

PRUEBA CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS PARA SISTEMAS DE CONTROL

ACADEMIA DE MECATRÓNICA

M.C. Paloma G. Mendoza Villegas

M.A. Alejandro Jesús M. Fernández Mtz.

Ing. Iván E. Lemus Rubio

FEBRERO – JULIO 2014
CBTIS 122

CONTENIDO

I. SEGURIDAD E HIGIENE	3
II. CONCEPTOS BÁSICOS DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	9
III. SIMBOLOGÍA	12
IV. COMPONENTES ACTIVOS Y PASIVOS	14
V. UNIDADES ELÉCTRICAS	15
VI. RESOLUCIÓN DE CIRCUITOS RESISTIVOS	18
CÓDIGO DE COLORES DE LA RESISTENCIA	
RESISTENCIA EQUIVALENTE	
LEY DE OHM	
LEY DE WATT	
CIRCUITO SERIE	
CIRCUITO PARALELO	
CIRCUITO MIXTO	
VII. RESOLUCIÓN DE CIRCUITOS RC	36
VIII: RESOLUCIÓN DE CIRCUITOS RL	41
IX. RESOLUCIÓN DE CIRCUITOS RLC	44
X. EL DIODO	46
XI. REGULADORES DE VOLTAJE	55
XII. TRANSISTORES	56
XIII. AMPLIFICADORES OPERACIONALES	58

I. SEGURIDAD E HIGIENE

Cuando se trabaja con electricidad es necesario considerar los riesgos que se presentan al trabajar con corriente eléctrica. Esta, aunque no es la principal causa de accidentes, cuando ocurren son graves y en muchos casos mortales.

A continuación se muestran las situaciones a considerar por el estudiante cuando trabaje en los laboratorios, pero más importante aún, cuando en su vida profesional se vea expuesto a situaciones en donde exista corriente eléctrica.

Riesgos de incendio

Los incendios provocados por causas eléctricas ocurren principalmente por:

- ✓ Sobrecarga de conductores que provoca calentamiento en cables y equipo.
- ✓ Sobrecalentamiento debido a fallas de equipo de control.
- ✓ Fallas en el aislante de conductores.
- ✓ Combustión de materiales inflamables por cercanía a equipos de baja tensión.
- ✓ Combustión de materiales inflamables por chispas o arcos.

Shock eléctrico

El shock eléctrico, dependiendo de su intensidad, puede causar desde una sensación de cosquilleo, hasta estímulos musculares dolorosos que podrían provocar la pérdida total del control muscular y llegar hasta la muerte.

Los mecanismos de muerte por electricidad son:

- ✓ **Fibrilación ventricular.** Se denomina fibrilación ventricular al trastorno del ritmo cardíaco (>250 latidos por minuto), irregular, caótico y que lleva irremediablemente a la pérdida total de la contracción cardíaca, con una falta total del bombeo sanguíneo y por tanto a la muerte del paciente.
- ✓ **Tetanización.** Es un proceso por el cual un músculo deja de responder a los estímulos que lo hacen contraer voluntariamente y por lo tanto moverse, demostrando que estamos vivos y respiramos. Se manifiesta por la contracción de los músculos de las extremidades, lo que trae como consecuencia que la víctima quede prendida al conductor.
- ✓ **Doble acción.** Tetanización y fibrilación a la vez
- ✓ **Parálisis bulbar.** Afecta predominantemente de los nervios que controlan la masticación, la deglución y el habla).
- ✓ **Parálisis cardiocirculatoria y respiratoria.**

