

Introducción a la Electricidad

Serie Básica 101



Introducción a la Electricidad

Temario

Comenzaremos con una presentación general para que conozca los aspectos principales de estos dispositivos y sus partes. Después **estudiaremos con detalles cada uno de estos temas:**

Introducción a la Electricidad	4
Características	4
Corriente	4
Tensión	5
Resistencia	6
Repaso 1	8
Ley de Ohm	9
Circuitos de CD	9
Circuitos en Serie	9
Circuitos en Paralelo	11
Repaso 2	15
Tensión de CA	17
Magnetismo y Electromagnetismo	17
Corriente Alterna (CA)	19
Ondas Sinusoidales	19
CA vs. CD	21
Tensión de CA — Monofásica y Trifásica	21
Valores de Onda Sinusoidal	22
Repaso 3	24
Potencia Eléctrica	26
Cálculo de Potencia	26
Kilowatt	27
Repaso 4	28
Glosario	29
Respuestas del Repaso 1	31
Respuestas del Repaso 2	31
Respuestas del Repaso 3	31
Respuestas del Repaso 4	32

Introducción a la Electricidad

Bienvenido

Bienvenido al Módulo 2, Introducción a la Electricidad. Este módulo abarca los fundamentos de la electricidad de manera práctica, y no presenta teorías complejas ni cálculos matemáticos. Este módulo presenta varios temas que le serán de utilidad para los módulos posteriores.

Como los demás módulos en esta serie, este módulo presenta pequeñas secciones fáciles de manejar de material nuevo seguidas por una serie de preguntas sobre este material. Estudie cuidadosamente el material y después conteste las preguntas sin regresar a lo que usted acaba de leer. Usted será el mejor juez de qué tan bien asimila el material. Repase el material tan frecuentemente como lo considere necesario. Lo más importante es establecer una base sólida para poder pasar de tema en tema y de módulo en módulo.

Nota sobre las Fuentes

Los puntos principales se presentan en negritas.

Los elementos de *Glosario* se presentan en cursivas y son subrayados la primera vez que aparecen.

Viendo el Glosario

Las versiones impresas tienen el glosario al final del módulo. Usted puede también hojear el Glosario seleccionando con el mouse la marca de Glosario en el margen izquierdo.

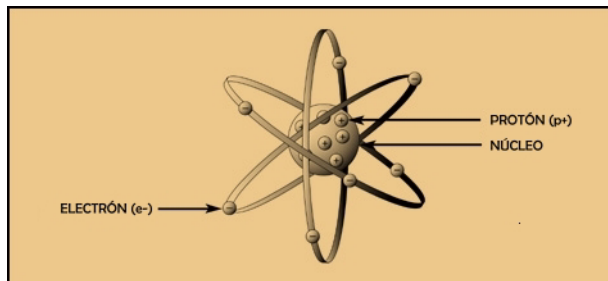
Introducción a la Electricidad

Introducción a la Electricidad

El término técnico electricidad es la propiedad de ciertas partículas a poseer un campo de fuerza que no es gravitacional ni nuclear. Para entender lo que esto significa, tenemos que comenzar de manera sencilla.

Todo, desde el agua y el aire hasta las rocas, plantas y animales, se conforma de partículas diminutas conocidas como átomos. **Los átomos consisten de partículas aún más pequeñas llamadas protones, neutrones y electrones.** El núcleo del átomo contiene protones, que tienen la carga positiva, y neutrones, que no tienen carga. Los electrones tienen una carga negativa y orbitan alrededor del núcleo. Un átomo puede ser comparado a un sistema solar, con el núcleo siendo el sol y los electrones los planetas en órbita.

Figura 1. Partes de un Átomo



Los electrones pueden ser liberados de su órbita mediante la aplicación de una fuerza externa, por ejemplo un movimiento a través de un campo magnético, calor, fricción, o bien una reacción química.

Un electrón libre deja un hueco que tiene que ser llenado por un electrón removido de su órbita proveniente de otro átomo. Conforme los electrones libres se desplazan de un átomo a otro, se produce un flujo de electrones. **Este flujo de electrones es la base de la electricidad.**

La expresión, “los opuestos se atraen”, es ciertamente verdadera cuando se trata de cargas eléctricas. Las cargas tienen un campo eléctrico invisible que los rodea. Cuando dos cargas con cargas similares están cerca, se rechazan entre ellas. Cuando dos cargas con cargas diferentes están cerca, sus campos eléctricos funcionan para crear atracción entre ellas.

Características

Cuando vemos un flujo de electricidad, tenemos que considerar sus características. Existen tres características principales de la electricidad:

- Intensidad (Corriente) (Símbolo I)
- Tensión (Símbolo E o V)
- Resistencia (Símbolo R)

Corriente

El flujo de electrones libres en la misma dirección general y átomo a átomo se conoce como corriente y se mide en Amperes (“amperes” o “A”). El número de electrones que fluye a través de la sección transversal de un Conductor en un segundo determina el amperaje. La corriente puede ser expresada en numerosas formas tales como las siguientes:

Cantidad	Símbolo	Decimal
1 miliampere	1 mA	1/1000 ampere
1 ampere	1 A	1 ampere
1 kiloampere	1 kA	1000 amperes

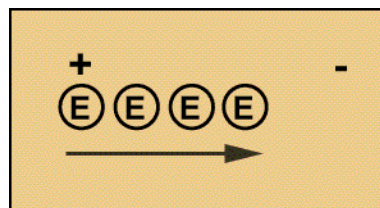
Introducción a la Electricidad

Cuando platicamos de la corriente eléctrica, la dirección de flujo de dicha corriente debe ser tomada en cuenta. Existen dos teorías diferentes con relación a este aspecto:

- Flujo Convencional
- Flujo de Electrones

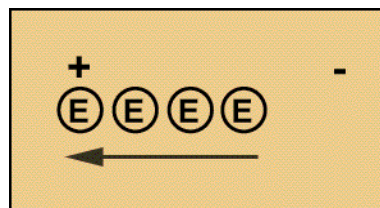
Flujo Convencional: Esta teoría establece que los electrones fluyen de positivo a negativo. Benjamín Franklin estableció esta teoría cuando se sabía muy poco de la electricidad. Esta teoría plantea el hecho que un fluido invisible conocido como electricidad tiende a fluir a través de un alambre desde el polo positivo hacia el polo negativo. La teoría de Benjamín Franklin se volvió convencional (de ahí proviene el término “corriente convencional”) en la teoría eléctrica, matemáticas, libros de textos y equipo eléctrico durante los siguientes cien años.

Figura 2. Flujo Convencional



Flujo de Electrones: Esta teoría plantea que los electrones fluyen desde negativo a positivo. Cuando se tuvo más conocimiento en cuanto al comportamiento de los electrones, **los científicos descubrieron que los electrones fluyen de negativo a positivo**. Puesto que los electrones están cargados negativamente, son atraídos por cargas positivas y rechazados por cargas negativas.

Figura 3. Flujo de Electrones



A pesar del hecho de que se ha determinado positivamente que el flujo de electrones es la teoría correcta, la teoría de flujo convencional sigue dominando la industria. Cualquier teoría puede emplearse en la medida en que las orientaciones son correctas. El flujo convencional será utilizado desde ahora en estos módulos de capacitación a menos de que se indique lo contrario.

Tensión

La tensión es la fuerza que es aplicada a un conductor para liberar electrones, lo que provoca el flujo de la corriente eléctrica. Se mide en Volts o bien “V”. La corriente fluye en un conductor en la medida en que se aplica tensión eléctrica (voltaje) al conductor. La tensión se expresa de numerosas formas:

Cantidad	Símbolo	Decimal
1 milivolt	1 mV	1/1000 volt
1 volt	1 V	1 volt
1 kilovolt	1 kV	1000 volts

Existen dos maneras a través de las cuales la tensión obliga a la corriente a fluir:

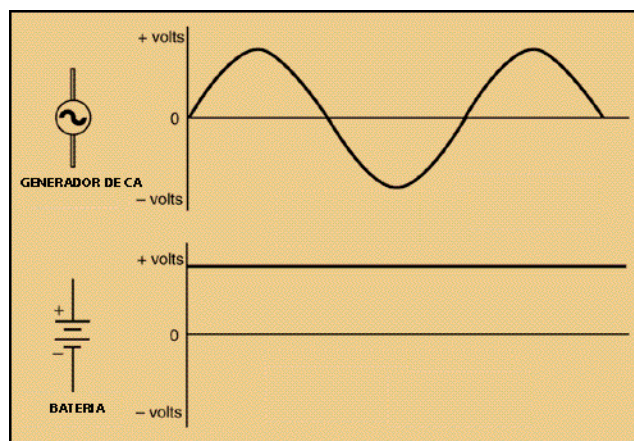
Introducción a la Electricidad

- Corriente Directa
- Corriente Alterna

Corriente Directa: Con este método, la tensión obliga a los electrones a fluir continuamente en una dirección a través de un circuito cerrado. Este tipo de tensión se conoce como tensión de Corriente Directa (CD). Baterías y generadores de CD producen una tensión CD.

