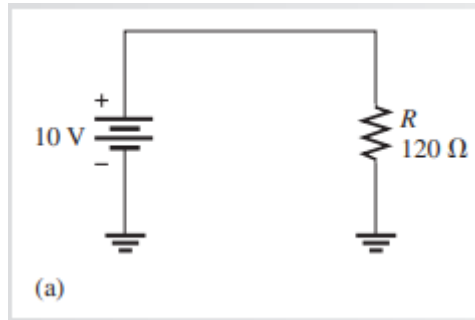
Según la construcción de la resistencia, se podrán ver de distintos valores de potencia como muestra la siguiente imagen:



Resistores típicos con altas potencias nominales.

Cuando se utiliza una resistencia en un circuito, su potencia nominal debe ser mayor que la potencia máxima que deberá manejar. Por ejemplo, si una resistencia tiene que disipar 0.75W en una aplicación de circuito, su capacidad debe ser de por lo menos el siguiente valor estándar más alto, en este caso 1W. **Se deberá utilizar una potencia nominal más grande que la potencia existente siempre que sea posible, como un margen de seguridad.**²⁷

Práctica 3: Elegir la potencia nominal adecuada (1/8W, 1/4W, 1/2W, o 1W) para la resistencia del siguiente circuito:

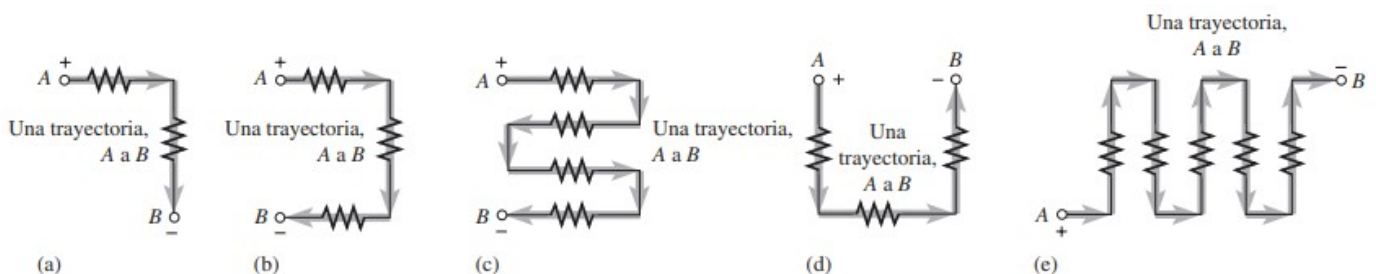


Leyes de Kirchhoff

Circuito serie

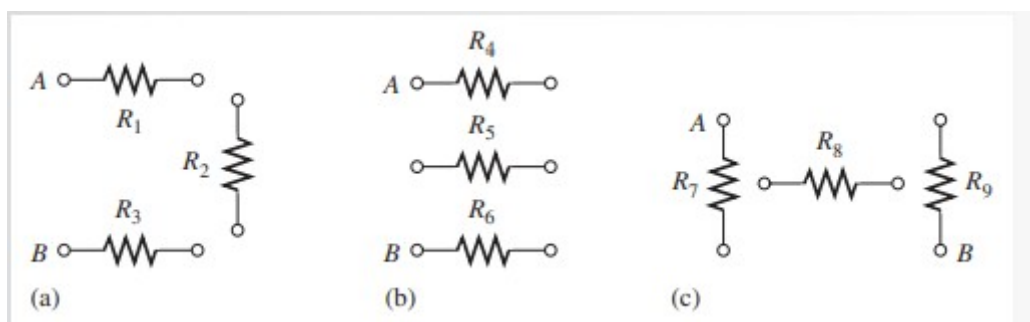
Cuando se conectan en serie, las resistencias forman una “hilera” en la cual existe sólo una trayectoria para la corriente.

Un circuito en serie proporciona sólo una trayectoria para el paso de la corriente entre dos puntos, de modo que la corriente es la misma a través de cada resistencia en serie.²⁸



Algunos ejemplos de circuitos en serie. Observe que la corriente es la misma en todos los puntos porque la corriente tiene sólo una trayectoria.

Práctica 6: Conectar las siguientes resistencias para que estén en serie

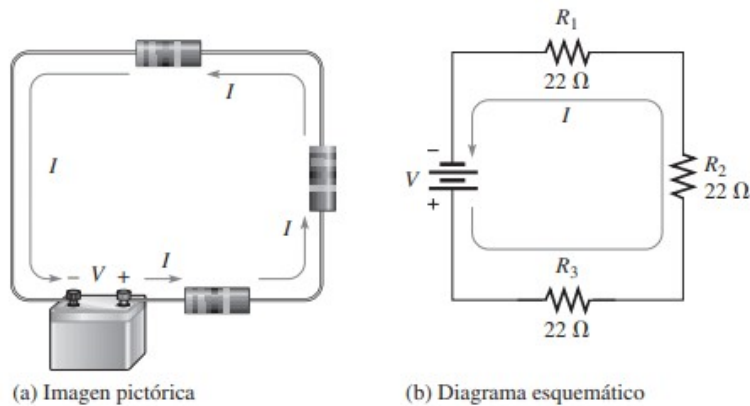


27 FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 103.

28 FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 118.

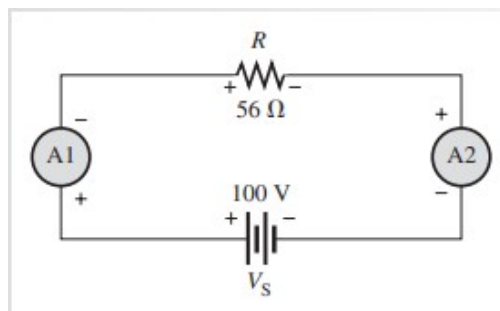
Corriente en un circuito serie

En un circuito en serie, la corriente es la misma a través de todos los puntos. La corriente a través de cada resistencia incluida en un circuito en serie es la misma corriente que pasa por todas las demás resistencias que están en serie con ella.²⁹



En un circuito en serie, la corriente que entra a cualquier punto es la misma corriente que sale de dicho punto.

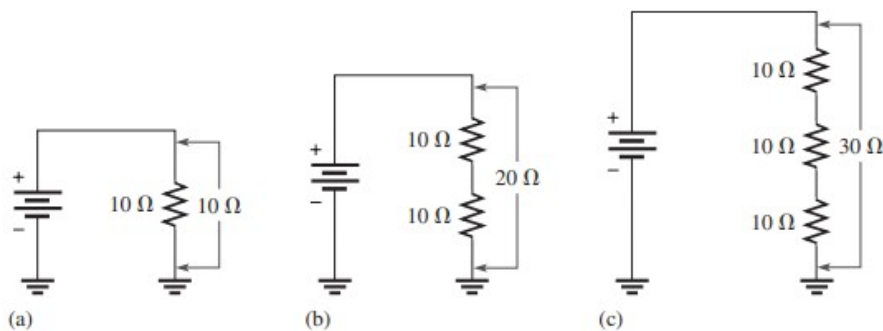
Práctica 7: ¿Cuánta corriente indica el amperímetro 1? ¿Cuánta corriente indica el amperímetro 2?



Resistencia total en serie

La resistencia total de un circuito en serie es igual a la suma de todas las resistencias del mismo.

Cuando las resistencias se conectan en serie, sus valores se suman porque cada resistencia ofrece oposición a la corriente en proporción directa a su valor óhmico. Un mayor número de resistencias conectadas se opone más a la corriente. Más oposición a la corriente implica un valor más alto de resistencia eléctrica. Por tanto, cada vez que una resistencia se agrega en serie, la resistencia total aumenta.³⁰



La resistencia total se incrementa con cada resistor adicional puesto en serie.

²⁹ FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 120.

³⁰ FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 122.

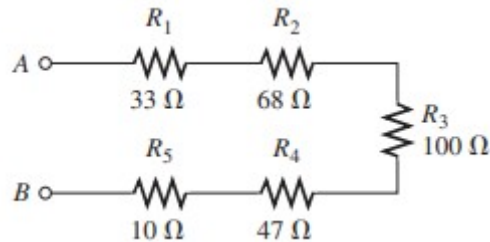
Fórmula de las resistencias en serie

Para cualquier número de resistencias individuales conectadas en serie, la resistencia total es la suma de cada uno de los valores individuales.

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

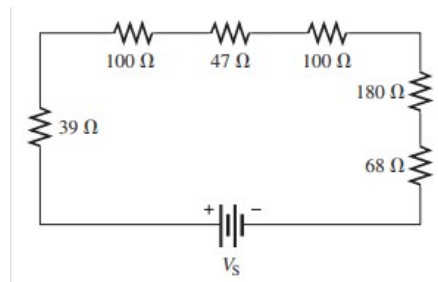
Práctica 8

a) Determinar la resistencia total del siguiente circuito:



b) Determinar la resistencia total si la posición de R2 y R4 se intercambia

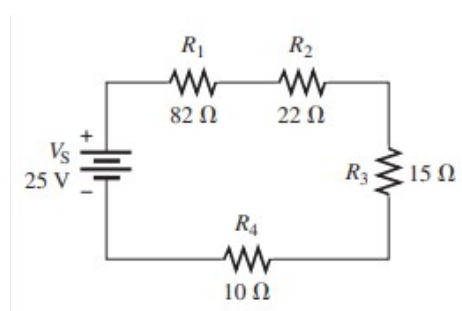
c) Calcular la R_T del siguiente circuito:



Ley de Ohm en el circuito serie

Práctica 9

a) Averiguar la corriente eléctrica I_T del siguiente circuito:

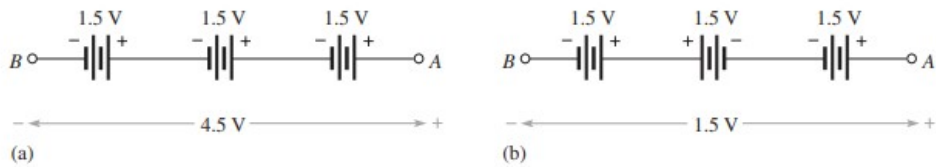


Pistas: antes de poder aplicar la ley de Ohm ($I = V/R$, $V = IR$), primero se debe averiguar R_T .

b) Una vez obtenida la corriente eléctrica I_T , averiguar V_{R1} , V_{R2} , V_{R3} , V_{R4} .

Fuentes de voltaje en serie

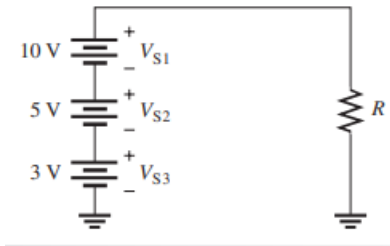
Cuando dos o más fuentes de voltaje están en serie, el voltaje total es igual a la suma algebraica de los voltajes de fuente individuales. La suma algebraica implica que las polaridades de las fuentes deben ser incluidas cuando las fuentes se combinan en serie. Las fuentes con polaridades opuestas tienen voltajes con signos opuestos.³¹



Las fuentes de voltaje en serie se suman algebraicamente.

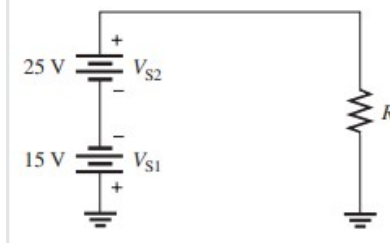
Práctica 10

a) Averiguar el voltaje total V_T del siguiente circuito:



b) Si se invierte V_{S3} , ¿cuál es el voltaje de fuente total?

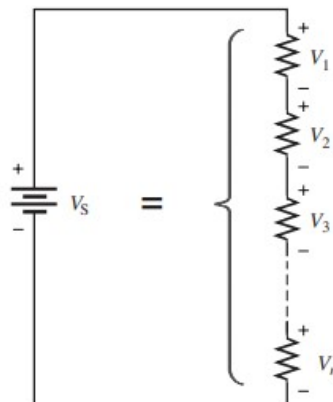
c) Determinar V_T en el siguiente circuito:



Ley de voltaje de Kirchhoff

La ley del voltaje de Kirchhoff es una ley fundamental de circuito que establece que la suma algebraica de todos los voltajes localizados en una sola trayectoria cerrada es cero o, en otras palabras, que la suma de las caídas de voltaje es igual al voltaje de fuente total.³²

La suma de n caídas de voltaje es igual al voltaje de la fuente.



Al sumar todas las caídas de voltaje localizadas en una trayectoria cerrada y restar luego ese total al voltaje de fuente, el resultado es cero. Este resultado ocurre porque la suma de las caídas de voltaje siempre es igual al voltaje de la fuente.

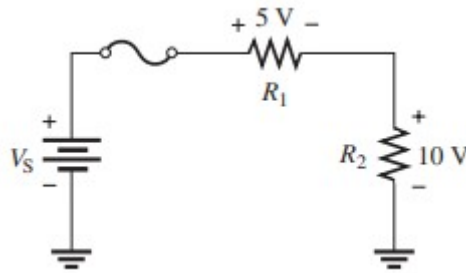
La suma algebraica de todos los voltajes (tanto de fuente como de caídas) localizados en una trayectoria cerrada única es cero.³³

³² FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 131.

³³ FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 134.

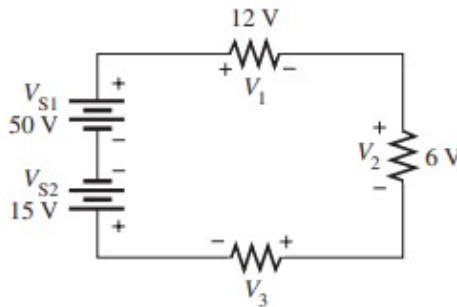
Práctica 11

a) Determinar el voltaje de la fuente V_S del siguiente circuito:



b) Si V_S se incrementa a 30V, determinar las dos caídas de voltaje. ¿Cuál es el voltaje en cada componente (incluido el fusible) si el fusible se funde?

c) Determinar la caída de voltaje desconocida V_3 .

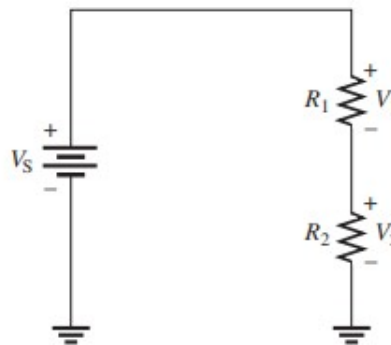


d) Determinar V_3 si la polaridad de V_{S2} se invierte.

Divisor de voltajes

Un circuito compuesto a partir de una serie de resistencias conectada a una fuente de voltaje actúa como divisor de voltaje.

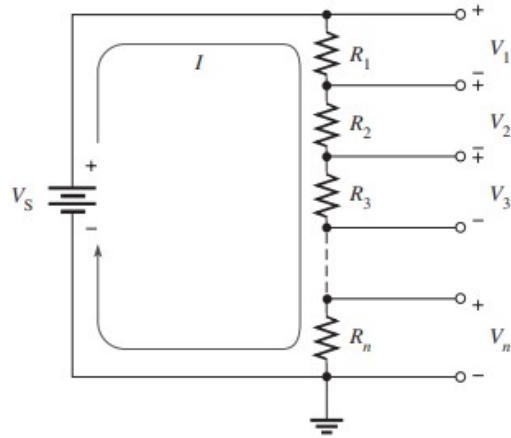
Divisor de voltaje con dos resistores.



La caída de voltaje total localizada en una trayectoria cerrada única se divide entre las resistencias en serie en cantidades directamente proporcionales a los valores de resistencia.³⁴

Fórmula del divisor de voltajes

Con pocos cálculos, se puede desarrollar una fórmula para determinar cómo se dividen los voltajes entre resistencias en serie. Supongamos un circuito con n resistencias en serie como se muestra en el siguiente circuito, donde n puede ser cualquier número.



Sean V_x la caída de voltaje a través de cualquiera de las resistencias y R_x el número de una resistencia en particular. Con la ley de Ohm, se puede expresar la caída de voltaje en R_x como sigue:

$$V_x = IR_x$$

La corriente que circula por el circuito es igual al voltaje de la fuente dividido entre la resistencia total ($I = V_S/R_T$). Sustituyendo I por V_S/R_T en la expresión para V_x obtenemos:

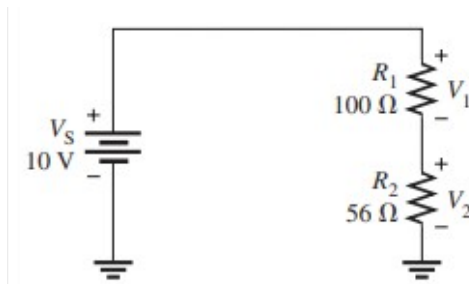
$$V_x = \left(\frac{V_S}{R_T}\right)R_x$$

Al reordenar los términos se obtiene

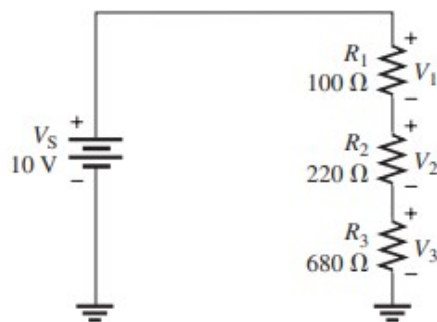
$$V_x = \left(\frac{R_x}{R_T}\right)V_S$$

Práctica 12

a) Determinar V_1 (el voltaje a través de R_1) y V_2 (la caída de voltaje en R_2)



b) Calcule la caída de voltaje a través de cada resistencia del siguiente circuito:



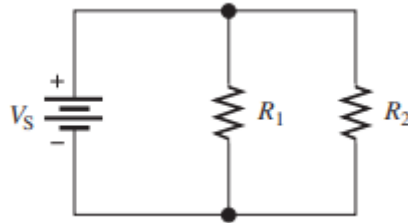
c) Si R_1 y R_2 cambian a 680Ω , ¿cuáles son las caídas de voltaje?

Video recomendado:  [Circuito serie](#)

Circuito paralelo

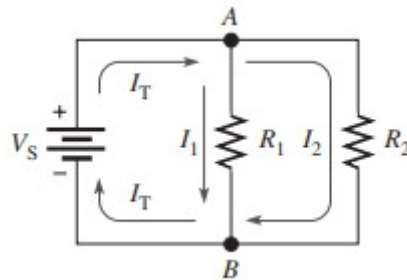
Resistencias en paralelo

Cuando dos o más resistencias se conectan individualmente entre dos puntos distintos, están en paralelo entre sí. Un circuito en paralelo proporciona más de una trayectoria para la corriente.³⁵

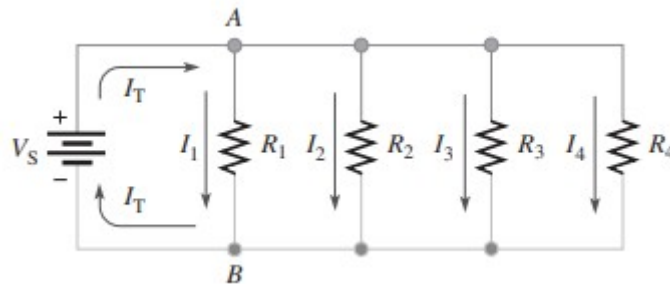


Cada trayectoria para la corriente se denomina rama, y un circuito en paralelo es uno que tiene más de una rama.

Tal como indica el siguiente circuito, la corriente que sale de la fuente (I_T) se divide cuando llega al punto A. I_1 pasa por R_1 e I_2 por R_2 .

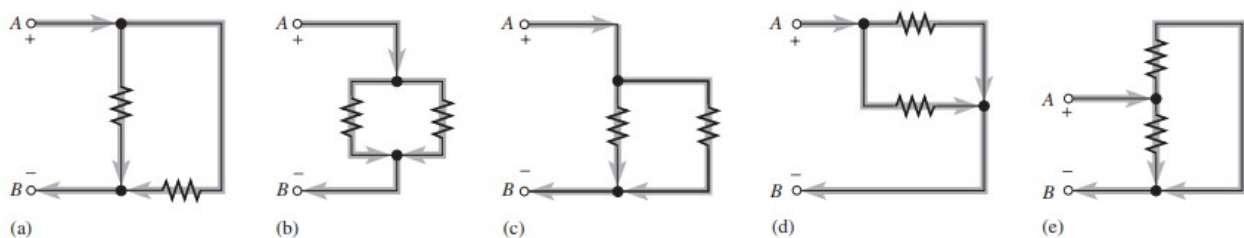


Si se conectan más resistencias en paralelo con las dos primeras, se crean más trayectorias para la corriente entre el punto A y el punto B, como aparece en la siguiente imagen:



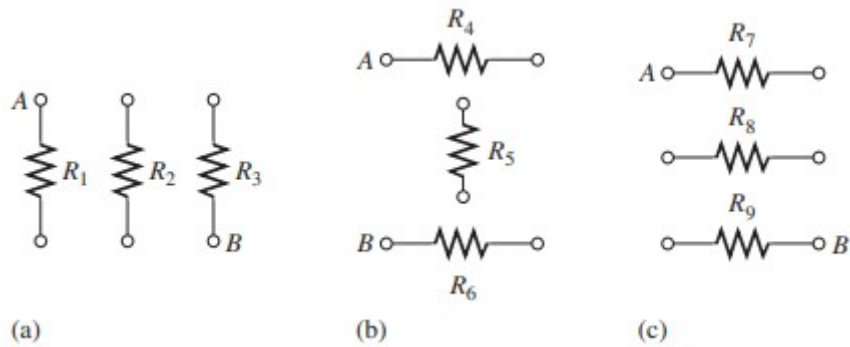
Una regla para identificar circuitos en paralelo es la siguiente:

Si existe más de una trayectoria (rama) para la corriente entre dos puntos distintos, y si el voltaje entre dichos puntos también aparece a través de cada una de las ramas, entonces existe un circuito en paralelo entre esos dos puntos.



Ejemplos de circuitos con dos trayectorias en paralelo.

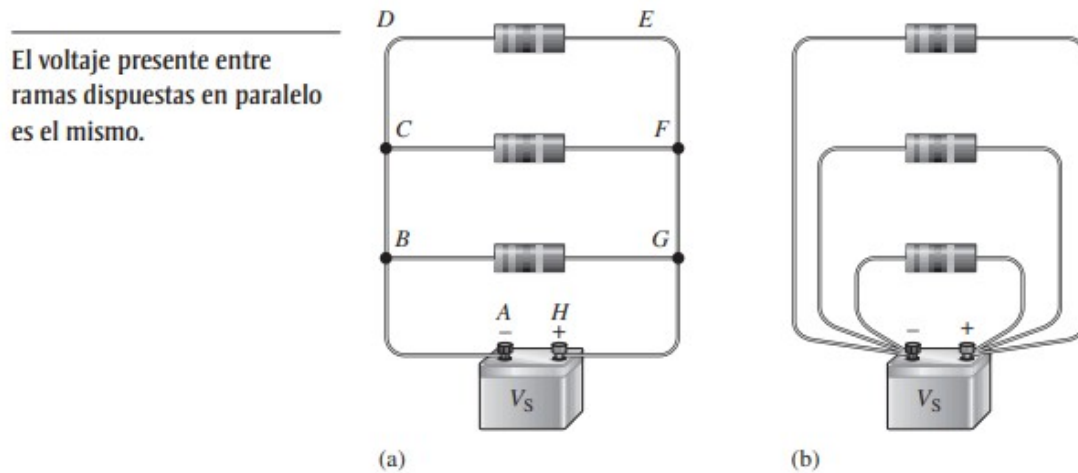
Práctica 13: Conectar entre sí cada grupo de las resistencias en paralelo



Voltaje en un circuito paralelo

El voltaje a través de cualquier rama de un circuito dispuesto en paralelo es igual al voltaje a través de cada una de las demás ramas en paralelo.

Para ilustrar el voltaje presente en un circuito en paralelo, examinaremos el siguiente circuito:



Los puntos A, B, C y D ubicados a lo largo del lado izquierdo del circuito en paralelo son eléctricamente el mismo punto porque el voltaje es el mismo a lo largo de esta línea. Se puede pensar en estos puntos como que están conectados por un solo conductor a la terminal negativa de la batería.

Los puntos E, F, G y H situados a lo largo del lado derecho del circuito están a un voltaje igual al de la terminal positiva de la fuente.

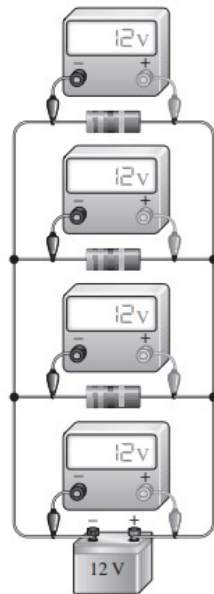
Por tanto, el voltaje a través de cada resistencia en paralelo es el mismo, y cada voltaje es igual al voltaje de fuente.³⁶

En el siguiente circuito, una batería de 12V está conectada por medio de tres resistencias en paralelo.

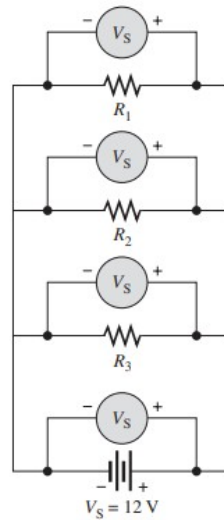
Cuando se mide el voltaje a través de la batería y luego a través de cada uno de las resistencias, las lecturas son las mismas.

Como se puede advertir, en un circuito en paralelo aparece el mismo voltaje a través de cada rama.

³⁶ FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos. Octava edición.* Pág 176.



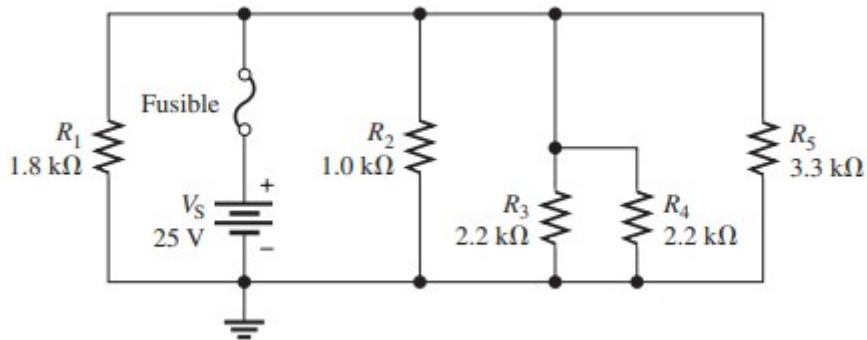
(a) Imagen pictórica



(b) Diagrama esquemático

Práctica 14

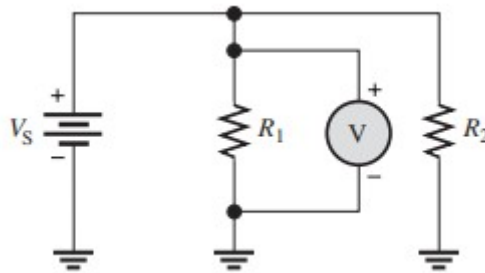
a) Determinar el voltaje a través de cada resistencia.



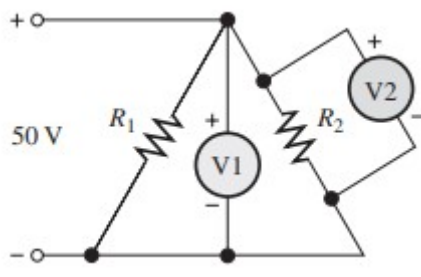
b) Si se quita R_4 del circuito, ¿cuál es el voltaje a través de R_3 ?

c) Una resistencia de 10Ω y otra de 22Ω están conectadas en paralelo a una fuente de 5V. ¿Cuáles el voltaje a través de cada una de las resistencias?

d) El voltímetro del siguiente circuito lee 118V. Si lo cambiamos de lugar y lo conectamos a través de R_2 , ¿cuánto voltaje indicará? ¿Cuál es el voltaje de fuente V_S ?



e) En el siguiente circuito, ¿cuánto voltaje indica el voltímetro 1? ¿El voltímetro 2?



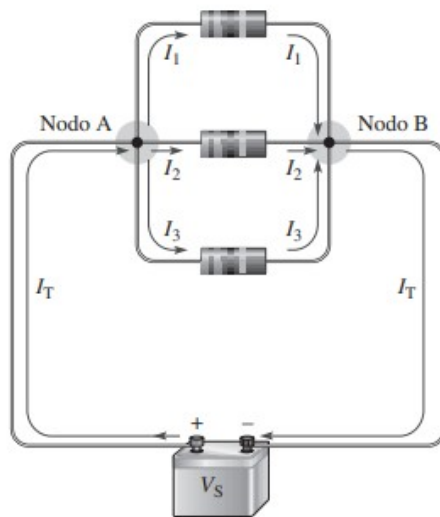
Ley de las corrientes de Kirchhoff

La ley de las corrientes de Kirchhoff puede ser enunciada como sigue:

La suma de las corrientes que entran a un nodo (corriente total de entrada) es igual a la suma de las corrientes que salen de dicho nodo (corriente total de salida).³⁷

Un nodo es cualquier punto o unión en un circuito donde dos o más componentes están conectados.

Por ejemplo, en el circuito siguiente, el punto A es un nodo y el punto B otro nodo.



Ley de la corriente de Kirchhoff: la corriente que entra a un nodo es igual a la corriente que sale de dicho nodo.

Iniciemos el recorrido en la terminal positiva de la fuente y sigamos la corriente (I_T). La corriente total I_T que viene de la fuente entra al nodo A. En este punto, la corriente se divide entre las tres ramas como se indica.

Cada una de las tres corrientes de rama (I_1 , I_2 e I_3) sale del nodo A. La ley de las corrientes de Kirchhoff establece que la corriente total que entra al nodo A es igual a la corriente total que sale del nodo A; es decir:

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

Ahora, cuando seguimos las corrientes a través de las tres ramas, podemos ver que ingresan al nodo B. Las corrientes I_1 , I_2 e I_3 se encuentran en el nodo B e I_T sale de éste. La fórmula de la ley de la corriente de Kirchhoff en el nodo B es, por consiguiente, la misma que en el nodo A.

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_T$$

La ley de la corriente de Kirchhoff también puede ser enunciada de esta manera:

La suma algebraica de todas las corrientes que entran a y salen de un nodo es igual a cero.³⁸

En el circuito que vimos recién, esta expresión sería:

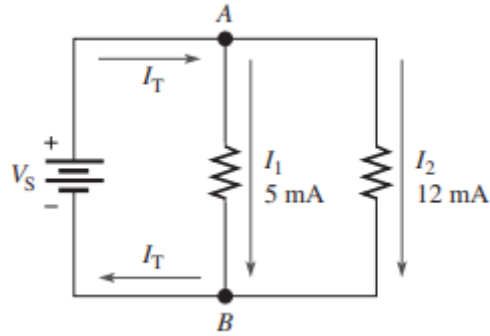
$$I_1 + I_2 + I_3 - I_T = 0$$

37 FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos. Octava edición.* Pág 178.

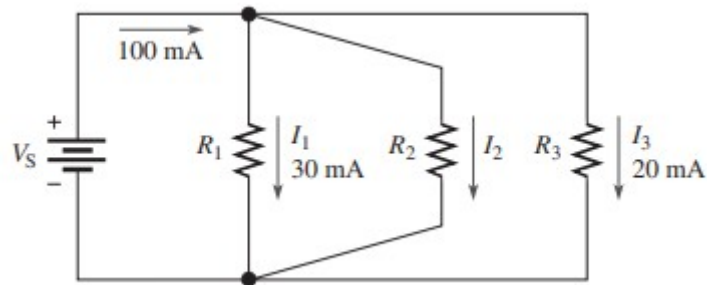
38 FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos. Octava edición.* Pág 180.

Práctica 15

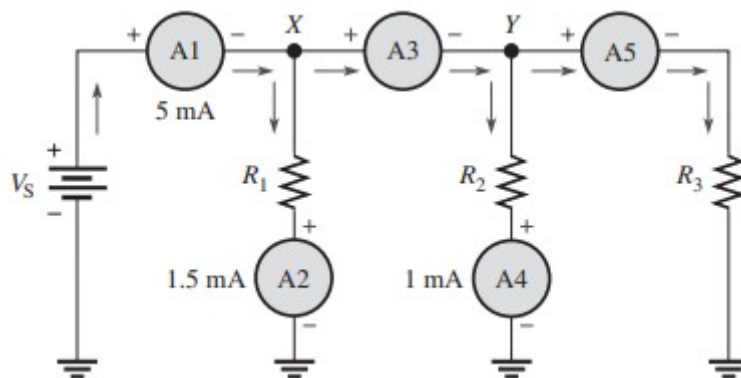
a) Determinar la corriente total que entra al nodo A y la corriente total que sale del nodo B.



b) Determine la corriente I_2 a través de R_2 del siguiente circuito:



c) Usar la ley de la corriente de Kirchhoff para calcular las corrientes medidas por los amperímetros A3 y A5 mostrados en el siguiente circuito:



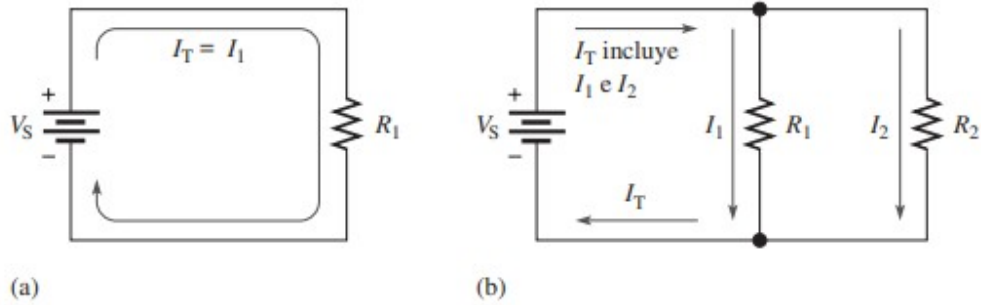
Resistencia total en paralelo

Cuando se conectan resistencias en paralelo, la resistencia total del circuito se reduce. La resistencia total de un circuito dispuesto en paralelo siempre es menor que el valor de la resistencia más baja.

Como vimos previamente, cuando se conectan resistores en paralelo, la corriente dispone de más de una trayectoria. El número de trayectorias para la corriente es igual al número de ramas en paralelo.

En la siguiente imagen, figura (a), hay sólo una trayectoria para corriente porque es un circuito en serie. Existe cierta cantidad de corriente, I_1 , a través de R_1 .

Si una resistencia R_2 se conecta en paralelo con R_1 , como indica la figura (b), existe una corriente adicional de corriente, I_2 , a través de R_2 .



La adición de resistores en paralelo reduce la resistencia total e incrementa la corriente total.

La corriente total suministrada por la fuente se ha incrementado con la adición de una resistencia en paralelo. Suponiendo que el voltaje de fuente permanece constante, un incremento de la corriente total suministrada por la fuente significa que la resistencia total ha disminuido, de acuerdo con la ley de Ohm. La conexión de más resistencias en paralelo reducirá aún más la resistencia e incrementará la corriente total.³⁹

Fórmula de la resistencia total en paralelo

$$R_T = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_1}\right) + \left(\frac{1}{R_2}\right) + \left(\frac{1}{R_3}\right) + \cdots + \left(\frac{1}{R_n}\right)}$$

El caso de dos resistores en paralelo

$$R_T = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_1}\right) + \left(\frac{1}{R_2}\right)}$$

Combinando los términos del denominador se obtiene

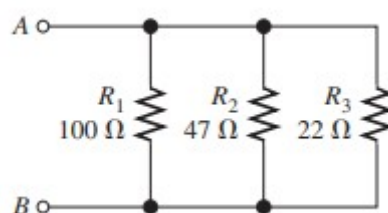
$$R_T = \frac{1}{\left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}\right)}$$

La cual puede ser reescrita como sigue:

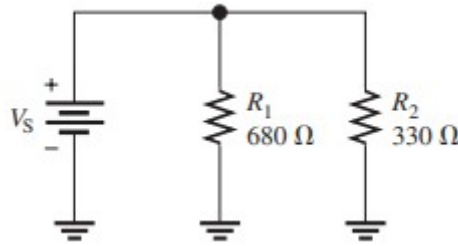
$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Práctica 16

a) Calcular la resistencia total en paralelo entre los puntos A y B del siguiente circuito:



- b) Si se agrega una resistencia de 33Ω en paralelo, ¿cuál es el nuevo valor de R_T ?
 c) Calcular la resistencia conectada a la fuente de voltaje del siguiente circuito:

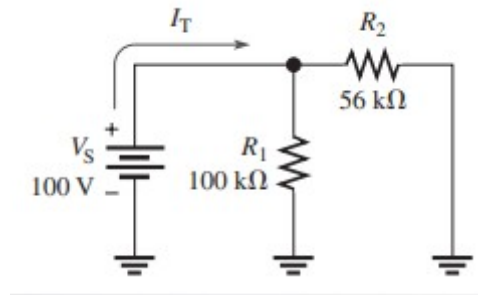


- d) Determinar R_T si una resistencia de 220Ω reemplaza a R_1 .

Ley de Ohm en el circuito paralelo

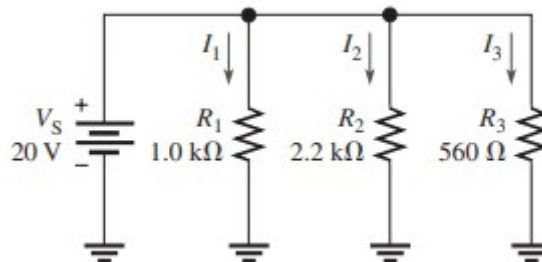
Práctica 17

- a) Encontrar la corriente total producida por la batería



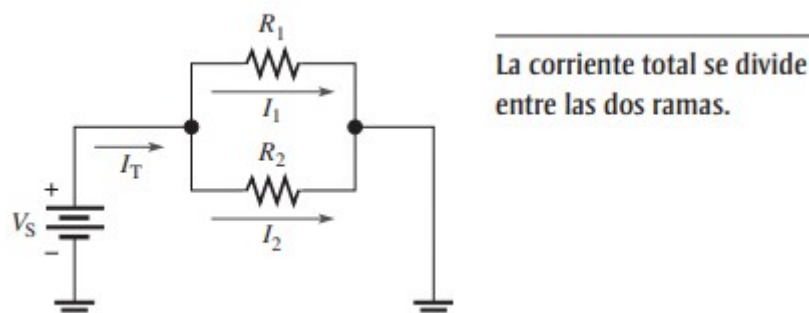
Pistas: para poder encontrar I_T siempre es necesario previamente calcular R_T .

- b) Averiguar las corrientes que atraviesan las ramas de R_1 y R_2 , I_1 e I_2 .
 c) Determinar la corriente que circula por cada resistencia en el siguiente circuito:



Divisor de corriente

Un circuito en paralelo actúa como divisor de corriente porque la corriente que entra a la unión de ramas dispuestas en paralelo “se divide” en varias corrientes individuales.

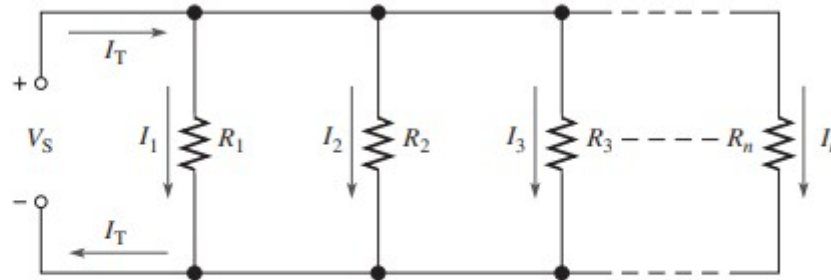


Entre las resistencias en paralelo, la corriente total se divide en corrientes con valores que son inversamente proporcionales a los valores de resistencia.

Las ramas con más alta resistencia tienen menos corriente, y las ramas con más baja resistencia tienen más corriente, de acuerdo con la ley de Ohm. Si todas las ramas tienen la misma resistencia, las corrientes de rama son iguales.⁴⁰

Fórmula del divisor de corriente

Se puede desarrollar una fórmula para determinar cómo se dividen las corrientes entre cualquier número de resistencias en paralelo.