Factores a considerar para evitar accidentes

a) Intensidad de la corriente

Intensidad	Posible efecto en el cuerpo humano
1 mA	Leve sensación de hormigueo.
De 2 a 4 mA	Temblor de los nervios en los dedos hasta el antebrazo.
De 5 a 7 mA	Leve sensación de choque, no doloroso aunque incómodo. La persona promedio puede soltar la fuente que proporciona corriente. Reacciones involuntarias al choque pueden resultar en lesiones
De 10 a 15 mA	Sensación desagradable, pero todavía es posible soltarse.
De 19 a 22 mA	Fuertes dolores de brazo. Ya no es posible soltarse voluntariamente.
De 25 a 50 mA	Irregularidades cardíacas, aumento de presión arterial, efecto de tetanización, inconciencia y fibrilación ventricular.
De 50 a 200mA	Menos de medio ciclo cardíaco: Fuerte contracción muscular. Menos de un ciclo cardíaco: Marcas visibles. Paro cardíaco reversible. Más de un ciclo cardíaco: Quemaduras
Mayor a 4A	Parálisis cardíaca y respiratoria. Quemaduras graves. Con toda probabilidad, puede causar la muerte.
10 A	Paro cardíaco, quemaduras severas y con toda probabilidad, puede causar la muerte.

b) Tensión

- ✓ Voltajes menores a 20 o 30 volts son inofensivos excepto en ciertos lugares muy sensibles del cuerpo tales como la boca, labios, lengua, etc. Por encima de esos voltajes, la corriente que circula puede llegar a provocar daños graves e incluso la muerte.

c) Forma de corriente

- ✓ Tanto en corriente alterna como en continua se aplica la Ley de Ohm.
- ✓ La corriente continua puede producir electrólisis pero teniendo en cuenta el tiempo de exposición y la tensión. (Electrólisis: La electrólisis o electrolisis es un proceso donde se separan los elementos del compuesto que forman,

usando para ello la electricidad. Descomposición de un cuerpo por medio de electricidad)

- ✓ La corriente alterna, en igualdad de condiciones, es de 3 a 4 veces menos peligrosa que la corriente continua.
- ✓ No obstante, en términos generales, 100 mA, tanto la corriente continua como la alterna, son peligrosamente mortales.

d) Otras consideraciones

- ✓ La susceptibilidad es mayor si la persona está haciendo un buen contacto con tierra, tal como cuando está apoyada a superficies húmedas o mojadas.
- ✓ Ambientes con alta temperatura, en donde la transpiración de las personas se incrementa, presentan un riesgo adicional, porque el aislamiento que proporciona la ropa se ve reducido debido a la humedad.
- ✓ Se pueden producir quemaduras al pasar corriente eléctrica por el cuerpo, en especial en los puntos de contacto con los conductores eléctricos.
- ✓ Descargas eléctricas tales como chispas o arcos, pueden encender vapores inflamables, causando explosiones y fuego.
- ✓ En el laboratorio, el shock eléctrico es posible que sea leve, pero puede generar otros riesgos por la reacción refleja de sobresalto, que puede hacer que el afectado o sus compañeros pierdan el control de materiales y equipo que se esté manipulando, causando otro tipo de accidentes.

Normas de seguridad en el laboratorio

1. Hábitos de conducta

- No fumar en los laboratorios por seguridad e higiene.
- No consumir alimentos ni bebidas dentro del laboratorio.

2. Mantener el puesto de trabajo limpio y en orden

- La mesa de trabajo debe estar libre de abrigos, bolsos, libros, etc.
- No dejar bultos u otros objetos en los lugares de circulación, en especial entre las bancas.

3. Salud

- Si tiene algún padecimiento, o si se usa algún medicamento que considere relevante para el curso normal de la práctica, esta debe informarse al profesor antes de realizar la práctica.
- No ingresar al laboratorio bajo los efectos de drogas o alcohol.

4. Vestimenta

- En trabajos con máquinas o en sus inmediaciones, no se debe vestir con prendas sueltas o con partes que cuelguen y se puedan atorar con el equipo, como por ejemplo, bufandas, etc.
- No se deben usar sandalias, zapatos abiertos o tacón alto en el laboratorio.
- Usar camisas de manga larga de algodón. Materiales sintéticos pueden provocar que en un accidente de quemadura esta se adhiera a la piel.

- Usar pantalón largo.
- No se debe, al realizar la práctica, llevar anillos, relojes de pulsera, collares u otros accesorios que puedan engancharse.
- En caso de que se tenga pelo largo, se debe llevar recogido con el fin de evitar riesgos.
- Realizar las practicas de laboratorio con ropa seca y en superficies secas.