Corriente Alterna: Con este método, la tensión obliga a los electrones a fluir primero en una dirección, después en la dirección opuesta, alternando muy rápidamente. Este tipo de tensión se conoce como Tensión de Corriente Alterna (CA). Un generador es utilizado para producir tensión de CA. La tensión generada por compañías de suministro de electricidad para las casas, fabricas y oficinas es tensión de tipo CA.

Figura 4. Corriente CA y CD



Resistencia

Es la tercera característica de la electricidad. La restricción al flujo de electrones a través de un conductor se conoce como resistencia y se mide en ohms y se abrevia " Ω ", el símbolo Griego Omega. La Resistencia se expresa de varias maneras:

Cantidad	Símbolo	Decimal
1 ohm	1 Ω	1 ohm
1 kilohm	1k Ω	1000 ohms
1 megohm	1M Ω	1,000,000 ohms

En general, existen cuatro factores que afectan la cantidad de resistencia en un conductor:

- Material
- Longitud
- Área de Sección Transversal
- Temperatura

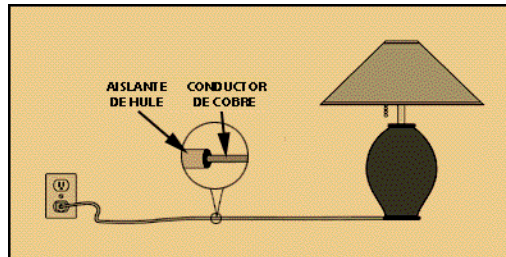
Material: Sabemos que la cantidad de flujo de electrones depende de la facilidad con la cual átomos particulares dejan sus electrones y aceptan nuevos electrones. Los materiales que permiten esto se conocen como conductores. El cobre, la plata y el aluminio son buenos conductores.

Introducción a la Electricidad

Materiales que no sueltan fácilmente sus electrones, que restringen el flujo, se conocen como Aislantes. El hule, vidrio y porcelana son buenos aislantes.

Conductores y aislantes desempeñan un trabajo de equipo muy importante. Un cable eléctrico para una lámpara, por ejemplo, tiene un conductor de alambre de cobre en la parte interna con un aislante de revestimiento de hule alrededor. Los electrones libres fluyen a lo largo del alambre de cobre para alumbrar la lámpara, mientras que el revestimiento de hule mantiene los electrones libres en la parte interna para evitar choque eléctrico y otros problemas.

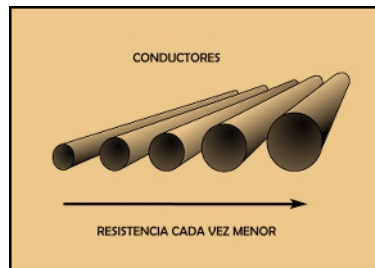
Figura 5. Conductores y Aislantes



Longitud: Entre mayor la longitud del conductor, mayor es su resistencia. **La Resistencia se incrementa o reducen en proporción a la longitud del conductor.** Por ejemplo, un conductor de 2 metros de largo tendrá dos veces la resistencia de un conductor de un metro de largo.

Área de Sección Transversal: Conforme se incrementa el área de corte transversal de un conductor, reduce su resistencia, y a la inversa. Por ejemplo, si el **área de un conductor es duplicada, la resistencia se reduce a la mitad.**

Figura 6. Área de Sección Transversal de Conductores



Temperatura: Habitualmente cuando **se eleva la temperatura de un conductor, se eleva su resistencia.** El factor temperatura no es tan predecible como los demás factores, pero debe tomarse en cuenta cuando se maneja la electricidad.

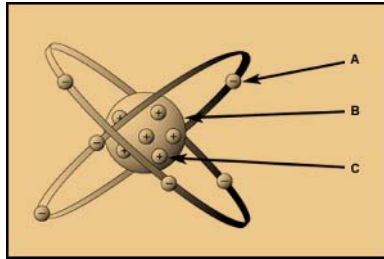
Introducción a la Electricidad

Repaso 1

Conteste a las siguientes preguntas sin ver el material que se le acaba de presentar.

Empiece la siguiente sección cuando usted considere que entiende lo que ya ha leído.

1. Los átomos son más grandes que los electrones.
VERDADERO FALSO
2. Identifique las partes las partes del átomo indicadas.



- A. _____
B. _____
C. _____

3. Los electrones son naturalmente rechazados por el núcleo cargado positivamente del átomo.
VERDADERO FALSO
4. Se obtiene un electrón libre cuando es expulsado de su _____.
5. El flujo de electrones de un átomo a otro es la base de la electricidad.
VERDADERO FALSO
6. Un buen conductor de electricidad permite un movimiento muy libre de electrones. Nombre dos materiales buenos conductores:
_____ y _____.
7. La corriente eléctrica fluye en un conductor porque es forzada por _____.
8. Un kilovolt (1 kV) es igual a 100 volts.
VERDADERO FALSO
9. La resistencia se mide en _____.
10. Habitualmente, entre mayor es la temperatura del conductor, más fácil es el flujo de la electricidad en el conductor.
VERDADERO FALSO

Introducción a la Electricidad

Ley de Ohm

Existe una relación clara entre las tres características eléctricas primarias: Intensidad (corriente), tensión (voltaje) y resistencia. Un matemático Alemán, George Simon Ohm, formuló esta relación en el Siglo 19. Su ley, (*Ley de Ohm*) estableció que la **intensidad es directamente proporcional la tensión e inversamente proporcional a la resistencia**. La siguiente fórmula fue derivada de esta ley:

$$\text{Intensidad} = \text{Voltaje/Resistencia o bien } I = E/R$$

Intensidad (I) en amperes: Voltaje (E) en volts: Resistencia (R) en ohms

Figura 7. Ley de Ohm



La ley de Ohm es la fórmula básica empleada en todos los circuitos eléctricos CA y CD. Por consiguiente si usted conoce dos de las tres características, usted puede calcular la tercera.

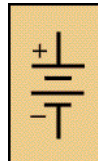
Los diseñadores eléctricos utilizan esta ley para determinar la tensión que se requiere para una cierta carga, por ejemplo un motor, una computadora, o hasta una casa llena de aparatos eléctricos.

Circuitos de CD

Podemos utilizar un circuito de CD sencillo aquí para demostrar la ley de Ohm. Antes de efectuar cálculos, sin embargo, vamos a comentar brevemente los símbolos utilizados en nuestros diagramas de circuito.

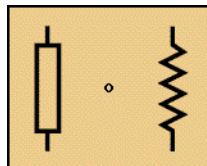
Símbolo de Tensión: Las terminales de una batería son indicadas simbólicamente en un dibujo eléctrico por uno o varios pares de líneas. La línea más larga representa la terminal positiva, y la línea más corta representa la terminal negativa.

Figura 8. Símbolo de Tensión (Batería)



Símbolo de Resistencia: La resistencia es representada de dos maneras: ya sea por medio de un rectángulo abierto o por medio de una línea en zigzag. La Resistencia en un circuito puede tomar la forma de muchos componentes diferentes desde focos hasta motores. La mayoría de estos componentes tienen sus propios símbolos. Por ahora, emplearemos el símbolo de línea de zigzag para representar las cargas.