Circuito en paralelo con n ramas.

La corriente a través de cualquiera de las resistencias en paralelo es I_x , donde x representa el número de una resistencia en particular (1, 2, 3, y así sucesivamente). Mediante la ley de Ohm, se puede expresar la corriente a través de cualquiera de las resistencias como:

$$I_x = \frac{V_S}{R_x}$$

El voltaje de fuente, V_S , aparece a través de cada una de las resistencias en paralelo, y R_x representa cualquiera de estas resistencias. El voltaje total de la fuente, V_S , es igual a la corriente total multiplicada por la resistencia total en paralelo.

$$V_S = I_T R_T$$

Sustituir V_S por $I_T R_T$ en la expresión para I_x resulta en

$$I_x = \frac{I_T R_T}{R_x}$$

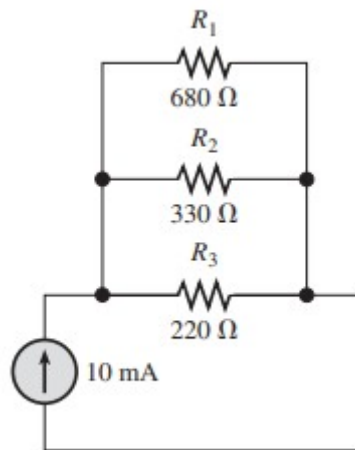
Al reordenar los términos se obtiene

$$I_x = \left(\frac{R_T}{R_x} \right) I_T$$

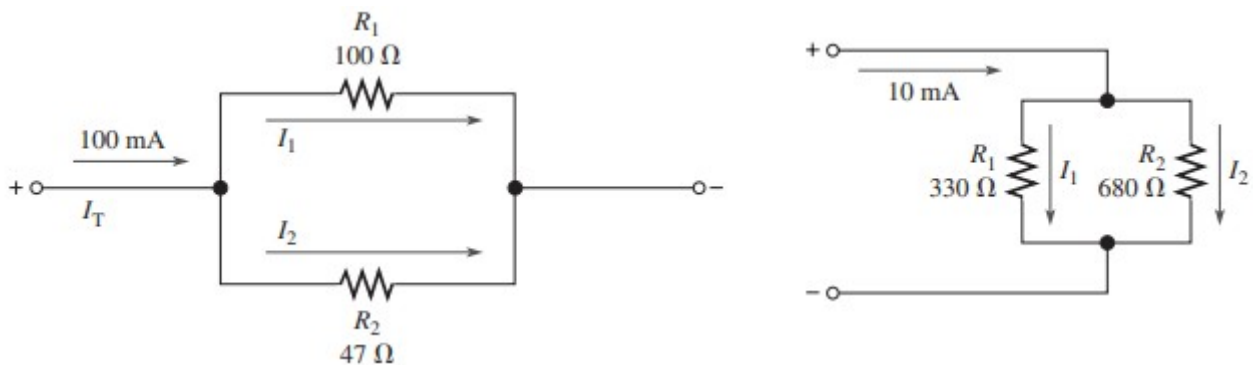
donde $x = 1, 2, 3$, etcétera.

Práctica 18

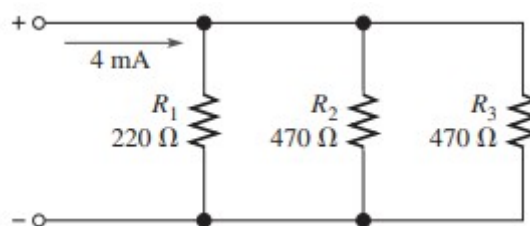
a) Determinar la corriente que circula por cada resistencia en el circuito siguiente:



b) Encontrar I_1 e I_2 en los siguientes circuitos:



c) Determinar la corriente a través de R_3



Potencia en los circuitos en paralelo

La potencia total presente en un circuito en paralelo se encuentra sumando las potencias de todas las resistencias individuales, tal como en los circuitos en serie.⁴¹

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$$

Video recomendado:  [Circuito paralelo](#)

Mediciones de circuito básicas

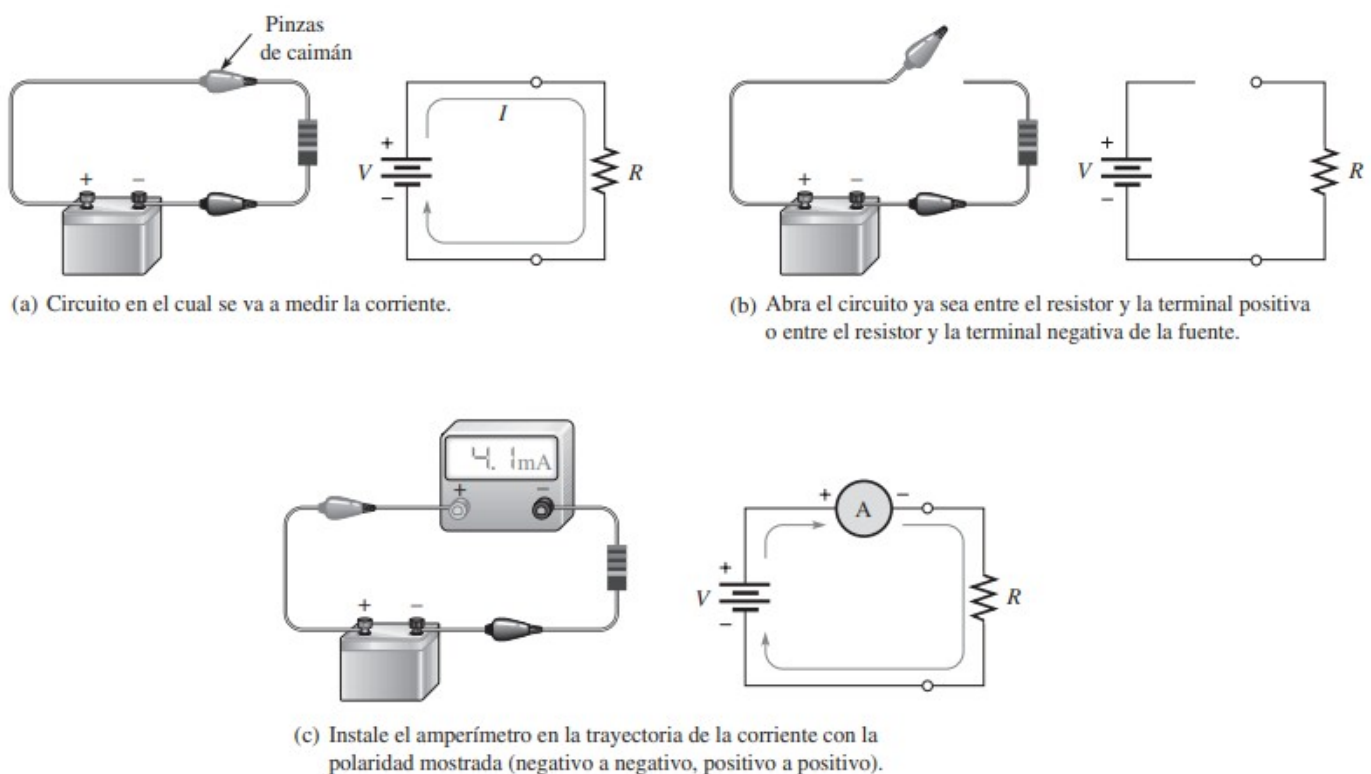
Un técnico en electrónica no puede realizar su trabajo si no sabe cómo medir voltaje, corriente y resistencia.

En el trabajo electrónico se requieren comúnmente mediciones de voltaje, corriente y resistencia.

El instrumento utilizado para medir voltaje es un voltímetro, para medir corriente se usa un amperímetro y para la resistencia un óhmetro. Estos tres instrumentos se combinan a menudo en un solo mecanismo llamado multímetro, en el cual se puede elegir qué cantidad específica se va a medir seleccionando la función apropiada mediante un interruptor.⁴²

Medición de corriente

La figura siguiente ilustra cómo medir corriente con un amperímetro.



Ejemplo de conexión de un amperímetro en un circuito simple para medir corriente.

La parte (a) muestra un circuito simple en el cual la corriente que pasa por la resistencia tiene que ser medida. Primero hay que asegurarse de que el ajuste del rango del amperímetro es mayor que la corriente esperada, y entonces se conecta el amperímetro en la trayectoria de la corriente abriendo primero el circuito, como indica la parte (b).

Acto seguido se inserta el medidor en la forma que muestra la parte (c).

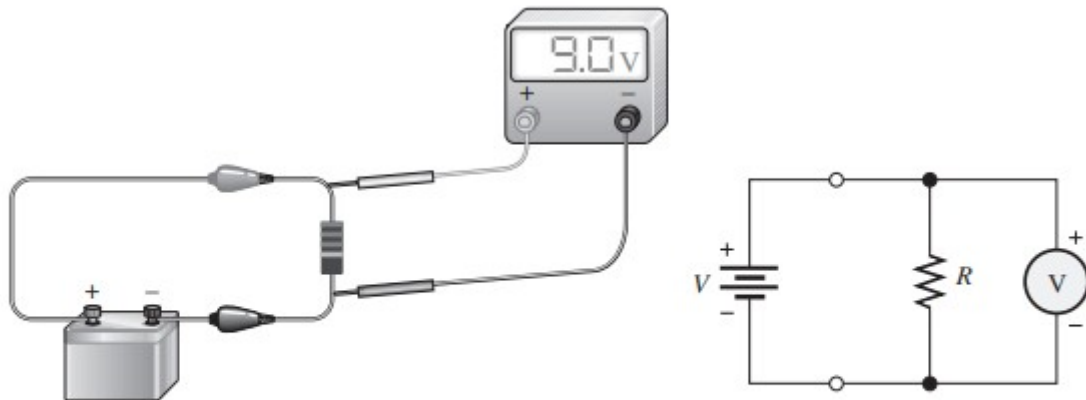
Tal conexión es una conexión en serie. La polaridad del medidor debe ser tal que la corriente esté en la terminal positiva y salga por la terminal negativa.⁴³

42 FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 47.

43 FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 50.

Medición de voltaje

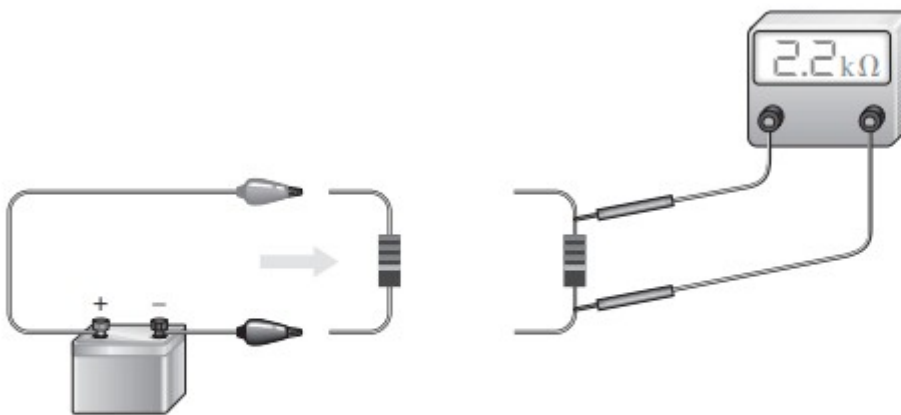
Para medir voltaje, el voltímetro se conecta a través del componente para el cual el voltaje ha de ser medido. Tal conexión es una conexión en paralelo. La terminal negativa del medidor se conecta al lado negativo del circuito, y la terminal positiva se conecta al lado positivo del circuito.



Ejemplo de conexión de un voltímetro en un circuito simple para medir voltaje.

Medición de resistencia

Para medir la resistencia, primero se corta la energía eléctrica y se desconecta uno o ambos extremos de la resistencia del circuito; luego se conecta el óhmetro a través de la misma.⁴⁴



(a) Desconecte el resistor del circuito para evitar daño al medidor y/o tomar lecturas incorrectas.

(b) Mida la resistencia.
(La polaridad no es importante).

Ejemplo de cómo utilizar un ohmmetro para medir resistencia.

Video recomendado:  [Mediciones y multímetro](#)

Unidad 2: Componentes pasivos y activos

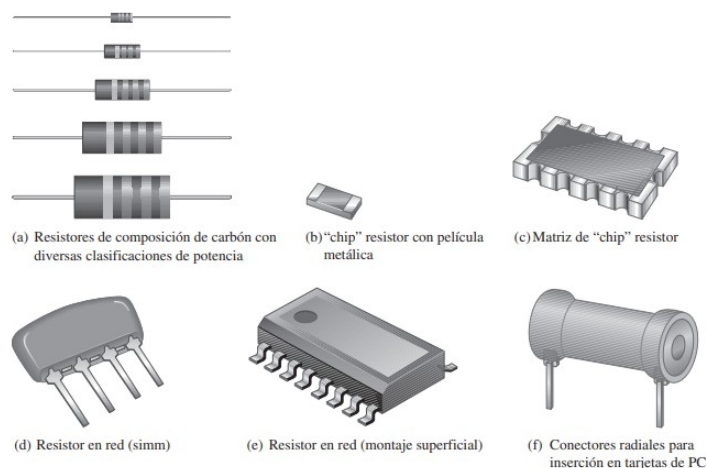
Componentes pasivos

Resistencias (componentes)

Un componente diseñado específicamente para que tenga cierta cantidad de resistencia eléctrica se llama resistencia. La aplicación principal de las resistencias es limitar la corriente en un circuito, dividir el voltaje, y, en ciertos casos, generar calor. Aun cuando las resistencias vienen en muchas formas y tamaños, todas pueden ser colocadas en dos categorías principales: fijas y variables.

Resistencias fijas

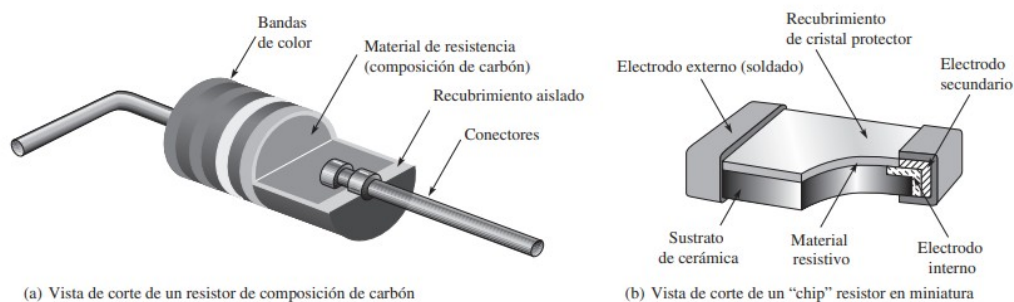
Las resistencias fijas están disponibles con una gran selección de valores de resistencia establecidos durante su fabricación y que no son fáciles de cambiar. Se construyen utilizando diversos métodos y materiales.⁴⁵



Resistores fijos típicos.

Un tipo común de resistencia fija es la de composición de carbón, la cual está hecha con una mezcla de carbón finamente pulverizado, un relleno aislante, y un aglutinante de resina. La proporción de carbón a relleno aislante establece el valor de resistencia.

El "chip" de resistencia es otro tipo de resistencia fija y se encuentra en la categoría de dispositivo de tecnología de montaje superficial (SMD, por sus siglas en inglés). Tiene la ventaja de un tamaño muy pequeño para ensamblajes compactos.⁴⁶



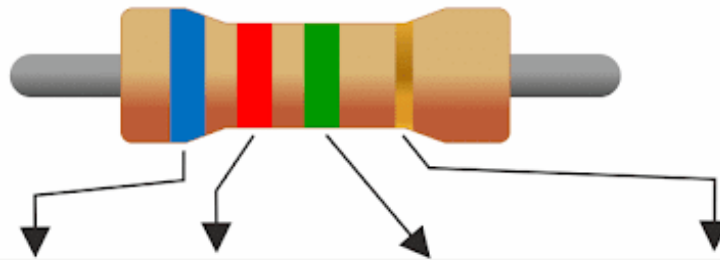
Video recomendado:  [Resistencias explicadas](#)

⁴⁵ FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 32.

⁴⁶ FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 33.

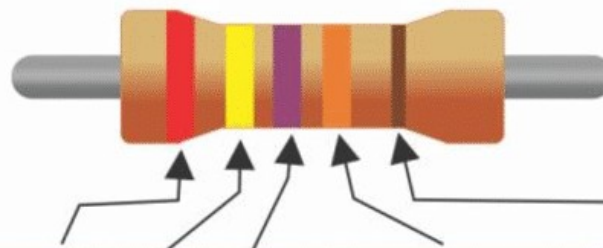
Códigos de color para resistencias fijas

CÓDIGO DE COLORES PARA RESISTENCIAS CON 4 BANDAS



COLOR	BANDA 1	BANDA 2	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	x 1 Ω	
MARRÓN	1	1	x 10 Ω	+ / - 1%
ROJO	2	2	x 100 Ω	+ / - 2%
NARANJA	3	3	x 1000 Ω	
AMARILLO	4	4	x 10,000 Ω	
VERDE	5	5	x 100,000 Ω	
AZUL	6	6	x 1,000,000 Ω	
VIOLETA	7	7	x 10,000,000 Ω	
GRIS	8	8	x 100,000,000 Ω	
BLANCO	9	9	x 1,000,000,000 Ω	
DORADO			x 0,1 Ω	+ / - 5%
PLATEADO			x 0,01 Ω	+ / - 10%
			SIN BANDA	+ / - 20%

CÓDIGO DE COLORES PARA RESISTENCIAS CON 5 BANDAS



COLOR	BANDA 1	BANDA 2	BANDA 3	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	0	X 1 Ω	
MARRÓN	1	1	1	X 10 Ω	+ / - 1%
ROJO	2	2	2	X 100 Ω	+ / - 2%
NARANJA	3	3	3	X 1,000 Ω	
AMARILLO	4	4	4	X 10,000 Ω	
VERDE	5	5	5	X 100,000 Ω	+ / - 0.5 %
AZUL	6	6	6	X 1,000,000 Ω	+ / - 0.25 %
VIOLETA	7	7	7	X 10,000,000 Ω	+ / - 0.10 %
GRIS	8	8	8		+ / - 0.05 %
BLANCO	9	9	9		
DORADO				X 0.1 Ω	
PLATEADO				X 0.01 Ω	

Práctica 19: Medir las resistencias en Ohm (Ω) y colocar la tolerancia en porcentaje (%).

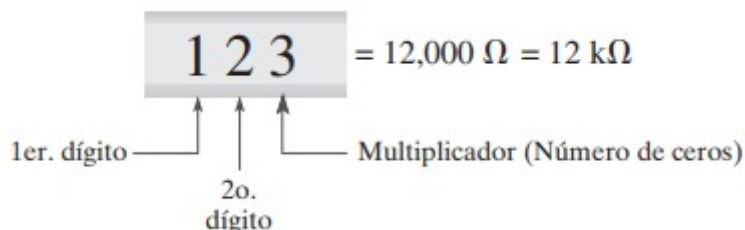
- a) R, Vi, Na, P = $27000\Omega \pm 10\%$
- b) M, Ne, M, P =
- c) Ve, Az, Ve, D =
- d) Am, Vi, Ne, D =
- e) R, R, R, D =
- f) M, Ne, Ne, D =
- g) Na, Na, Am, P =
- h) R, Vi, Ne, D, R = $27\Omega \pm 2\%$
- i) Am, Ne, R, Ne, M =
- j) Na, Na, R, Na, Ve =
- k) M, Ne, Ne, M, M =
- l) R, R, Ne, Ne, M =

Códigos de rotulado para resistencias

No todos los tipos de resistencias se codifican con bandas de colores. Muchas, incluidas las de montaje superficial, utilizan marcado tipográfico para indicar su valor de resistencia y su tolerancia.

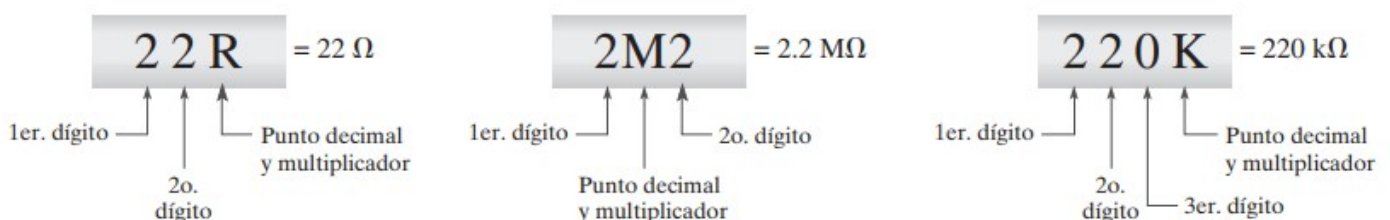
Estos códigos de rotulado se componen de puros números (numéricos) o de una combinación de números y letras (alfanuméricos). En algunos casos, cuando el cuerpo de la resistencia es lo suficientemente grande, el valor de resistencia completo y la tolerancia se imprimen en él en forma estándar.

Rotulación numérica: Este tipo de marcado utiliza tres dígitos para indicar el valor de resistencia. Los primeros dos dígitos proporcionan los primeros dos dígitos del valor de resistencia, y el tercer dígito corresponde al multiplicador o cantidad de ceros que van después de los primeros dos dígitos. Este código está limitado a valores de 10 o más grandes.



Rotulación alfanumérica: Otro tipo común de marcado es un rótulo de tres o cuatro caracteres que utiliza tanto dígitos como letras. Este tipo de rótulo se compone, en general, de sólo tres dígitos o de dos o tres dígitos y una de las letras R, K o M.

La letra se utiliza para indicar el multiplicador, y su posición señala el lugar del punto decimal. La letra R significa un multiplicador de 1 (nada de ceros después de los dígitos), la K indica un multiplicador de 1000 (tres ceros después de los dígitos), y la M indica un multiplicador de 1,000,000 (seis ceros después de los dígitos).⁴⁷



Práctica 20: identificar el valor de las siguientes resistencias

- a) 470 = 470Ω
- b) 5R6 =
- c) 68K =
- d) 10M =
- e) 3M3 =
- f) 153 =
- g) 2K2 =
- h) 33R =
- i) 900 =
- j) 5K6 =
- k) 104 =

Cálculo del rango de tolerancia

Para saber el valor mínimo y máximo de lo que debe medir una resistencia según la banda de tolerancia indicada por el fabricante se realiza el siguiente cálculo:

- Valor tolerancia = (Valor nominal x tolerancia) / 100
- Valor mínimo = Valor nominal – Valor tolerancia
- Valor máximo = Valor nominal + Valor tolerancia

Ejemplo:



Na, B, M, D

Valor nominal = 390Ω ±5%

Valor tolerancia = (390Ω x 5) / 100

Valor tolerancia = 19,5Ω

Valor mínimo = 390Ω - 19,5Ω

Valor mínimo = 370,5Ω

Valor máximo = 390Ω + 19,5Ω

Valor máximo = 409,5Ω

Práctica 3: Calcular el rango de tolerancia (Val. Mín. y Val. Máx.) de las siguientes resistencias:

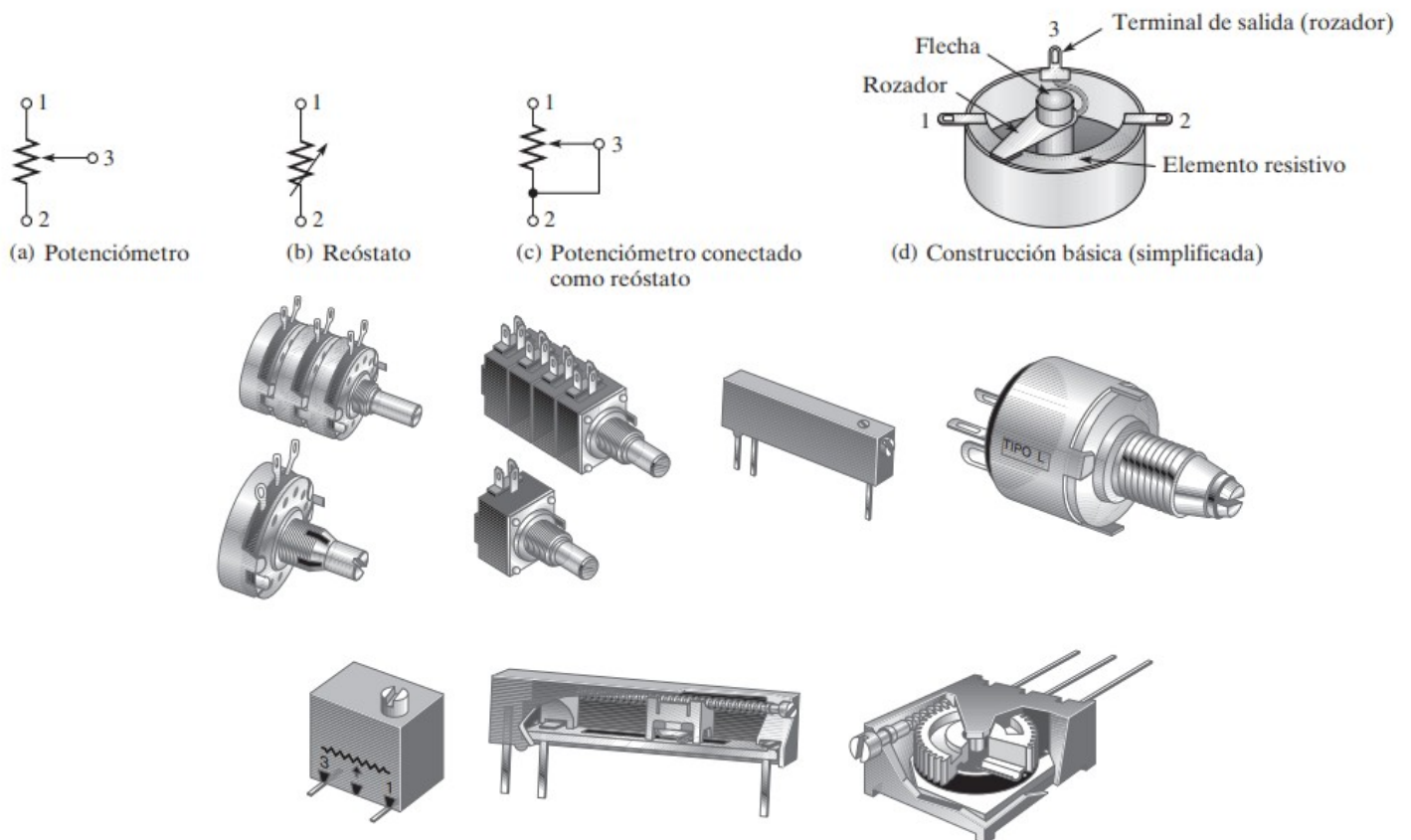
- a) M, Ne, M, D =
- b) Na, Na, R, D =
- c) M, Ne, Ve, P =
- d) M, Ne, Am, D =
- e) Am, Vi, D, D =
- f) R, R, Ne, Ne, M =
- g) G, R, Ne, D, R =

Resistencias variables

Las resistencias variables están diseñadas de modo que sus valores de resistencia sean fáciles de cambiar mediante un ajuste manual o automático.

Dos usos básicos de las resistencias variables son dividir el voltaje y controlar la corriente. La resistencia variable utilizada para dividir voltaje se llama potenciómetro. La resistencia variable empleada para controlar corriente se denomina reóstato.

El potenciómetro es un dispositivo de tres terminales, como se indica en la parte (a). Las terminales 1 y 2 tienen resistencia fija entre ellas, que es la resistencia total. La terminal 3 está conectada a un contacto móvil (rozador). Se puede variar la resistencia entre 3 y 1 o entre 3 y 2 subiendo o bajando el contacto.⁴⁸



Potenciómetros típicos y dos vistas de construcción.

Dos tipos de resistores automáticamente variables

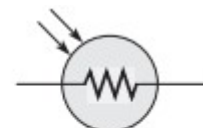
Un termistor es un tipo de resistencia variable sensible a la temperatura. Cuando su coeficiente de temperatura es negativo (NTC), la resistencia cambia inversamente con la temperatura. Cuando su coeficiente es positivo (PTC), la resistencia cambia directamente con la temperatura.

La resistencia de una celda fotoconductora (LDR) cambia con un cambio de la intensidad luminosa.⁴⁹

Símbolos para dispositivos resistivos sensibles a la temperatura y a la luz.



(a) Termistor



(b) Celda fotoconductora

48 FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 38.

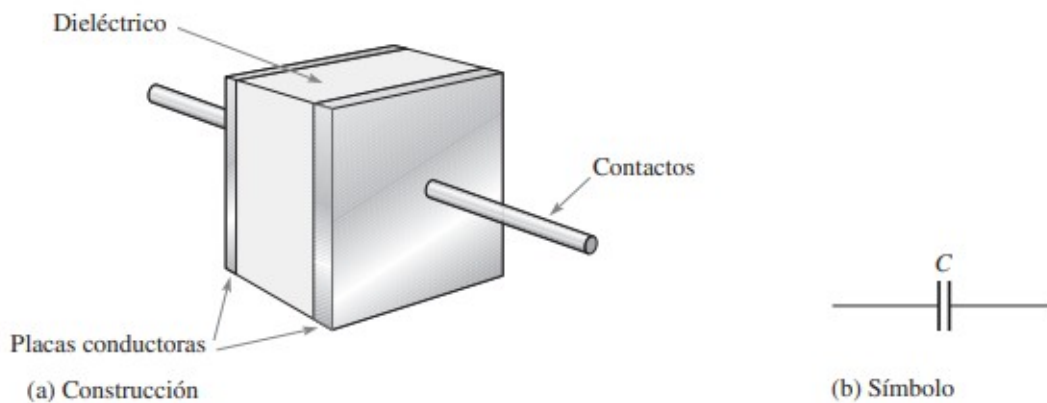
49 FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 39.

El capacitor básico

Un capacitor es un componente eléctrico pasivo que guarda energía eléctrica y tiene la propiedad de capacitancia.

Construcción básica

En su más simple forma, un capacitor es un dispositivo eléctrico que guarda energía eléctrica y se construye con dos placas conductoras paralelas separadas por un material aislante llamado dieléctrico. Los conectores están unidos a las placas paralelas.⁵⁰

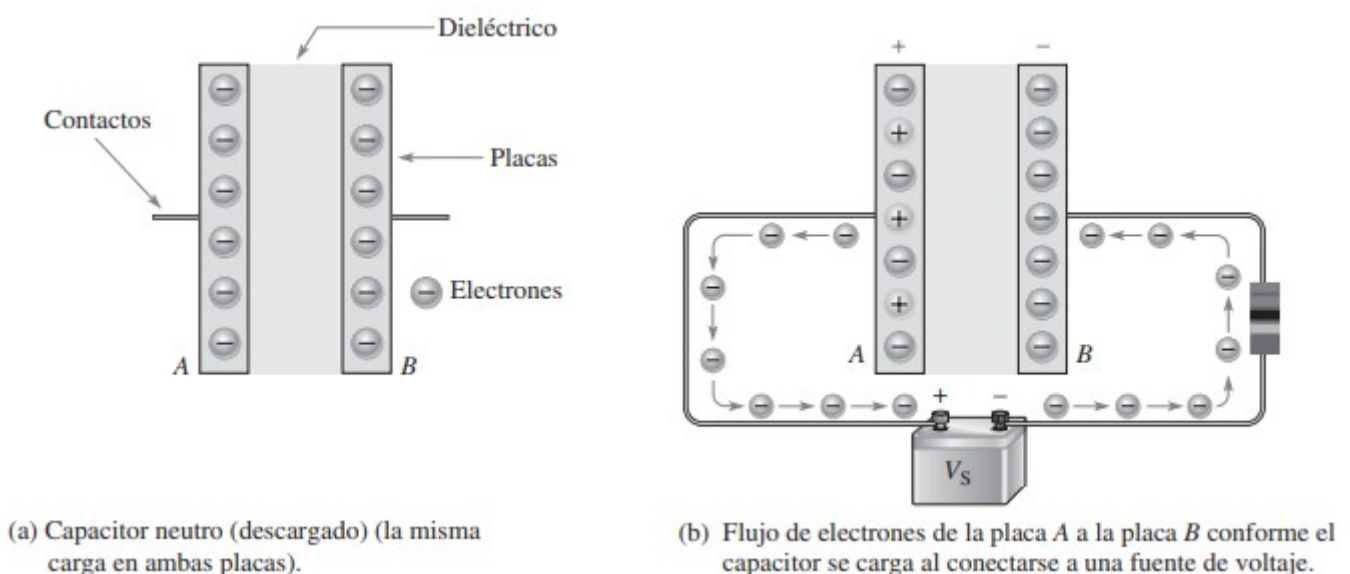


El capacitor básico.

Cómo guarda carga un capacitor

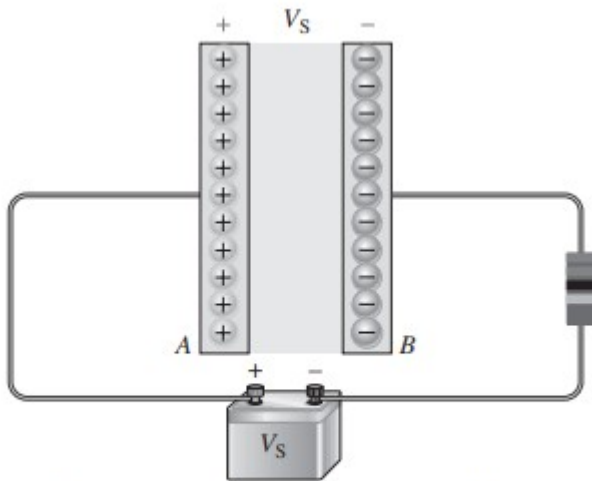
En estado neutro, las dos placas de un capacitor tienen el mismo número de electrones libres, como se indica en la figura (a).

Cuando el capacitor se conecta a una fuente de voltaje mediante una resistencia, según muestra la parte (b), se liberan electrones (carga negativa) de la placa A, los cuales se depositan en la placa B en un número igual que el liberado. A medida que la placa A pierde electrones y la placa B los gana, la placa A se vuelve positiva con respecto a la placa B.

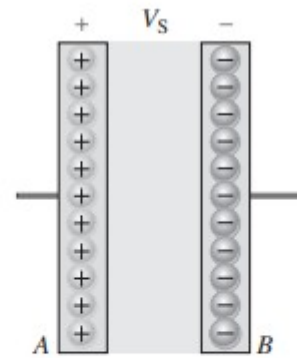


Durante este proceso de carga, los electrones fluyen sólo a través de los contactos. Por el dieléctrico del capacitor no fluyen electrones porque es un aislante. El movimiento de electrones cesa cuando el voltaje presente en el capacitor es igual al voltaje de fuente, como se indica en la figura (c).

Si el capacitor se desconecta de la fuente, retiene la carga almacenada durante un largo periodo (el cual depende del tipo de capacitor) y aún tiene voltaje de un lado a otro de él, como ilustra la figura (d). Un capacitor cargado es capaz de actuar como batería temporal.



(c) Después de que el capacitor se carga a V_S , no fluyen electrones mientras está conectado a la fuente de voltaje.



(d) Idealmente, el capacitor retiene carga cuando se desconecta de la fuente de voltaje.

Capacitancia

La cantidad de carga que un capacitor puede almacenar por unidad de voltaje entre sus placas es su capacitancia, designada mediante C y su unidad de medida es el Faradio (F). Es decir, la capacitancia es una medida de la capacidad de un capacitor de guardar carga. Mientras más carga por unidad de voltaje puede guardar un capacitor, más grande es su capacidad.⁵¹

PARA CONVERTIR DE	A	RECORRA EL PUNTO DECIMAL
Farads	Microfarads	6 lugares a la derecha ($\times 10^6$)
Farads	Picofarads	12 lugares a la derecha ($\times 10^{12}$)
Microfarads	Farads	6 lugares a la izquierda ($\times 10^{-6}$)
Microfarads	Picofarads	6 lugares a la derecha ($\times 10^6$)
Picofarads	Farads	12 lugares a la derecha ($\times 10^{12}$)
Picofarads	Microfarads	6 a la izquierda ($\times 10^{-6}$)

Voltaje nominal

Todo capacitor tiene un límite en la cantidad de voltaje que puede soportar entre sus placas. El voltaje nominal especifica el voltaje de cd máximo que puede ser aplicado sin riesgo de dañar el dispositivo. Si se excede este voltaje máximo, comúnmente llamado voltaje de ruptura o voltaje de trabajo, el capacitor puede dañarse permanentemente.⁵²

Video recomendado:  [Capacitores explicado](#)

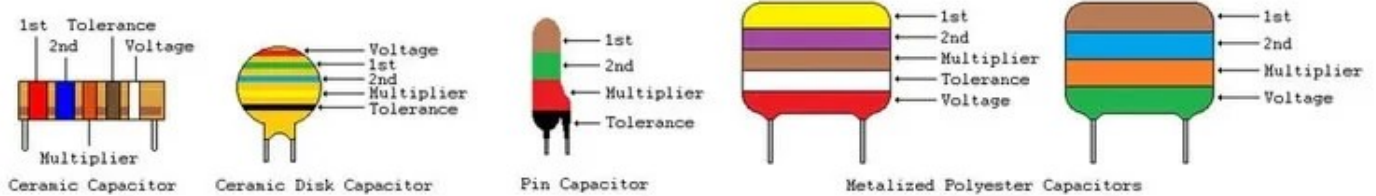
⁵¹ FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos. Octava edición.* Pág 468.

⁵² FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos. Octava edición.* Pág 471.

Rotulación de capacitores

Los valores de capacitor se indican en el cuerpo del capacitor por medio de rotulación tipográfica o con códigos de colores. Los rótulos tipográficos constan de letras y números que indican diversos parámetros, tales como capacitancia, voltaje nominal y tolerancia.

Capacitor Color Code with Voltage

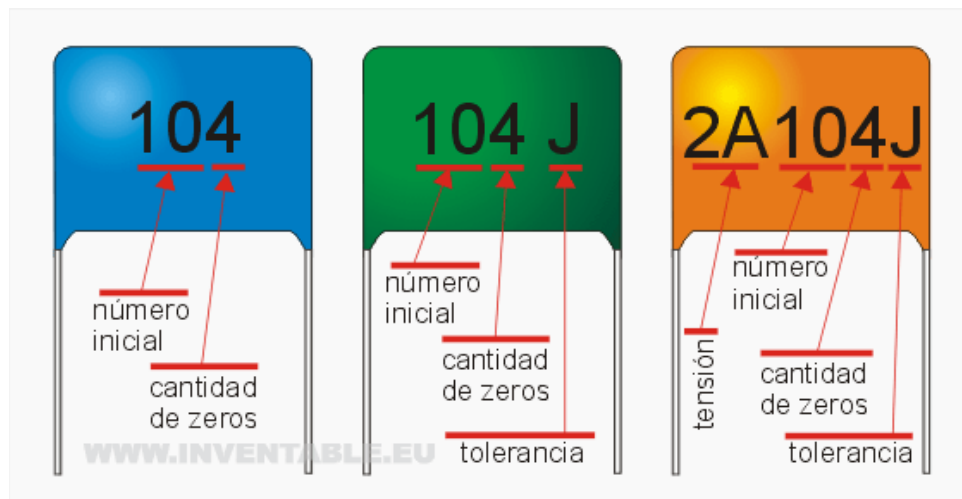


Color	1st	2nd	Multiplier	Tolerance %	Voltage
Black	0	0		20%	
Brown	1	1	0	1%	100
Red	2	2	00	2%	200
Orange	3	3	000	3%	300
Yellow	4	4	0,000	4%	400
Green	5	5	00,000	5%	500
Blue	6	6	000,000	6%	600
Violet	7	7	0,000,000	7%	700
Grey	8	8	00,000,000	8%	800
White	9	9	000,000,000	9%	900
Gold			0.1	5%	1000
Silver			0.01	10%	2000
None				20%	

Algunos capacitores no portan ninguna designación de unidad de capacitancia. En estos casos, las unidades están implícitas en el valor indicado y se reconocen gracias a la experiencia. Por ejemplo, un capacitor de cerámica marcado con .001 o .01 tiene unidades de microfaradios porque valores en picofaradios así de pequeños no están disponibles.