5. Generales

- En los laboratorios no se deben hacer bromas, ni jugar o comunicarse a gritos.
- Seguir en todo momento las instrucciones del docente. Ante cualquier duda, consultar al docente.
- En prácticas de laboratorio supervisadas, no se debe energizar la fuente de voltaje sin que el profesor haya revisado la instalación correspondiente.
- No se pueden realizar experimentos que no estén autorizados por el profesor.
- Mantener el debido respeto hacia el profesor y los compañeras .
- No utilizar el celular durante las sesiones de laboratorio. Mantenerlo apagado.
- Uso de lentes de protección en operaciones donde exista riesgo de salpicadura. (Trabajo con capacitores)

6. Equipo

- No ponga fuera de servicio los dispositivos de seguridad existentes. No quitar los fusibles de fuentes de voltaje.
- Utilice correctamente los elementos de seguridad.
- No utilice equipos y maquinaria sin conocer su funcionamiento.
- Antes de realizar cualquier tarea en una máquina, siga atentamente las instrucciones. En caso de duda, pregunte al docente o encargado de caseta.
- Desconectar de la red eléctrica las herramientas y equipos antes de proceder al ajuste.
- No bloquear sistemas electrónicos, eléctricos, mecánicos, etc. No bloquear bornes de las fuentes.



ACTIVIDAD 1. Mapa del laboratorio

Realice un mapa del laboratorio donde indique:

- La ubicación de mesas y equipo.
- Las puertas y ventanas
- Las posibles rutas de evacuación presentes en el laboratorio.
- Identifique zonas de riesgo
- Escriba posibles soluciones a los riesgos presentes en el laboratorio.



ACTIVIDAD 2. Análisis de casos

Lea las situaciones que se muestran a continuación y responda los incisos correspondientes en su cuaderno

1. Luis es estudiante de electricidad y electrónica. Desde hace un mes está realizando sus prácticas en una empresa de mantenimiento de instalaciones eléctricas. Enrique supervisa el trabajo de Luis. Esta mañana se han dirigido a una industria de envasado de frutas para arreglar una avería, ya que algunos trabajadores se han quejado de sufrir calambres cuando trabajan en la cadena de lavado y envasado.
Al llegar a la empresa, el encargado les explica que lo primero que hicieron al notar los calambres fue llamar a mantenimiento pero no hubo quien acudiera a reparar el sistema. Ante esto dos de los trabajadores de la cadena de envasado intentaron solucionar el problema. Primero y sin antes haber comprobado la ausencia de tensión en el sistema desmontaron la carcasa de la cadena de empaquetado pero como no observaron ninguna anomalía decidieron revisar el motor. Sin embargo tampoco pudieron encontrar la causa.
Antes de iniciar su trabajo, Luis y Enrique preguntan al encargado las características de seguridad de la instalación eléctrica de la cadena de envasado. El encargado les informa que la cadena esta conectada a la toma eléctrica general del edificio, la cual esta protegida con fusibles pero el sistema se detenía constantemente interrumpiendo el proceso, por lo que uno de los empleados decidió puentearlo y ponerlo fuera de servicio.

Luis comenzó a revisar el resto de la cadena y se dio cuenta que a la misma toma donde se conecta la cadena están también conectadas tres maquinas ajenas al sistema, sobrecargando excesivamente la instalación. También ven que los cables de conexión requieren un aislante adecuado.

Después de la revisión Enrique dice a Luis que puede comenzar la reparación. Luis desconecta la corriente eléctrica, seca el agua acumulada en el suelo y quita la carcasa de la cadena para acceder al motor y buscar la falla que provoca los calambres a los empleados.

Al revisar las conexiones se da cuenta que uno de los cables ha perdido el aislamiento y otro esta ennegrecido.

Luis dice a Enrique lo que encontró y Enrique le pide sustituir todo el cable dañado ya que hacer empalmes no garantiza la correcta protección. Cambian los cables y terminan la reparación.