Figura 9. Símbolo de Resistencia



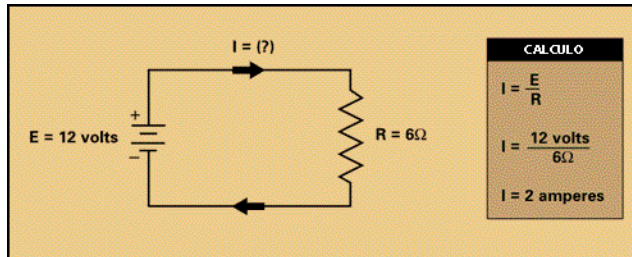
Circuitos en Serie

Utilizando el circuito sencillo ilustrado arriba, consideremos que la tensión suministrada es 12 volts y la resistencia proporciona una resistencia de 6 ohms. Para determinar la corriente, use la siguiente fórmula.

Introducción a la Electricidad

$$\text{Intensidad (amperes)} = \frac{\text{Voltaje E (volts)}}{\text{Resistencia (ohms)}}$$

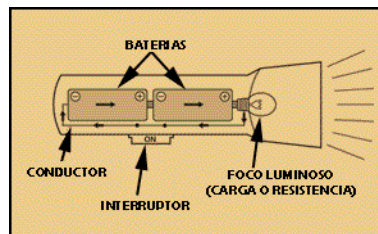
Figura 10. Fórmula para la Intensidad



En Campo

Otro ejemplo de un circuito de CD simple es una lámpara. Las baterías en la lámpara proporcionan la fuente de Tensión de CD, la parte interna de la caja de la batería funciona como conductor, y el foco es la carga.

Figura 11. Un Circuito CD Sencillo



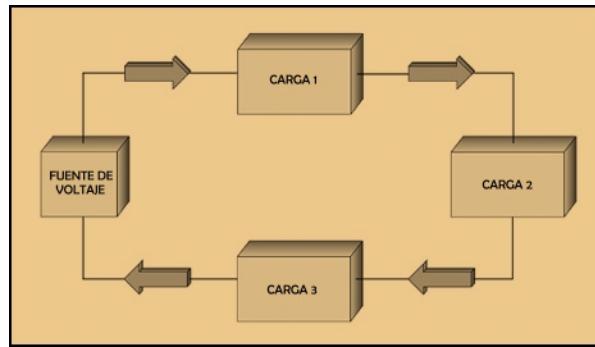
La lámpara tiene un interruptor de ENCENDIDO y APAGADO que controla el flujo de la electricidad. Puesto que debe existir siempre una trayectoria completa para que la corriente pueda fluir, el interruptor detiene el flujo cuando se encuentra en la posición de APAGADO. ¿Por qué? El circuito está abierto cuando el interruptor se encuentra en la posición de APAGADO. Cuando el interruptor se encuentra en la posición de ENCENDIDO, el circuito se cierra y la corriente fluye, encendiendo el foco.

Los circuitos sencillos mencionados arriba se conocen como *Circuitos en Serie*, lo que significa que todas las cargas están conectadas una tras otra en una serie. Si una carga o un conductor es interrumpido, abre el circuito. Esta condición no permite que la corriente complete el circuito y hace que todo el circuito esté sin corriente.

Un buen ejemplo de esta situación es el antiguo diseño de las luces para adornar árboles de navidad. Cuando un foco estaba quemado, toda la serie estaba apagada.

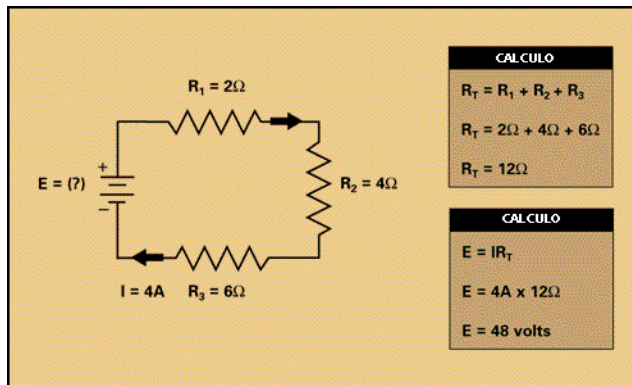
Introducción a la Electricidad

Figura 12. Circuito en Serie



Observe el siguiente circuito en serie. La tensión es desconocida, pero puede calcularse empleando la ley de Ohm, $E = IR$. La Corriente de (I) es de cuatro amperes como se muestra, pero la resistencia debe ser calculada. **En un circuito en serie, cuando hay más de una resistencia en el circuito, las resistencias se suman para obtener la resistencia total (R_T)**. La R_T es 12 ohms. Dados estos dos valores y considerando la Ley de Ohm, la tensión es de 48 volts.

Figura 13. Fórmula para Tensión



Ahora es tiempo de platicar del comportamiento de la corriente y de la tensión en un circuito en serie. El valor de corriente es el mismo en todas las partes del circuito. Un Amperímetro puede verificar esta situación.

La tensión, por otra parte, no permanece constante en todo el circuito. Los valores de tensión deben ser medidos en cada resistencia o carga. Esto se conoce como Caída de Tensión. La tensión total (V_T) es igual a la suma de todas las caídas de tensión en este circuito. Un Voltímetro puede verificar esto. La fórmula es

$$(V_T) = V_1 + V_2 + V_3 \dots$$

Circuitos en Paralelo

En Circuitos en Paralelo, las cargas están conectadas de la línea de alimentación para formar derivaciones. Las cargas operan independientemente entre ellas, y por consiguiente una interrupción en una derivación no impide que la tensión de línea esté aplicada a las derivaciones restantes. El resultado es que una derivación puede estar abierta y la carga no recibir corriente sin afectar las demás cargas, como en el caso de las series más recientes de luces para adornar árboles de navidad.

La corriente tiene numerosas derivaciones a seguir. Si todas las derivaciones están cerradas, **la corriente se divide entre las derivaciones de regreso hacia**

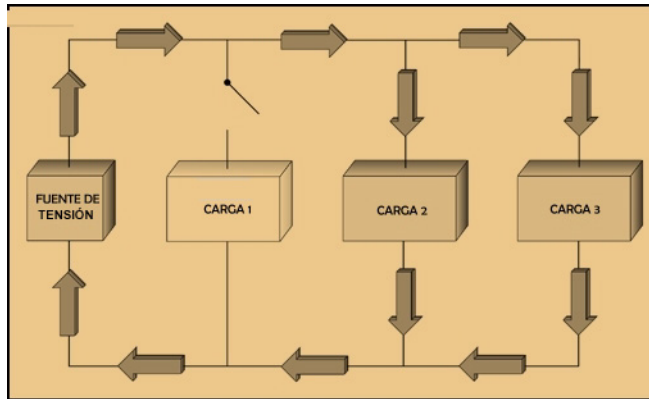
Introducción a la Electricidad

la fuente. Si una derivación está abierta, la corriente se divide entre las derivaciones disponibles restantes y regresa a la fuente.

Los circuitos en paralelo son utilizados en la mayoría de las aplicaciones industriales, comerciales y residenciales.

Las siguientes dos ilustraciones de circuito muestran tres resistencias en paralelo. La única diferencia entre los dos circuitos son los valores de resistencia. Para utilizar la Ley de Ohm para resolver las ecuaciones, se debe conocer el comportamiento de la resistencia, corriente y tensión en circuitos en paralelo.

Figura 14. Circuito en Paralelo

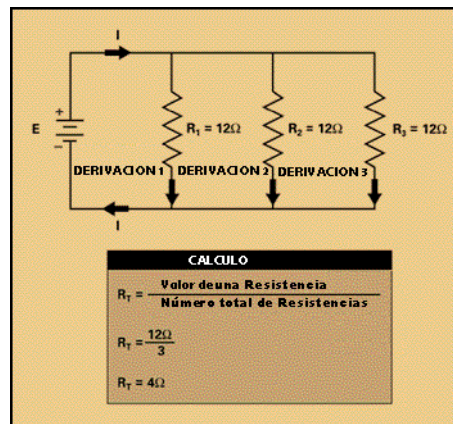


La resistencia total (R_T) de un circuito en paralelo se reduce conforme se agregan más derivaciones. La resistencia total de un circuito en paralelo es siempre inferior a la resistencia de cualesquiera de sus derivaciones y por consiguiente inferior al valor de la resistencia menor en el circuito. Para determinar la resistencia total (R_T), se utilizan dos fórmulas:

- Resistencias con valores iguales
- Resistencias con valores diferentes

Resistencias con Valores Iguales: Esta R_T es determinada dividiendo el valor de una de las resistencias entre el número total de resistencias en el circuito. Empleando esta fórmula, la resistencia total del primer circuito se calcula en cuatro ohms.