Otro ejemplo: un capacitor de cerámica cuya designación sea de 50 o 330 tendrá unidades de picofaradios porque unidades en microfaradios así de grandes normalmente no están disponibles en este tipo de dispositivo.

En algunos casos se utiliza designación de tres dígitos. Las primeras dos unidades son los primeros dos dígitos del valor de capacitancia. El tercer dígito es el número de ceros después del segundo dígito.⁵³



Por ejemplo 103 significa, 10,000 pF. En algunos casos, las unidades se marcan como pF o mF; en ocasiones la unidad microfaradio se rotula como MF o MFD.

Un voltaje nominal aparece en algunos tipos de capacitores con WV o WVDC y se omite en otros. Cuando se omite, el voltaje nominal se determina a partir de la información proporcionada por el fabricante. La tolerancia del capacitor, por lo general, se marca como un porcentaje, digamos +/-10%.

El coeficiente de temperatura se indica como partes por millón. Este tipo de rótulo se compone de una P o una N seguidas por un número. Por ejemplo, N750 significa un coeficiente de temperatura negativo de 750 ppm/°C, y P30 significa un coeficiente de temperatura positivo de 30 ppm/°C. Una designación NP0 significa que los coeficientes positivo y negativo son de cero; por tanto, la capacitancia no cambia con la temperatura.⁵⁴

Práctica 21: Obtener el valor de los siguientes capacitores:

- a) .1 =
- b) 102 =
- c) 1H104 =
- d) 0.47 =
- e) 3n3 =
- d) 103K =
- e) .01 =
- f) 220 =
- g) 82 =
- h) 2E105J =

Capacitancia total en serie

Cuando se conectan capacitores en serie, la capacitancia total es menor que el valor de la capacitancia más pequeña porque la separación efectiva entre las placas se incrementa. El cálculo de capacitancia total en serie es análogo al de resistencia total de resistencias dispuestas en paralelo.

$$C_T = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}}$$

Para 2 capacitores en serie:

$$C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

Capacitancia total en paralelo

Cuando se conectan capacitores en paralelo, la capacitancia total es la suma de las capacitancias individuales porque el área de las placas se incrementa. El cálculo de la capacitancia total en paralelo es análogo al de la resistencia total en serie.

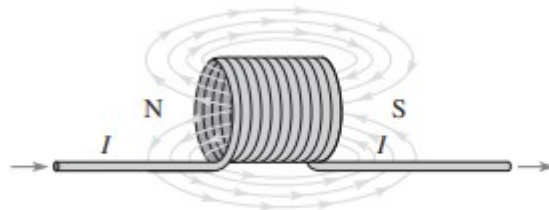
$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

El inductor básico

Un inductor es un componente eléctrico pasivo formado por un alambre enrollado alrededor de un núcleo y el cual exhibe la propiedad de inductancia.

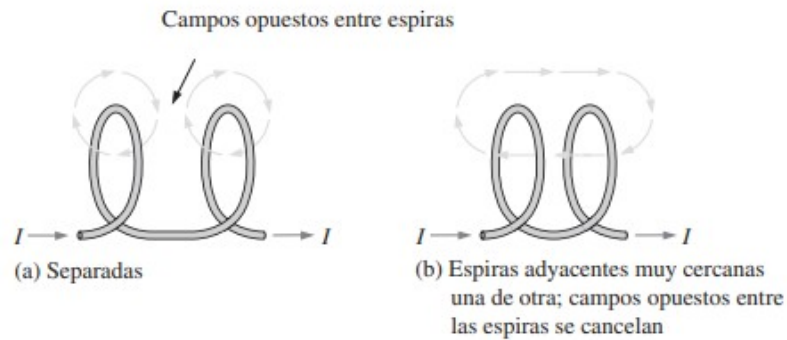
Cuando a un tramo de alambre se le da la forma de una bobina se convierte en un inductor. Los términos bobina e inductor se utilizan indistintamente. La corriente que fluye a través de la bobina produce un campo electromagnético, como se muestra en la imagen siguiente:

Una bobina de alambre forma un inductor. Cuando fluye corriente a través del inductor, se crea un campo electromagnético tridimensional, el cual rodea la bobina en todas direcciones.



Para comprender la formación del campo electromagnético total en una bobina, consideremos la interacción de los campos electromagnéticos alrededor de dos espiras adyacentes. Cada una de las líneas de fuerza magnéticas en torno de espiras adyacentes se deflexiona hasta formar una trayectoria externa única cuando las espiras se acercan entre sí.

Este efecto ocurre porque las líneas de fuerza magnéticas actúan en direcciones opuestas entre espiras adyacentes y, por consiguiente, se anulan cuando las espiras están próximas una a la otra.⁵⁵



Interacción de líneas de fuerza magnéticas en dos espiras adyacentes de una bobina.

El campo electromagnético total para las dos espiras se muestra en la parte (b).

Inductancia

Cuando fluye corriente a través de un inductor, se establece un campo electromagnético. Cuando cambia la corriente, el campo electromagnético también cambia. Un incremento de la corriente amplía el campo electromagnético, y una disminución de la corriente lo reduce.

Por consiguiente, una corriente cambiante produce un campo electromagnético cambiante alrededor del inductor. A su vez, el campo electromagnético cambiante provoca un voltaje inducido a través de la bobina en una dirección que se opone al cambio de corriente.

Esta propiedad se llama autoinductancia, pero en general se conoce simplemente como inductancia, simbolizada mediante L .⁵⁶

El henry (**H**) es la unidad básica de inductancia.

* **Joseph Henry** (Albany, 17 de diciembre de 1797-Washington D. C., 13 de mayo de 1878) Físico estadounidense, fue el primero en superponer bobinas de alambre enrollado en un núcleo de hierro y en observar por primera vez los efectos de la inducción electromagnética en 1830, un año antes que Faraday, pero no publicó sus hallazgos. No obstante, Henry obtuvo crédito por el descubrimiento de la autoinducción. La unidad de inductancia fue nombrada en su honor.⁵⁷



Video recomendado: [Inductores explicados](#)

⁵⁶ FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos. Octava edición.* Pág 527.

⁵⁷ FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos. Octava edición.* Pág 526.

Inductancia total en serie

Cuando se conectan inductores en serie la inductancia total, L_T , es la suma de las inductancias individuales.

$$L_T = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$$

Inductancia total en paralelo

Cuando se conectan inductores en paralelo la inductancia total es menor que la inductancia más pequeña.⁵⁸

$$L_T = \frac{1}{\left(\frac{1}{L_1}\right) + \left(\frac{1}{L_2}\right) + \left(\frac{1}{L_3}\right) + \dots + \left(\frac{1}{L_n}\right)}$$

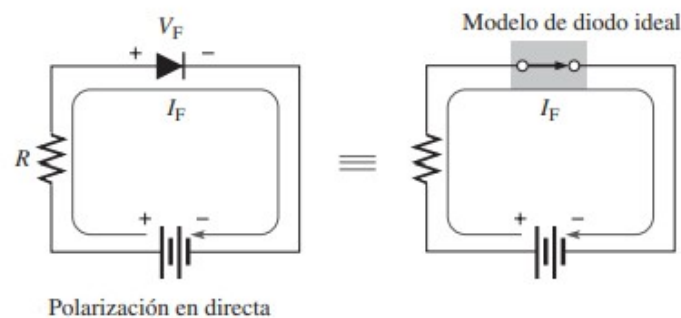
Componentes activos

El diodo rectificador

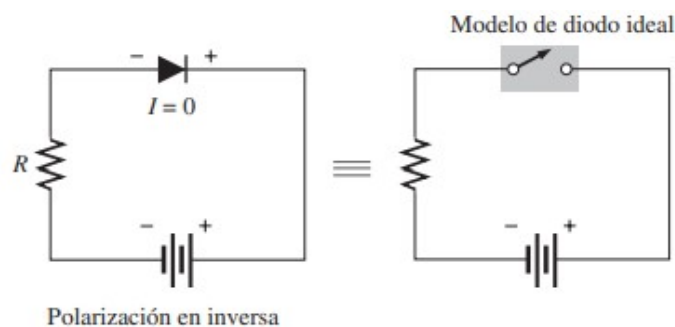
Un diodo es un dispositivo que conduce corriente en sólo una dirección.⁵⁹

El modelo ideal de un diodo

El modelo ideal de un diodo es la aproximación menos precisa y puede ser representado por un interruptor simple. Cuando el diodo está polarizado en directa, actúa idealmente como un interruptor cerrado (prendido).



Cuando el diodo está polarizado en inversa, idealmente actúa como un interruptor abierto (apagado).⁶⁰



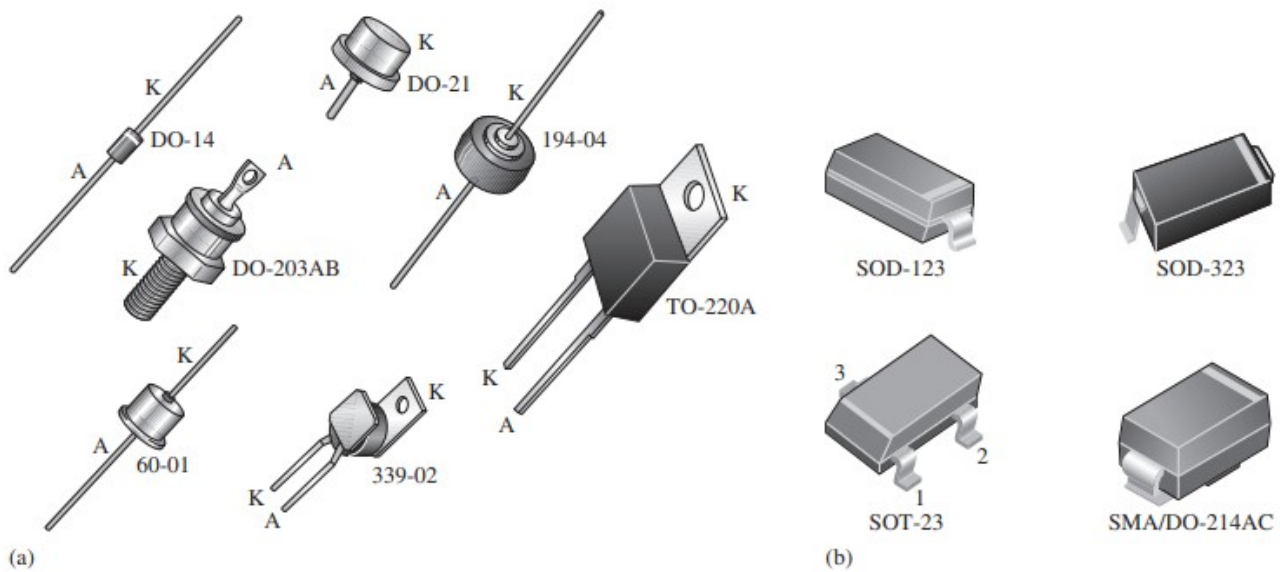
58 FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 534.

59 FLOYD, Thomas. *Dispositivos electrónicos*. Octava edición. Pág 14.

60 FLOYD, Thomas. *Dispositivos electrónicos*. Octava edición. Pág 26.

Encapsulados típicos de diodos

La siguiente imagen ilustra varias configuraciones físicas comunes de diodos montados a través de un orificio en placas de circuitos impresos.



Paquetes de diodo típicos con las terminales identificadas. Se utiliza la letra K para cátodo para evitar confusiones con ciertas cantidades eléctricas representadas por C. Para cada diodo se indican los números de tipo de cápsula (case).

El ánodo (A) y cátodo (K) se indican en un diodo de distintas maneras, según el tipo de encapsulado. El cátodo normalmente se marca con una banda, una pestaña o algún otro elemento. En aquellos encapsulados donde un conductor está conectado a la capsula (case), ésta es el cátodo.⁶¹

Prueba de un diodo

Se puede utilizar un multímetro como un medio rápido y sencillo para probar un diodo. Un buen diodo mostrará una resistencia extremadamente alta (idealmente un circuito abierto) con polarización en inversa y una resistencia muy baja con polarización en directa.

Un diodo abierto defectuoso mostrará una resistencia extremadamente alta (o abierta) tanto con polarización en directa como en inversa.

Un diodo en corto o resistivo defectuoso mostrará una baja resistencia o cero, tanto con polarización en directa como en inversa. Un diodo abierto es el tipo más común de falla.⁶²

Posición de prueba de un diodo con un multímetro digital

Muchos multímetros digitales tienen una función de prueba de diodos que constituye una manera cómoda de probar un diodo.

Un multímetro típico, tiene un pequeño símbolo de un diodo para marcar la posición del conmutador de funciones. Cuando se coloca en "diode test", el medidor proporciona un voltaje interno suficiente para polarizar al diodo en directa o en inversa.

61 FLOYD, Thomas. *Dispositivos electrónicos. Octava edición.* Pág 30.

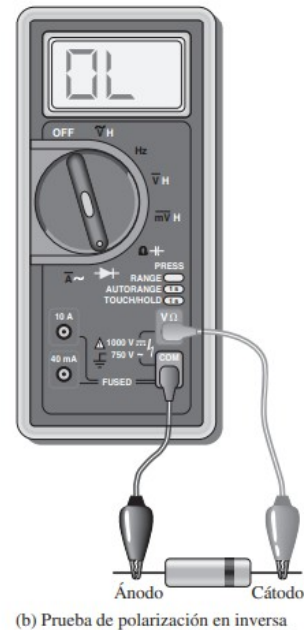
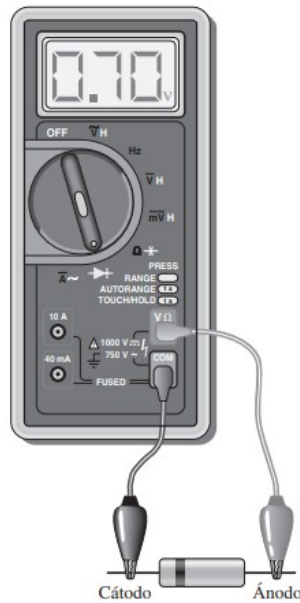
62 FLOYD, Thomas. *Dispositivos electrónicos. Octava edición.* Pág 31.

Cuando el diodo está funcionando

Si el diodo está bien, se tendrá una lectura de entre aproximadamente 0,5 V y 0,9 V, con 0,7 V como valor típico para polarización en directa. Estos valores representan la barrera de potencial que se forma internamente en un diodo de silicio. Si es de germanio, suele ser 0,3 V.

En polarización inversa, si el diodo está funcionando apropiadamente, en general se obtendrá una lectura de "OL" (off limits) o "1". Significa resistencia demasiado alta para poder ser medida.

Prueba con un multímetro digital de un diodo que funciona apropiadamente.

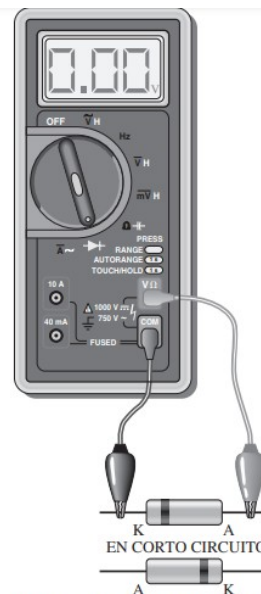
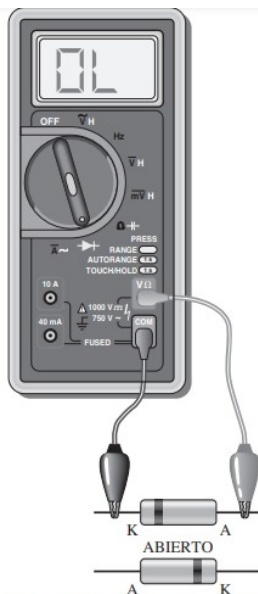


Cuando el diodo está defectuoso

Cuando un diodo está "abierto" no conduce corriente para ningún sentido. Se obtiene una indicación de fuera de escala "OL" tanto en la condición de polarización en directa como en la condición de polarización en inversa.

Si el diodo está "cerrado" o en cortocircuito, conduce corriente para ambos sentidos, es decir, se transformó en conductor y dejó de ser semiconductor.

Prueba de un diodo defectuoso.

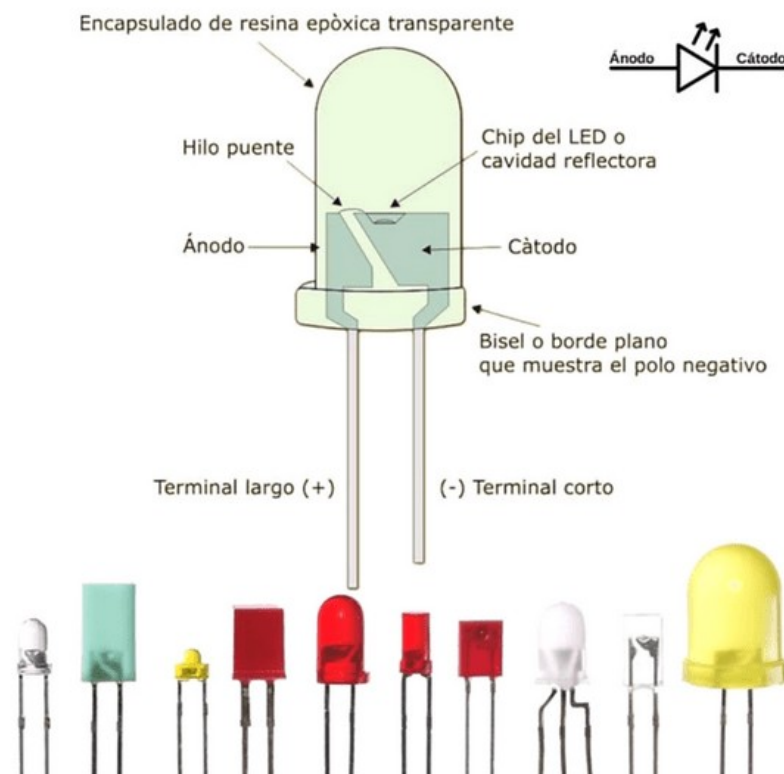


El diodo LED

Es un diodo que tiene la característica especial de emitir luz cuando lo atraviesa una corriente eléctrica. Su uso más común era como indicador visual en distintos colores (rojo, verde, azul, amarillo, naranja, blanco), pero actualmente, debido a la gran eficiencia energética conseguida por esta tecnología, es cada vez más habitual su uso en alumbrado.

Su nombre proviene del acrónimo inglés Light Emitting Diode (Diodo Emisor de Luz). Pueden emitir tipos de luz no visibles. Así, por ejemplo, los que emiten luz infrarroja se encuentran en prácticamente todos los controles remotos de equipos electrónicos domésticos (televisores, reproductores multimedia, etc.) emitiendo pulsos de luz invisible para el ojo humano, pero que detecta e interpreta el receptor para realizar la acción previamente programada.

Se puede presentar en diferentes encapsulados dependiendo de la aplicación a la que vaya destinado.

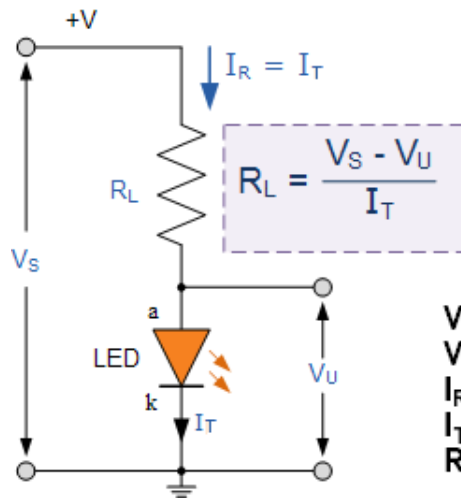


Como cualquier otro diodo, para que comience a conducir (y el LED encienda) es necesario superar una determinada tensión que se mantendrá prácticamente constante siempre que no se supere la corriente máxima que haría que el LED se funda por Efecto Joule (calor producido por el paso de la corriente eléctrica).⁶³

Color de LED	Caída de Tensión (Voltios)
Rojo	1.63 ~ 2.03
Amarillo	2.10 ~ 2.18
Naranja	2.03 ~ 2.10
Azul	2.48 ~ 3.70
Verde	1.90 ~ 4.00
Violeta	2.76 ~ 4.00
Ultravioleta	3.10 ~ 4.40
Blanco	3.20 ~ 3.60

Para evitar que el diodo LED se queme por exceso de corriente es imprescindible conectarle una resistencia limitadora cuyo valor dependerá de la tensión umbral del diodo (caída de tensión) y de la corriente de trabajo del LED, siendo esta la corriente eléctrica a la que se consigue la luminosidad indicada por el fabricante. Suele estar entre a los 15 y 20 mA para LEDs de señalización.⁶⁴

Cálculo de Resistencia Limitadora de LED



V_S = Tensión de Fuente (Source)
 V_U = Tensión Umbral o de Trabajo del LED
 I_R = Intensidad a través de resistencia R_L
 I_T = Intensidad de Trabajo del LED
 R_L = Resistencia Limitadora de corriente

La potencia consumida por el LED será:

$$P_{LED} = I_T \times V_U$$

La potencia disipadora de la Resistencia Limitadora deberá ser superior a:

$$P_{RL} = I_T \times (V_S - V_U)$$

Y la potencia consumida por el conjunto de Resistencia Limitadora y LED:

$$P_{Total} = I_T \times V_S$$

Video recomendado:  [LEDs explicados](#)

Transistor de unión bipolar (BJT)

En 1947, William Schockley, John Bardeen y Walter Brattain inventaron el primer transistor de unión, un dispositivo semiconductor que puede amplificar señales electrónicas como las señales de radio y de televisión.⁶⁵

El transistor ha llevado a inventar muchos otros dispositivos semiconductores, incluyendo el circuito integrado (CI), un pequeño dispositivo que contiene miles de transistores miniaturizados.

Las modernas computadoras y otros milagros electrónicos han sido posibles gracias a los circuitos integrados.⁶⁶

El BJT (bipolar junction transistor) se utiliza en dos áreas extensas: como amplificador lineal para reforzar o amplificar una señal eléctrica y como interruptor electrónico.⁶⁷

64 <https://tallerelectronica.com/diodo-led/>

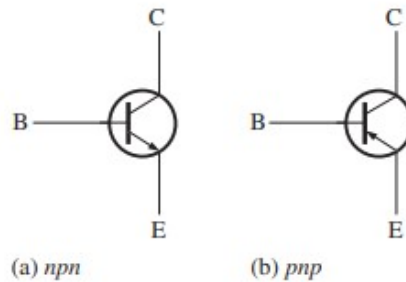
65 FLOYD, Thomas. *Dispositivos electrónicos. Octava edición.* Pág. prefacio XII.

66 MALVINO, A; BATES, D. *Principios de Electrónica. Séptima edición.* Pág. 174.

67 FLOYD, Thomas. *Dispositivos electrónicos. Octava edición.* Pág 163.

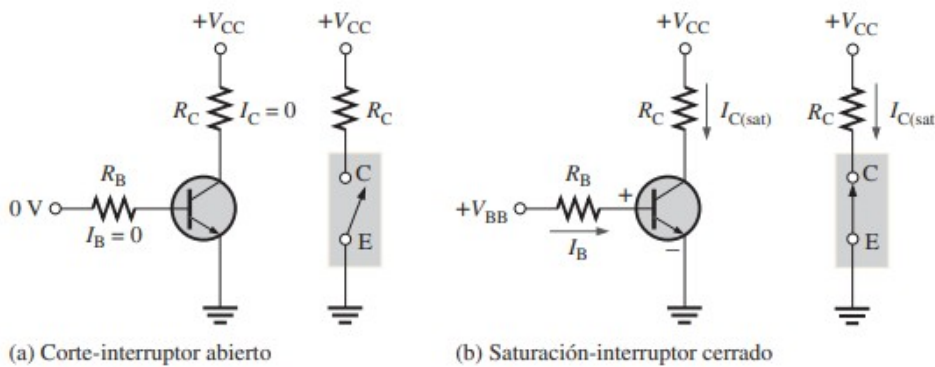
El BJT (transistor de unión bipolar) se construye con tres regiones semiconductoras. Las tres regiones se llaman emisor, base y colector.⁶⁸

Símbolos de BJT estándar
(transistor de unión bipolar)



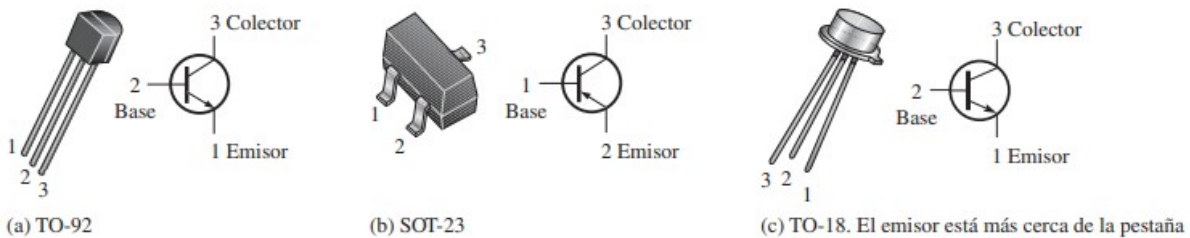
El transistor como interruptor electrónico

Cuando se utiliza como interruptor electrónico, un BJT normalmente opera alternadamente en corte y saturación. Muchos circuitos digitales utilizan el BJT como interruptores.⁶⁹

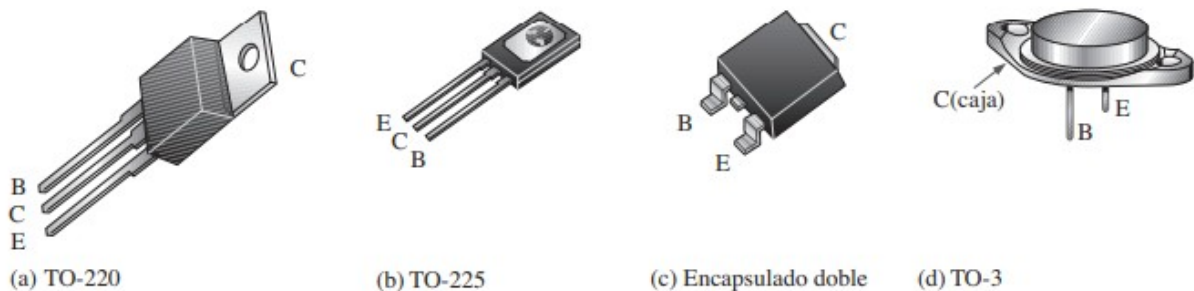


Acción de conmutación de un transistor ideal.

Encapsulados de transistores



Cajas de plástico y metal de transistores de señal pequeña para propósito general. Las configuraciones de terminales de conexión puede variar. Siempre consulte la hoja de datos (<http://fairchildsemiconductor.com/>).



Video recomendado: [Transistores explicados](#)

68 FLOYD, Thomas. *Dispositivos electrónicos. Octava edición.* Pág 164.

69 FLOYD, Thomas. *Dispositivos electrónicos. Octava edición.* Pág 183.

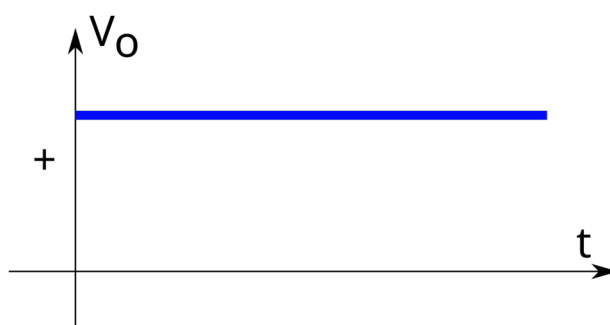
Unidad 3: Señales eléctricas. Diseño de circuitos

Tipos de señales eléctricas

La corriente continua

La corriente continua (abreviada CC en español, así como DC en inglés) se refiere al flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial y carga eléctrica, que no cambia de sentido con el tiempo.⁷⁰

Aunque comúnmente se identifica la corriente continua con una corriente constante, es continua toda corriente que mantenga siempre la misma polaridad, así disminuya su intensidad conforme se va consumiendo la carga (por ejemplo cuando se descarga una batería eléctrica).



* **Thomas Alva Edison** (Milan, Ohio, 11 de febrero de 1847-West Orange, 18 de octubre de 1931) fue un inventor, científico y empresario estadounidense. Desarrolló muchos dispositivos en campos como la generación de energía eléctrica, la comunicación masiva, la grabación de sonido y las películas. Defendió la corriente continua (CC) como el sistema de electricidad estándar para iluminar los hogares. Sin embargo, la corriente alterna (CA) ganó la disputa técnica, conocida como la "Guerra de las Corrientes". La CA, impulsada por Nikola Tesla, se impuso porque permitía transportar electricidad a grandes distancias sin grandes pérdidas de energía.⁷¹



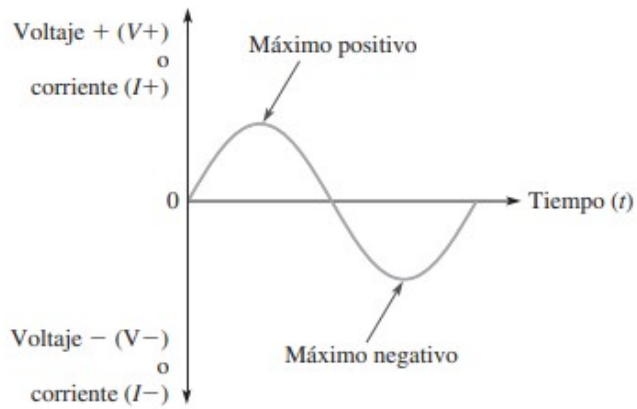
La corriente alterna

La forma de onda sinusoidal u onda seno es el tipo fundamental de corriente alterna (ca) y voltaje alterno. También se conoce como onda sinusoidal o, simplemente, senoide. El servicio eléctrico provisto por la compañía de electricidad es en la forma de voltaje y corriente sinusoidales.

El voltaje (o la corriente) se muestra en el eje vertical y el tiempo (t) en el eje horizontal.

⁷⁰ ANDRÉS, Dulce María; GUERRA, Francisco Javier. *Formación Profesional Básica - Ciencias aplicadas II*. Editex.

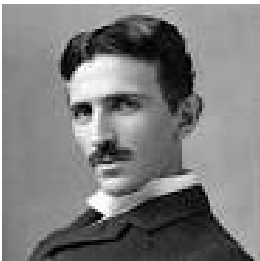
⁷¹ [Fuente online](#)



Gráfica de un ciclo de una onda seno.

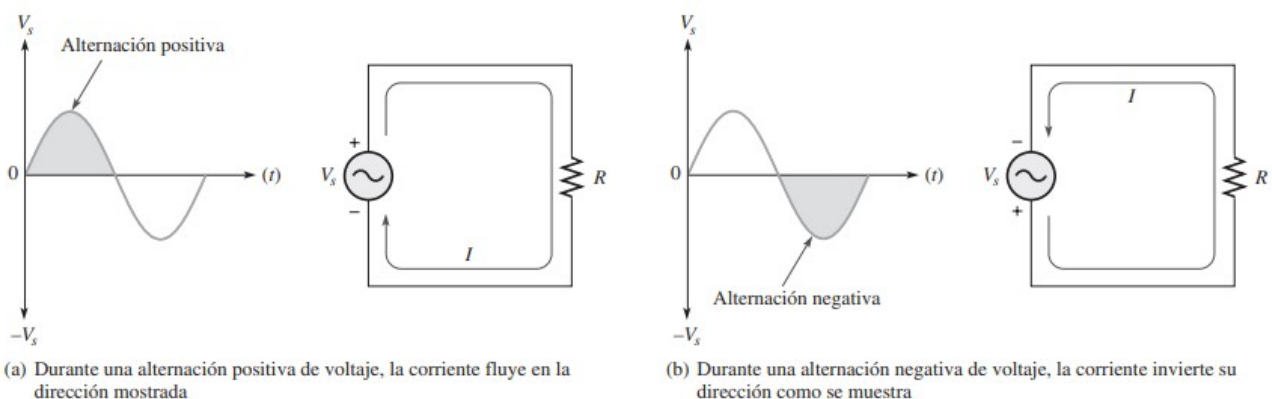
Observemos cómo varía el voltaje (o la corriente) con el tiempo. Comenzando en cero, el voltaje (o la corriente) se incrementa hasta un máximo positivo (pico), regresa a cero, y luego se incrementa hasta un máximo negativo (pico) antes de regresar otra vez a cero, y así completa un ciclo.⁷²

* **Nikola Tesla** (Smiljan, 10 de julio de 1856-Nueva York, 7 de enero de 1943) fue un inventor, ingeniero eléctrico y mecánico serbio nacionalizado estadounidense, célebre por sus contribuciones al diseño del moderno suministro de electricidad de corriente alterna. Uno de sus inventos más famosos es el motor de inducción de corriente alterna que se utiliza ampliamente en la industria.⁷³



Polaridad de una onda seno

Como vimos anteriormente, una onda seno cambia de polaridad en su valor cero; esto es, alterna entre valores positivos y negativos.



Corriente y voltaje alternantes.

Periodo de una onda seno

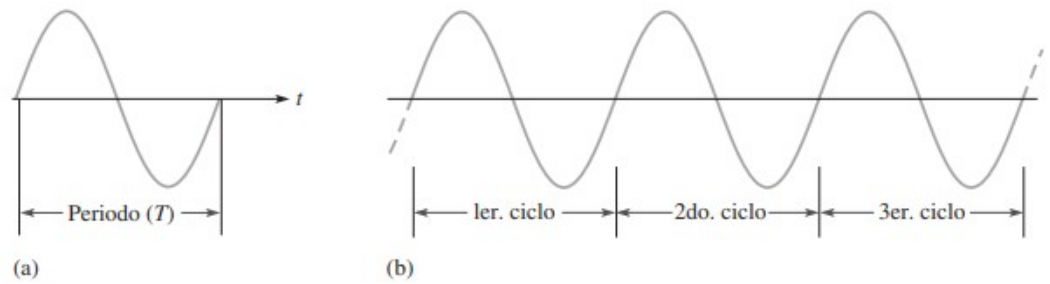
El tiempo requerido para que una onda seno complete todo un ciclo se llama periodo (T) y se mide en segundos.

⁷² FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 407.

⁷³ <https://www.teslasociety.com/biography.htm>

Como todos los ciclos de una onda seno repetitiva son iguales, el periodo siempre es un valor fijo para una onda seno dada. El periodo de una onda seno se puede medir desde su cruce por cero hasta el siguiente cruce por cero correspondiente.⁷⁴

El periodo de una onda seno es el mismo para cada ciclo.



Frecuencia de una onda seno

La frecuencia (f) es el número de ciclos que una onda seno completa en un segundo. Mientras más ciclos se completan en un segundo, más alta es la frecuencia. La frecuencia (f) se mide en unidades de hertz. Un hertz (Hz) equivale a un ciclo por segundo; 50 Hz son 50 ciclos por segundo.⁷⁵

Relación de frecuencia y periodo

Las fórmulas para calcular la relación entre frecuencia (f) y periodo (T) son las siguientes:

$$f = \frac{1}{T}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

En la imagen siguiente parte (a), la onda seno completa dos ciclos en un segundo. En la parte (b), completa cuatro ciclos en un segundo. Por consiguiente, la onda seno de la parte (b) tiene dos veces la frecuencia de la onda mostrada en la parte (a).

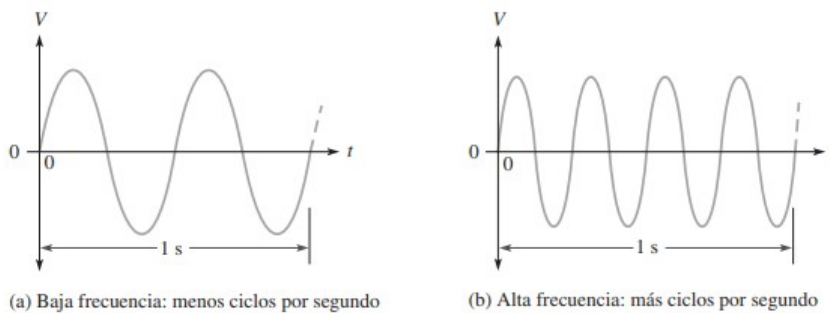


Ilustración de la frecuencia.

* **Heinrich Rudolf Hertz** (Hamburgo, 22 de febrero de 1797-Bonn, 1 de enero de 1894) fue un físico alemán, primero en transmitir y recibir ondas electromagnéticas (radio). Produjo ondas electromagnéticas en el laboratorio y midió sus parámetros. Hertz también comprobó que la naturaleza de la reflexión y refracción de las ondas electromagnéticas eran las mismas que las de la luz. La unidad de frecuencia fue nombrada en su honor.

Video recomendado:  [Corriente continua y corriente alterna](#)



⁷⁴ FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 408.

⁷⁵ FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 410.

El osciloscopio

El osciloscopio es básicamente un dispositivo de visualización que traza, en su pantalla, una gráfica de una señal eléctrica medida. En la mayoría de las aplicaciones, la gráfica muestra cómo cambian las señales con el tiempo.

El eje vertical de la pantalla de visualización representa voltaje, y el eje horizontal representa tiempo. Se puede medir la amplitud, el periodo y la frecuencia de una señal por medio de un osciloscopio.

Se pueden utilizar dos tipos básicos de osciloscopio, analógico y digital, para visualizar formas de onda digitales.



Osciloscopio analógico

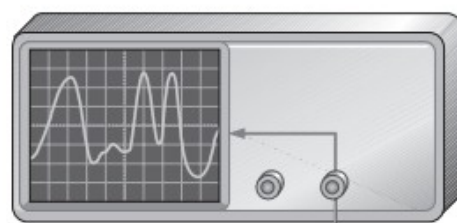


Osciloscopio digital

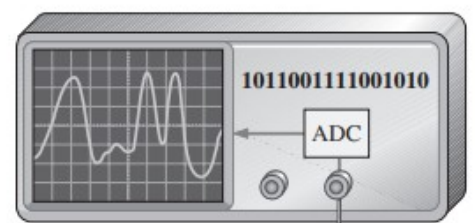
El osciloscopio analógico funciona aplicando la forma de onda medida directamente para controlar el movimiento hacia arriba y hacia abajo del haz de electrones en el tubo de rayos catódicos (CRT, por sus siglas en inglés) conforme barre de uno a otro lado de la pantalla. Por consiguiente, el haz traza la forma de onda en la pantalla.

El osciloscopio digital convierte la forma de onda medida en información digital mediante un proceso de muestreo en un convertidor analógico a digital (ADC, por sus siglas en inglés). Luego se utiliza la información digital para reconstruir la formas de onda en la pantalla.⁷⁶

Comparación de osciloscopios analógicos y digitales.