- a) Después de leer el caso practico señale los principales focos de riesgo de accidente por contacto eléctrico. Justifique su respuesta.
- b) Una vez identificados los focos de riesgo proponga las medidas preventivas que podrían eliminar o disminuir el riesgo de accidente por contacto eléctrico.
- c) Realice una ilustración demostrativa del caso practico

2. Carlos y María son instaladores electricistas y trabajan en una empresa dedicada a instalaciones y reparaciones eléctricas. Su trabajo del día es ir a una empresa de artes graficas a reparar una guillotina. Les acompaña Fermín un trabajador muy experimentado.

Al llegar a la empresa el responsable del taller les explica que los empleados notaban pequeños calambres cuando la maquina esta encendida. En un principio los empleados no lo comunicaron a los supervisores pero al empeorar la situación no hubo mas remedio que dejar la guillotina fuera de servicio.

Carlos y María comienzan a revisar el sistema y comprueban que hay un conductor eléctrico con defectos de aislamiento y deciden repararlo. Desconectan la maquina de la toma de corriente desde la caja de interruptores pero Carlos deja la puerta de la caja abierta.

Después vuelve con María y comienzan a trabajar en la avería. Mientras tanto un trabajador de la empresa, ajeno a toda esta situación ve la caja de interruptores abierta y se dispone a cerrarla cuando ve que uno de los interruptores esta en apagado. Duda unos momentos pero decide encenderlo y cerrar la caja. En ese momento María que se encontraba manipulando los conductores recibe una descarga eléctrica que la tumba al suelo.

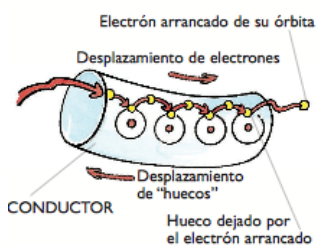
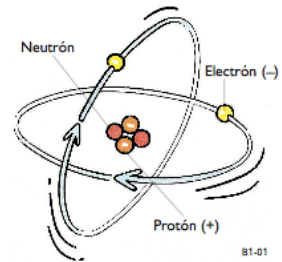
- a) Señale los factores de riesgo que provocaron el accidente de María
- b) Después de identificar los factores de riesgo proponga medidas preventivas que hubieran evitado el accidente.
- c) Invente un final para la historia
- d) Realice una ilustración demostrativa del caso practico

II. CONCEPTOS BÁSICOS DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

La electricidad (del griego elektron) es un fenómeno físico cuyo origen son las cargas eléctricas y cuya energía se manifiesta en fenómenos mecánicos, térmicos, luminosos, etc. Basicamente la electricidad es el flujo de electrones y se puede observar en fenomenos naturales como los rayos, los cuales son descargas eléctricas producidas por la transferencia de energía entre la ionosfera y la superficie terrestre.

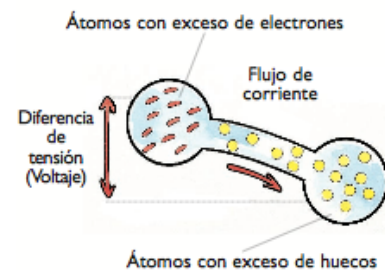
La electricidad tiene su origen en el movimiento de una partícula llamada electrón (carga negativa), es una parte del átomo junto con otras partículas, los protones (carga positiva) y los neutrones (sin carga).

El átomo tiene un núcleo alrededor del cual giran un determinado número de electrones, existe tambien un número igual de protones para que el átomo se encuentre equilibrado electricamente.



Existen fenomenos que son capaces de arrancar electrones del átomo dejando en su lugar un "huevo", dicho huevo atrae un electron del átomo contiguo, desencadenando así una cascada de electrones arrancados de otros átomos para ir rellenando huecos. Así se produce la circulación de electrones.

La fuerza que obliga a los electrones a circular por un conductor depende de la diferencia de electrones existente entre los extremos de ese conductor, es decir si en un extremo del conductor hay un gran numero de electrones libres dispuestos a moverse al otro extremo donde habra un gran número de huecos habra una mayor fuerza que se conoce como diferencial de potencial. **El diferencial de potencial tambien se conoce como tensión, voltaje o fuerza electromotriz** (V), se mide en volts (V) y es independiente del camino recorrido por la carga, depende unicamente del potencial eléctrico de los extremos del conductor.