Figura 15. Resistencias con Valor Igual



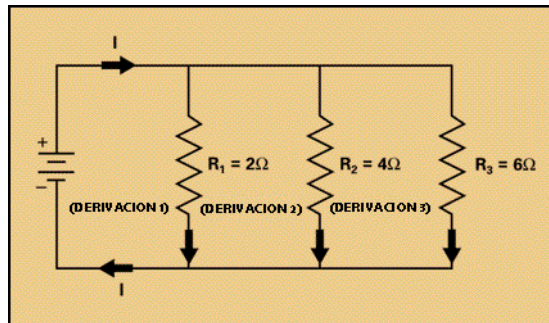
Resistencias con Valores Diferentes: El cálculo de R_T es más complicado y se muestra a continuación:

Introducción a la Electricidad

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

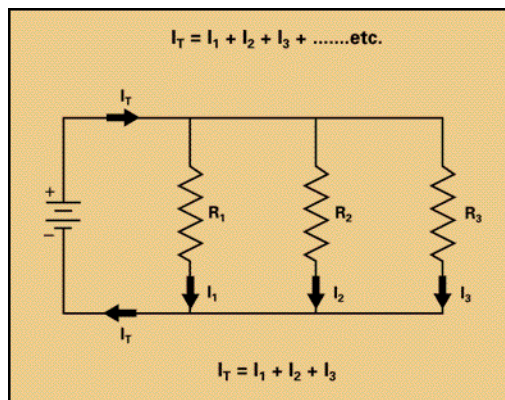
Como aspecto interesante, la R_T para este circuito es de 1.09Ω .

Figura 16. Resistencias con Valor Diferente



Para determinar la intensidad, usted debe encontrar la intensidad total, que es la suma de todas las intensidades en todas las derivaciones. La siguiente fórmula sencilla representa la intensidad total (I_T), y la ilustración ofrece una demostración

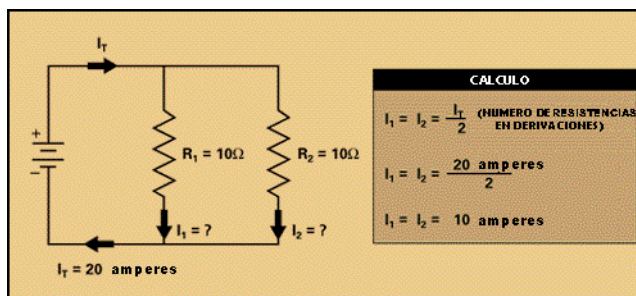
Figura 17. Fórmula para determinar la Intensidad Total



Para determinar las intensidades de derivaciones individuales, es necesario conocer si todas las resistencias tienen el mismo valor.

Intensidad con Valores de Resistencia Iguales: La intensidad se divide de manera igual. Divida la intensidad total entre el número total de resistencias en derivación para determinar la intensidad que fluye a través de cada derivación. La ilustración y los cálculos siguientes demuestran este procedimiento.

Figura 18. Intensidad con Resistencias Iguales

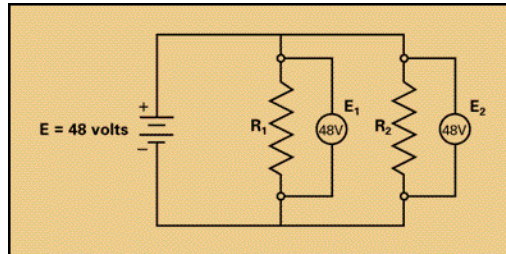


Introducción a la Electricidad

Corriente con valores de Resistencia Diferentes: La intensidad es mayor a través de la derivación con la menor resistencia.

La tensión de un circuito en Paralelo es fácil de determinar puesto que es el mismo en cada resistencia y/o carga. La ilustración muestra un circuito en paralelo con voltímetros indicando que la tensión a través de cada resistencia es igual a la batería fuente.

Figura 19. Tensión de un Circuito en Paralelo



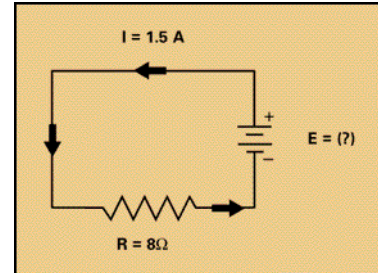
Introducción a la Electricidad

Repaso 2

Conteste las siguientes preguntas sin ver el material que se le acaba de presentar.

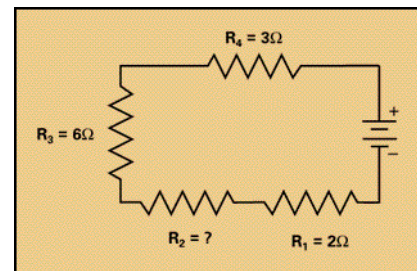
Empiece la siguiente sección cuando usted esté seguro que entiende lo que ha leído.

1. Dibuje el Triángulo de la Ley de Ohm.
2. Utilizando la Ley de Ohm, calcule la tensión de la batería en el circuito sencillo ilustrado.
 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ volts

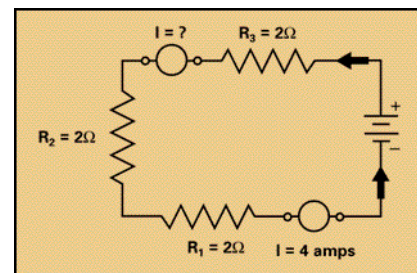


3. Un circuito en el cual todas las cargas están conectadas por un flujo continuo de corriente eléctrica se conoce como circuito _____.
4. El flujo de corriente en un circuito en paralelo se divide entre todas las derivaciones abiertas en el circuito.
VERDADERO FALSO

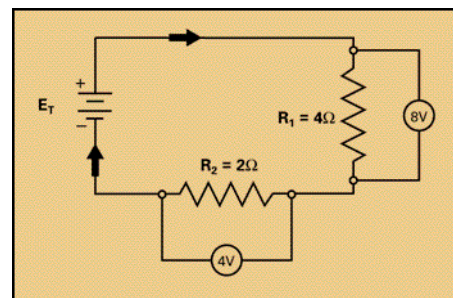
5. La resistencia óhmica de la resistencia R_2 en el siguiente circuito en serie CD es _____ ohms cuando la resistencia total del circuito (R_T) es 18 ohms.



6. El amperímetro leerá _____ amperes en el siguiente circuito en serie CD.

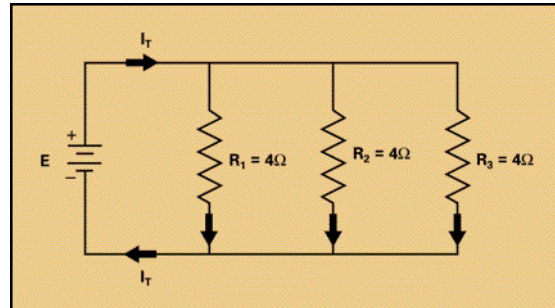


7. La tensión de la batería fuente (E_T) en el siguiente circuito en serie CD es _____ volts.



Introducción a la Electricidad

8. Si existe una interrupción en cualquier parte de un circuito en serie, todo el circuito es desactivado.
VERDADERO FALSO
9. Una ventaja de un circuito en paralelo en comparación con un circuito en serie es que el circuito en paralelo ofrece más derivaciones para que la corriente pueda fluir.
VERDADERO FALSO
10. La intensidad total en un circuito en paralelo es igual a la suma de todas las intensidades de las derivaciones.
VERDADERO FALSO
11. ¿Qué resistencia óhmica tendría la mayor intensidad fluyendo a través de él en el siguiente circuito en paralelo?



Tensión de CA

Magnetismo y Electromagnetismo

El magnetismo y la electricidad básica están tan estrechamente relacionados que no se puede estudiar profundamente uno sin involucrar el otro. Existen tres relaciones generales entre magnetismo y electricidad:

- El flujo de corriente produce siempre una cierta forma de magnetismo.
- El magnetismo es por mucho el medio más comúnmente utilizado para producir o utilizar electricidad.
- El comportamiento particular de la electricidad bajo ciertas condiciones es provocado por influencias magnéticas.