(a) Analógico

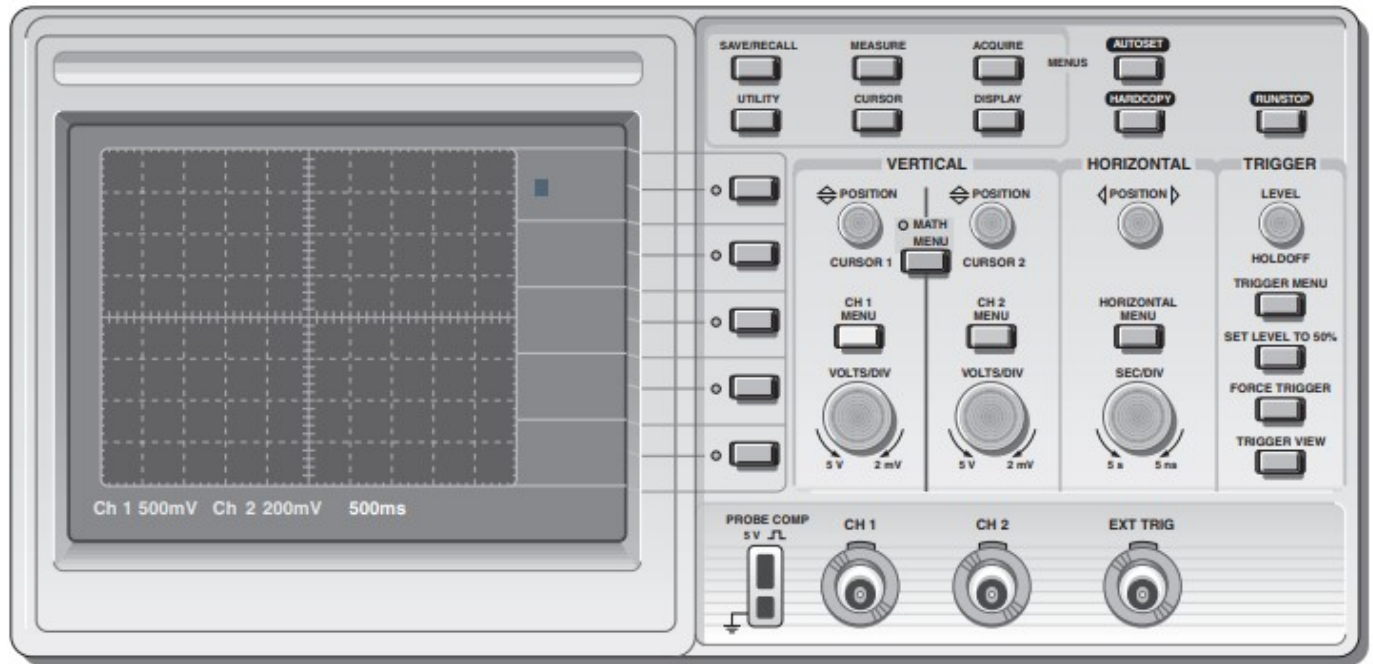


(b) Digital



Tarjeta de circuito sometida a prueba

Controles de un osciloscopio típico



Controles verticales

En la sección vertical del osciloscopio hay controles idénticos para cada uno de los dos canales (CH1 y CH2).

El control **Position** permite mover verticalmente una forma de onda hacia arriba o hacia abajo en la pantalla.

El botón **Menu** permite seleccionar varios elementos que aparecen en la pantalla, tales como los modos de acoplamiento (de ca, de cd o tierra) y el ajuste fino o grueso del control Volts/Div.

El control **Volts/Div** ajusta el número de volts representados por cada división vertical en la pantalla. El ajuste de Volts/Div para cada canal aparece en la parte inferior de la pantalla.

El botón **Math Menu** permite seleccionar las operaciones que pueden ser realizadas en las formas de onda de entrada, tales como la sustracción y adición de señales.⁷⁷

Controles horizontales

En la sección horizontal, los controles manejan ambos canales.

El control **Position** permite mover horizontalmente una forma de onda hacia la izquierda o la derecha.

El botón **Menu** permite seleccionar varios elementos que aparecen en pantalla, tales como la base de tiempo principal, la vista ampliada de una parte de una forma de onda, y otros parámetros.

El control **Sec/Div o Time/Div** ajusta el tiempo, el cual está representado por cada una de las divisiones horizontales o la base de tiempo principal. El ajuste Sec-Time/Div aparece en la parte inferior de la pantalla.⁷⁸

⁷⁷ FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 445.

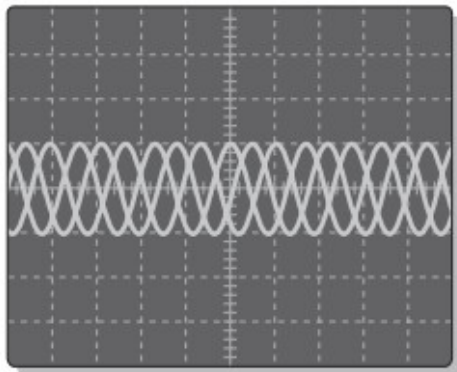
⁷⁸ FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 446.

Controles de disparo (Trigger)

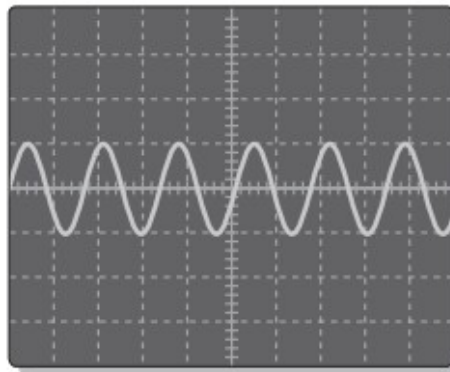
En la sección Trigger, el control **Level** determina el punto sobre la forma de onda de disparo donde ocurre el disparo para iniciar el barrido y mostrar en pantalla las formas de onda de entrada.

El botón **Menu** permite seleccionar varios elementos que aparecen en la pantalla, incluidos el borde o la pendiente de disparo, la fuente de disparo, el modo de disparo, y otros parámetros.

La señal no disparada tiende a moverse a la deriva, de un lado a otro de la pantalla, y produce lo que parecen ser múltiples formas de onda.



(a) Imagen de forma de onda no disparada



(b) Imagen de forma de onda disparada

Comparación de una forma de onda disparada y de una no disparada en un osciloscopio.

Acoplamiento de una señal al osciloscopio

El método utilizado para conectar al osciloscopio una señal de voltaje a ser medido es el de acoplamiento.

En el menú Vertical se seleccionan los **modos de acoplamiento de CD y de CA**.

El **acoplamiento CD** permite que una forma de onda aparezca en pantalla incluido su componente de cd.

El **acoplamiento de CA** bloquea el componente de cd de una señal, de modo que se ve la forma de onda centrada en 0 V.

El modo **Ground** permite conectar la entrada de canal a tierra para ver dónde está localizada la referencia de 0 V en la pantalla.⁷⁹

Video recomendado:  [Uso básico del osciloscopio](#)

Ejemplo para calcular voltaje y periodo de una señal

Determinar el valor pico a pico, el valor máximo, el periodo y la frecuencia de la señal a partir de las imágenes que aparecen en la pantalla del osciloscopio digital y de los ajustes para Volts/Div y Sec/Div, los cuales se muestran en la parte inferior de las pantallas.

A partir del valor máximo, calcular el valor eficaz (V_{RMS})

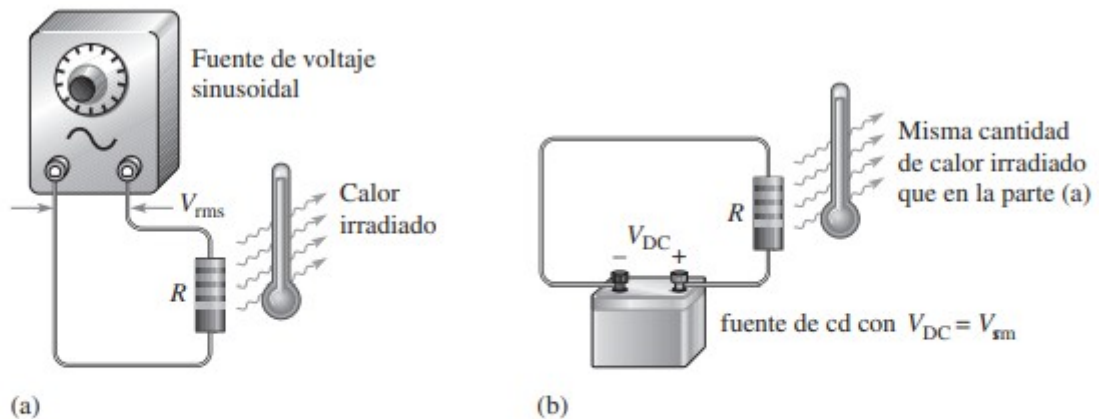
La onda senoidal está centrada verticalmente en la pantalla.

⁷⁹ FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 447.

Valor RMS

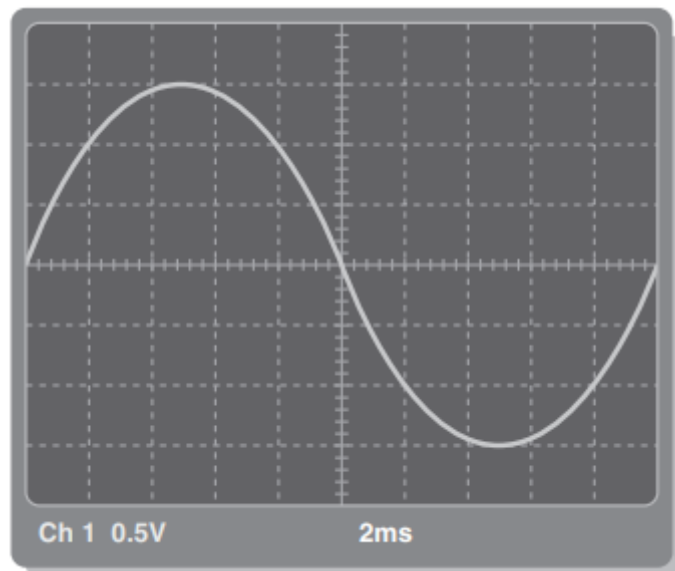
El término rms proviene de las siglas de root mean square, y significa raíz cuadrada de la media de los cuadrados. La mayoría de los voltímetros muestran voltaje rms. Los 220 voltios de una toma de corriente doméstica es un valor rms. El valor rms, conocido también como valor eficaz, de un voltaje senoidal es en realidad una medida del efecto de calentamiento de la onda.

El valor rms de un voltaje senoidal es igual al voltaje de cd (continua) que produce la misma cantidad de calor en una resistencia que un voltaje de corriente alterna.⁸⁰



Cuando se produce la misma cantidad de calor en ambas configuraciones, el voltaje sinusoidal tiene un valor rms igual al voltaje de cd.

Video recomendado:  [Voltaje RMS explicado](#)



V_{PP} = Voltaje pico a pico (en voltios)

$V_{MÁX}$ = Valor máximo (en voltios)

T = periodo (en segundos)

V_{RMS} : Valor eficaz (en voltios)

F = frecuencia (en Hertz)

$$V_{PP} = \text{Cant. Div} \times \text{Volts/Div}$$

$$V_{PP} = 6 \times 0,5V$$

$$V_{PP} = 3V$$

$$T = \text{Cant. Div} \times \text{Time-Sec/Div}$$

$$T = 10 \times 2ms$$

$$T = 20ms$$

$$V_{MÁX} = V_{PP} / 2$$

$$V_{MÁX} = 3V / 2$$

$$V_{MÁX} = 1,5V$$

$$F = 1 / T$$

$$F = 1 / 20ms$$

$$F = 0,05 \text{ KHz}$$

$$F = 50 \text{ Hz}$$

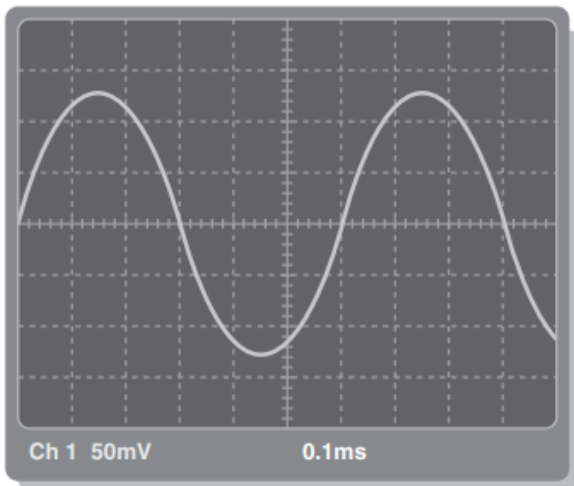
$$V_{RMS} = 0,707 \times V_{MÁX}$$

$$V_{RMS} = 0,707 \times 1,5V$$

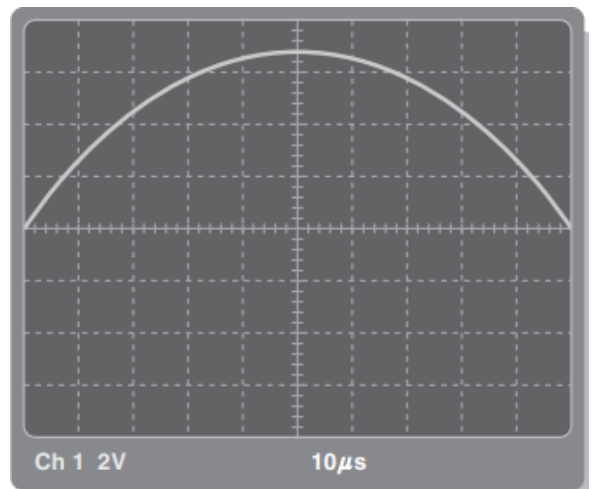
$$V_{RMS} = 1,06V$$

Práctica 22: Averiguar V_{PP} , $V_{MÁX}$, V_{RMS} , T y F de las señales propuestas:

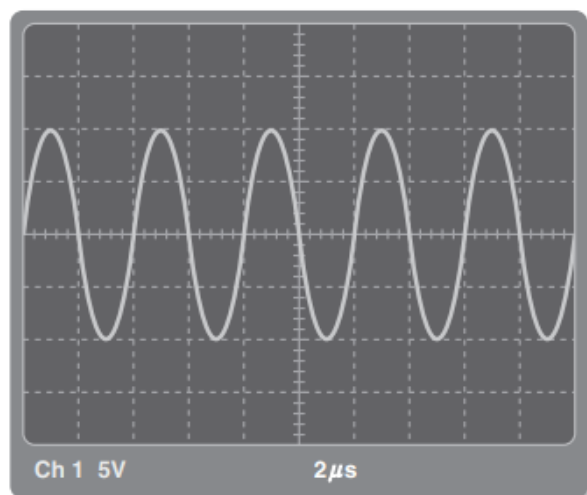
a)



b)



c)



Unidad N°4: Semiconductores. El diodo rectificador. Fuente de Alimentación

Semiconductores

Un semiconductor es un material a medio camino entre los conductores y los aislantes, en lo que a su capacidad de conducir corriente eléctrica respecta.

Un semiconductor en estado puro (intrínseco) no es ni buen conductor ni buen aislante. Los semiconductores más comunes de sólo un elemento son el silicio, el germanio y el carbón.

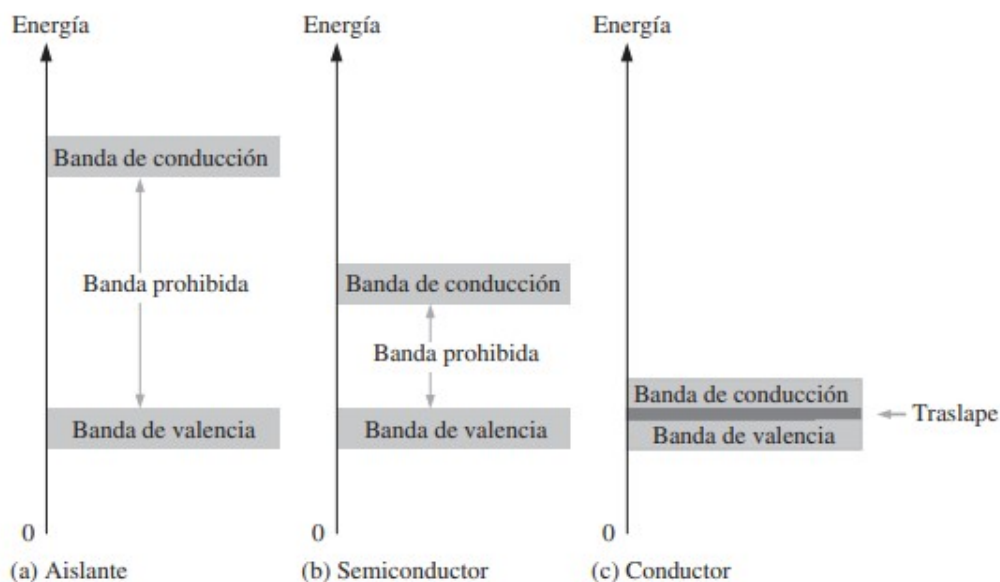
Los semiconductores compuestos, tales como el arseniuro de galio y el fosfuro de indio, también son de uso común. Los semiconductores de un solo elemento están caracterizados por átomos con cuatro electrones de valencia.

Bandas de energía

Recordemos que la capa de valencia de un átomo representa una banda de niveles de energía y que los electrones de valencia están confinados a dicha banda.

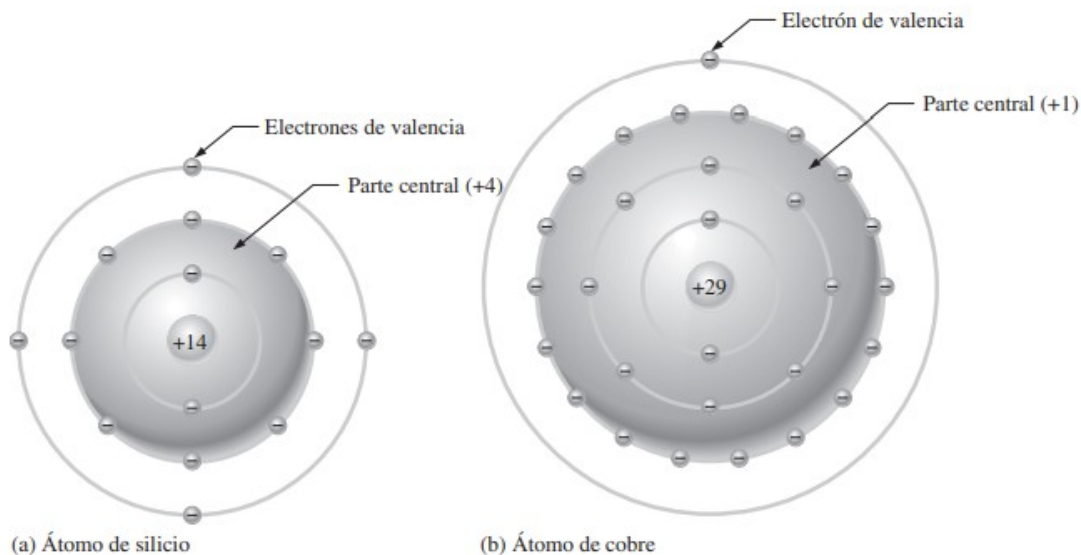
Cuando un electrón adquiere suficiente energía adicional puede abandonar la capa de valencia, convertirse en un electrón libre y existir en lo que se conoce como banda de conducción.

La diferencia de energía entre la banda de valencia y la banda de conducción se llama banda prohibida. Ésta es la cantidad de energía que un electrón de valencia debe tener para saltar de la banda de valencia a la de conducción. Una vez en la banda de conducción, el electrón es libre de moverse por todo el material y no queda enlazado a ningún átomo dado.⁸¹



Comparación de un átomo semiconductor con un átomo conductor

El silicio es un semiconductor y el cobre es un conductor. Observemos que la parte central del átomo de silicio tiene una carga neta de +4 (14 protones - 10 electrones) y la parte central del átomo de cobre tiene una carga neta de +1 (29 protones - 28 electrones). La parte central incluye todo, excepto los electrones de valencia.



Diagramas de los átomos de silicio y cobre.

El electrón de valencia del átomo de cobre “siente” una fuerza de atracción de +1, en comparación con un electrón de valencia del átomo de silicio, que “siente” una fuerza de atracción de +4. Por consiguiente, existe más fuerza que trata de retener un electrón de valencia en el átomo de silicio que en el de cobre.⁸²

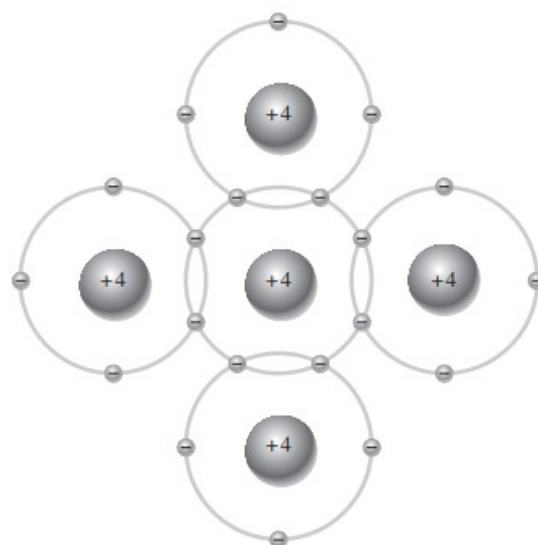
Video recomendado: [Teoría de bandas. Conductores, semiconductores y aislantes](#)

Enlaces covalentes

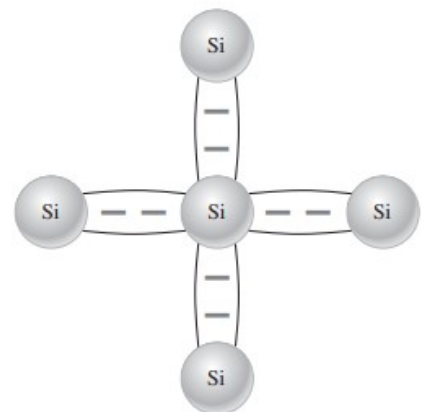
La imagen siguiente muestra cómo cada átomo de silicio se sitúa con cuatro átomos de silicio adyacentes para formar un crystal de silicio. Un átomo de silicio (Si), con sus cuatro electrones de valencia, comparte un electrón con cada uno de sus cuatro vecinos. Esto crea efectivamente ocho electrones de valencia compartidos por cada átomo y produce un estado de estabilidad química.

Un cristal intrínseco es uno que no tiene impurezas.⁸³

Ilustración de enlaces covalentes de silicio.



(a) El átomo de silicio central comparte un electrón con cada uno de los cuatro átomos de silicio circundantes, con lo que se crea un enlace covalente con cada uno. Los átomos circundantes están a su vez enlazados con los otros átomos, y así sucesivamente.



(b) Diagrama de enlaces. Los signos negativos (en gris) representan los electrones de valencia compartidos.

82 FLOYD, Thomas. *Dispositivos Electrónicos. Octava edición.* Pág 7.

83 FLOYD, Thomas. *Dispositivos Electrónicos. Octava edición.* Pág 8.

Semiconductores tipo N y tipo P

Los materiales semiconductores en su estado intrínseco no conducen bien la corriente y su valor es limitado. Esto se debe al número limitado de electrones libres presentes en la banda de conducción y huecos presentes en la banda de valencia.

El silicio intrínseco (o germanio) se debe modificar incrementando el número de electrones libres o huecos para aumentar su conductividad y hacerlo útil en dispositivos electrónicos. Esto se hace añadiendo impurezas al material intrínseco.

Dos tipos de materiales semiconductores extrínsecos (impuros), el tipo n y el tipo p, son los bloques de construcción fundamentales en la mayoría de los tipos de dispositivos electrónicos.

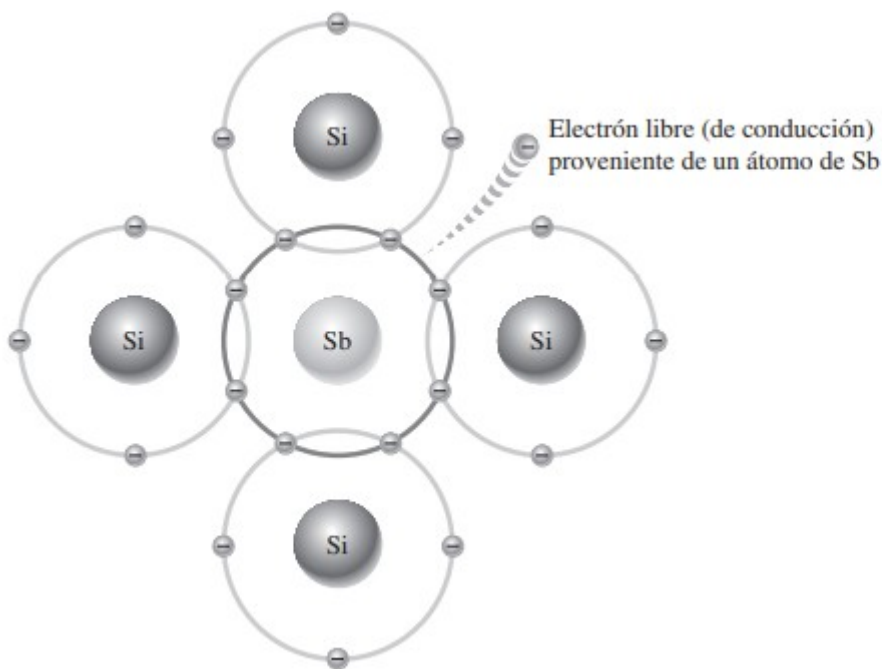
Dopado

La conductividad del silicio y el germanio se incrementa drásticamente mediante la adición controlada de impurezas al material semiconductor intrínseco (puro). Este proceso, llamado dopado, incrementa el número de portadores de corriente (electrones o huecos). Los dos portadores de impurezas son el tipo n y el tipo p.⁸⁴

Semiconductor tipo N

Para incrementar el número de electrones de banda de conducción en silicio intrínseco se agregan átomos de impureza pentavalente. Estos son átomos con cinco electrones de valencia tales como arsénico (As), fósforo (P), bismuto (Bi) y antimonio (Sb).

Cada átomo pentavalente (antimonio, en este caso) forma enlaces covalentes con cuatro átomos de silicio adyacentes. Se utilizan cuatro de los electrones de valencia del átomo de antimonio para formar enlaces covalentes con átomos de silicio y queda un electrón extra. Este electrón extra llega a ser un electrón de conducción porque no interviene en el enlace.⁸⁵



Átomo de impureza pentavalente en una estructura de cristal de silicio. Se muestra un átomo de impureza de antimonio (Sb) en el centro. El electrón extra proveniente del átomo de Sb se convierte en electrón libre.

84 FLOYD, Thomas. *Dispositivos Electrónicos. Octava edición.* Pág 12.

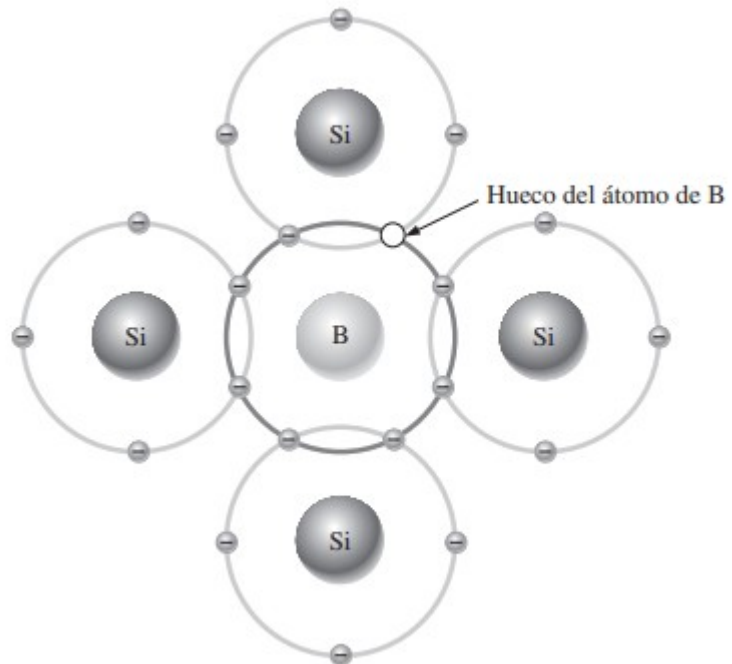
85 FLOYD, Thomas. *Dispositivos Electrónicos. Octava edición.* Pág 13.

Semiconductor tipo P

Para incrementar el número de huecos en silicio intrínseco, se agregan átomos de impureza trivalentes: átomos con tres electrones de valencia tales como boro (B), indio (In) y galio (Ga).

Cada átomo trivalente (boro, en este caso) forma enlaces covalentes con cuatro átomos de silicio adyacentes. Se utilizan los tres electrones de valencia del átomo de boro en los enlaces covalentes y, como son necesarios cuatro electrones, resulta un hueco cuando se agrega cada átomo trivalente.

Átomo de impureza trivalente en una estructura de cristal de silicio. Un átomo de impureza de boro (B) se muestra en el centro.



Video recomendado:  [Semiconductores tipo N y tipo P](#)

El diodo

Si se toma un bloque de silicio y se dopa una parte de él con una impureza trivalente y la otra con una impureza pentavalente, se forma un límite llamado unión p-n entre las partes tipo p y tipo n resultantes y se crea un diodo básico.

Un diodo es un dispositivo que conduce corriente en sólo una dirección.

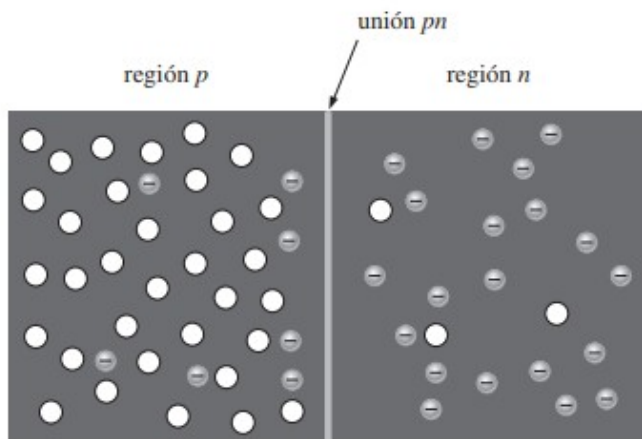
La unión p-n es la característica que permite funcionar a diodos, ciertos transistores y otros dispositivos.⁸⁶

Los electrones libres en la región n se mueven aleatoriamente en todas direcciones. En el instante en que se forma la unión p-n, los electrones libres que se encuentran cerca de la unión en la región n comienzan a difundirse a través de la unión hacia la región p, donde se combinan con los huecos que se encuentran cerca de la unión. En este proceso la región n pierde electrones.

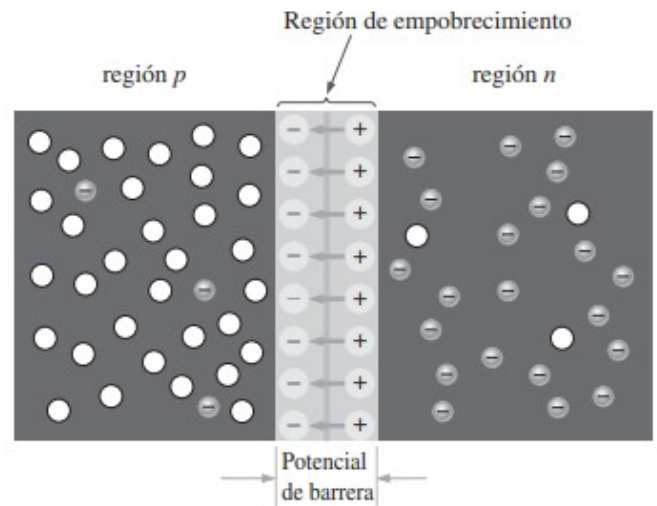
A medida que los electrones se mueven a través de la unión, la región p pierde huecos a medida que los electrones y huecos se combinan. Esto crea una capa de cargas negativas cerca de la unión.⁸⁷

⁸⁶ FLOYD, Thomas. *Dispositivos Electrónicos. Octava edición*. Pág 14.

⁸⁷ FLOYD, Thomas. *Dispositivos Electrónicos. Octava edición*. Pág 15.



(a) La estructura de diodo básica en el instante de la formación de la unión que muestra sólo los portadores mayoritarios y minoritarios. Algunos electrones libres en la región n cerca de la unión pn comienzan a difundirse a través de la unión y caen en huecos cerca de la unión en la región p .



(b) Por cada electrón que se difunde a través de la unión y se combina con un hueco, queda una carga positiva en la región p , y se forma un potencial de barrera. Esta acción continúa hasta que el voltaje de la barrera se opone a más difusión. Las flechas entre las cargas positivas y negativas en la región de empobrecimiento representan el campo eléctrico.

Potencial de barrera

En cualquier momento que exista una carga positiva y una carga negativa, una cerca de la otra, existe una fuerza que actúa en la carga como lo describe la ley de Coulomb.

Las fuerzas entre las cargas opuestas forman un campo eléctrico.

La diferencia de potencial del campo eléctrico a través de la región de empobrecimiento es la cantidad de voltaje requerido para mover electrones a través del campo eléctrico. Esta diferencia de potencial se llama potencial de barrera y se expresa en volts.

El potencial de barrera típico es aproximadamente de 0,7V para el silicio y de 0,3V para el germanio a 25°C.⁸⁸

Video recomendado:  [Diodos](#)

Polarización de un diodo

Polarización en directa

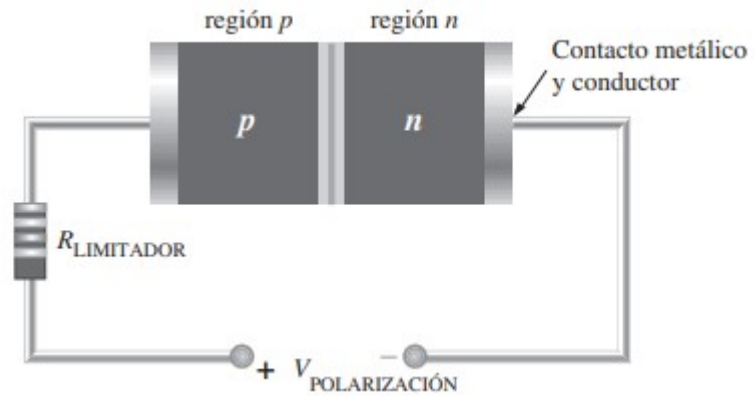
Para polarizar un diodo se aplica un voltaje de cc a través de él. Polarización en directa es la condición que permite la circulación de corriente a través de la unión p-n.

Este voltaje de polarización externo se expresa como $V_{\text{POLARIZACIÓN}}$. La resistencia limita la corriente en condición de polarización en directa a un valor que no dañe al diodo. Observemos que el **lado negativo de $V_{\text{POLARIZACIÓN}}$ está conectado a la región n del diodo y el lado positivo está conectado a la región p.** Un segundo requerimiento es que el voltaje de polarización, $V_{\text{POLARIZACIÓN}}$, debe ser más grande que el potencial de barrera (0,7V).⁸⁹

⁸⁸ FLOYD, Thomas. *Dispositivos Electrónicos. Octava edición.* Pág 16.

⁸⁹ FLOYD, Thomas. *Dispositivos Electrónicos. Octava edición.* Pág 18.

Un diodo conectado para polarización en directa.

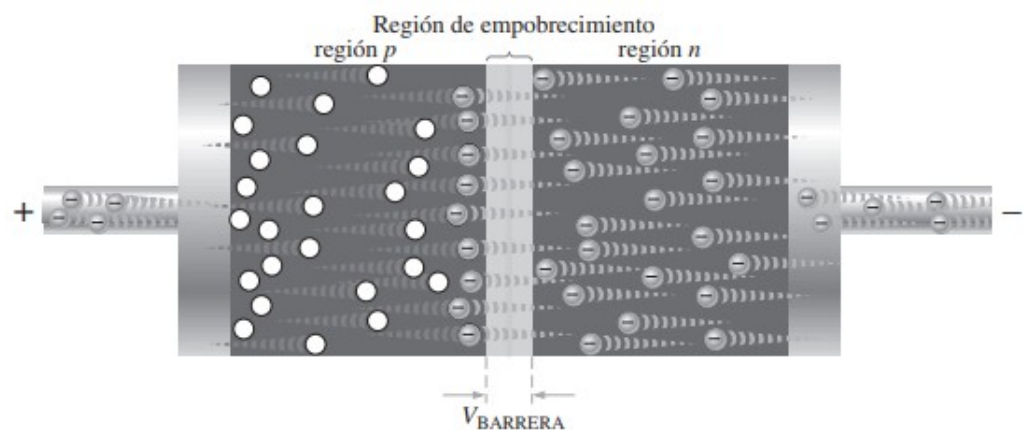


Como las cargas iguales se repelen, el lado negativo de la fuente de voltaje de polarización “empuja” a los electrones libres hacia la unión p-n.

La fuente de voltaje de polarización proporciona suficiente energía a los electrones libres para que venzan el potencial de barrera de la región de empobrecimiento y continúen moviéndose hacia la región p.

Como las cargas diferentes se atraen, el lado positivo de la fuente de voltaje de polarización atrae los electrones hacia el extremo izquierdo de la región p. Los huecos en la región p proporcionan el medio o “ruta” para que estos electrones se desplacen hacia la región p.⁹⁰

Un diodo polarizado en directa que muestra el flujo de portadores mayoritarios y el voltaje debido al potencial de barrera a través de la región de empobrecimiento.

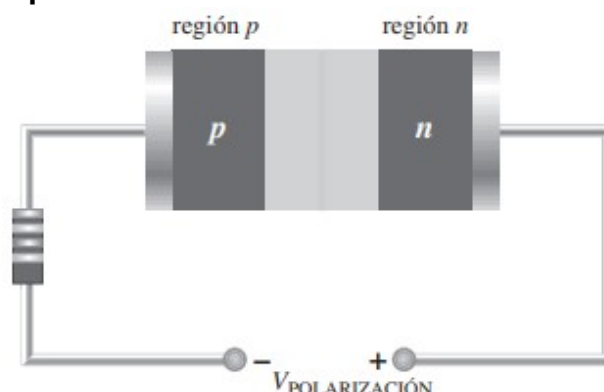


Polarización en inversa

La polarización en inversa es la condición que en esencia evita la circulación de corriente a través del diodo.

Observemos que el **lado positivo de $V_{POLARIZACIÓN}$ está conectado a la región n del diodo y el lado negativo está conectado a la región p.**

Un diodo conectado para polarización en inversa. Se muestra un resistor limitador aunque no es importante en la polarización en inversa porque en esencia no hay corriente.

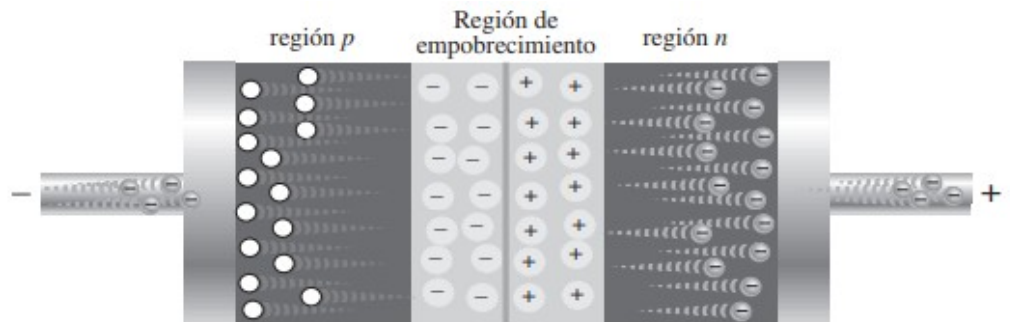


Como las cargas diferentes se atraen, el lado positivo de la fuente de voltaje de polarización “tira” de los electrones libres, los cuales son los portadores mayoritarios en la región n, lejos de la unión pn.

Esto produce el ensanchamiento de la región de empobrecimiento.

En la región p, los electrones procedentes del lado negativo de la fuente de voltaje entran como electrones de valencia y se desplazan de hueco en hueco hacia la región de empobrecimiento. El flujo de electrones de valencia puede ser considerado como huecos que están siendo “atraídos” hacia el lado negativo.⁹¹

El diodo durante el corto tiempo de transición inmediatamente después de que se aplica el voltaje de polarización en inversa.



Video recomendado:  [Diodos](#)

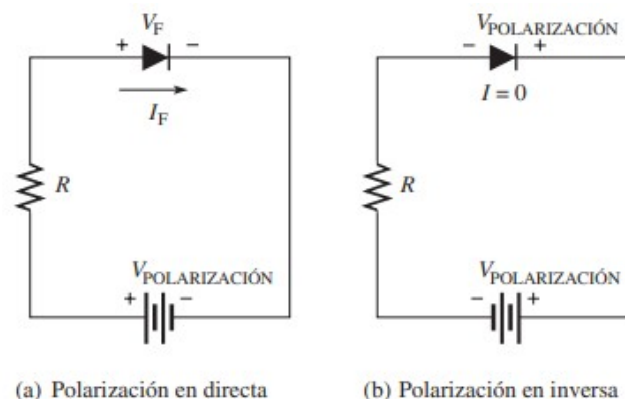
Símbolo del diodo

Existen varios tipos de diodos, pero el símbolo esquemático para un diodo rectificador o para propósitos generales es el siguiente:



Símbolo esquemático de diodo.