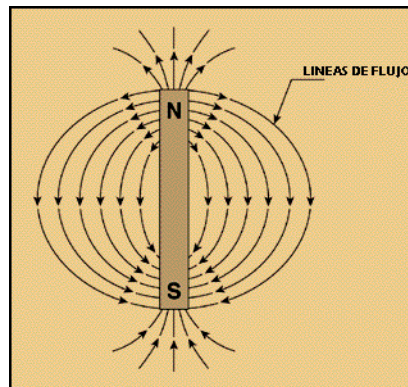
El magnetismo desempeña una función esencial en dispositivos de control y protección de circuitos. Esta importancia será evidente conforme usted avance en los módulos.

Ahora vamos a platicar de la fuente principal de magnetismo, el imán. Los imanes tienen tres propiedades comunes:

1. Atraen y retienen el hierro.
2. Todos tienen dos polos, norte y sur.
3. Asumen una alineación norte-sur, si se permite su movimiento.

Cada imán está rodeado por un campo magnético que consiste de líneas de flujo o líneas de fuerza que se extienden en el espacio de un extremo del imán al otro así como dentro del imán. Los polos norte y sur se atraen entre ellos puesto que los polos son opuestos. Es también cierto que dos polos del mismo signo se rechazan.

Figura 20. Campo Magnético



Aún cuando las líneas de flujo son invisibles, sus efectos pueden verse a través de una demostración sencilla. Cuando se coloca una hoja de papel en un imán y se dispersan libremente limaduras de hierro en esta hoja, las limaduras se colocan a lo largo de las líneas de flujo. Salen del polo norte y entran al polo sur.

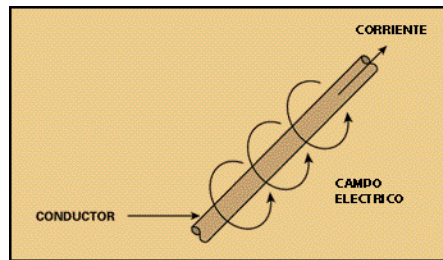
Existen dos tipos de imanes: *Imanes Permanentes* y *Electroimanes*. Los imanes permanentes conservan su magnetismo después de la remoción de la fuerza magnetizante. La interacción de la corriente eléctrica y un campo magnético crea el electromagnetismo. Los electroimanes son similares a los imanes permanentes, excepto que no conservan su magnetismo cuando se remueve la electricidad, y pueden ser modificados para que sean más fuertes.

Introducción a la Electricidad

Para fabricar un electroimán típico, tome una varilla de hierro y envuélvala con un alambre aislado. La varilla de hierro se conoce como “núcleo”. Cuando el alambre está conectado a una batería, la corriente eléctrica fluye a través del alambre. Esta corriente magnetiza el núcleo de hierro que crea un polo norte y un polo sur. Cuando uno o ambos extremos del cable en la batería están desconectados, la corriente deja de fluir. El núcleo pierde su magnetismo.

Cambiando la dirección del flujo de la corriente se puede invertir los polos de un electroimán. Para cambiar la dirección, intercambie solamente las conexiones de alambre. Esto se debe al hecho que la batería produce una tensión de CD que fluye en una dirección.

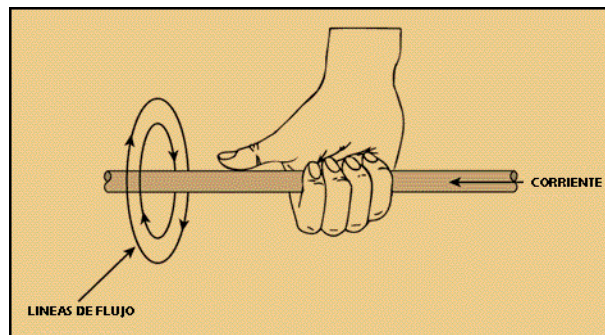
Figura 21. Electroimán



Una corriente alterna cambia de dirección por sí sola. Conforme cambia la dirección de la corriente, cambian los polos del electroimán.

A diferencia del imán permanente, la dirección de líneas de flujo no es constante. Dependen de la dirección de flujo de corriente a través del conductor.

Figura 22. Regla de la Mano Derecha

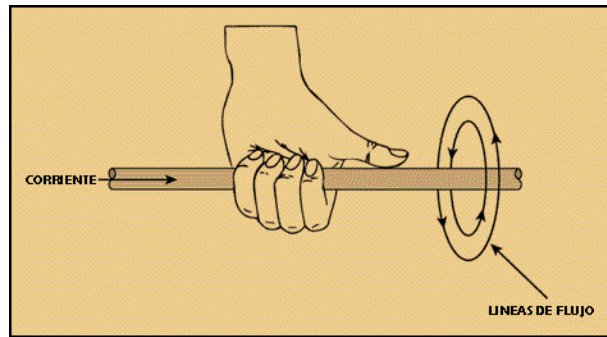


La relación entre el flujo de la corriente y las líneas de flujo puede demostrarse empleando la Regla de la Mano Derecha. Un conductor que lleva una corriente es mantenido con la mano derecha y con el pulgar apuntando en la dirección del flujo de la corriente. Envuelva los dedos alrededor del conductor. Los dedos apuntan en la dirección de las líneas de flujo.

Esta regla de la mano derecha aplica cuando se utiliza el flujo convencional, pero cuando se utiliza el flujo de electrones, entonces se debería emplear la regla de la mano izquierda. Esta regla es la misma que la regla de la mano derecha excepto que todo se hace con la mano izquierda. Cuando estemos tratando con motores en un módulo más adelante, utilizaremos la regla de la mano izquierda debido a la forma como reaccionan los motores con el flujo magnético y la corriente.

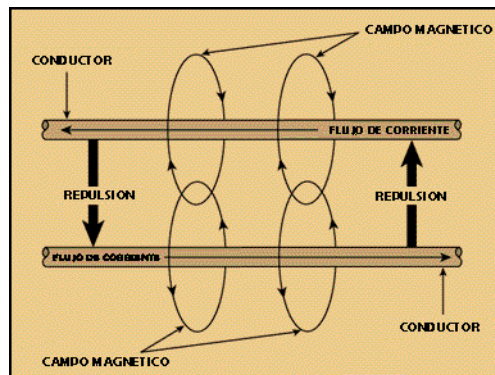
Introducción a la Electricidad

Figura 23. Regla de la Mano Izquierda



Finalmente, si la corriente en dos conductores paralelos está fluyendo en direcciones opuestas, los campos magnéticos fluyen también en direcciones opuestas, y se crea una repulsión natural. El grado de repulsión depende de la magnitud de la corriente.

Figura 24. Flujo en Paralelo



Estos principios electromagnéticos básicos llevan a la invención de una amplia gama de dispositivos eléctricos tales como los motores previamente mencionados, generadores, solenoides, dispositivos de disparo y cortacircuitos.

Corriente Alterna (CA)

De conformidad con lo establecido previamente, existen dos tipos de tensiones: CD y CA. Hasta ahora nos hemos enfocado a la tensión CD que es sencilla y creada por baterías y generadores de CD.

Ahora vamos a enfocarnos a la tensión CA. Un generador o alternador es utilizado para producir tensión CA. CA es generada por compañías de suministro de electricidad y transmitida a nuestros hogares, fábricas, tiendas y oficinas.

La tensión CA es utilizada por muchas personas, pero una de las razones principales es que puede ser elevada o reducida a través de un *Transformador*. Esto permite que las líneas de transmisión operen a altas tensiones y bajas intensidades para una eficiencia máxima. El consumidor puede entonces reducir la tensión hasta un nivel deseado.

Ondas Sinusoidales

Un generador de CA convierte la energía mecánica en energía eléctrica. La teoría del magnetismo es la teoría que permite al generador producir una tensión CA. Esto se debe al hecho que un conductor que lleva una corriente produce un campo magnético alrededor de él. Un campo magnético cambiante produce tensión en un conductor. De manera similar, si un conductor se encuentra en un campo magnético, y el campo o el conductor se desplaza, una tensión es inducida en el conductor. Este efecto se conoce como *Inducción Electromagnética*.

Introducción a la Electricidad

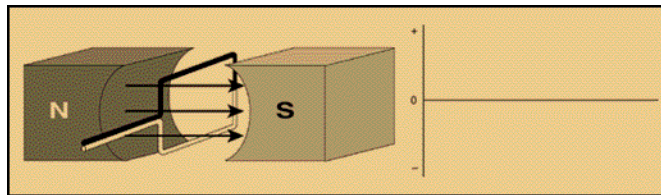
A continuación presentamos un generador de CA con un simple bucle de alambre y un campo magnético para simplicidad. La figura muestra el bucle de alambre girando en la dirección de las manecillas del reloj a través del campo magnético de los imanes. Esto muestra cómo una onda sinusoidal representa gráficamente una tensión y corriente de CA.

La bobina abarcará una rotación de 360 grados y muestra lo que pasa en diferentes puntos de la rotación. La bobina rotatoria está dividida en mitades negra y blanca para ayudar a rastrear la posición de la bobina.

Paso 1: Punto de inicio a 0 grados

Con la bobina a 0 grados y sin rotación, no se genera ninguna tensión y ninguna porción de la onda sinusoidal aparece en los ejes horizontal y vertical.

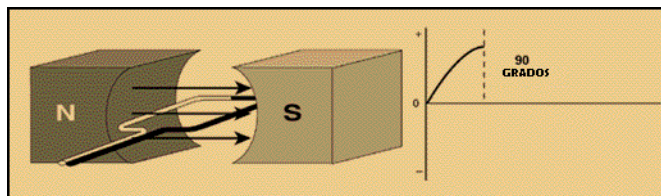
Figura 25. 0 Grados



Paso 2: Generación desde 0 grados a 90 grados

Conforme la bobina gira de 0 a 90 grados, corta un número cada vez mayor de líneas de flujo. Conforme las líneas de flujo son cortadas, se genera una tensión en la dirección positiva.

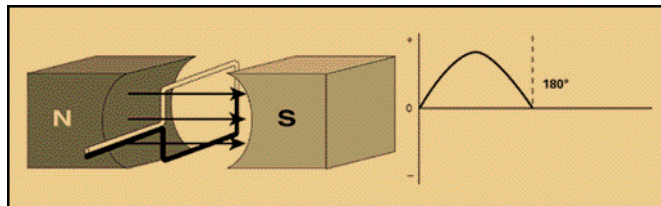
Figura 26. 90 Grados



Paso 3: Generación de 90 a 180 grados

Conforme la bobina sigue girando, corta cada vez menos líneas de flujo, por consiguiente, la tensión generada pasa de un máximo hasta 0 de nuevo.

Figura 27. 180 Grados

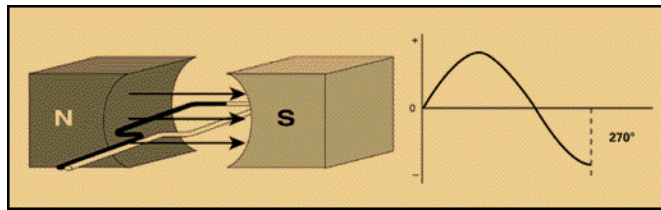


Paso 4: Generación de 180 a 270 grados

Es similar al Paso 2, excepto que la tensión es ahora generada en la dirección negativa.

Introducción a la Electricidad

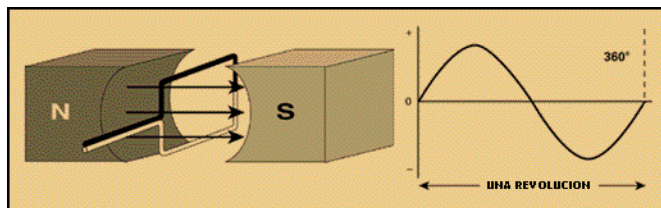
Figura 28. 270 Grados



Paso 5: Generación de 270 a 360 grados

Esto es similar al Paso 3 excepto que la tensión todavía es negativa. Una vez que alcanza 0 grados, una revolución completa de 360 grados ha terminado. En este punto, la bobina es regresada a su estado original y un ciclo ha terminado. Si la bobina sigue girando, el ciclo será repetido.

Figura 29. 360 Grados

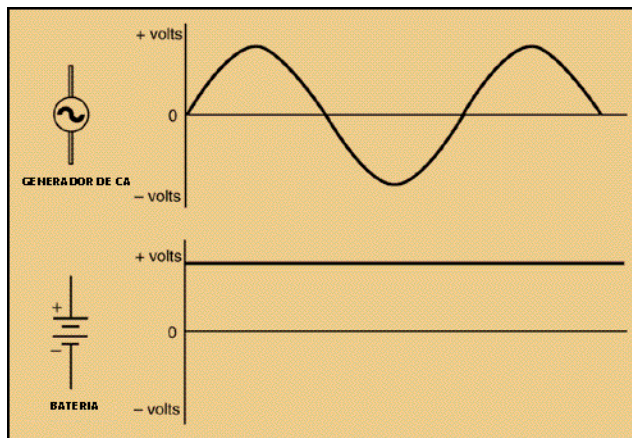


CA pasa a través de muchos de estos ciclos cada segundo. El número de ciclos por segundo se conoce como la *Frecuencia*. En México, CA se genera de 60 hertz. Esto significa que se llevan a cabo 60 ciclos cada segundo. La Frecuencia será discutida con mayores detalles en módulos posteriores.

CA vs. CD

Ahora vamos a comparar gráficamente una onda de corriente alternada y una onda de corriente directa.

Figura 30. CA versus CD



La onda de CA varía constantemente en dirección (polaridad) y magnitud. Habitualmente, la onda de CD es considerada como constante, no variable, mono-direccional. La dirección (polaridad) de una onda de CA se invierte generalmente en una base cíclica, es decir, la onda toma el valor positivo y el valor negativo, alternativamente.

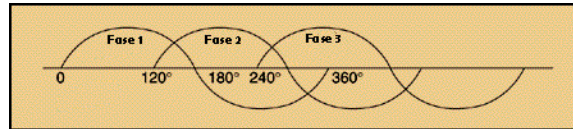
Tensión de CA — Monofásica y Trifásica

La Corriente Alterna puede ser *Monofásica* o *Trifásica*. Una corriente monofásica se utiliza para demandas eléctricas pequeñas tales como para uso residencial. La corriente monofásica es el concepto que hemos comentado.

Introducción a la Electricidad

La corriente trifásica se utiliza cuando se requieren de grandes bloques de energía en instalaciones comerciales e industriales. La corriente trifásica es una serie continua de tres ciclos de corriente alterna que se empalman. Cada onda representa una fase y presenta un desplazamiento de 120 grados.

Figura 31. Onda Sinusoidal Trifásica

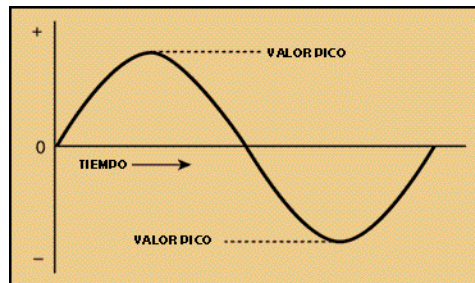


Valores de Onda Sinusoidal

Usted aprendió antes en este módulo que la onda sinusoidal representa la elevación y caída de tensión y corriente en un circuito de CA en el tiempo. Existen varios valores que pueden ser determinados a partir de la onda sinusoidal.

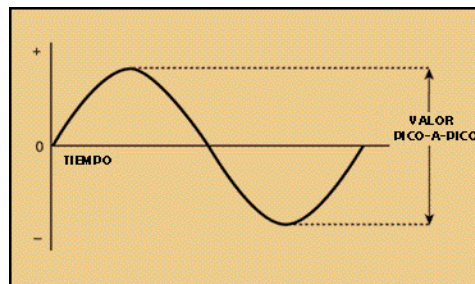
Valor Pico: El valor pico de una onda sinusoidal ocurre dos veces cada ciclo, una vez en el valor positivo máximo y una vez en el valor negativo máximo.