La **región n se llama cátodo** y la **región p ánodo**. La “flecha” en el símbolo apunta en la dirección de la corriente convencional (opuesta al flujo de electrones).



Conexiones para polarización en directa y polarización en inversa que muestran el símbolo de diodo.

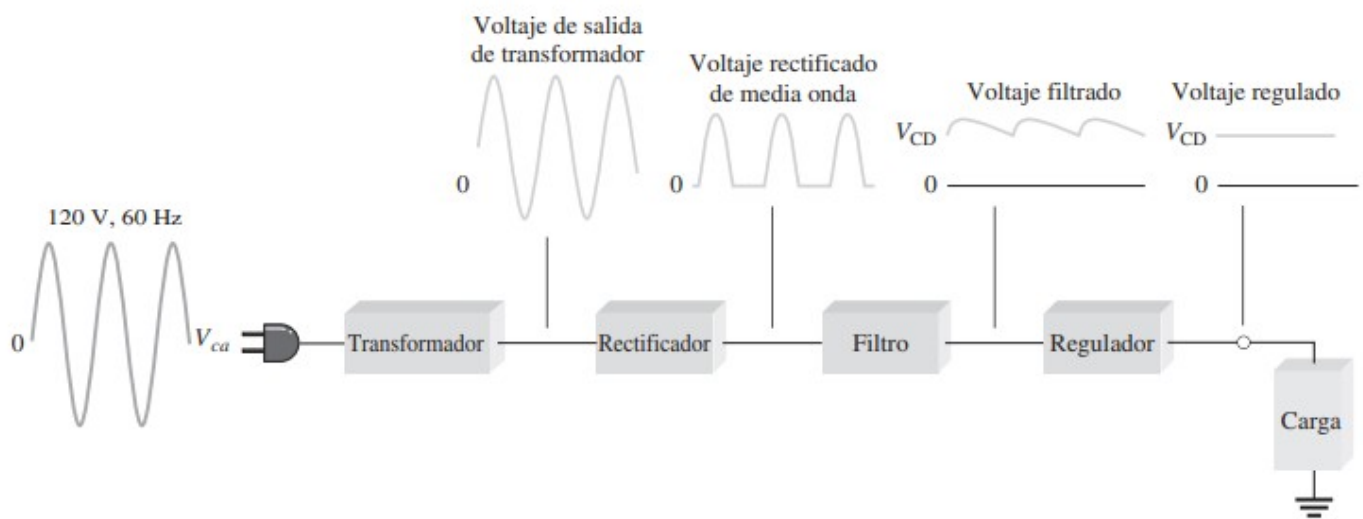
La fuente de alimentación de cd básica

Todos los dispositivos electrónicos activos requieren una fuente de cd constante que provenga de una batería o una fuente de alimentación de cd.

La fuente de alimentación de cd convierte el voltaje de ca estándar de 220V, 50 Hz (120V – 60Hz en otros países) disponible en las tomas de corriente de pared en un voltaje cd constante. La fuente de alimentación de cd es uno de los circuitos más comunes, por lo que es importante entender cómo funciona.

Se utiliza el voltaje producido para alimentar todo tipo de circuito electrónico, incluyendo aparatos electrónicos tales como televisiones, computadoras, teléfonos celulares, controladores industriales y la mayoría de los sistemas y equipos de instrumentación de laboratorio.

En la siguiente imagen podemos ver un esquema de bloques de una fuente lineal regulada:



(a) Fuente de alimentación completa con transformador, rectificador, filtro y regulador

El voltaje de línea de entrada de ca se reduce a un voltaje de ca más bajo con un transformador.

El rectificador convierte el voltaje de entrada de ca en un voltaje de cd pulsante, llamado voltaje rectificado de media onda u onda completa según el circuito.

El filtro elimina los rizados de voltaje en el rectificador y produce un voltaje de cd relativamente uniforme.

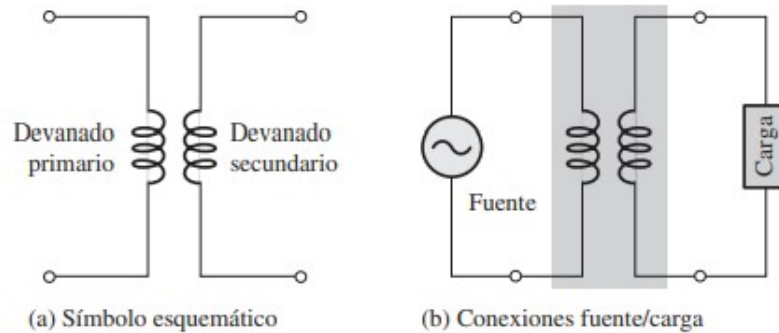
El regulador es un circuito que mantiene un voltaje de cd constante frente a las variaciones del voltaje de línea de entrada o de la carga. Los reguladores varían desde un dispositivo de un solo semiconductor hasta circuitos integrados más complejos.

La carga es un circuito o dispositivo conectado a la salida de la fuente de alimentación y opera con el voltaje y la corriente de la fuente de alimentación.⁹²

El transformador básico

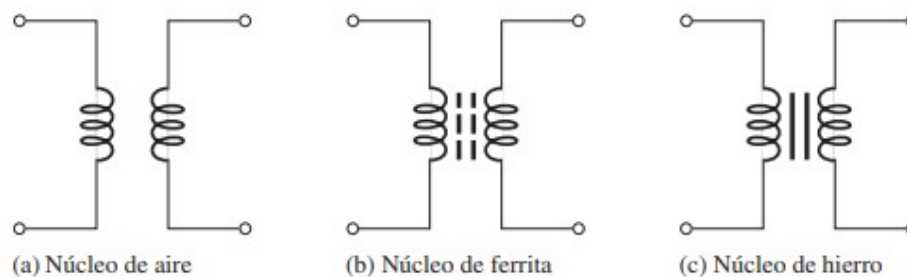
Un transformador básico es un dispositivo eléctrico construido a partir de dos bobinas de alambre (devanados) acopladas magnéticamente entre sí, de modo que existe inductancia mutua para la transferencia de potencia de un devanado al otro.⁹³

Una bobina se llama devanado primario y la otra devanado secundario. La fuente de voltaje se aplica al devanado primario y la carga se conecta al devanado secundario.⁹⁴



El transformador básico.

Los devanados de un transformador se forman alrededor del núcleo. Éste proporciona tanto una estructura física para colocar los devanados como una trayectoria magnética para que el flujo magnético se concentre cerca de las bobinas. Existen tres categorías generales de material de núcleo: aire, hierro, y ferrita.



Símbolos esquemáticos basados en el tipo de núcleo.

El alambre está protegido frecuentemente por un recubrimiento tipo barniz para evitar que los devanados se pongan en cortocircuito entre sí.

Transformadores elevadores y reductores

Un transformador elevador tiene más vueltas en su devanado secundario que en el primario y se utiliza para incrementar voltaje de ca.

Un transformador reductor tiene más vueltas en su devanado primario que en el secundario y se utiliza para reducir voltaje de ca.

Video recomendado:  [Transformadores](#)

93 FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 565.

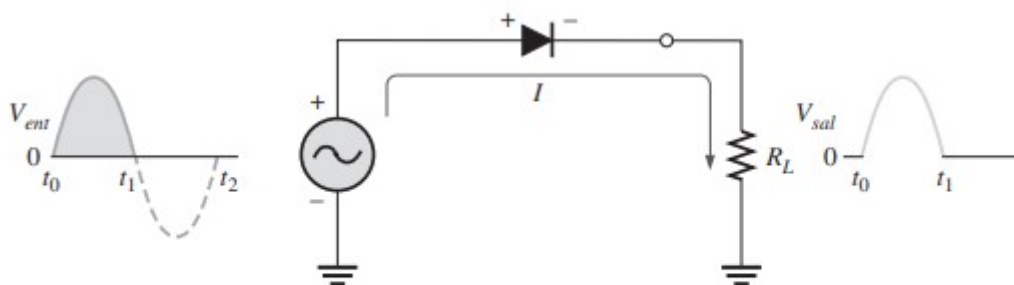
94 FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos*. Octava edición. Pág 566.

El rectificador de media onda

La figura siguiente ilustra el proceso llamado rectificación de media onda. Se conecta un diodo a una fuente de ca y a una resistencia de carga, R_L , para formar un rectificador de media onda.

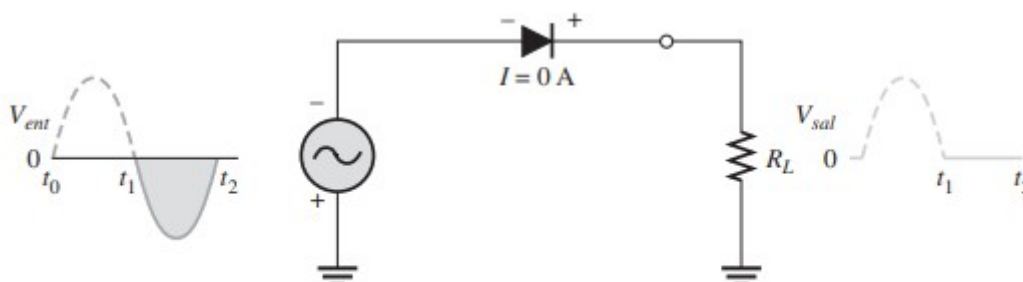
Veamos lo que sucede durante un ciclo del voltaje de entrada por medio del modelo ideal del diodo.

Cuando el voltaje senoidal de entrada (V_{ent}) se hace positivo, el diodo está polarizado en directa y conduce corriente a través del resistor de carga, como se muestra en la parte (a). La corriente produce un voltaje de salida a través de la carga R_L , cuya forma es igual a la forma del semiciclo positivo del voltaje de entrada.



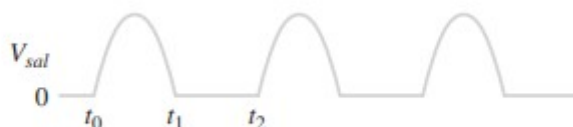
(a) Durante la alternancia positiva del voltaje de entrada a 60 Hz, el voltaje de salida se ve como la mitad positiva del voltaje de entrada. La trayectoria de la corriente es a través de tierra de regreso a la fuente.

Cuando el voltaje de entrada se vuelve negativo durante el segundo semiciclo, el diodo se polariza en inversa. No hay corriente, por lo que el voltaje a través del resistor de carga es de 0V.

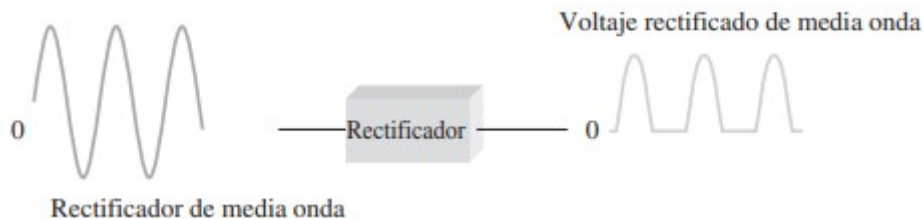


(b) Durante la alternancia negativa del voltaje de entrada, la corriente es 0, de modo que el voltaje de salida también es 0.

El resultado neto es que sólo los semiciclos positivos del voltaje de entrada de ca aparecen a través de la carga. Como la salida no cambia de polaridad, es un voltaje de cd pulsante con una frecuencia de 60 Hz, como se muestra en la parte (c).⁹⁵

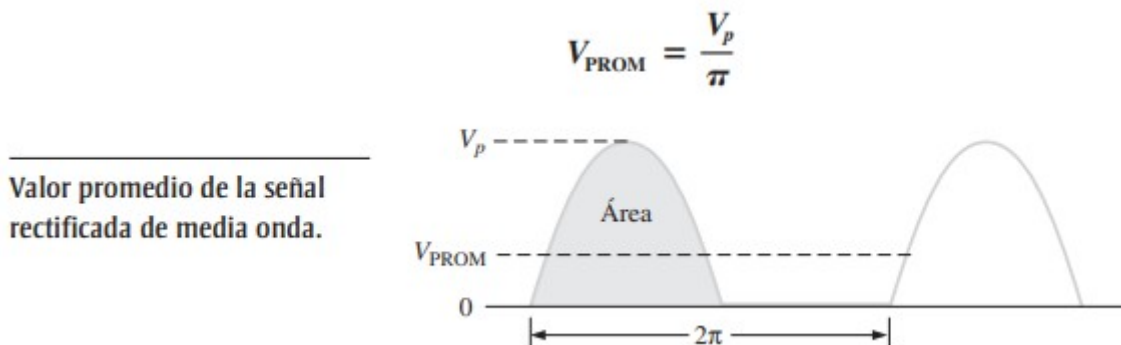


(c) Voltaje de salida a 60 Hz durante tres ciclos de entrada



Valor promedio del voltaje de salida de media onda

El valor promedio del voltaje de salida rectificado de media onda es el valor que se mediría con un voltímetro de cd.



Efecto del potencial de barrera en la salida de un rectificador de media onda

En análisis previo, el diodo se consideró ideal. Cuando se utiliza el modelo práctico del diodo con el potencial de barrera de 0,7V tomado en cuenta, sucede lo descrito a continuación:

Durante el semiciclo positivo, el voltaje de entrada debe superar el potencial de barrera para que el diodo se polarice en directa. Esto produce una salida de media onda con un valor pico 0,7V menor que el valor pico de la entrada.

$$V_{p(sal)} = V_{p(ent)} - 0,7V$$



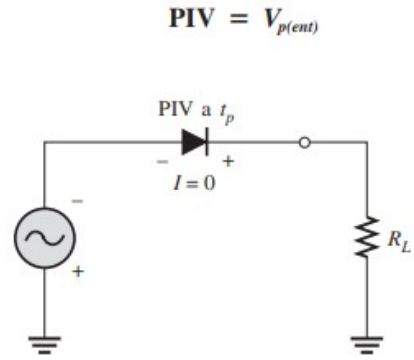
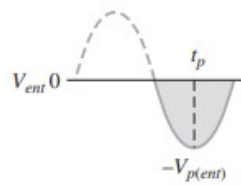
El efecto del potencial de barrera en un voltaje de salida rectificado de media onda es reducir el valor pico de la entrada en aproximadamente 0.7 V.

Voltaje de pico inverso (PIV)

El voltaje de pico inverso (PIV) es igual al valor pico del voltaje de entrada y el diodo debe ser capaz de soportar esta cantidad de voltaje en inversa repetitivo.

El valor máximo del voltaje en inversa, designado como PIV, ocurre al valor pico de cada alternación negativa del voltaje de entrada, cuando el diodo está polarizado en inversa. La capacidad de un diodo deberá ser por lo menos 20% más alta que el PIV.⁹⁶

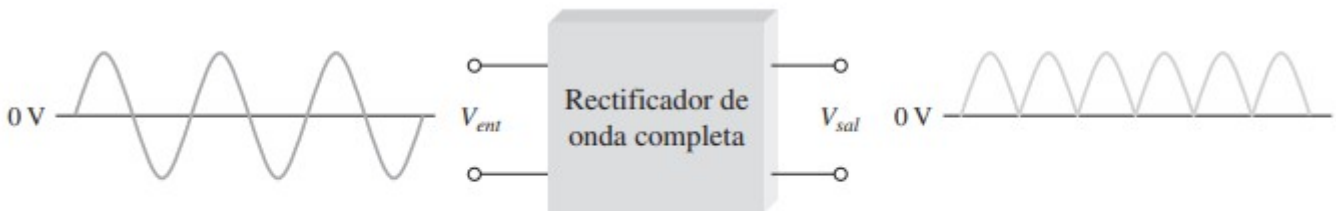
El PIV ocurre en el pico de cada semiciclo del voltaje de entrada cuando el diodo está polarizado en inversa. En este circuito, el PIV ocurre en el pico de cada semiciclo negativo.



Rectificador de onda completa

Un rectificador de onda completa permite corriente unidireccional (en un sentido) a través de la carga durante los 360° del ciclo de entrada, mientras que un rectificador de media onda permite corriente a través de la carga sólo durante la mitad del ciclo.

El resultado de la rectificación de onda completa es un voltaje de salida con una frecuencia del doble de la frecuencia de entrada y que pulsa cada semiciclo de la entrada.



Rectificación de onda completa.

El número de alternaciones positivas que conforman el voltaje rectificado de onda completa es dos veces el del voltaje de media onda durante el mismo intervalo.⁹⁷

El valor promedio (medido con un voltímetro de cd) de un voltaje senoidal rectificado de onda completa es dos veces el de media onda, como se muestra en la siguiente fórmula:

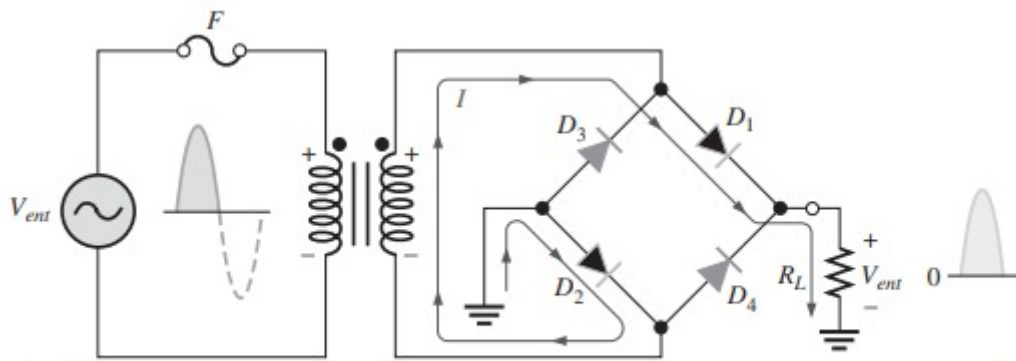
$$V_{\text{PROM}} = \frac{2V_p}{\pi}$$

Rectificador de puente de onda completa

El rectificador de puente utiliza cuatro diodos. Cuando el ciclo de entrada es positivo como en la parte (a), los diodos D1 y D2 están polarizados en directa y conducen corriente en la dirección mostrada. Se desarrolla un voltaje a través de R_L parecido al semiciclo positivo de entrada. Durante este tiempo, los diodos D3 y D4 están polarizados en inversa.⁹⁸

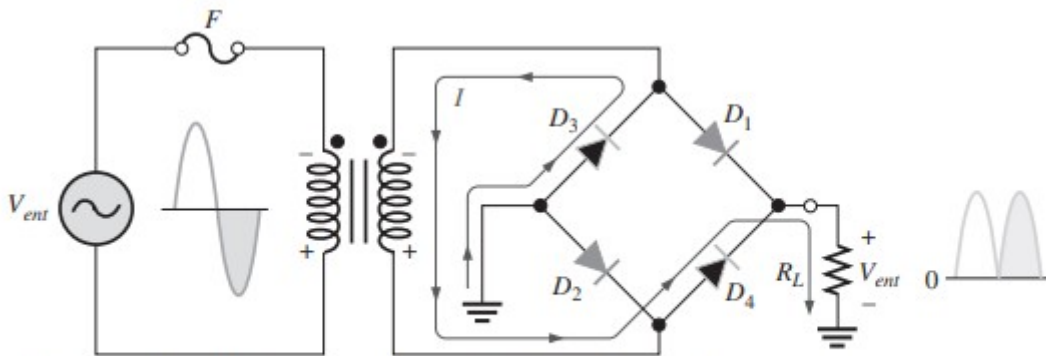
⁹⁷ FLOYD, Thomas. *Dispositivos Electrónicos. Octava edición.* Pág 52.

⁹⁸ FLOYD, Thomas. *Dispositivos Electrónicos. Octava edición.* Pág 56.



(a) Durante el semiciclo positivo de la entrada, D_1 y D_2 están polarizados en directa y conducen corriente. D_3 y D_4 están polarizados en inversa.

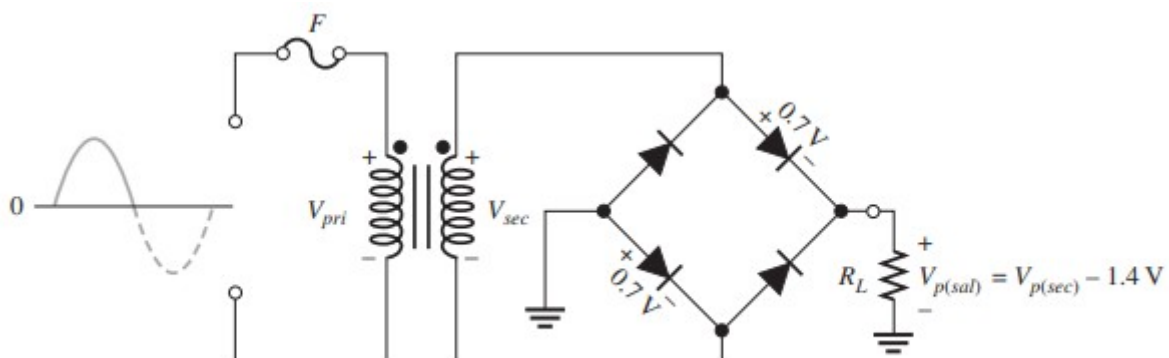
Cuando el semiciclo de entrada es negativo como en la parte (b), los diodos D_3 y D_4 están polarizados en directa y conducen corriente en la misma dirección a través de R_L que durante el semiciclo positivo. Durante el semiciclo negativo, D_1 y D_2 están polarizados en inversa. A consecuencia de esta acción a través de R_L aparece un voltaje de salida rectificado de onda completa.⁹⁹



(b) Durante el semiciclo negativo de la entrada D_3 y D_4 están polarizados en directa y conducen corriente, D_1 y D_2 están polarizados en inversa.

Como se puede ver, dos diodos siempre están en serie con la resistencia de carga, tanto durante los semiciclos positivos como durante los semiciclos negativos. Si estas caídas de diodo se toman en cuenta, el voltaje de salida es:

$$V_{p(sal)} = V_{p(sec)} - 1,4V$$

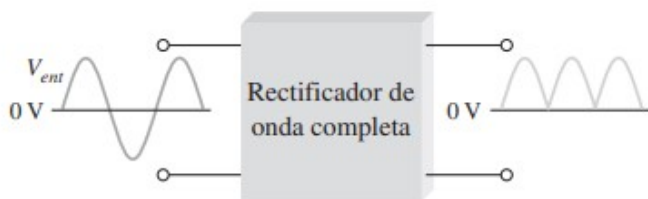


Diodos prácticos (incluidas las caídas de los diodos)

Filtrado para la fuente de alimentación

Un filtro de fuente de alimentación idealmente elimina el rizado del voltaje de salida de un rectificador de media onda o de onda completa y produce un voltaje de cd de nivel constante. El filtrado es necesario porque los circuitos electrónicos requieren una fuente constante de voltaje y corriente continuos para proporcionar alimentación y polarización para la operación apropiada.

En la mayoría de las aplicaciones de fuentes de alimentación, el voltaje de línea de ca estándar de 50 Hz debe ser convertido en un voltaje de cd aproximadamente constante. La salida de cd pulsante de 50 Hz de un rectificador de media onda o la salida pulsante de 100 Hz de un rectificador de onda completa deben ser filtradas para reducir las grandes variaciones de voltaje.¹⁰⁰



(a) Rectificador sin filtro

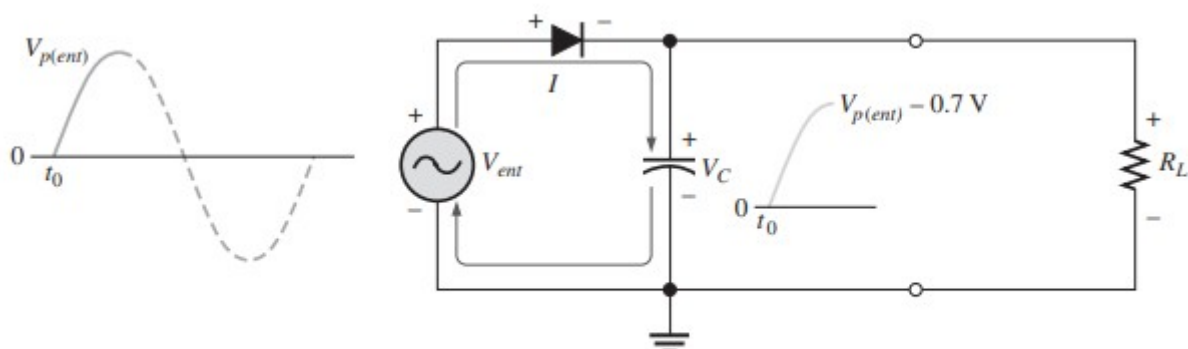


(b) Rectificador con filtro (el rizo de salida está exagerado)

Filtrado en una fuente de alimentación.

Filtro de entrada con capacitor

El filtro simplemente está conectado de la salida del rectificador a tierra. R_L representa la resistencia equivalente de una carga.

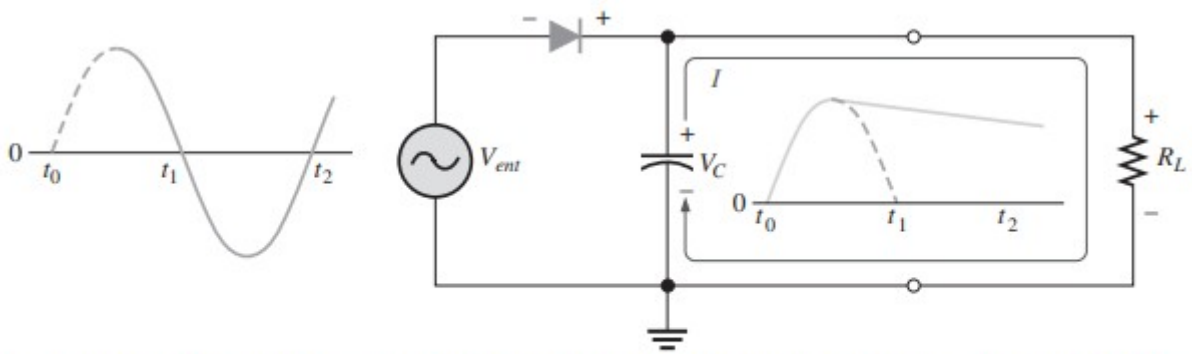


(a) La carga inicial del capacitor (el diodo está polarizado en directa) sucede sólo una vez cuando se conecta la potencia.

Durante el primer cuarto de ciclo positivo de la entrada, el diodo está polarizado en directa, lo que permite que el capacitor se cargue a 0,7V del valor pico de entrada.¹⁰¹

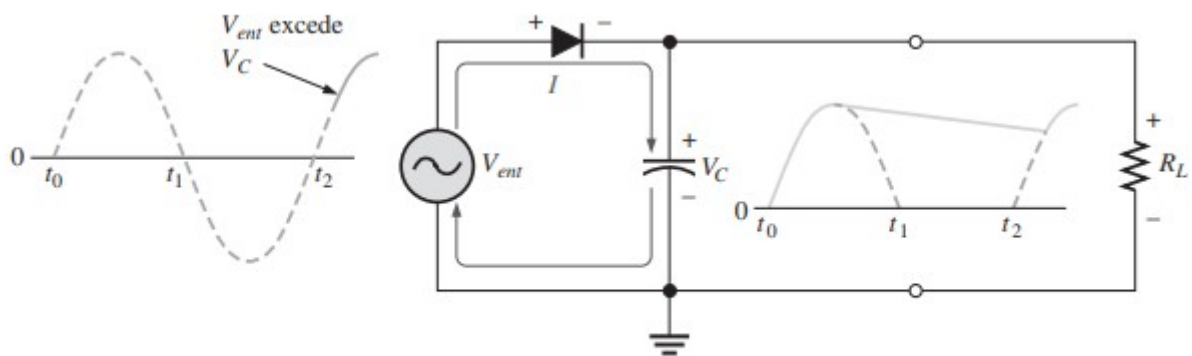
100 FLOYD, Thomas. *Dispositivos Electrónicos. Octava edición.* Pág 59.

101 FLOYD, Thomas. *Dispositivos Electrónicos. Octava edición.* Pág 60.



(b) El capacitor se descarga través de R_L después del pico de alternancia positiva cuando el diodo está polarizado en inversa. Esta descarga ocurre durante la parte del voltaje de entrada indicada por la curva continua.

Cuando la entrada comienza a decrecer por debajo de su valor pico, como se muestra en la parte (b), el capacitor retiene su carga y el diodo se polariza en inversa porque el cátodo es más positivo que el ánodo. Durante la parte restante del ciclo, el capacitor se descarga sólo a través de la resistencia de carga a una velocidad determinada por la constante de tiempo $R_L \times C$, la cual es normalmente larga comparada con el periodo de la entrada.



(c) El capacitor se carga otra vez a su valor pico de entrada cuando el diodo se polariza en directa. Esta carga ocurre durante la parte del voltaje de entrada indicada por la curva continua.

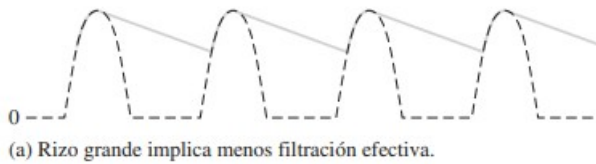
Durante el primer cuarto del siguiente ciclo, como se ilustra en la parte (c), el diodo de nuevo se polarizará en directa cuando el voltaje de entrada excede el voltaje del capacitor en aproximadamente $0,7V$.¹⁰²

Video recomendado:  [Rectificadores y filtrado](#)

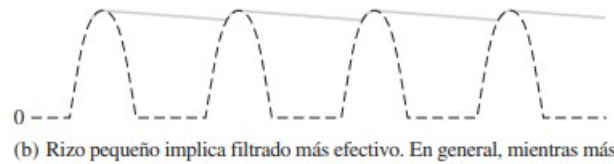
Voltaje de rizado

Como ya vimos, el capacitor se carga con rapidez al inicio de un ciclo y lentamente se descarga a través de R_L .

La variación del voltaje del capacitor debido a la carga y descarga se llama voltaje de rizado. En general, el rizado es indeseable; por lo tanto, mientras más pequeño sea el rizado, mejor será la acción de filtrado.



(a) Rizo grande implica menos filtración efectiva.

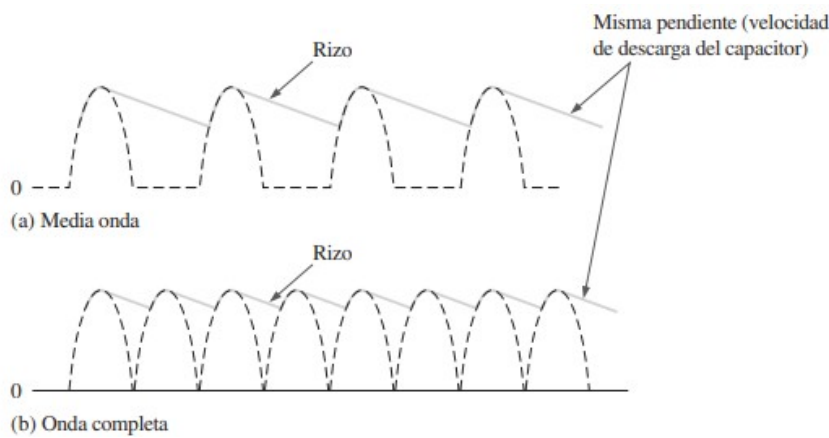


(b) Rizo pequeño implica filtrado más efectivo. En general, mientras más grande es el valor del capacitor, más pequeño es el rizo con la misma entrada y carga.

Voltaje de rizo de media onda (líneas continuas).

Para una frecuencia de entrada dada, la frecuencia de salida de un rectificador de onda completa es dos veces la de un rectificador de media onda.

Esto hace que el voltaje de un rectificador de onda completa sea más fácil de filtrar debido al tiempo más corto entre picos. Cuando está filtrado, el voltaje rectificado de onda completa tiene un rizado más pequeño que un voltaje de media onda con los mismos valores de resistencia de carga y capacitor. El capacitor se descarga menos durante el intervalo más corto entre los pulsos de onda completa.¹⁰³



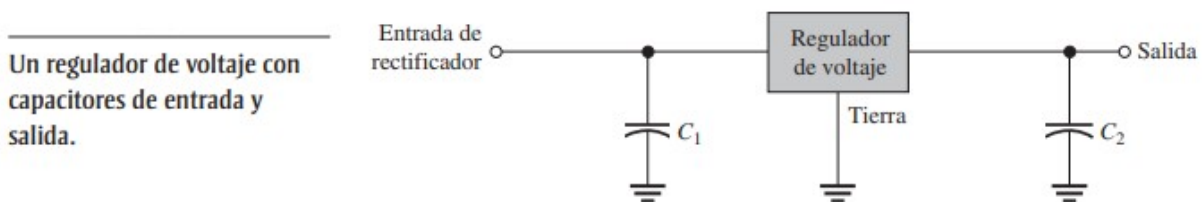
Comparación de voltajes de rizo correspondientes a voltajes rectificadas de onda completa y media onda con el mismo filtro con capacitor y carga, y derivados del mismo voltaje de entrada senoidal.

Reguladores de voltaje

Mientras los filtros pueden reducir el rizo o fluctuación de las fuentes de alimentación a un valor bajo, el método más efectivo es una combinación de un filtro de entrada con capacitor utilizado con un regulador de voltaje.

Se conecta un regulador de voltaje a la salida de un rectificador filtrado y mantiene un voltaje (o corriente) de salida constante pese a los cambios de la entrada, la corriente en la carga o la temperatura.

La combinación de un capacitor grande y un regulador de voltaje ayudan a producir una excelente fuente de alimentación. La mayoría de los reguladores son circuitos integrados y tienen tres terminales: una de entrada, una de salida y una de referencia (o ajuste). Primero se filtra la entrada al regulador con un capacitor para reducir el rizado a 10%. El regulador reduce el rizado a una cantidad despreciable.¹⁰⁴



Un regulador de voltaje con capacitores de entrada y salida.

103 FLOYD, Thomas. *Dispositivos Electrónicos. Octava edición.* Pág 61.

104 FLOYD, Thomas. *Dispositivos Electrónicos. Octava edición.* Pág 63.

Unidad N°5: Introducción a la programación de Arduino

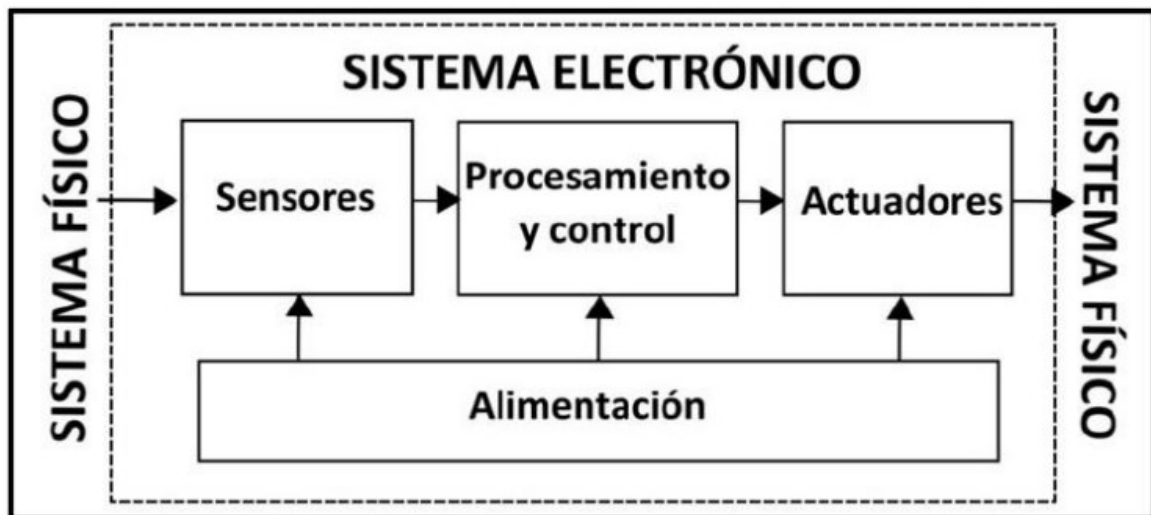
Sistema Electrónico

Un sistema electrónico es un conjunto de: sensores, circuitería de procesamiento y control, actuadores y fuente de alimentación.

Los sensores obtienen información del mundo físico externo y la transforman en una señal eléctrica que puede ser manipulada por la circuitería interna de control. Existen sensores de todo tipo: de temperatura, de humedad, de movimiento, de sonido (micrófonos), etc.

Los circuitos internos de un sistema electrónico procesan la señal eléctrica convenientemente. La manipulación de dicha señal dependerá tanto del diseño de los diferentes componentes hardware del sistema, como del conjunto lógico de instrucciones (es decir, del "programa") que dicho hardware tenga pregrabado y que sea capaz de ejecutar de forma autónoma.

Los actuadores transforman la señal eléctrica acabada de procesar por la circuitería interna en energía que actúa directamente sobre el mundo físico externo. Ejemplos de actuadores son: un motor (energía mecánica), una lamparita (energía lumínica), un altavoz (energía acústica), etc.¹⁰⁵



Dentro del bloque "procesamiento y control", podemos tener circuitos analógicos (por ejemplo un interruptor crepuscular transistorizado) o digitales (lógica discreta de compuertas, microcontroladores, etc).

El sistema Arduino está basado en un microcontrolador. Un microcontrolador es un circuito integrado o "chip" (es decir, un dispositivo electrónico que integra en un solo encapsulado un gran número de componentes) que tiene la característica de ser programable. Es decir, que es capaz de ejecutar de forma autónoma una serie de instrucciones previamente definidas por nosotros.

En el diagrama anterior, representativo de un sistema electrónico, el microcontrolador sería el componente principal de la circuitería de procesamiento y control.¹⁰⁶

Por definición, un microcontrolador (también llamado comúnmente "micro") ha de incluir en su interior tres elementos básicos:

¹⁰⁵ TORRENTE, Óscar. *Arduino. Curso práctico de formación*. Pág 61.

¹⁰⁶ TORRENTE, Óscar. *Arduino. Curso práctico de formación*. Pág 62.

CPU (Unidad Central de Proceso): es la parte encargada de ejecutar cada instrucción y de controlar que dicha ejecución se realice correctamente. Normalmente, estas instrucciones hacen uso de datos disponibles previamente (los “datos de entrada”), y generan como resultado otros datos diferentes (los “datos de salida”), que podrán ser utilizados (o no) por la siguiente instrucción.

Diferentes tipos de memorias: son en general las encargadas de alojar tanto las instrucciones como los diferentes datos que estas necesitan. De esta manera posibilitan que toda esta información (instrucciones y datos) esté siempre disponible para que la CPU pueda acceder y trabajar con ella en cualquier momento. Generalmente encontraremos dos tipos de memorias: las que su contenido se almacena de forma permanente incluso tras cortes de alimentación eléctrica (llamadas “persistentes”), y las que su contenido se pierde al dejar de recibir alimentación (llamadas “volátiles”).

Diferentes conectores de E/S (entrada/salida): son los encargados de comunicar el microcontrolador con el exterior. En los conectores de entrada del microcontrolador podremos conectar sensores para que este pueda recibir datos provenientes de su entorno, y en sus pines de salida podremos conectar actuadores para que el microcontrolador pueda enviarles órdenes y así interactuar con el medio físico. De todas formas, muchos conectores de la mayoría de los microcontroladores no son exclusivamente de entrada o de salida, sino que pueden ser utilizados indistintamente para ambos propósitos (de ahí el nombre de E/S).

Es decir, un microcontrolador es una computadora completa (aunque con prestaciones limitadas) en un solo chip, el cual está especializado en ejecutar constantemente un conjunto de instrucciones predefinidas. Estas instrucciones irán teniendo en cuenta en cada momento la información obtenida y enviada por los pines de E/S y reaccionarán en consecuencia.

Cada vez existen más productos domésticos que incorporan algún tipo de microcontrolador con el fin de aumentar sustancialmente sus prestaciones, reducir su tamaño y coste, mejorar su fiabilidad y disminuir el consumo. Así, podemos encontrar microcontroladores dentro de multitud de dispositivos electrónicos que usamos en nuestra vida diaria, como pueden ser desde un simple timbre hasta un completo robot pasando por juguetes, heladeras, televisores, lavarropas, microondas, impresoras, el sistema de arranque de nuestro auto, etc.¹⁰⁷

Video recomendado:  [Microcontrolador explicado](#)

¿Qué es Arduino?

Arduino (www.arduino.cc) es en realidad tres cosas:

Una placa hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines-hembra (los cuales están unidos internamente a los conectores de E/S del microcontrolador) que permiten conectar allí de forma muy sencilla y cómoda diferentes sensores y actuadores. Cuando hablamos de “placa hardware” nos estamos refiriendo en concreto a una PCB (del inglés “printed circuit board”, o sea, placa de circuito impreso). Las PCBs son superficies fabricadas de un material no conductor (normalmente resinas de fibra de vidrio reforzada, cerámica o plástico) sobre las cuales aparecen laminadas (“pegadas”) pistas de material conductor (normalmente cobre).

Un software (más en concreto, un “entorno de desarrollo”) gratis, libre y multiplataforma (ya que funciona en Linux, MacOS y Windows) que debemos instalar en nuestra computadora y que nos permite escribir, verificar y guardar (“cargar”) en la memoria del microcontrolador de la placa Arduino el conjunto de instrucciones que deseamos que este empiece a ejecutar. Es decir: nos permite programarlo.¹⁰⁸

¹⁰⁷ TORRENTE, Óscar. *Arduino. Curso práctico de formación*. Pág 63.

¹⁰⁸ TORRENTE, Óscar. *Arduino. Curso práctico de formación*. Pág 64.

Un lenguaje de programación libre. Por “lenguaje de programación” se entiende cualquier idioma artificial diseñado para expresar instrucciones (siguiendo unas determinadas reglas sintácticas) que pueden ser llevadas a cabo por máquinas.

Introducción a la programación

Se llama Programación a la implementación de un algoritmo en un determinado lenguaje de programación en una computadora, para realizar un programa.

Algoritmo es una secuencia no ambigua, finita y ordenada de instrucciones que han de seguirse para resolver un problema.

Programa (Software en inglés) es una secuencia de instrucciones que una computadora puede interpretar y ejecutar.




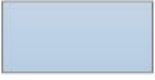

Lenguaje de programación es el idioma utilizado para controlar el comportamiento de una máquina, particularmente una computadora. Consiste en un conjunto de símbolos y reglas sintácticas y semánticas que definen su estructura y el significado de sus elementos y expresiones.

En la actualidad los lenguajes de programación están escritos para ser comprensibles por el ser humano, a este código se le llama código fuente (por ejemplo el IDE Arduino), pero no es comprendido por la máquina ya que esta solo maneja el lenguaje ensamblador (en inglés assembler). La **compilación** es el proceso de traducir un programa en código fuente a programa en código objeto (que usa el lenguaje binario), el programa encargado de compilar se llama compilador. La mayoría de software de programación trae su propio compilador.

Diagrama de flujo

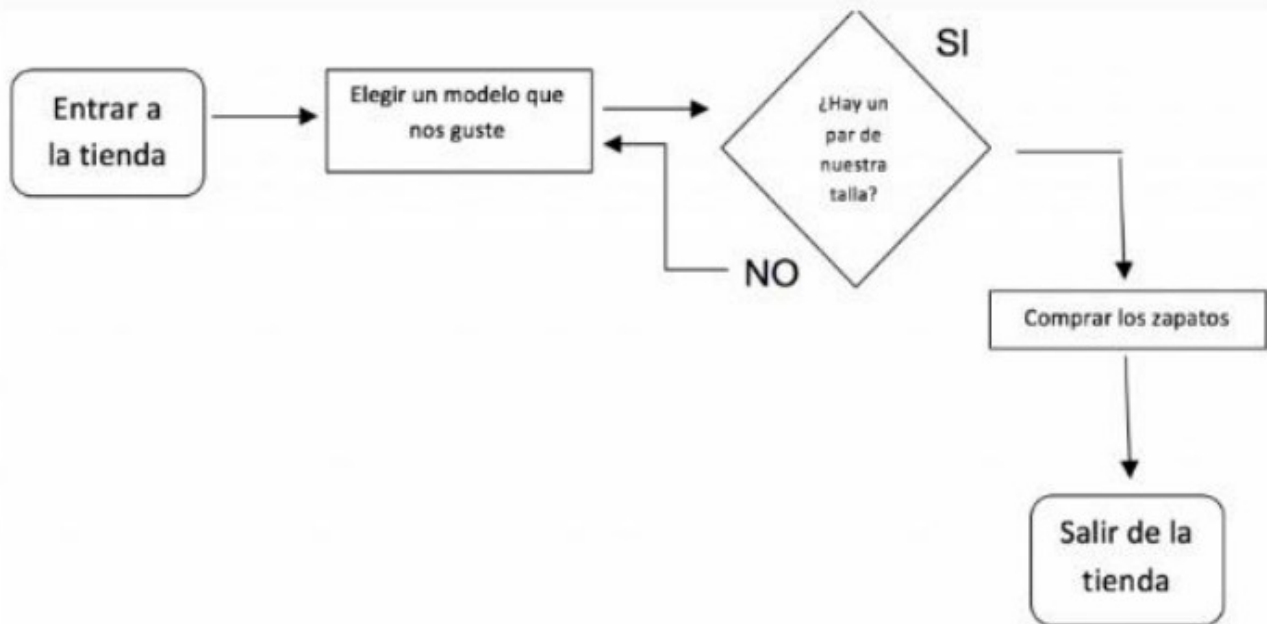
El diagrama de flujo o también diagrama de actividades es una manera de representar gráficamente un algoritmo o un proceso de alguna naturaleza, a través de una serie de pasos estructurados y vinculados que permiten su revisión como un todo.

Los principales símbolos convencionales que se emplean en los diagramas de flujo son los siguientes:

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de Flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada / Salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso

Ejemplo:

- Diagrama de flujo para la compra de unos zapatos:



"Lenguaje" Arduino

Al conectar la placa Arduino a nuestra computadora y ejecutar el IDE oficial, lo primero que debemos hacer es seleccionar (si no lo está ya) el tipo de placa adecuado (en el menú Tools->Board) y el puerto USB utilizado (en el menú Tools->Serial port).

Cuerpo de un programa en Arduino

Arduino se programa en el lenguaje de alto nivel C/C++ y generalmente tiene los siguiente componentes para elaborar el algoritmo:

- Estructuras
- Variables
- Operadores matemáticos, lógicos y booleanos
- Estructuras de control (Condicionales y ciclos)
- Funciones

```
Arduino IDE - Blink | Arduino 1.0
Blink
Blink
Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
This example code is in the public domain.
*/

void setup() {
  // Initialize the digital pin as an output.
  // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // set the LED on
  delay(1000);            // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW);  // set the LED off
  delay(1000);            // wait for a second
}
```

Estructuras

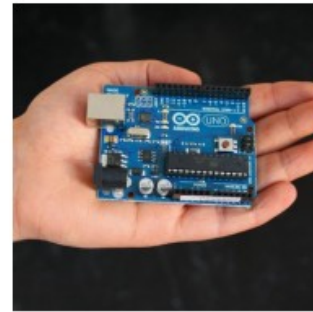
Son dos funciones principales que debe tener todo programa en Arduino:

```
setup(){  
}
```

Código de configuración inicial, solo se ejecuta una vez.

```
loop(){  
}
```

Esta función se ejecuta luego del setup(), se mantiene ejecutándose hasta que se des-energice o desconecte el Arduino.



Variables

Es un dato o conjunto de datos que cambia su valor con la ejecución del programa.

Booleano

true ó false

```
Boolean encendido=true;
```

Entero

Valor entero

```
int conta=5;
```

Carácter

Almacena un ASCII

```
char letra='a';
```

Estos son algunos tipos de variables y los más utilizados en esta guía. Para más tipos visita:

arduino.cc/en/Reference/HomePage

Operadores booleanos

Usados generalmente dentro del condicional **if**

- && (y)
- || (o)
- ! (negación)

```
if (a || b)
```



Operadores de comparación

Usados generalmente dentro del condicional **if** y sobre el **For** y **While**

- == (igual a)
- != (diferente de)
- < (menor que)
- > (mayor que)
- <= (menor o igual)
- >= (mayor o igual)

```
if (a == b)
```



Operadores matemáticos

Se aplican al manejo de variables, condicionales y ciclos

- = (asignar)
- % (módulo)
- + (suma)
- - (resta)
- * (multiplicación)
- / (división)

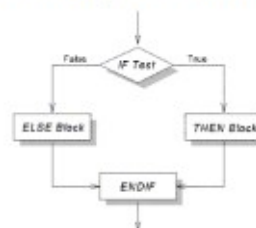


```
int valor = valor +5
```

Estructuras de control

Son instrucciones que nos permiten tomar decisiones y hacer diversas repeticiones de acuerdo a unos parámetros, dentro de las más importantes podemos destacar:

- If
- Switch/case
- For
- While



Condicionales

Ideales para tomar decisiones luego de evaluar las condiciones lógicas:

If (Si)

```
if (entrada < 500)
{
    // acción A
} else
{
    // acción B
}
```

Switch/case (Casos)

```
switch (var) {
case 1:
    // acción A
    break;
case 2:
    // acción B
    break;
default:
    // acción C
}
```

Ciclos

Ideales para repetir lo que se encuentre dentro de ellos

For (por)

```
for( int a=0; a<10; a++ )  
{  
    // acción a repetir  
}
```

While (mientras)

```
while ( var < 200) {  
    // acción a repetir  
    var++;  
}
```

Funciones digitales

Orientas a revisar el estado y la configuración de las entradas y salidas digitales

pinMode()

Permite configurar un pin

pinMode(pin,modo)

```
pinMode (13,OUTPUT);
```

```
pinMode (a,INPUT);
```

digitalRead()

Leer un pin digital (0 ó 1)

digitalRead(pin)

```
int a = digitalRead (13);
```

digitalWrite()

Escribir un pin digital con 1 ó 0

digitalWrite(pin,estado)

```
digitalWrite (13,HIGH);
```

```
digitalWrite (13,LOW);
```

Funciones análogas

Ideales para la lectura y escritura de valores análogos

analogRead()

Leer un valor análogo 0 a 1023

analogRead(pin)

```
int a = analogRead (A0);
```

analogWrite() → PWM

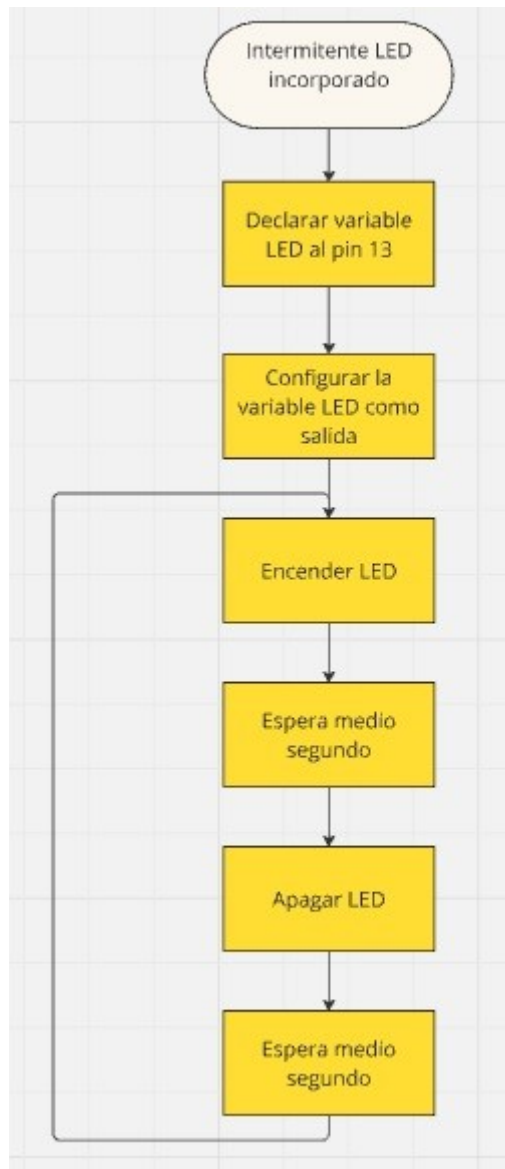
Escribir un valor análogo 0 a 255

analogWrite(pin,valor de PWM)

```
analogWrite (9, 134);
```

Prácticas de Arduino

Práctica 1: LED incorporado intermitente

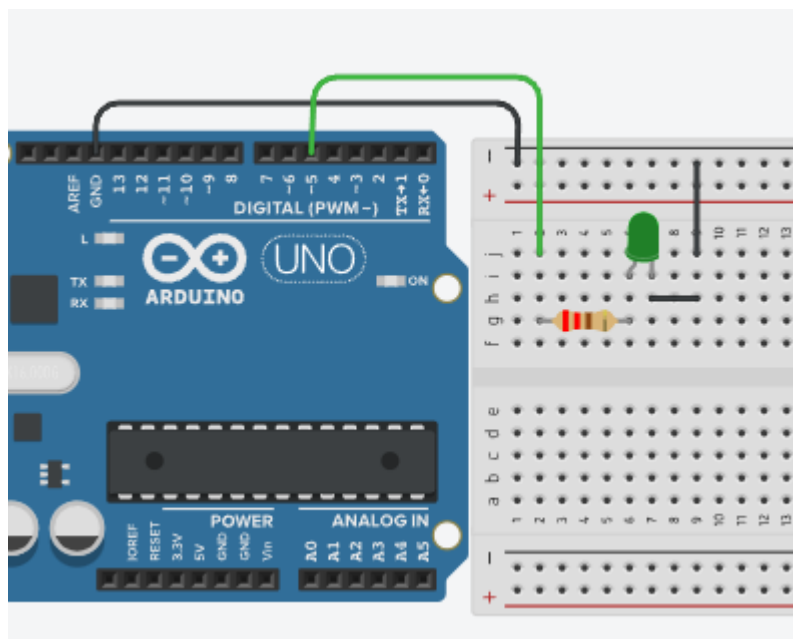
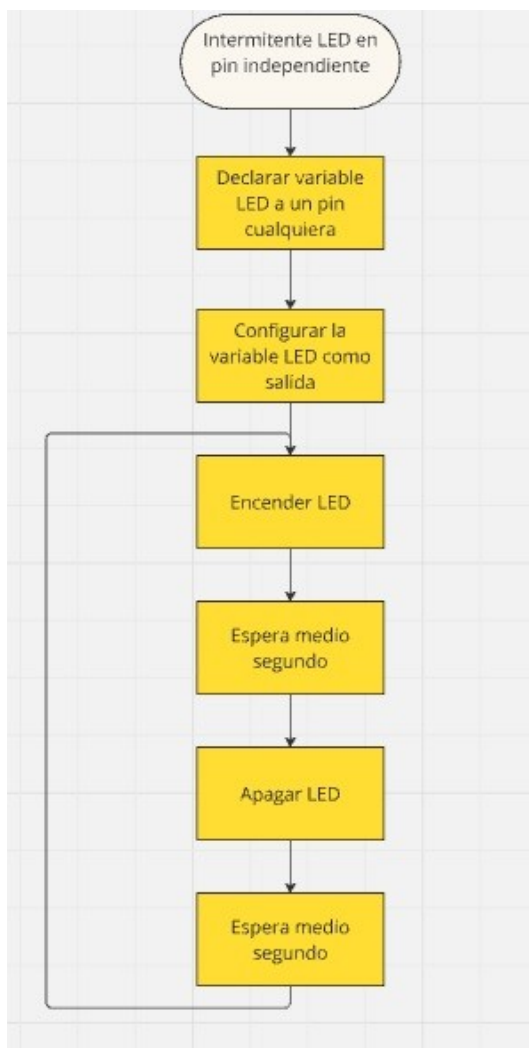


```
int LED = 13; //Se declara una variable global "LED"
              //Se asigna al PIN 13

void setup()
{
  pinMode(LED, OUTPUT); //Se configura la variable como salida
}

void loop()
{
  digitalWrite(LED, HIGH); //Instrucción de encender el LED
  delay(500); // Espera de 0,5 segundos (500 ms)
  digitalWrite(LED, LOW); //Instrucción de apagar el LED
  delay(500); // Espera de 0,5 segundos (500 ms)
}
```

Práctica 2: LED intermitente externo a pin independiente



```
int LED = 5;

void setup()
{
  pinMode(LED, OUTPUT);
}

void loop()
{
  digitalWrite(LED, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(LED, LOW);
  delay(500);
}
```

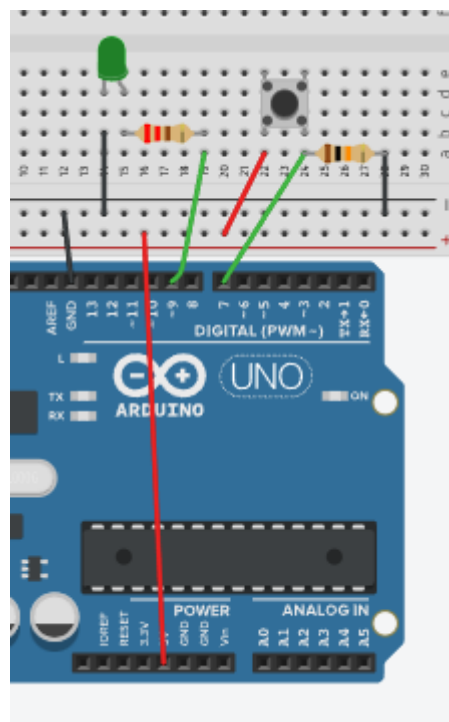
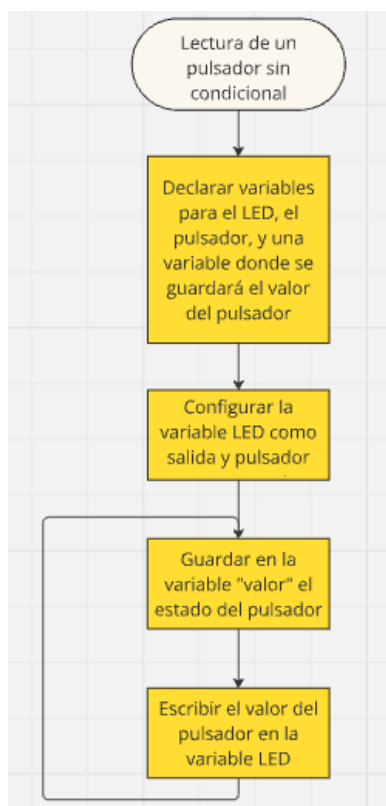
Práctica 3: Oscilación cruzada de 2 LEDs

- Conectar 2 LEDs que deberán encender en oposición. Cuando uno enciende el otro apaga, y viceversa, cada 1 segundo.
- Realizar diagrama de flujo.
- Hacer el código del programa y esquema de conexión en Tinkercad.
- Ensayar el circuito en protoboard y utilizar el Arduino con su IDE.

Práctica 4: Auto fantástico

- Conectar 6 LEDs que deberán encender y apagarse creando un efecto de vaivén.
- Realizar diagrama de flujo.
- Hacer el código del programa y esquema de conexión en Tinkercad.
- Ensayar el circuito en protoboard y utilizar el Arduino con su IDE.

Práctica 5: Lectura de una entrada digital (pulsador) sin condicional

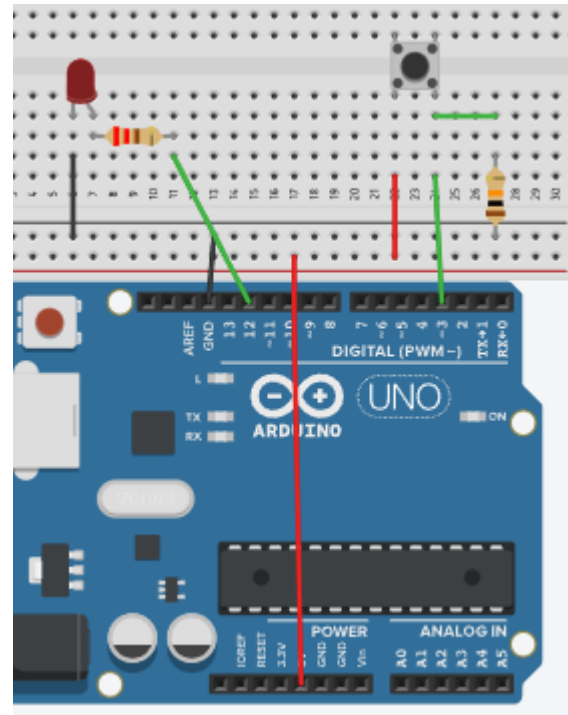
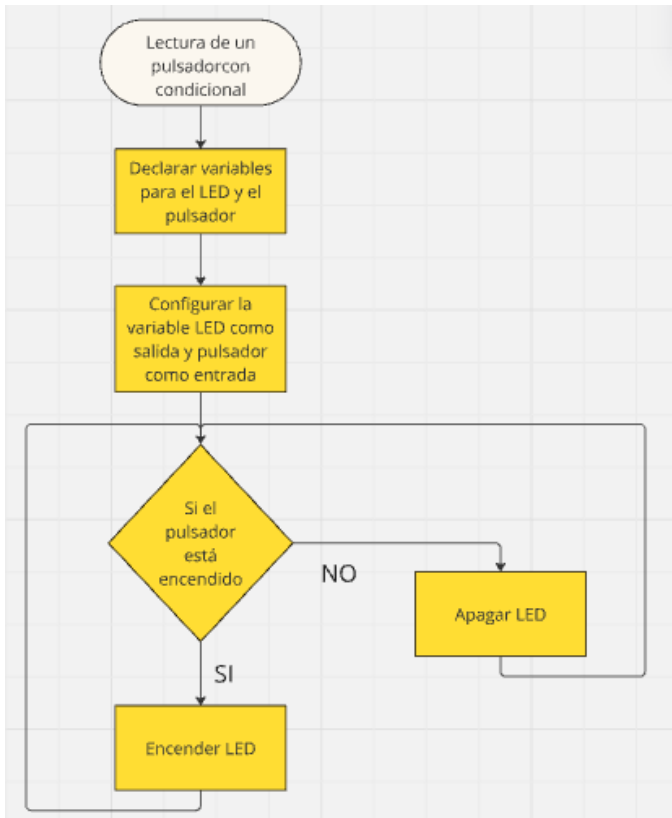


```
int LED = 9;
int PULS = 7;
int valor = 0;

void setup()
{
  pinMode(LED, OUTPUT);
  pinMode(PULS, INPUT);
}

void loop()
{
  valor = digitalRead(PULS);
  digitalWrite(LED, valor);
}
```

Práctica 6: Lectura de una entrada digital (pulsador) con condicional (if)



```
int LED = 12;
int PULS = 3;

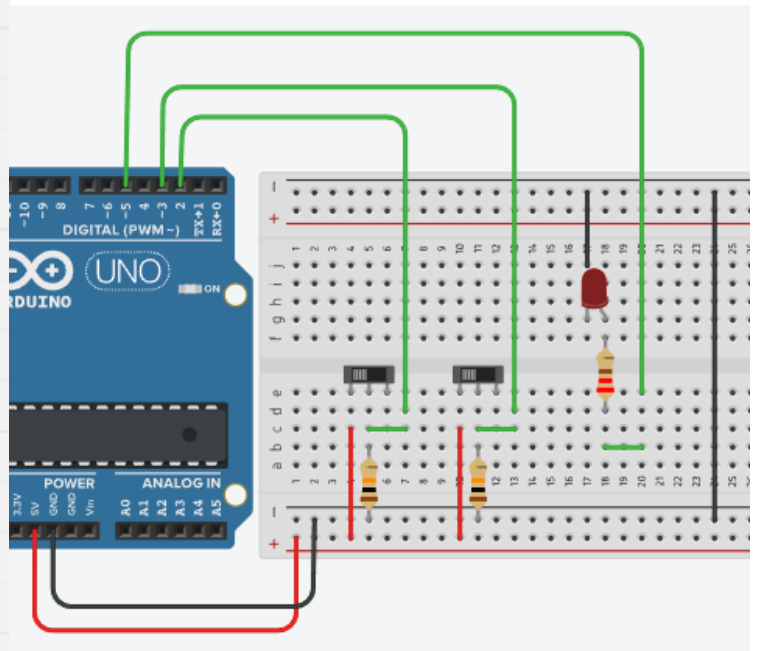
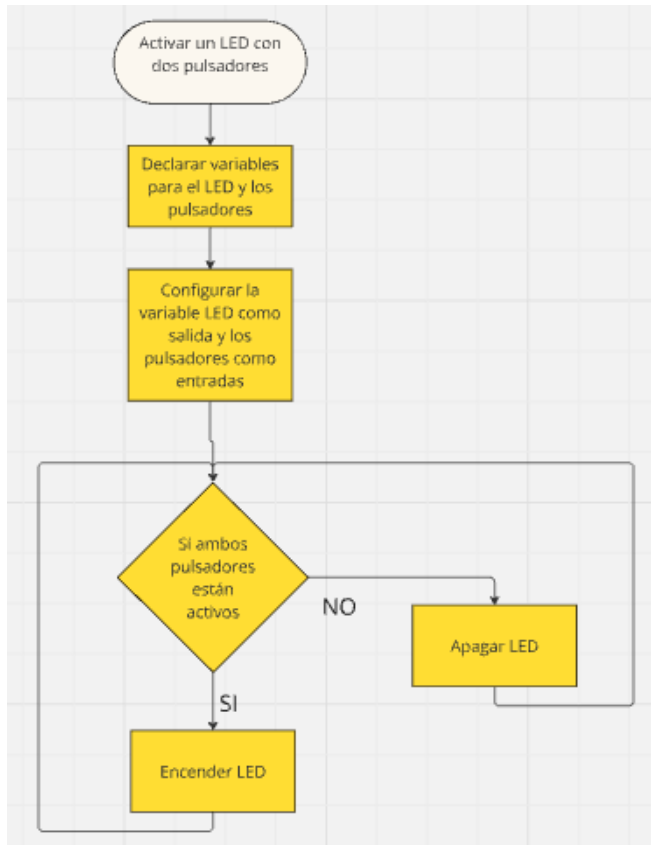
void setup()
{
  pinMode(LED, OUTPUT);
  pinMode(PULS, INPUT);
}

void loop()
{
  if(digitalRead(PULS)==HIGH) {
    digitalWrite(LED, HIGH);
  }
  else {
    digitalWrite(LED, LOW);
  }
}
```

Práctica 7: Encendido de LEDs intermitentes con pulsador

- Conectar 2 LEDs que deberán encender en oposición siempre que esté activo el pulsador. Cuando uno enciende el otro apaga, y viceversa, cada 1 segundo.
- Realizar diagrama de flujo.
- Hacer el código del programa y esquema de conexión en Tinkercad.
- Ensayar el circuito en protoboard y utilizar el Arduino con su IDE.

Práctica 8: Encendido de un LED con dos pulsadores



```
int LED = 5;
int PULS1 = 2;
int PULS2 = 3;

void setup()
{
  pinMode(LED, OUTPUT);
  pinMode(PULS1, INPUT);
  pinMode(PULS2, INPUT);
}

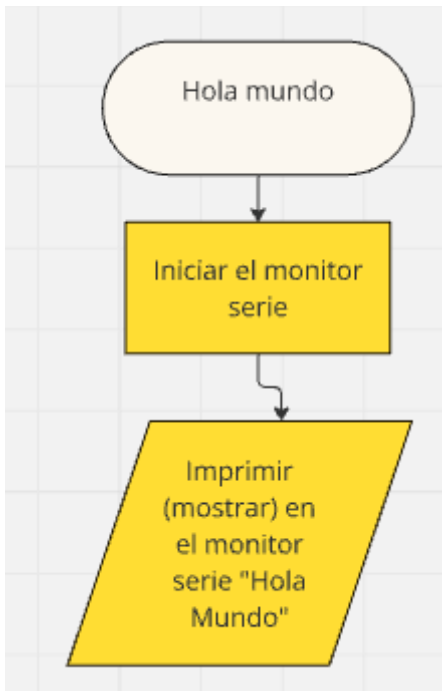
void loop()
{
  if(digitalRead(PULS1) && digitalRead(PULS2) == HIGH) {
    digitalWrite(LED, HIGH);
  }

  else {
    digitalWrite(LED, LOW);
  }
}
```

Práctica 9: Encendido del LED con cualquiera de los dos pulsadores

- Conectar 2 LEDs que deberán encender con cualquiera de los dos pulsadores.
- Realizar diagrama de flujo.
- Hacer el código del programa y esquema de conexión en Tinkercad.
- Ensayar el circuito en protoboard y utilizar el Arduino con su IDE.

Práctica 10: Monitor serie. "Hola mundo"

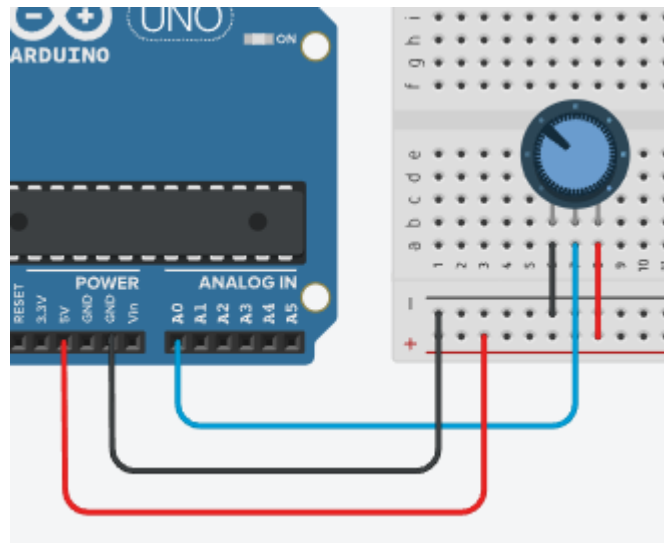
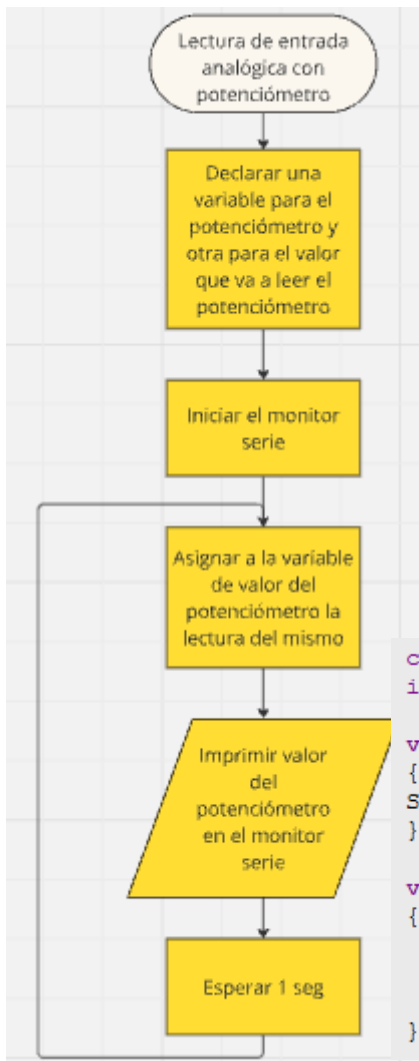


```
void setup()
{
  Serial.begin(9600); //Inicia el puerto serie
}

void loop()
{
  Serial.print("Hola mundo"); //Muestra el texto en el puerto
  Serial.print("\t"); //Separa los datos con tabulación
  Serial.print("\n"); //Inserta un salto de línea

  //Probar Serial.println("Taller 304")
  //en lugar de las líneas anteriores.
}
```

Práctica 11: Lectura de entrada analógica (potenciómetro)



```
char POTE = A0; //Se declara la entrada A0 como CHAR (caracter)
int valorpote; //Se declara variable como entera (0-1023)

void setup()
{
  Serial.begin(9600); //Inicia puerto serie
}

void loop()
{
  valorpote = analogRead(POTE); //Asigna la lectura analógica
  Serial.println(valorpote); //Muestra el valor leído
  delay(1000); // Espera 1000 ms
}
```

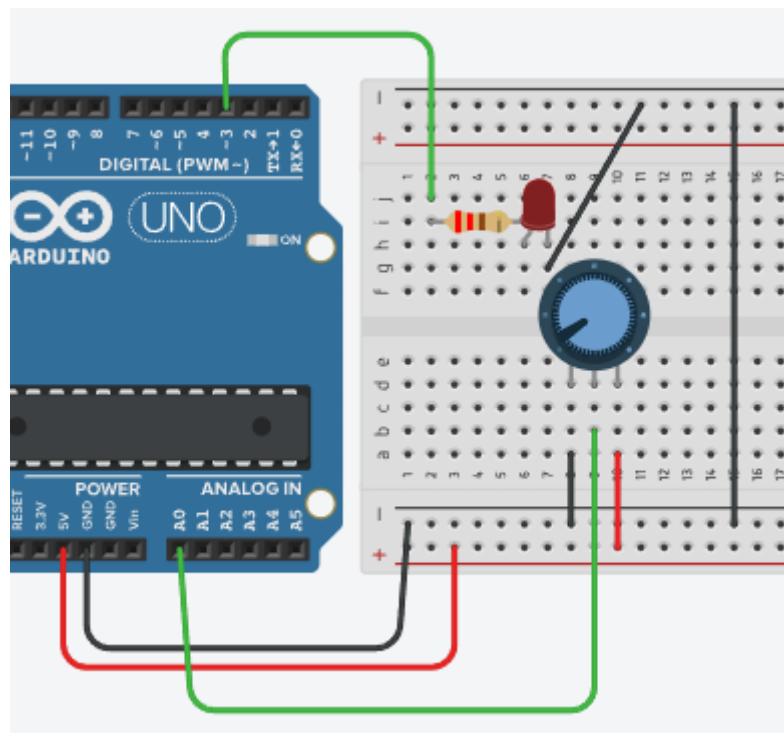
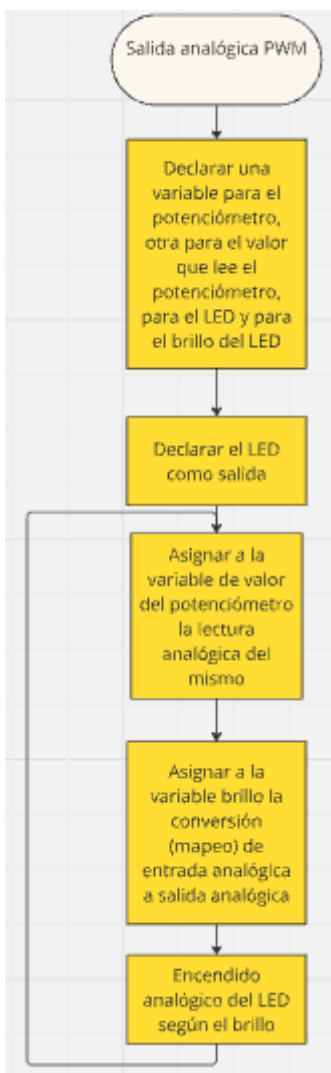
Práctica 12: Encendido de LEDs según posición de potenciómetro.

- Conectar 4 LEDs que deberán encenderse según los valores que muestre un potenciómetro de la siguiente forma:

LED1: 0-256
LED2: 256-512
LED3: 512-768
LED4: 768-1023

- Realizar diagrama de flujo.
- Hacer el código del programa y esquema de conexión en Tinkercad.
- Ensayar el circuito en protoboard y utilizar el Arduino con su IDE.

Práctica 13: Salida analógica PWM (Pulse Width Modulation)



```
int LED = 3; //Pin PWM donde va conectado el LED
int pote = A0; //Pin analógico donde va conectado el potenciómetro

int valor_pote; //Valor de la lectura del potenciómetro
int brillo; //Variable que almacena el brillo para el LED

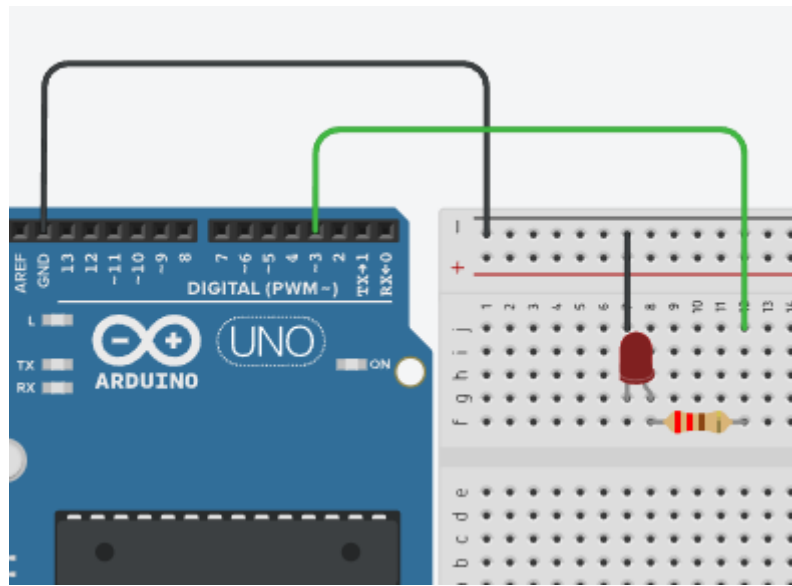
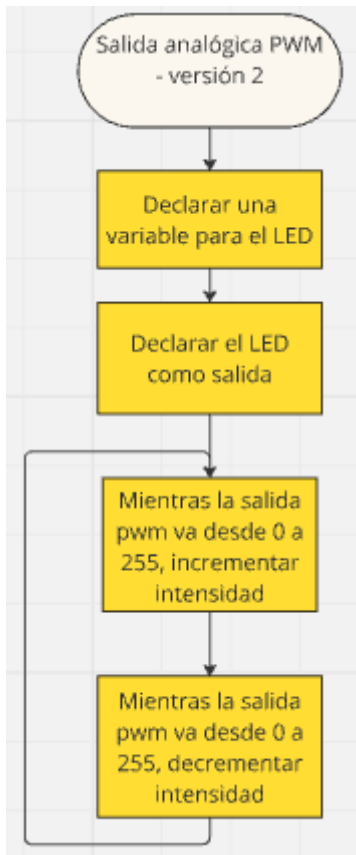
void setup() {
  pinMode(LED, OUTPUT);
}

void loop() {

  valor_pote = analogRead(pote); //Lee el potenciómetro
  brillo = map(valor_pote, 0, 1023, 0, 255); //Convierte
  //los valores del
  //potenciómetro en
  //valores PWM

  analogWrite(LED, brillo); //Escribe en el LED el valor
  //PWM para modificar su brillo
}
```

Práctica 14: Salida PWM versión 2



```
int LED = 3; //PIN 3 es el PWM0 del Arduino nano

void setup()
{
  pinMode(LED, OUTPUT);
}

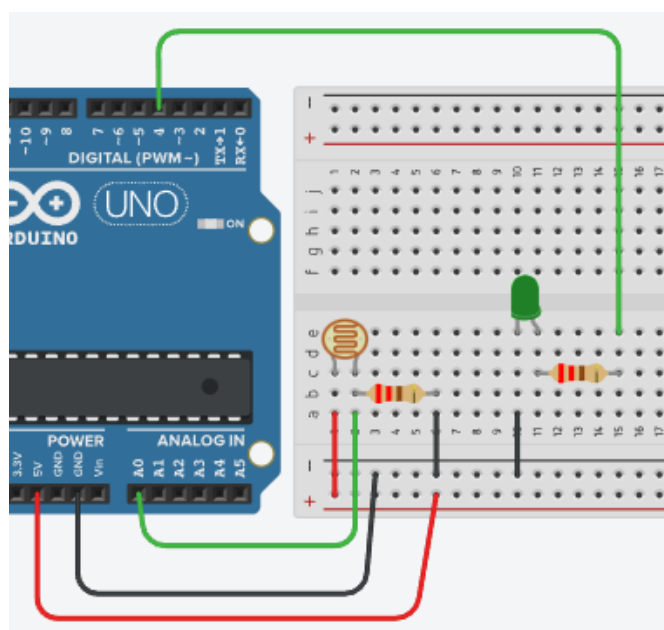
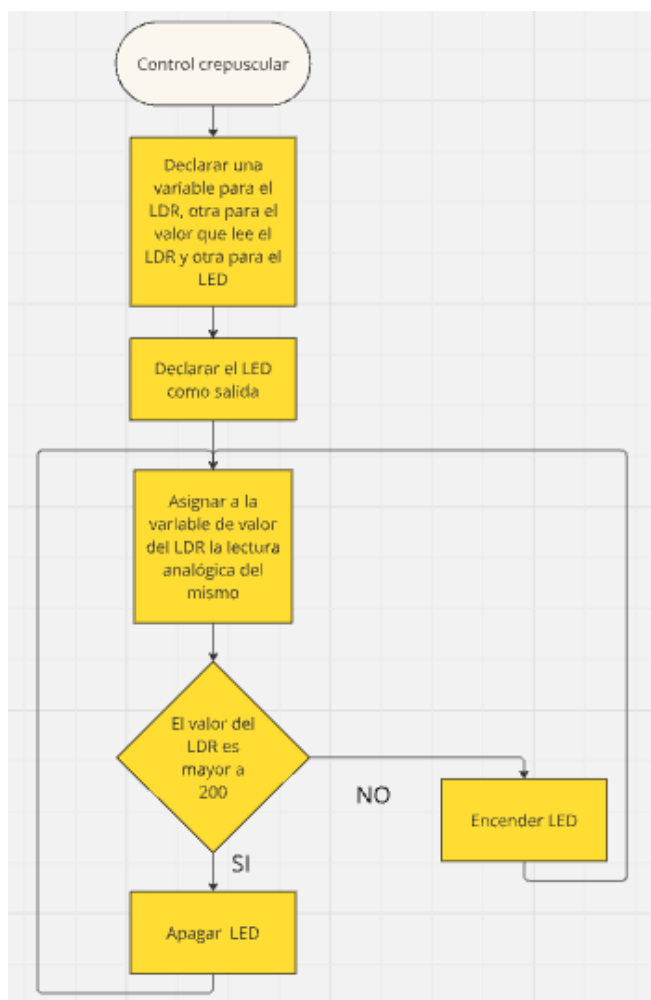
void loop()
{
  for (int intensidad = 0; intensidad <= 255 ; intensidad += 5)
    //Aumenta progresivamente el brillo de a 5 unidades
    {
      analogWrite(LED, intensidad);
      delay(20);
    }

  for (int intensidad = 255 ; intensidad >= 0; intensidad -= 5)
    //Disminuye progresivamente el brillo de a 5 unidades
    {
      analogWrite(LED, intensidad);
      delay(20);
    }
}
```

Práctica 15: Control de velocidad de un motor de CC

- Variar la velocidad del motor utilizando un preset o potenciómetro.
- Realizar diagrama de flujo.
- Hacer el código del programa y esquema de conexión en Tinkercad.
- Ensayar el circuito en protoboard y utilizar el Arduino con su IDE.