Figura 32. Valor Pico



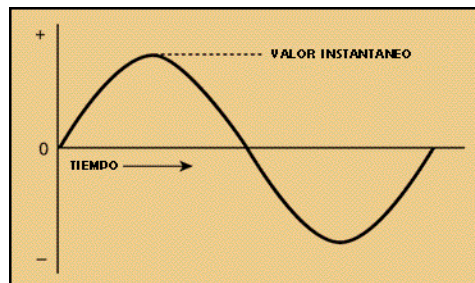
Valor Pico-a-Pico: El valor pico-a-pico es el valor de tensión o corriente entre los picos positivo y negativo.

Figura 33. Valor Pico-a-Pico



Valor Instantáneo: El valor instantáneo es el valor en cualquier momento particular de cero al valor pico.

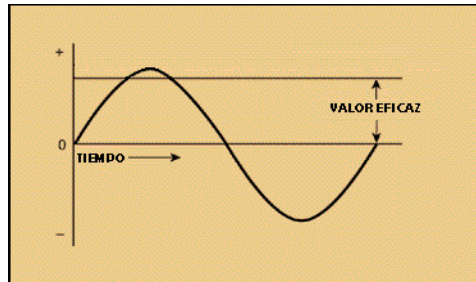
Figura 34. Valor Instantáneo



Introducción a la Electricidad

Valor Eficaz: Como se esperaría, existen numerosos valores diferentes de tensión con una corriente alterna que cambia constantemente. El valor eficaz fue desarrollado como una forma de traducir los valores variables en un valor equivalente constante para Corriente Alterna. Se conoce como Valores RCM Valor Cuadrático Medio (raíz cuadrada de la media de los cuadrados).

Figura 35. Valor Eficaz



Un hogar promedio utiliza 120 volts, que es el Valor Cuadrático Medio (RCM). El valor eficaz es aproximadamente 0.707 veces el valor pico. La fórmula es la siguiente:

$$\text{RCM} = 0.707 \times \text{pico}$$

El aislamiento se diseña, por ejemplo, para tratar con el valor pico así como con el valor eficaz. Calcule el valor pico multiplicando el valor eficaz por 1.41. En el ejemplo que acabamos de dar, de un hogar típico, el valor pico se calcularía en aproximadamente 169 volts.

Esta fórmula se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Pico} = \text{RCM} \times \frac{1}{0.707}$$

O bien $\text{pico} = \text{RCM} \times 1.414$

De tal manera que pico es 120×1.414 o 169V

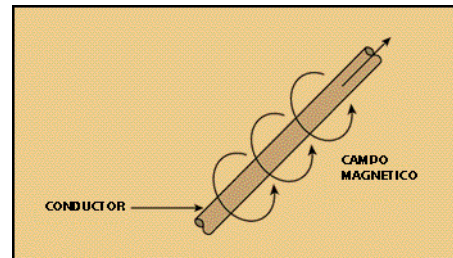
Introducción a la Electricidad

Repaso 3

Conteste las siguientes preguntas sin ver el material que se le acaba de presentar. Empiece la siguiente sección cuando usted sienta que ha entendido lo que ha leído.

1. Nombre dos características comunes a todos los imanes .
_____ y _____
2. Un campo magnético consiste de líneas de flujo. Las líneas de flujo se conocen también como líneas de _____.
3. El electromagnetismo es una interacción entre un campo magnético y una fuente de tensión.
VERDADERO FALSO

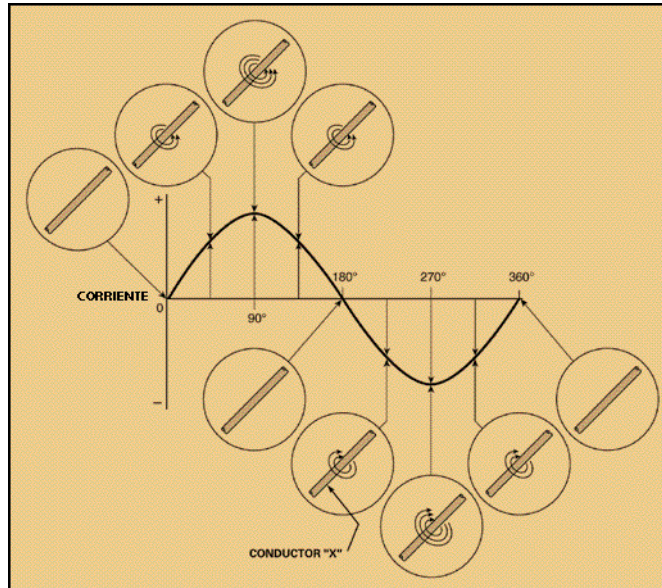
4. Utilice la regla de mano derecha para determinar la dirección en la cual fluye la corriente en el conductor mostrado a la derecha. Dibuje una flecha en el conductor para mostrar la dirección que usted determinó.



5. Una onda sinusoidal es utilizada para representar tensión alterna así como corriente alterna.
VERDADERO FALSO
6. Con una corriente alterna, los electrones fluyen hacia adelante y hacia atrás, cambiando de dirección muy rápidamente.
VERDADERO FALSO
7. El número de ciclos de una corriente alterna en un segundo se conoce como el _____.

Introducción a la Electricidad

8. En la ilustración abajo, indique la dirección en la cual fluye la corriente en el conductor marcado con una "X" dibujando una flecha en el conductor o cerca de él, mostrando la dirección. (Utilice la Teoría de Flujo Convencional).



9. El valor pico de una tensión o corriente CA ocurre dos veces cada ciclo.
VERDADERO FALSO
10. Otro nombre para el valor eficaz con relación a una corriente o Tensión de CA es _____.
11. Si usted sabe que el Valor Cuadrático Medio (RCM) es de 240 volts y es aproximadamente 0.707 veces la tensión pico, ¿cuál sería la tensión pico aproximada para esta tensión eficaz?

Potencia Eléctrica

Cálculo de la Potencia

Cuando platicamos de electricidad, tenemos que plantearnos el asunto de la potencia. La potencia es la intensidad con la cual se efectúa un trabajo o la intensidad con la cual se utiliza la energía. El trabajo es frecuentemente expresado en joules. En términos eléctricos, un joule de trabajo se logra cuando una tensión de un volt provoca que un coulomb de electrones pase a través de un circuito. Cuando esta cantidad de trabajo se logra en un segundo, es igual a un Watt. Un watt es la unidad básica de potencia. Un watt se define también como la cantidad de trabajo que se logra cuando una tensión de un volt provoca que un ampere de corriente pase a través de un circuito. Esta relación entre potencia, tensión e intensidad se expresa a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Potencia} = \text{Volts} \times \text{Amperes}$$

o bien

$$P = E \times I$$

En términos de otros componentes de la Ley de Ohm, la fórmula para la potencia puede ser representada de las dos siguientes maneras:

$$P = I^2R \quad \text{ó} \quad P = E^2/R$$

En donde:

Potencia = P = Watts = volt-amperes (VA)

I = amperes

R = ohms

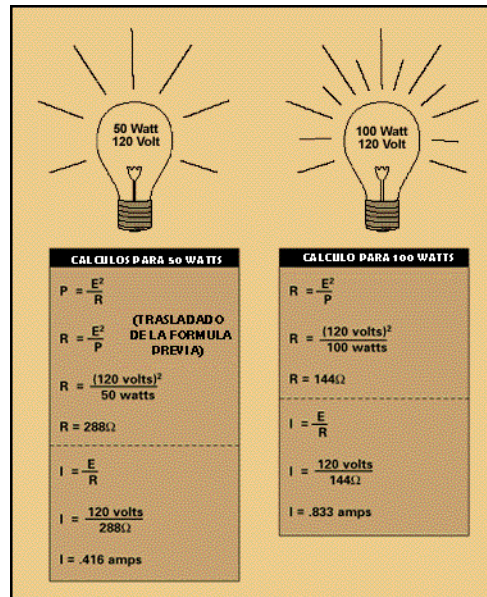
E = volts

Una gran parte de nuestros equipos eléctricos son medidos en watts. Esta medición le da una idea de la velocidad con la cual el equipo eléctrico convierte la energía eléctrica en cosas tales como calor y luz.

En Campo

Considere un foco doméstico de 50 watts y un foco de 100 watts. Si ambos focos son diseñados para 120 volts como la mayoría de los focos domésticos, la Ley de Ohm puede ser utilizada para calcular la resistencia del foco y por consiguiente la corriente que fluye a través del foco.

Figura 36. ¿Qué foco Trabaja Más?