Práctica 16: Control crepuscular

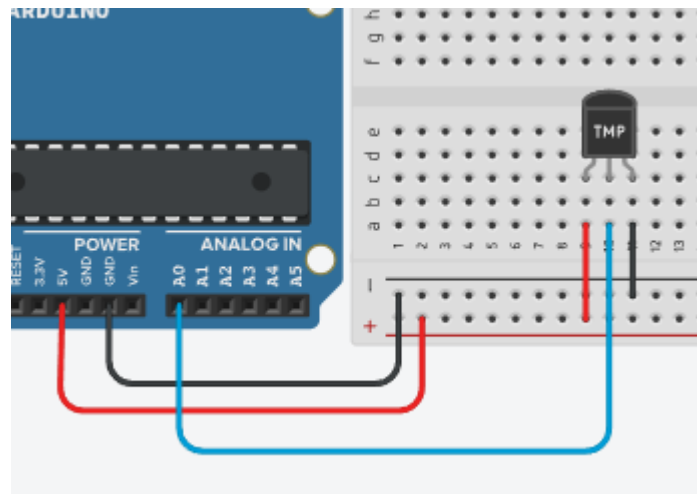
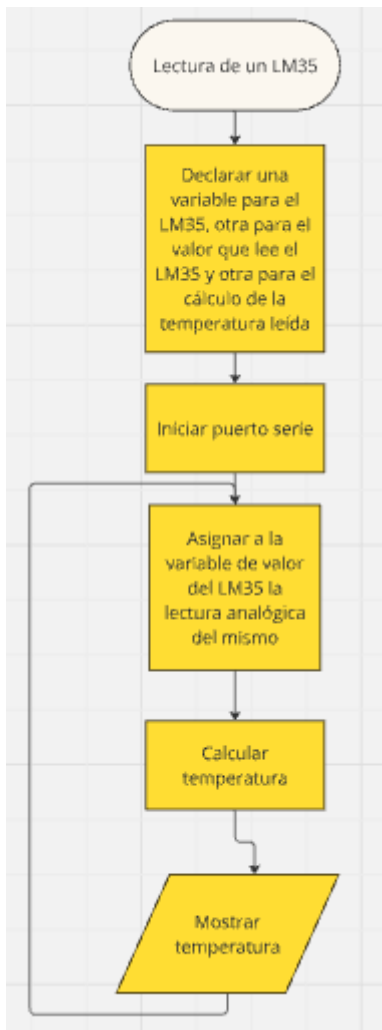


```
int LDR = A0;
int LED = 4;
int valorLDR = 0;

void setup()
{
  pinMode(LED, OUTPUT);
}

void loop()
{
  valorLDR = analogRead(LDR);
  if (valorLDR > 200){
    digitalWrite(LED, LOW);
  }
  else{
    digitalWrite(LED, HIGH);
  }
}
```

Práctica 17: Lectura de sensor de temperatura LM35



```
char LM35 = A0;
int ValorLM35;
float Temp;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  ValorLM35 = analogRead(LM35);
  Temp = (ValorLM35 * 5.0 * 100.0) / 1024.0;
  Serial.println(Temp);
  delay(1000);
}
```

Práctica 18: Indicador de temperatura

- Indicar con 3 LEDs el estado de la temperatura ambiente:

LED verde: $T_x < 25^{\circ}\text{C}$

LED amarillo: $25^{\circ}\text{C} < T_x < 30^{\circ}\text{C}$

LED rojo: $T_x > 30^{\circ}\text{C}$

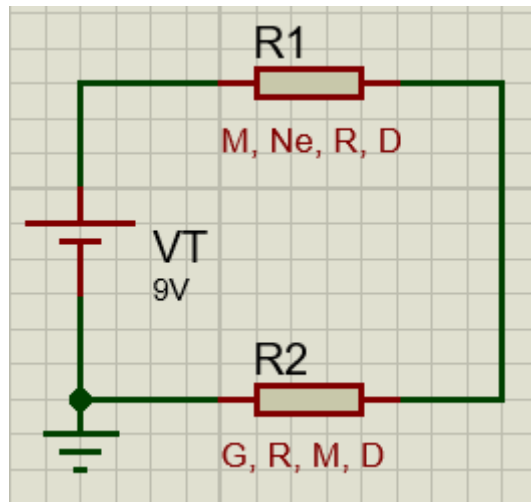
- Realizar diagrama de flujo.
- Hacer el código del programa y esquema de conexión en Tinkercad.
- Ensayar el circuito en protoboard y utilizar el Arduino con su IDE.

Prácticas de circuitos – 3er año

Por cada circuito se deberán realizar las siguientes actividades:

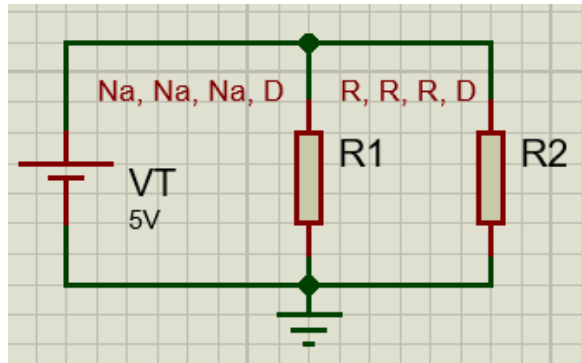
1. Cálculos teóricos de las consignas requeridas
2. Simulación en Proteus del circuito para comprobar resultados.
3. Armado del circuito en protoboard y medir los parámetros con el multímetro.
4. Diseño del circuito PCB con Proteus.

1)



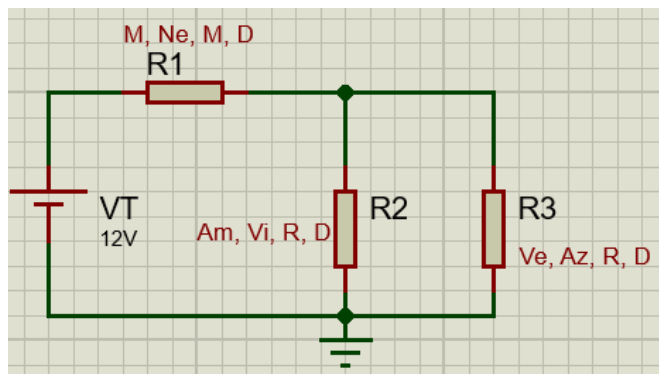
Valor teórico	Rango de tolerancia	Valor medido	Potencia
$R_1 =$			$P_{R1} =$
$R_2 =$			$P_{R2} =$
$R_T =$	X		$P_{TOT} =$
$I_T =$	X		X
$V_{R1} =$	X		X
$V_{R2} =$	X		X

2)



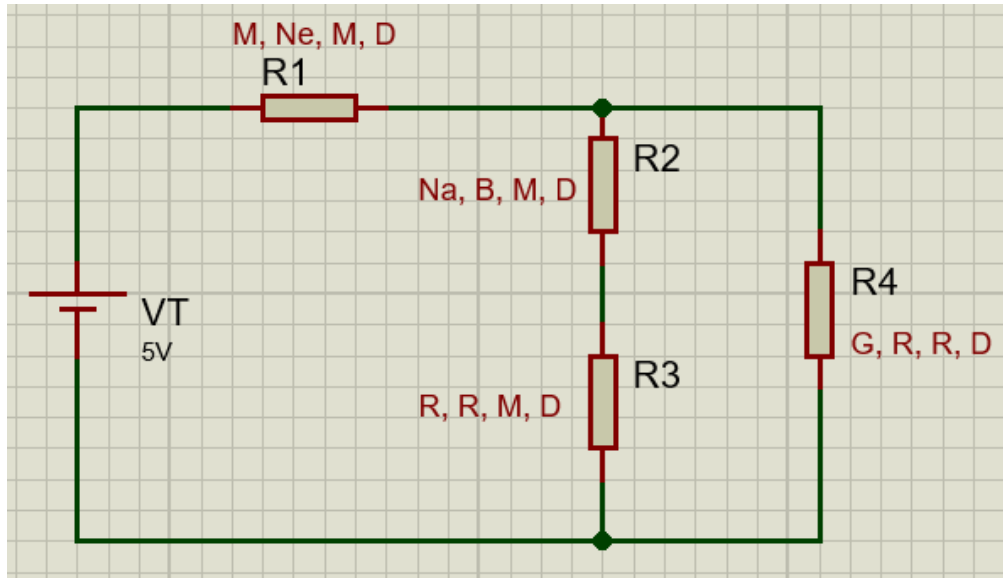
Valor teórico	Rango de tolerancia	Valor medido	Potencia
$R_1 =$			$P_{R1} =$
$R_2 =$			$P_{R2} =$
$R_T =$	X		$P_{TOT} =$
$I_T =$	X		X
$V_{R1} =$	X		X
$V_{R2} =$	X		X
$I_1 =$	X		X
$I_2 =$	X		X

3)



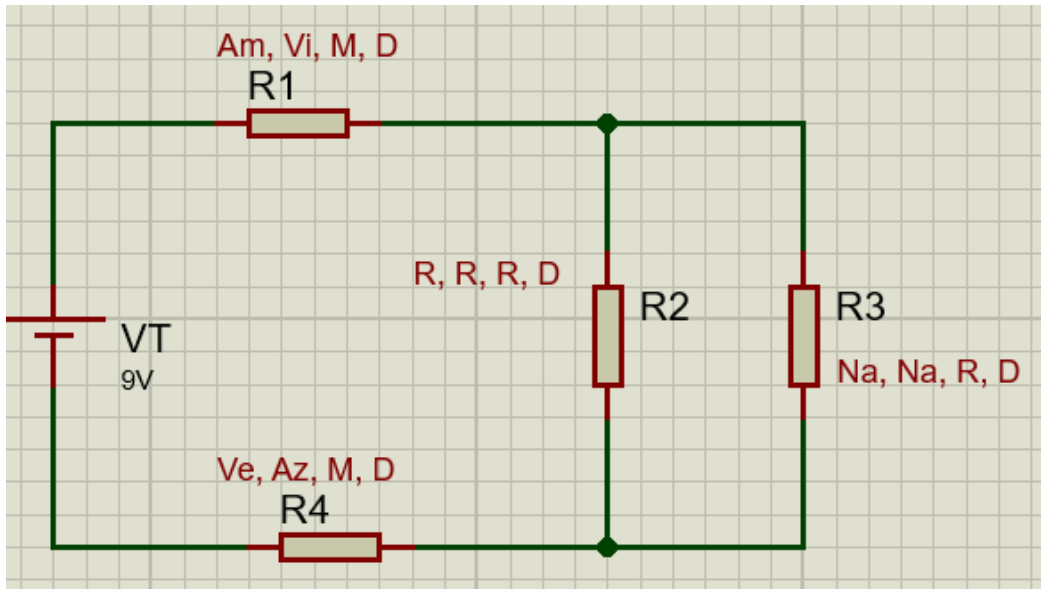
Valor teórico	Rango de tolerancia	Valor medido	Potencia
$R_1 =$			$P_{R1} =$
$R_2 =$			$P_{R2} =$
$R_3 =$			$P_{R3} =$
$R_T =$	X		$P_{TOT} =$
$I_T =$	X		X
$V_{R1} =$	X		X
$V_{R2} =$	X		X
$V_{R3} =$	X		X
$I_2 =$	X		X
$I_3 =$	X		X

4)



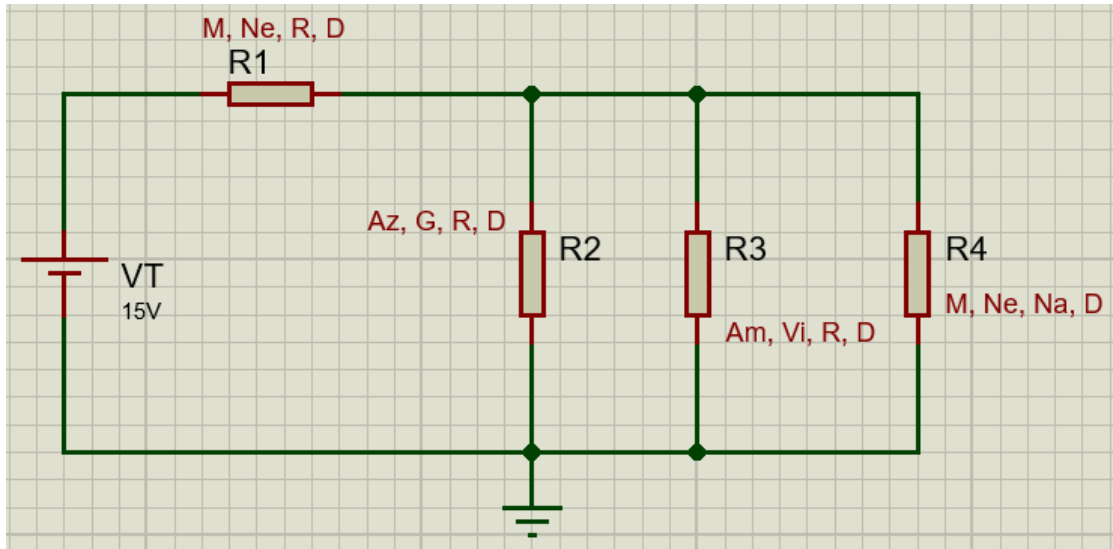
Valor teórico	Rango de tolerancia	Valor medido	Potencia
$R_1 =$			$P_{R1} =$
$R_2 =$			$P_{R2} =$
$R_3 =$			$P_{R3} =$
$R_4 =$			$P_{R4} =$
$R_T =$	X		$P_{TOT} =$
$I_T =$	X		X
$V_{R1} =$	X		X
$V_{R2} =$	X		X
$V_{R3} =$	X		X
$V_{R4} =$	X		X
$I_{23} =$	X		X
$I_4 =$	X		X

5)



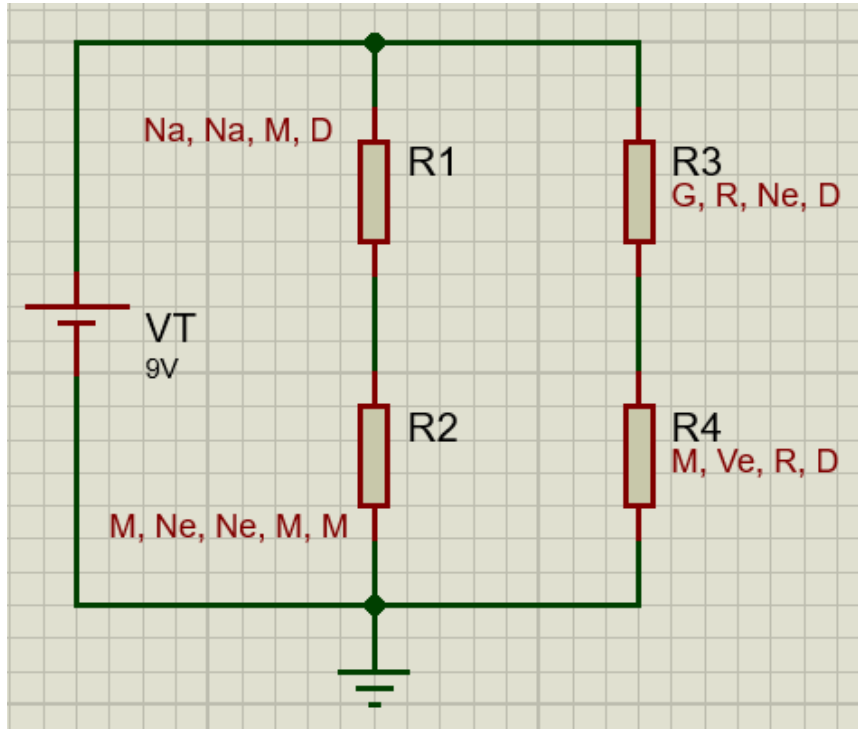
Valor teórico	Rango de tolerancia	Valor medido	Potencia
$R_1 =$			$P_{R1} =$
$R_2 =$			$P_{R2} =$
$R_3 =$			$P_{R3} =$
$R_4 =$			$P_{R4} =$
$R_T =$	X		$P_{TOT} =$
$I_T =$	X		X
$V_{R1} =$	X		X
$V_{R2} =$	X		X
$V_{R3} =$	X		X
$V_{R4} =$	X		X
$I_2 =$	X		X
$I_3 =$	X		X

6)



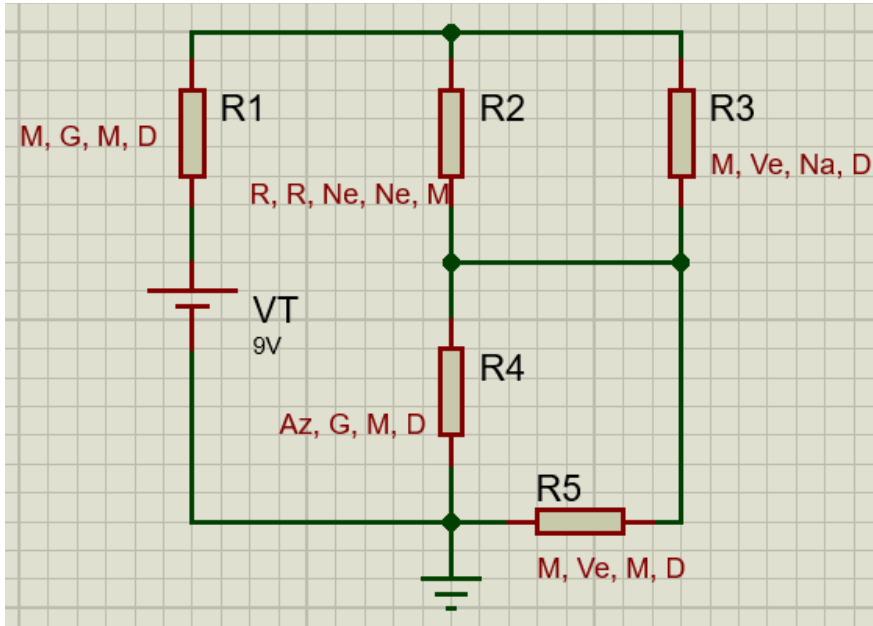
Valor teórico	Rango de tolerancia	Valor medido	Potencia
$R_1 =$			$P_{R1} =$
$R_2 =$			$P_{R2} =$
$R_3 =$			$P_{R3} =$
$R_4 =$			$P_{R4} =$
$R_T =$	X		$P_{TOT} =$
$I_T =$	X		X
$V_{R1} =$	X		X
$V_{R2} =$	X		X
$V_{R3} =$	X		X
$V_{R4} =$	X		X
$I_2 =$	X		X
$I_3 =$	X		X
$I_4 =$	X		X

7)



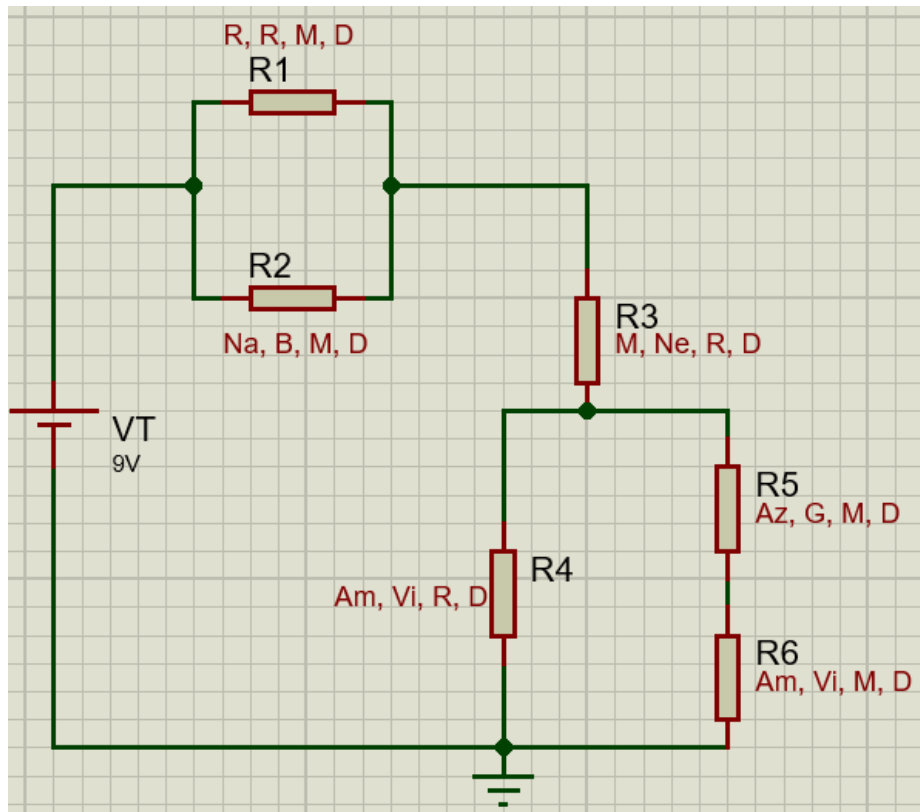
Valor teórico	Rango de tolerancia	Valor medido	Potencia
$R_1 =$			$P_{R1} =$
$R_2 =$			$P_{R2} =$
$R_3 =$			$P_{R3} =$
$R_4 =$			$P_{R4} =$
$R_T =$	X		$P_{TOT} =$
$I_T =$	X		X
$V_{R1} =$	X		X
$V_{R2} =$	X		X
$V_{R3} =$	X		X
$V_{R4} =$	X		X
$I_{12} =$	X		X
$I_{34} =$	X		X

8)



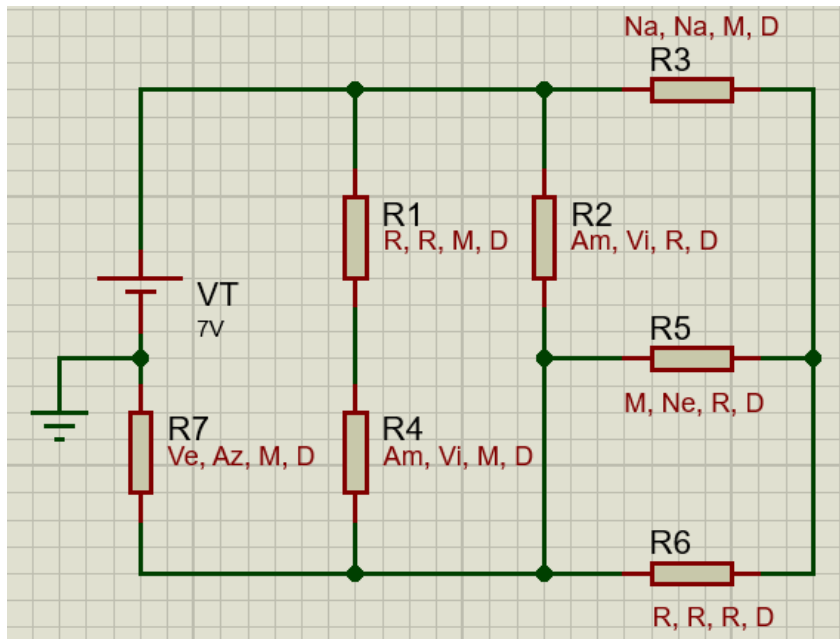
Valor teórico	Rango de tolerancia	Valor medido	Potencia
$R_1 =$			$P_{R1} =$
$R_2 =$			$P_{R2} =$
$R_3 =$			$P_{R3} =$
$R_4 =$			$P_{R4} =$
$R_5 =$			$P_{R5} =$
$R_T =$	X		$P_{TOT} =$
$I_T =$	X		X
$V_{R1} =$	X		X
$V_{R2} =$	X		X
$V_{R3} =$	X		X
$V_{R4} =$	X		X
$V_{R5} =$	X		X
$I_2 =$	X		X
$I_3 =$	X		X
$I_4 =$	X		X
$I_5 =$	X		X

9)



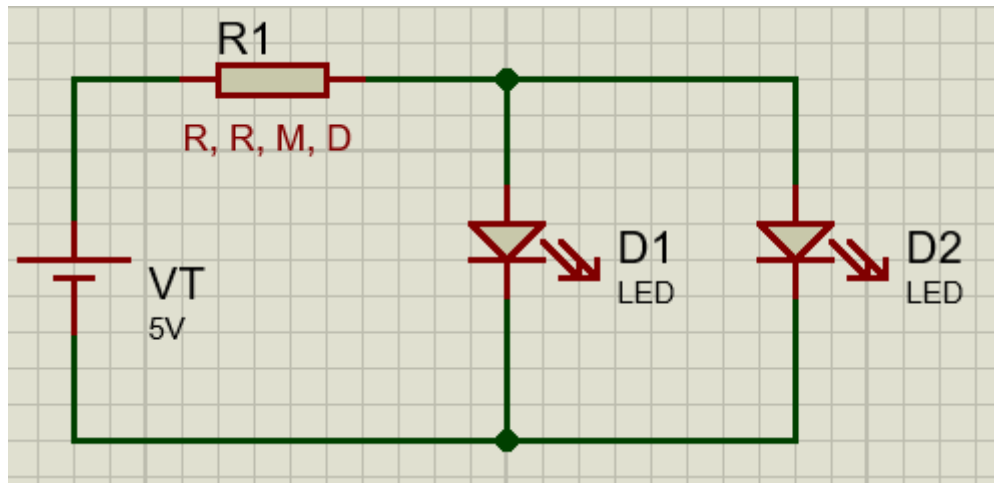
Valor teórico	Rango de tolerancia	Valor medido	Potencia
$R_1 =$			$P_{R1} =$
$R_2 =$			$P_{R2} =$
$R_3 =$			$P_{R3} =$
$R_4 =$			$P_{R4} =$
$R_5 =$			$P_{R5} =$
$R_6 =$			$P_{R6} =$
$R_T =$	X		$P_{TOT} =$
$I_T =$	X		X
$V_{R1} =$	X		X
$V_{R2} =$	X		X
$V_{R3} =$	X		X
$V_{R4} =$	X		X
$V_{R5} =$	X		X
$V_{R6} =$	X		X
$I_1 =$	X		X
$I_2 =$	X		X
$I_3 =$	X		X
$I_4 =$	X		X
$I_5 =$	X		X
$I_6 =$	X		X

10)



Valor teórico	Rango de tolerancia	Valor medido	Potencia
$R_1 =$			$P_{R1} =$
$R_2 =$			$P_{R2} =$
$R_3 =$			$P_{R3} =$
$R_4 =$			$P_{R4} =$
$R_5 =$			$P_{R5} =$
$R_6 =$			$P_{R6} =$
$R_7 =$			$P_{R7} =$
$R_T =$	X		$P_{TOT} =$
$I_T =$	X		X
$V_{R1} =$	X		X
$V_{R2} =$	X		X
$V_{R3} =$	X		X
$V_{R4} =$	X		X
$V_{R5} =$	X		X
$V_{R6} =$	X		X
$V_{R7} =$	X		X
$I_1 =$	X		X
$I_2 =$	X		X
$I_3 =$	X		X
$I_4 =$	X		X
$I_5 =$	X		X
$I_6 =$	X		X
$I_7 =$	X		X

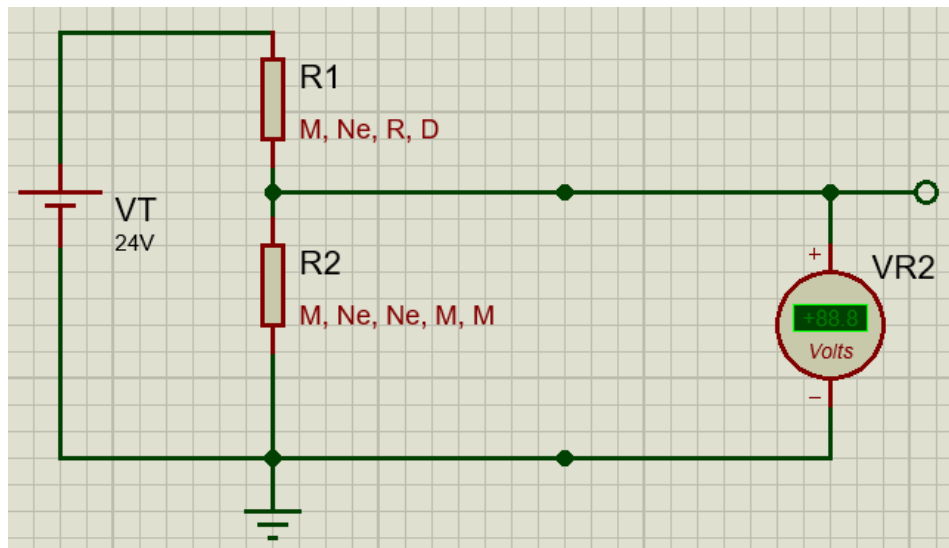
11)



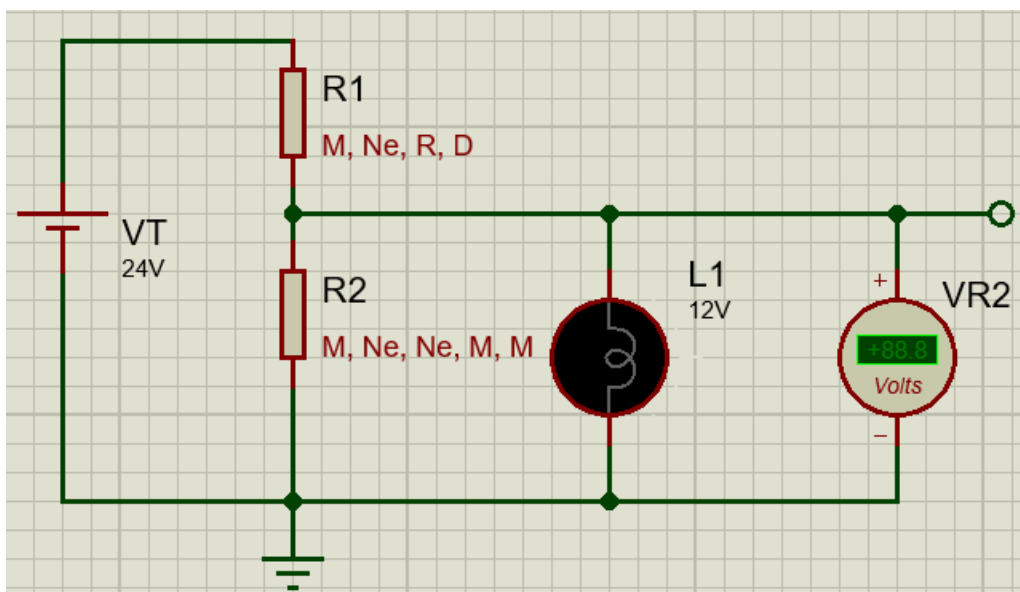
- Averiguar: V_{D1} , V_{D2} , V_{R1} , I_T , I_{D1} , I_{D2}

12)

a) En el siguiente circuito, ¿cuánto medirá el voltímetro V_{R2} ? Justificar

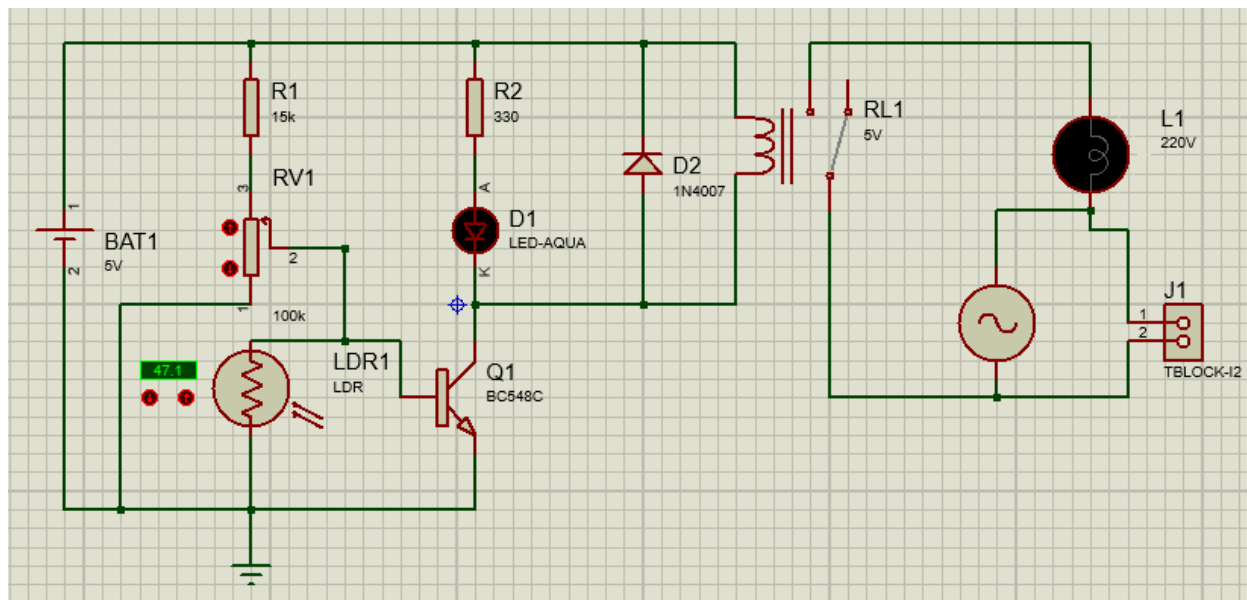


b) Si conectamos una lámpara de 12V en lugar del voltímetro, ¿encenderá o no?. Justificar.

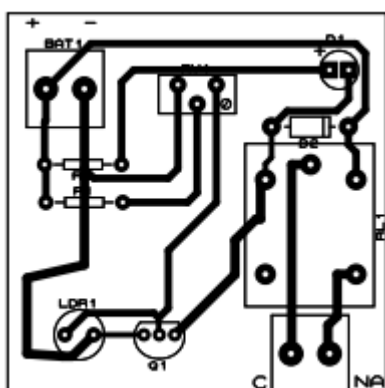


Trabajos Prácticos – Taller 2do año

1) Interruptor Crepuscular



Diseño (escala 1:1)



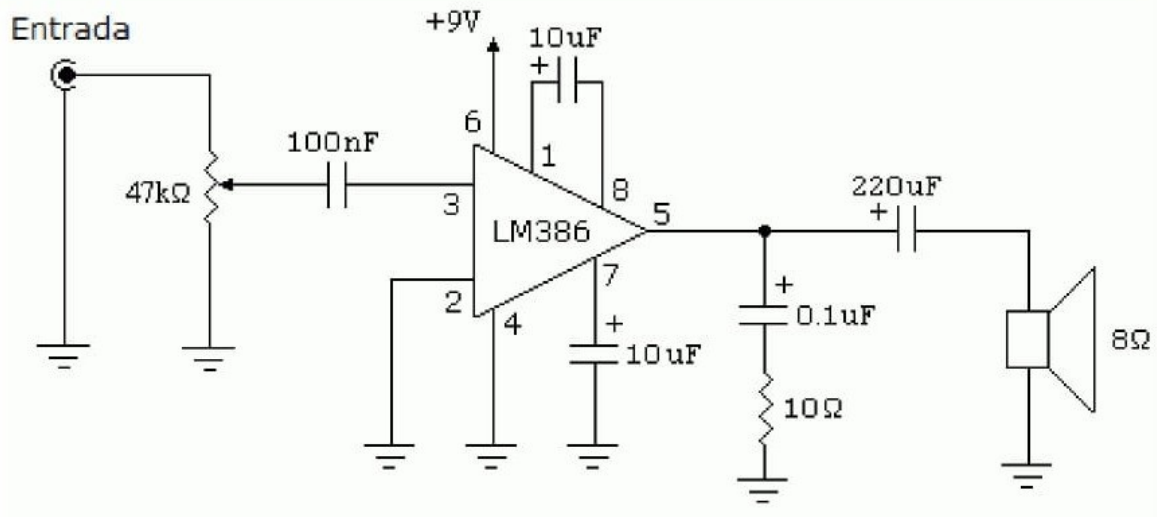
Conceptos trabajados:

- Tipos de resistencias (fijas, variables y dependientes).
- Ley de Ohm (cálculo de resistencia limitadora para el LED).
- Diodo semiconductor (impide la corriente en un sentido para protección del relé).
- Mediciones básicas con multímetro digital (V, I, R).
- Pasaje de unidades del Sistema Internacional (para comprender las mediciones con el multímetro).
- Conexión y funcionamiento del diodo LED.
- Ensayo de circuito en protoboard.
- Diseño y construcción de una placa PCB.
- Técnicas de soldadura.

Lista de materiales por unidad

- 1 x R15K
- 1 x R330Ω
- 1 x Preset 100K
- 1 x LDR 5mm
- 1 x Transistor (Q1) BC548
- 1 x Diodo LED (D1) 5mm
- 1 x Diodo (D2) 1N4007
- 1 x Bornera 2 contactos para circuito impreso
- 1 x Pin micro usb
- 1 x Relé (RL1) 5V / 10A
- Placa Pertinax 50 x 50mm

2) Amplificador de sonido (opcional)



Conceptos trabajados:

- Tipos de capacitores y resistencias. Mediciones.
- Pasajes de unidades del Sistema Internacional.
- Armado de circuito en protoboard.
- Mediciones generales de V, I, R.

Lista de materiales por unidad

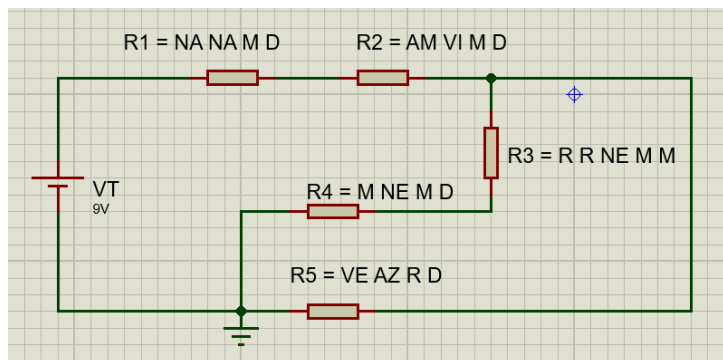
- 1 x R10Ω
- 1 x Preset 47K
- 1 x Cap. 0.1μF 16V
- 2 x Cap. 10μF 16V
- 1 x Cap. 220μF 16V
- 1 x Cap. 100nF 250V
- 1 x LM386
- 1 x Speaker 8Ω 2W

Trabajos Prácticos – Taller 3er año

Trabajo Práctico N°1: Conceptos básicos

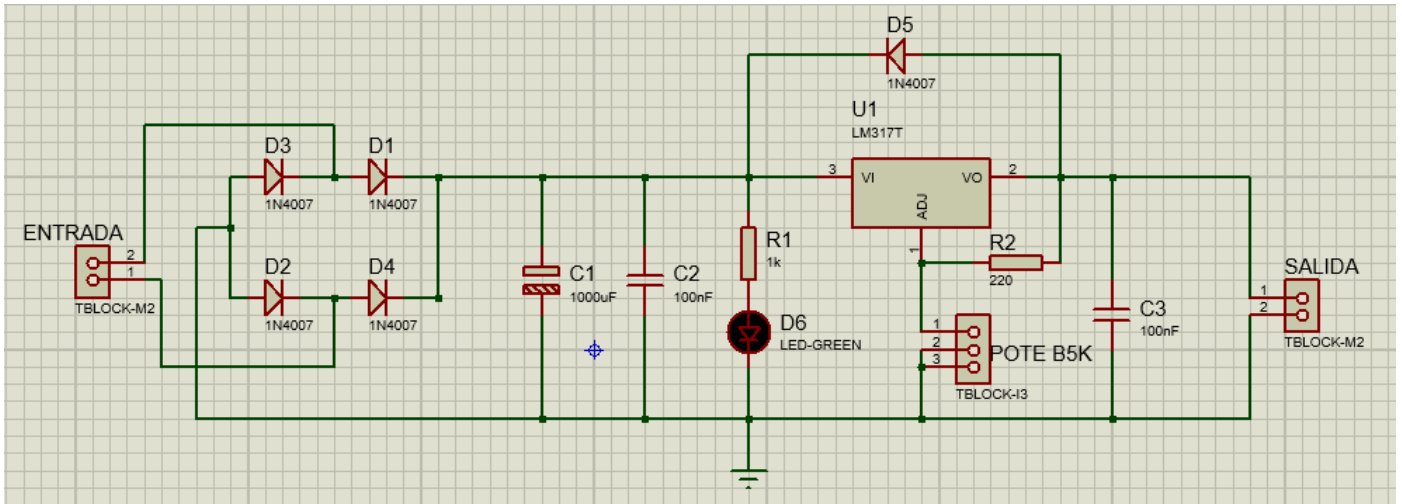
1. Resolver el siguiente ejercicio realizando por orden los siguientes pasos:

- a) Resolver teóricamente las incógnitas.
- b) Simular el circuito en Proteus colocando los amperímetros y voltímetros para corroborar los resultados con los obtenidos en el paso a).
- c) Armar el circuito en protoboard y medir con el multímetro.
- d) Diseñar el circuito PCB utilizando las resistencias de forma ordenada.



Valor Teórico	Rango de tolerancia	Valor medido	Potencia
R1=			
R2=			
R3=			
R4=			
R5=			
RT=			$P_{TOT} =$
IT=			X
I34=			X
I5=			X
VR1=			X
VR2=			X
VR3=			X
VR4=			X
VR5=			X

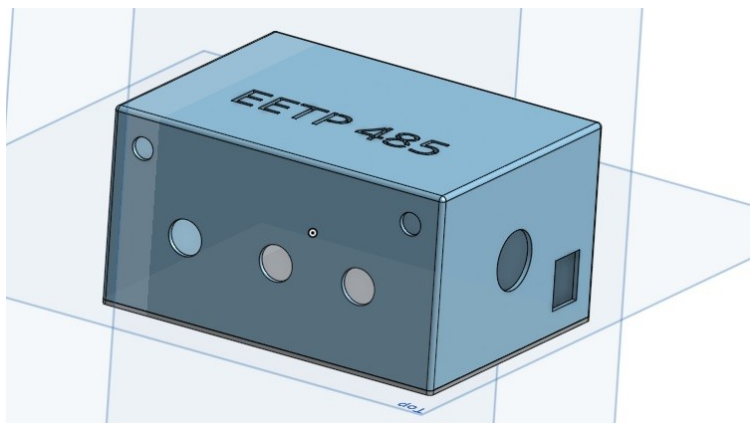
Trabajo Práctico N°2: Fuente Lineal regulada y ajustable



Conceptos trabajados:

- Tipos de resistencias y capacitores. Mediciones.
- Ley de Ohm (cálculo de resistencia limitadora para el LED).
- Fundamentos de la tensión y corriente alterna.
- Fundamentos de los semiconductores: el diodo rectificador y el diodo LED.
- Aplicaciones del diodo: rectificador de onda completa tipo puente con filtro.
- Regulador de voltaje, funcionamiento, conexión y ensayo.
- Armado de circuito en protoboard.
- Mediciones generales con multímetro digital (V, I, R). Comprobación del estado de los diodos.
- Pasaje de unidades del Sistema Internacional (para interpretar mediciones).
- Medición con Osciloscopio.
- Diseño y construcción de PCB. Montaje en gabinete.
- Impresión 3D del gabinete.
- Técnicas de soldadura.

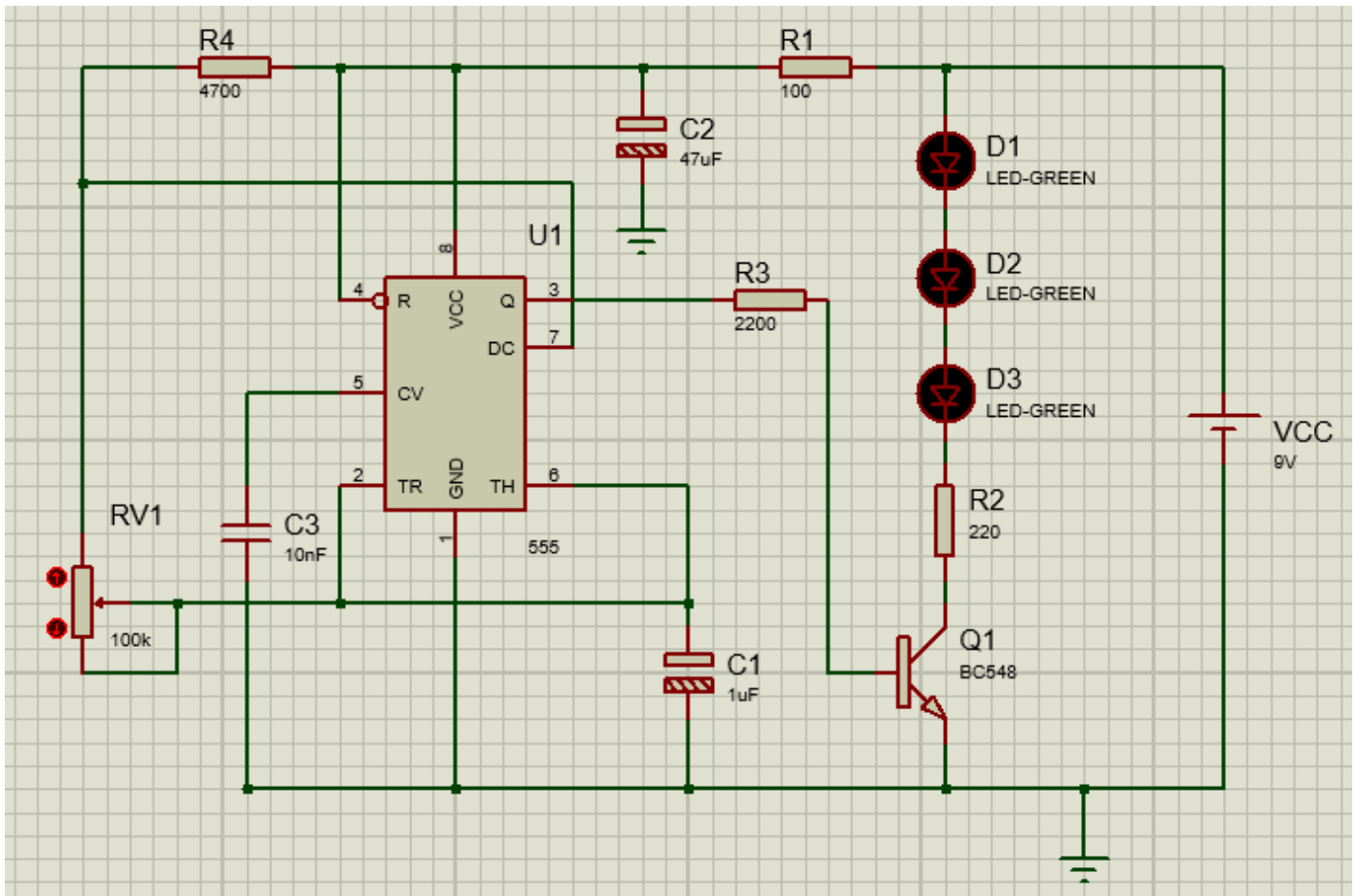
Gabinete:



Lista de materiales por unidad

- 1 x R220 Ω
- 1 x R1K
- 1 x Potenciómetro 5K lineal.
- 1 x Cap. 1000 μ F x 50V
- 2 x Cap. 100nF x 250V
- 5 x 1N4007
- 1 x LM317T
- 1 x Bornera roja tipo banana para gabinete
- 1 x Bornera negra tipo banana para gabinete.
- 2 x Borneras 2 vías p/circuito impreso.
- 1 x Fusible 1A.
- 1 x Portafusible para gabinete.
- 1 x Portaled 5mm para gabinete.
- 1 x LED 5mm verde.
- 1 x Llave interruptora 250V 3A para gabinete.
- 1 x Jack 5.5 hembra.
- 1 x Placa Pertinax de 50 x 50 mm.

Trabajo Práctico N°3: Luces estroboscópicas



Conceptos trabajados:

- Ley de Ohm. Resistencia limitadora de los LEDs.
- Tipos y medición de capacitores.
- Tipos y medición de resistencias.
- Mediciones de V, I, R (con multímetro digital).
- Medición del pulso generado por el 555 con el osciloscopio.
- Presentación del transistor BJT como llave electrónica.
- Presentación del circuito integrado 555.

Listado de materiales:

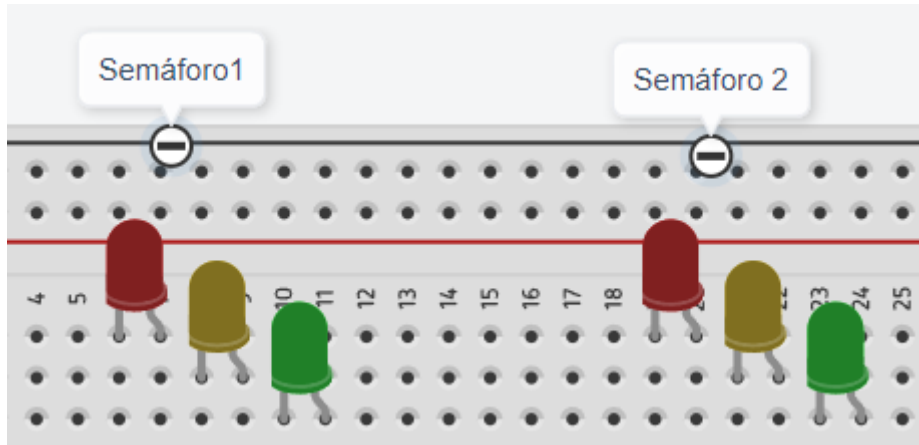
- 1 x Circuito integrado NE555
- 1 x Zócalo DIL8
- 1 x R4K7 1 x R2K2 1 x R100Ω 1 x R220Ω
- 1 x Preset B100k
- 1 x Capacitor electrolítico 1uf x 25v
- 1 x Capacitor electrolítico 47uf x 25v
- 1 x Capacitor poliéster de 100nf
- 3 x LEDs de alta luminosidad (blancos o de colores) 5mm
- 1 x Transistor BC548
- 1 x Plaqueta de pertinax de 5 x 5cm

Trabajo práctico N°4: Semáforo en Arduino

Realizar un programa en Arduino que simule el funcionamiento de un semáforo de dos vías (dos calles) que cumple lo siguiente:

Al iniciar el Arduino el sistema deberá:

- Encender dos luces amarillas que funcionan en intermitente durante 5 segundos.
- Se apagan las amarillas intermitentes y se encienden dos luces rojas permanentes durante 5 segundos que ordena el tránsito.
- Luego comienza el semáforo que deberá funcionar cíclicamente:



- a) Rojo1, Amarillo1, Rojo2 – 1 segundo
 - b) Verde1, Rojo2 – 10 segundos
 - c) Amarillo1, Rojo2 – 1 segundo
 - d) Rojo1, Rojo2, Amarillo2 – 1 segundos
 - e) Rojo1, Verde2 – 10 segundos
 - f) Rojo1, Amarillo2 – 1 segundo
 - g) Vuelve al paso a) y se repite cíclicamente.
- Simular en Tinkercad.
 - Armar en protoboard.

Bibliografía

- ARTERO, Óscar. *Arduino. Curso práctico de formación*. Alfaomega. México. 2013.

[Descarga](#)

- FLOYD, Thomas. *Dispositivos electrónicos. Octava edición*. Pearson Education. México. 2008.

[Descarga](#)

- FLOYD, Thomas. *Principios de circuitos eléctricos. Octava edición*. Pearson Education. México. 2007.

[Descarga](#)

- MALVINO, Albert; BATES, David. *Principios de Electrónica. Séptima edición*. McGraw-Hill/Interamericana de España. Madrid. 2007.

[Descarga](#)

Anexo: Datasheet

CARBON FILM POTENTIOMETER

RM065 RM063



FEATURE

- 6mm / Single-Turn / Carbon Film
- Phenolic Base / Resin Mold
- Open Frame / PC Board Stand-offs
- Enclosed Cover



ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Standard Resistance Range	10 to 1M ohm(see standard resistance table)
Resistance Tolerance	± 30%
Contact Resistance Variation	R<1K ohm: 30 ohm max. R>1K ohm: 3% max.
Resolution	Infinite
Rotational Angle	210° ± 20°
Resistance Taper	Linear (B)

ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS

	0.1W (at 50°C)
Max Operating Voltage	50V/DC (100-500K ohm) 25V/DC (>500K ohm)
Operating Temperature Range	-10°C to +70°C
Rotational Life	20±2 cycles

PHYSICAL CHARACTERISTICS

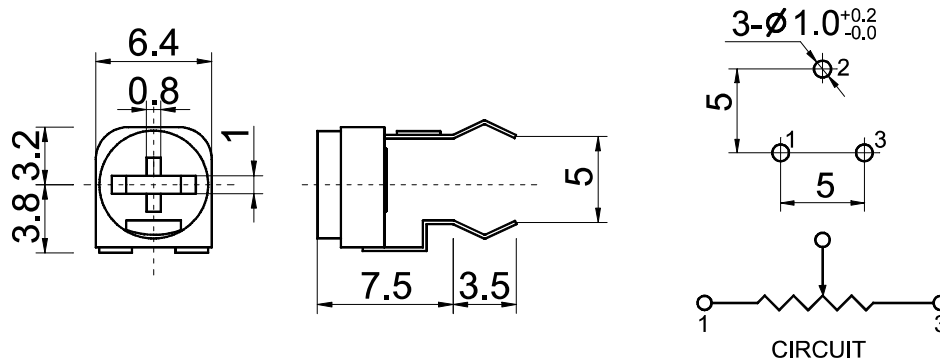
Rotational Torque	20-250 g-cm
Stop Strength	>350 g-cm
Terminals	Solderable pins
Marking	Resistance code

STANDARD RESISTANCE TABLE

Resistance (Ohms)	Resistance Code	Resistance (Ohms)	Resistance Code
100	101	20,000	203
200	201	50,000	503
500	501	100,000	104
1,000	102	200,000	204
2,000	202	500,000	504
5,000	502	1,000,000	105
10,000	103		

Special resistance available

OUTLINE DIMENSIONS

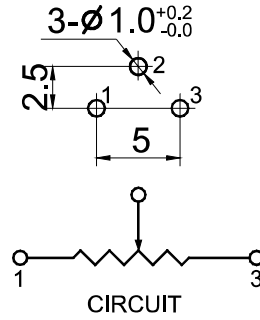
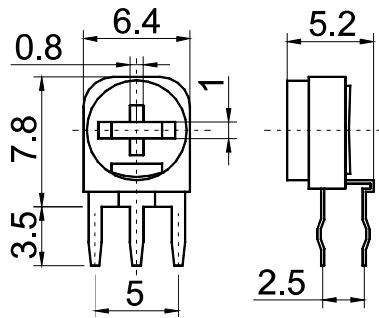


RM-065

Specifications are subject to change without notice.

CARBON FILM POTENTIOMETER

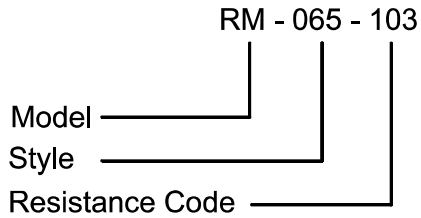
RM065 RM063



RM-063

Unit: mm Tolerance: ± 0.25 if not specified

HOW TO ORDER



Specifications are subject to change without notice.

TO : _____

DATE : _____

LDR CdS PHOTO CELL

SPECIFICATION

MODEL NO. N5AC-501085

Absolute Maximum Ratings

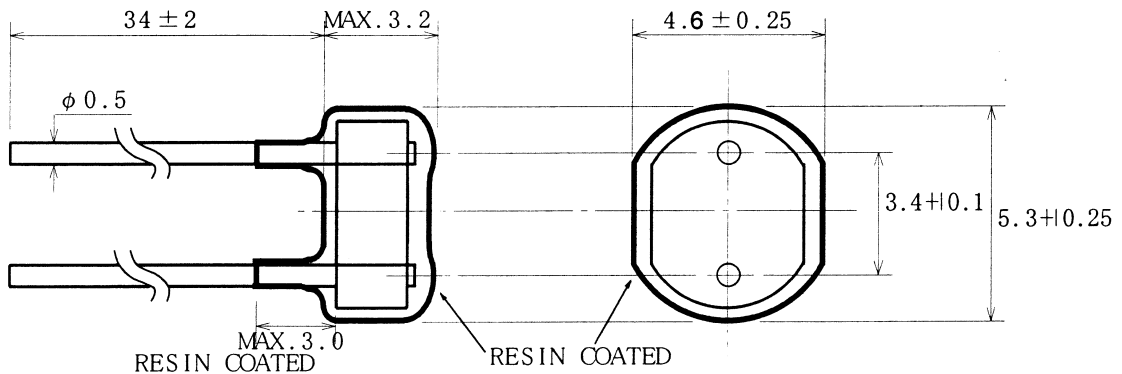
Allowable Power Dissipation (P_D) 50 mW (Derate above 25°C : 1.0 mW/°C)
 Maximum Applied Voltage (V_{MAX}) 100 V_{DC}
 Ambient Temperature Range (T_A) -30 ~ +60 °C

Photo-electric Characteristics (at 25°C)

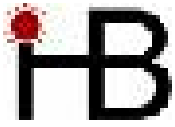
PARAMETER	SYMBOL	M N.	MAX.	UNI TS
Light Resistance at 10 Lux	R_L	50	100	k Ω
Gamma Value at 10~100 Lux	γ	0.85(Typ.)		—
Dark Resistance (10 sec. after shut off 10 Lux)	R_D	5	—	M Ω
Peak Spectral Response	λ_P	550	650	nm

※ Pre-measurement condition : Exposed in 500 lux for more than 3 hours.

Dimensions (unit : mm)



LDR CdS PHOTO CELL MODEL NO. N5AC-501085	PAGE 1/1	SPEC. NO. NCS-950203-01	REV. A
	• NIPPON CERAMIC CO., LTD.		
	APPROVED BY		CHECKED BY



Part No./型号: **530PWO4C**



ATTENTION
OBSERVE PRECAUTIONS
FOR HANDLING
ELECTROSTATIC
DISCHARGE
SENSITIVE
DEVICES

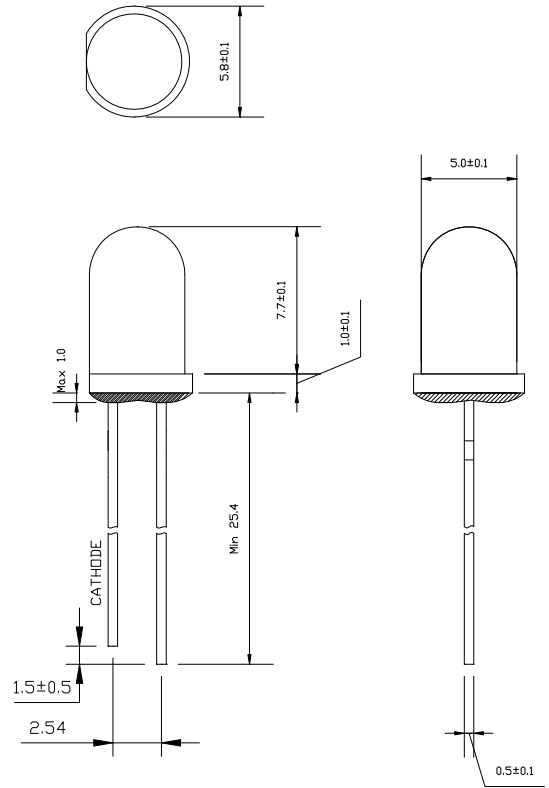
Features/特征:

- Single color/特征
- High bright output/高亮度输出
- Low power consumption/低功耗
- High reliability and long life/可靠性高、寿命长
- Low brightness declines/低光衰

Descriptions/描述:

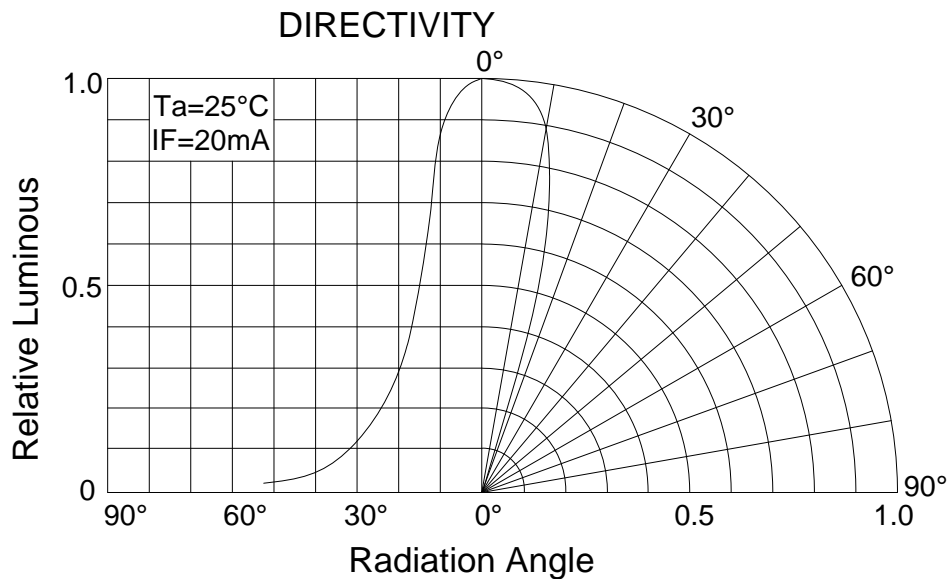
- Dice material/芯片材质: GaInN
- Emitting Color/发光颜色:
Super Bright White/高亮度白色
- Device Outline/产品外形:
φ5mm Round Type/5mm 圆形
- Lens Type/胶体颜色: Water Clear/无色透明

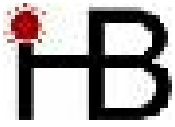
Directivity/指向特性:



NOTE/注意:

- All dimensions are millimeters/单位: mm
- Tolerance is ± 0.25 mm unless otherwise noted/没有标注的公差为 ± 0.25 mm





Part No./型号: **530PWO4C**

Absolute maximum ratings/极限参数 (Ta = 25°C)

Parameter 参数	Symbol 符号	Test Condition 测试条件	Value 数值		Unit 单位
			Min.	Max.	
Reverse Voltage 反向电压	V _R	I _R = 30 μA	5	--	V
Forward Current 正向工作电流	I _F	----	----	25	mA
Power Dissipation 损耗功率	P _d	----	----	108	mW
Pulse Current 正向峰值电流	I _{peak}	Duty=0.1mS, 1kHz	----	100	mA
Operating Temperature 工作温度范围	T _{opr}	----	-40	+85	°C
Storage Temperature 储存温度范围	T _{str}	----	-40	+100	°C

Electrical and optical characteristics /光电参数 (Ta = 25°C)

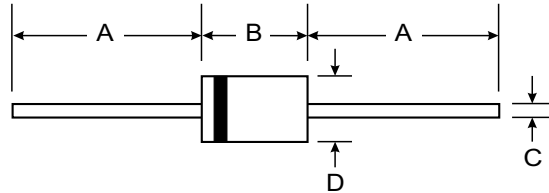
Parameter 参数	Symbol 符号	Test Condition 测试条件	Value 数值			Unit 单位
			Min.	Typ.	Max.	
Forward Voltage 正向电压	V _F	I _F = 20mA	----	3.2	3.6	V
Reverse Current 反向电流	I _R	V _R = 5V	----	----	30	μA
Luminous Intensity 发光强度	I _v	I _F = 20mA	----	8000	----	mcd
Viewing Angle 指向角度	2θ 1/2	I _F = 20mA	24		30	Deg.

Luminous Intensity Bins Chart/发光强度分档 (Ta = 25°C)

Bin	V	W	X	Y	Z1
Min	2000	3000	4000	6000	8000
Max	3000	4000	6000	8000	10000

Features

- Diffused Junction
- High Current Capability and Low Forward Voltage Drop
- Surge Overload Rating to 30A Peak
- Low Reverse Leakage Current
- Plastic Material: UL Flammability Classification Rating 94V-0



Mechanical Data

- Case: Molded Plastic
- Terminals: Plated Leads Solderable per MIL-STD-202, Method 208
- Polarity: Cathode Band
- Weight: DO-41 0.30 grams (approx)
A-405 0.20 grams (approx)
- Mounting Position: Any
- Marking: Type Number

Dim	DO-41 Plastic		A-405	
	Min	Max	Min	Max
A	25.40	—	25.40	—
B	4.06	5.21	4.10	5.20
C	0.71	0.864	0.53	0.64
D	2.00	2.72	2.00	2.70

All Dimensions in mm

"L" Suffix Designates A-405 Package
No Suffix Designates DO-41 Package

Maximum Ratings and Electrical Characteristics @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified

Single phase, half wave, 60Hz, resistive or inductive load.
For capacitive load, derate current by 20%.

Characteristic	Symbol	1N 4001/L	1N 4002/L	1N 4003/L	1N 4004/L	1N 4005/L	1N 4006/L	1N 4007/L	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage	V_{RRM}	50	100	200	400	600	800	1000	V
Working Peak Reverse Voltage	V_{RWM}								
DC Blocking Voltage	V_R								
RMS Reverse Voltage	$V_{R(RMS)}$	35	70	140	280	420	560	700	V
Average Rectified Output Current (Note 1) @ $T_A = 75^\circ\text{C}$	I_o	1.0							A
Non-Repetitive Peak Forward Surge Current 8.3ms single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC Method)	I_{FSM}	30							A
Forward Voltage @ $I_F = 1.0\text{A}$	V_{FM}	1.0							V
Peak Reverse Current @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ at Rated DC Blocking Voltage @ $T_A = 100^\circ\text{C}$	I_{RM}	5.0 50							μA
Typical Junction Capacitance (Note 2)	C_j	15				8			pF
Typical Thermal Resistance Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	100							K/W
Maximum DC Blocking Voltage Temperature	T_A	+150							$^\circ\text{C}$
Operating and Storage Temperature Range (Note 3)	T_j, T_{STG}	-65 to +175							$^\circ\text{C}$

- Notes:
1. Leads maintained at ambient temperature at a distance of 9.5mm from the case.
 2. Measured at 1. MHz and applied reverse voltage of 4.0V DC.
 3. JEDEC Value.

SONGLE RELAY

	<p>RELAY ISO9002</p>	<p>SRD</p>
---	----------------------	-------------------



1. MAIN FEATURES

- Switching capacity available by 10A in spite of small size design for highdensity P.C. board mounting technique.
- UL,CUL,TUV recognized.
- Selection of plastic material for high temperature and better chemical solution performance.
- Sealed types available.
- Simple relay magnetic circuit to meet low cost of mass production.

2. APPLICATIONS

- Domestic appliance, office machine, audio, equipment, automobile, etc.
(Remote control TV receiver, monitor display, audio equipment high rushing current use application.)

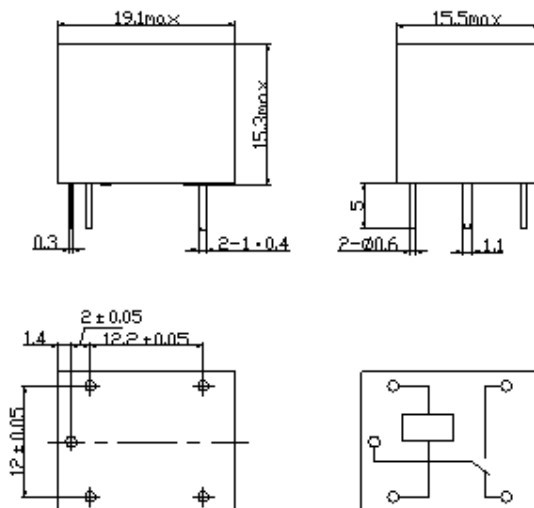
3. ORDERING INFORMATION

SRD	XX VDC	S	L	C
Model of relay	Nominal coil voltage	Structure	Coil sensitivity	Contact form
SRD	03、05、06、09、12、24、48VDC	S:Sealed type	L:0.36W	A:1 form A
		F:Flux free type	D:0.45W	B:1 form B C:1 form C

4. RATING

CCC	FILE NUMBER:CH0052885-2000	7A/240VDC
CCC	FILE NUMBER:CH0036746-99	10A/250VDC
UL/CUL	FILE NUMBER: E167996	10A/125VAC 28VDC
TUV	FILE NUMBER: R9933789	10A/240VAC 28VDC

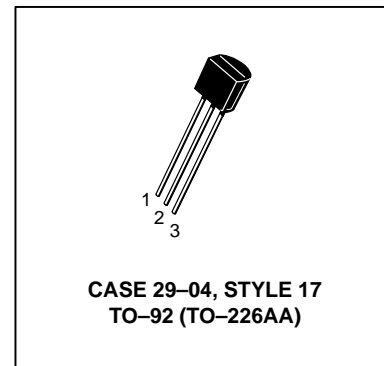
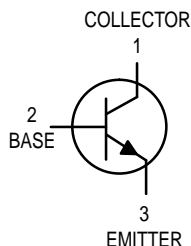
5. DIMENSION (unit:mm) DRILLING (unit:mm) WIRING DIAGRAM



Amplifier Transistors

NPN Silicon

BC546, B
BC547, A, B, C
BC548, A, B, C



MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	BC 546	BC 547	BC 548	Unit
Collector–Emitter Voltage	V_{CEO}	65	45	30	Vdc
Collector–Base Voltage	V_{CBO}	80	50	30	Vdc
Emitter–Base Voltage	V_{EBO}	6.0			Vdc
Collector Current — Continuous	I_C	100			mAdc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	625			mW
		5.0			mW/°C
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	1.5			Watt
		12			mW/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	–55 to +150			°C

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	200	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	°C/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
----------------	--------	-----	-----	-----	------

OFF CHARACTERISTICS

Collector–Emitter Breakdown Voltage ($I_C = 1.0\text{ mA}, I_B = 0$)	BC546	$V_{(BR)CEO}$	65	—	—	V
	BC547		45	—	—	
	BC548		30	—	—	
Collector–Base Breakdown Voltage ($I_C = 100\text{ }\mu\text{Adc}$)	BC546	$V_{(BR)CBO}$	80	—	—	V
	BC547		50	—	—	
	BC548		30	—	—	
Emitter–Base Breakdown Voltage ($I_E = 10\text{ }\mu\text{A}, I_C = 0$)	BC546	$V_{(BR)EBO}$	6.0	—	—	V
	BC547		6.0	—	—	
	BC548		6.0	—	—	
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 70\text{ V}, V_{BE} = 0$) ($V_{CE} = 50\text{ V}, V_{BE} = 0$) ($V_{CE} = 35\text{ V}, V_{BE} = 0$) ($V_{CE} = 30\text{ V}, T_A = 125^\circ\text{C}$)	BC546	I_{CES}	—	0.2	15	nA
	BC547		—	0.2	15	
	BC548		—	0.2	15	
	BC546/547/548		—	—	4.0	

LM117/LM317A/LM317

3-Terminal Adjustable Regulator

General Description

The LM117 series of adjustable 3-terminal positive voltage regulators is capable of supplying in excess of 1.5A over a 1.2V to 37V output range. They are exceptionally easy to use and require only two external resistors to set the output voltage. Further, both line and load regulation are better than standard fixed regulators. Also, the LM117 is packaged in standard transistor packages which are easily mounted and handled.

In addition to higher performance than fixed regulators, the LM117 series offers full overload protection available only in IC's. Included on the chip are current limit, thermal overload protection and safe area protection. All overload protection circuitry remains fully functional even if the adjustment terminal is disconnected.

Normally, no capacitors are needed unless the device is situated more than 6 inches from the input filter capacitors in which case an input bypass is needed. An optional output capacitor can be added to improve transient response. The adjustment terminal can be bypassed to achieve very high ripple rejection ratios which are difficult to achieve with standard 3-terminal regulators.

Besides replacing fixed regulators, the LM117 is useful in a wide variety of other applications. Since the regulator is "floating" and sees only the input-to-output differential volt-

age, supplies of several hundred volts can be regulated as long as the maximum input to output differential is not exceeded, i.e., avoid short-circuiting the output.

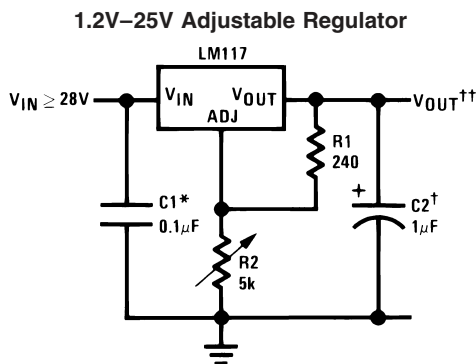
Also, it makes an especially simple adjustable switching regulator, a programmable output regulator, or by connecting a fixed resistor between the adjustment pin and output, the LM117 can be used as a precision current regulator. Supplies with electronic shutdown can be achieved by clamping the adjustment terminal to ground which programs the output to 1.2V where most loads draw little current.

For applications requiring greater output current, see LM150 series (3A) and LM138 series (5A) data sheets. For the negative complement, see LM137 series data sheet.

Features

- Guaranteed 1% output voltage tolerance (LM317A)
- Guaranteed max. 0.01%/V line regulation (LM317A)
- Guaranteed max. 0.3% load regulation (LM117)
- Guaranteed 1.5A output current
- Adjustable output down to 1.2V
- Current limit constant with temperature
- P+ Product Enhancement tested
- 80 dB ripple rejection
- Output is short-circuit protected

Typical Applications



00906301

Full output current not available at high input-output voltages

*Needed if device is more than 6 inches from filter capacitors.

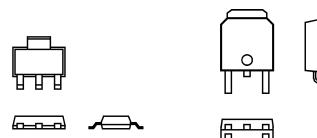
†Optional — improves transient response. Output capacitors in the range of 1μF to 1000μF of aluminum or tantalum electrolytic are commonly used to provide improved output impedance and rejection of transients.

$$V_{OUT} = 1.25V \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_{ADJ}(R_2)$$

LM117 Series Packages

Part Number Suffix	Package	Design Load Current
K	TO-3	1.5A
H	TO-39	0.5A
T	TO-220	1.5A
E	LCC	0.5A
S	TO-263	1.5A
EMP	SOT-223	1A
MDT	TO-252	0.5A

SOT-223 vs. D-Pak (TO-252) Packages



SOT-223

TO-252

00906354

Scale 1:1

LM555/NE555/SA555

Single Timer

Features

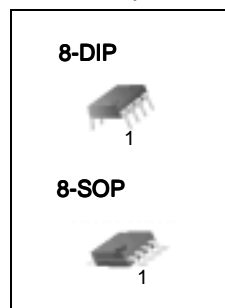
- High Current Drive Capability (200mA)
- Adjustable Duty Cycle
- Temperature Stability of 0.005%/°C
- Timing From μ Sec to Hours
- Turn off Time Less Than 2 μ Sec

Applications

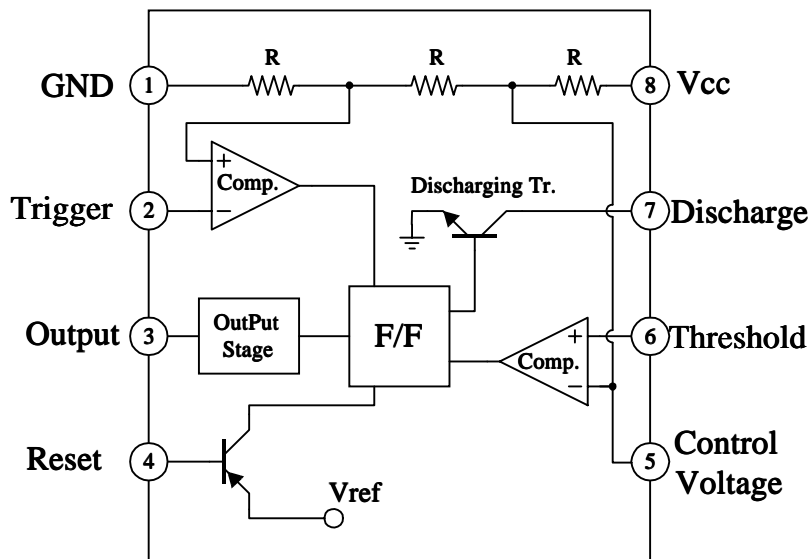
- Precision Timing
- Pulse Generation
- Time Delay Generation
- Sequential Timing

Description

The LM555/NE555/SA555 is a highly stable controller capable of producing accurate timing pulses. With a monostable operation, the time delay is controlled by one external resistor and one capacitor. With an astable operation, the frequency and duty cycle are accurately controlled by two external resistors and one capacitor.



Internal Block Diagram



Absolute Maximum Ratings (T_A = 25°C)

Parameter	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	V _{CC}	16	V
Lead Temperature (Soldering 10sec)	T _{LEAD}	300	°C
Power Dissipation	P _D	600	mW
Operating Temperature Range LM555/NE555 SA555	T _{OPR}	0 ~ +70 -40 ~ +85	°C
Storage Temperature Range	T _{STG}	-65 ~ +150	°C