Los cálculos nos muestran que el foco de 100 watts presenta menos resistencia y por consiguiente un mayor flujo de corriente. Esto muestra que el flujo de 100 watts convierte la energía eléctrica más rápidamente, efectúa más trabajo, proporciona más luz/calor y utiliza más energía.

Kilowatt

Para que su compañía eléctrica determine cuánto cobrarle a cada cliente cada mes, se efectúa simplemente una lectura del medidor para determinar la cantidad de potencia que fue consumida durante este período de tiempo. Puesto que la energía es consumida a un régimen relativamente alto, es impráctico platicar o calcular en términos de watts. Probablemente está usted familiarizado con los términos kilowatt y kilowatt-hora que aparecen en su recibo de luz. Un kilowatt, abreviado kW, es igual a 1,000 watts. Un kilowatt-hora, abreviado kWh, es equivalente a 1,000 watts consumido en una hora.

Un kilowatt = 1kW = 1000 watts

Un megawatt = 1MW = 1,000,000 watts

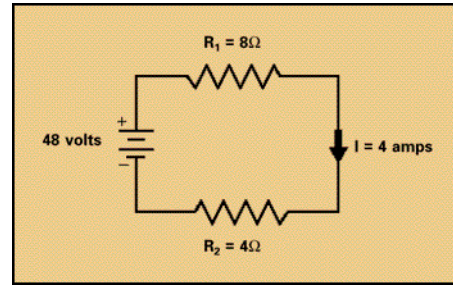
Los cobros efectuados por la electricidad utilizada en su domicilio se calculan multiplicando los kilowatt-hora utilizados por la tarifa por kilowatt-hora que cobra su empresa de suministro de electricidad. (Véase Módulo 15, Manejo de Potencia, para mayor información).

Introducción a la Electricidad

Repaso 4

Conteste las siguientes preguntas sin ver el material que se le acaba de presentar.

1. La intensidad con la cual se efectúa el trabajo se conoce como _____ y se mide en _____.
2. Existen tres fórmulas comunes utilizadas para calcular la potencia. A continuación liste las fórmulas:
 $P =$ _____ $P =$ _____ $P =$ _____
3. La potencia se mide en watts (ó kilowatts) y es igual a _____.
4. Utilice una de las fórmulas para la potencia para calcular la potencia consumida en el circuito siguiente.



5. Un foco de luz de 100 watt resulta de uso más costoso que un foco de luz de 50 watts porque más corriente fluye a través del foco de luz de 100 watts y más potencia es consumida.
VERDADERO FALSO
6. Un kilowatt-hora (kW) es equivalente a _____ watts consumidos en _____.

Glosario

Corriente Alterna	La tensión obliga a los electrones a fluir en una dirección y después alternan rápidamente en la dirección opuesta.
Amperímetro	Dispositivo para medir los amperes (corriente).
Ampere	Unidad de corriente.
Conductor	Material que permite un intercambio/movimiento muy libre de electrones de un átomo a otro.
Flujo Convencional	Esta teoría establece que los electrones fluyen de positivo (+) a negativo (-).
Corriente	El flujo de electrones en la misma dirección de átomo a átomo.
Corriente Directa	La tensión obliga a los electrones a fluir continuamente en una dirección.
Electroimanes	No conservan su magnetismo después de la remoción de una fuerza magnetizante.
Inducción Electromagnética	La creación de tensión en un conductor a partir del movimiento del conductor o campo magnético.
Flujo de Electrones	Esta teoría establece que los electrones fluyen de negativo (-) a positivo (+).
Frecuencia	El número de ciclos en un segundo de corriente alterna. Se expresa en hertz (Hz). Por ejemplo, 60 Hz significa 60 ciclos por segundo.
Aislantes	Materiales que no liberan fácilmente electrones, restringiendo por consiguiente el flujo de corriente.
Ohm	Unidad de resistencia.
Ley de Ohm	La corriente es directamente proporcional a la tensión e inversamente proporcional a la resistencia.
Circuitos en Paralelo	Las cargas están conectadas a través de la línea de suministro de energía para formar derivaciones.
Imanes Permanentes	Conservan su magnetismo después de la remoción de una fuerza magnetizante.
Resistencia	La resistencia al flujo de electrones.
Regla de la Mano Derecha	Un conductor que lleva una corriente detenido en la mano derecha indica la dirección de líneas de flujo.
Valores RCM	La Corriente RCM se conoce también como corriente eficaz y es la raíz cuadrada del promedio de todas las corrientes instantáneas (corriente en cualquier punto en una onda sinusoidal) al cuadrado.
Circuitos en Serie	Todas las cargas en el circuito están conectadas una tras otra.
Monofásica	Un ciclo de corriente alterna único continuo.
Trifásica	Una serie continua de tres ciclos CA que se empalman desplazados por 120 grados.

Introducción a la Electricidad

Transformador	Un dispositivo utilizado para elevar (incrementar) o reducir (bajar) un nivel de tensión.
Volt	Unidad de fuerza aplicada a un conductor para liberar electrones, para provocar un flujo de corriente eléctrica.
Tensión	La fuerza aplicada a un conductor para liberar electrones, provocando el flujo de la corriente eléctrica.
Caída de Tensión	Un valor de tensión de conformidad con lo medido en cada resistencia o carga.
Voltímetro	Un dispositivo para medir la tensión.
Watt	La unidad de potencia básica, que indica la cantidad de trabajo que se logra cuando un volt provoca que un ampere pase a través de un circuito.

Respuestas del Repaso 1

1. Verdadero
2. a. Electrones
b. Neutrones (Núcleo)
c. Protones
3. Falso
4. Orbita
5. Verdadero
6. Dos cualquiera de los siguientes:
Cobre
Plata
Aluminio
7. Voltaje
8. Falso
9. Ohms
10. Falso

Respuestas del Repaso 2

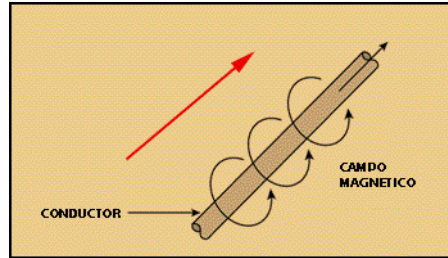


- 1.
2. 12
3. Serie
4. Falso
5. 7
6. 4
7. 12
8. Verdadero
9. Verdadero
10. Verdadero
11. La corriente es la misma

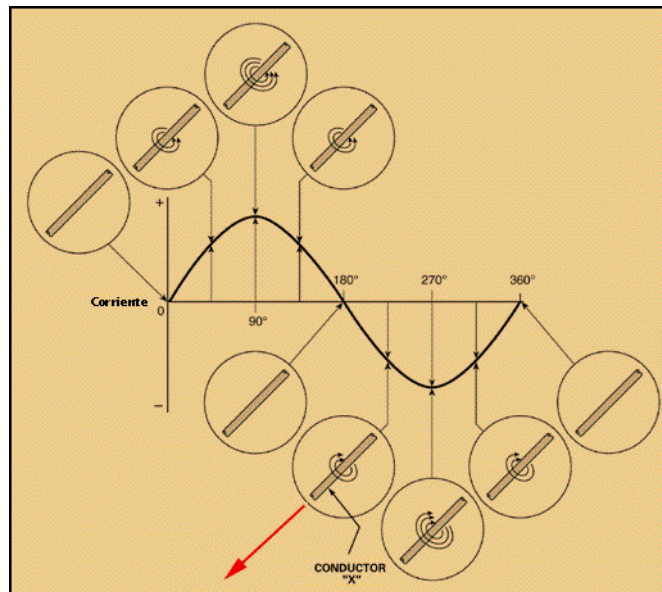
Respuestas del Repaso 3

1. Dos cualquiera de los siguientes:
Tener dos polos
Asumir la posición norte-sur
Atraer y retener hierro
2. Fuerza
3. Falso

Introducción a la Electricidad



- 4.
5. Verdadero
6. Verdadero
7. Frecuencia



- 8.
9. Verdadero
10. (RCM)
11. 338 Volts

Respuestas del Repaso 4

1. Potencia; Watts
2. $P = E \times I$
 $P = I^2 R$
 $P = E^2 / R$
3. Volt-Amperes (VA)
4. 192 watts
5. Verdadero
6. 1000; Una hora