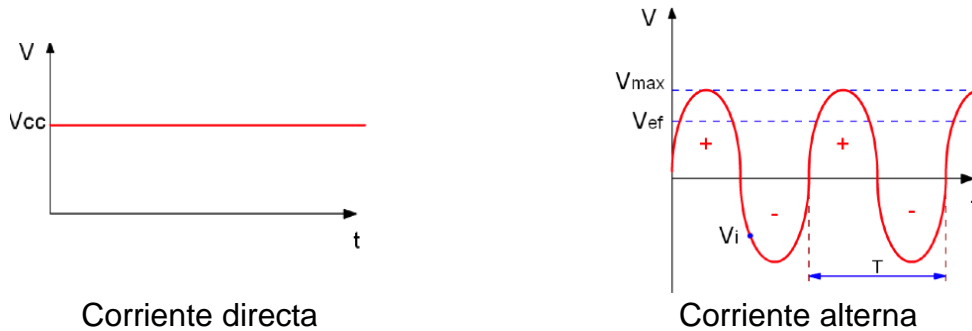


Los electrones al desplazarse a traves de un conductor constituyen la **corriente eléctrica**, dicha corriente circula del polo negativo al polo positivo, sin embargo por convención se considera que va del polo positivo al polo negativo. La cantidad de electrones que circula por el conductor se conoce como **intensidad de la corriente eléctrica** (I) y su unidad de medida es el ampere (A).

Existen dos tipos de corriente eléctrica: **corriente directa** (CD) y **corriente alterna** (CA).

La corriente directa circula siempre en un mismo sentido, es decir del polo positivo al polo negativo o viceversa de la fuente de voltaje que la suministra. Ejemplos: Pilas y baterías.

La corriente alterna cambia el sentido de circulación de la corriente de manera periódica por lo tanto también su polaridad. Esto ocurre tantas veces como frecuencia en hertz (Hz) tenga la corriente.

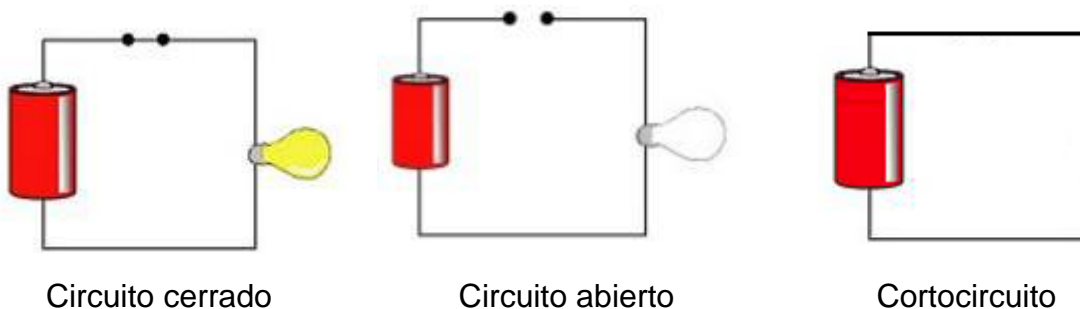


Para que la corriente circule es necesario que se forme un circuito que son elementos o componentes conectados eléctricamente entre sí, con el propósito de transportar o modificar señales electrónicas o eléctricas.

Consta de tres factores fundamentales:

1. Una fuente de voltaje que genere la fuerza necesaria para poner en movimiento los electrones.
2. Un cable o camino que permita a los electrones fluir ininterrumpidamente desde un polo de la fuente al otro.
3. Una carga conectada al circuito que ofrezca resistencia al paso de la corriente eléctrica. Carga puede ser cualquier dispositivo que consuma energía eléctrica.

Cuando la corriente puede circular de un polo al otro de la fuente y cumple con los 3 factores anteriores se conoce como **circuito cerrado**, cuando la corriente se ve interrumpida por cualquier motivo se conoce como **circuito abierto** y cuando la corriente circula ininterrumpidamente pero no hay carga se conoce como **cortocircuito**.

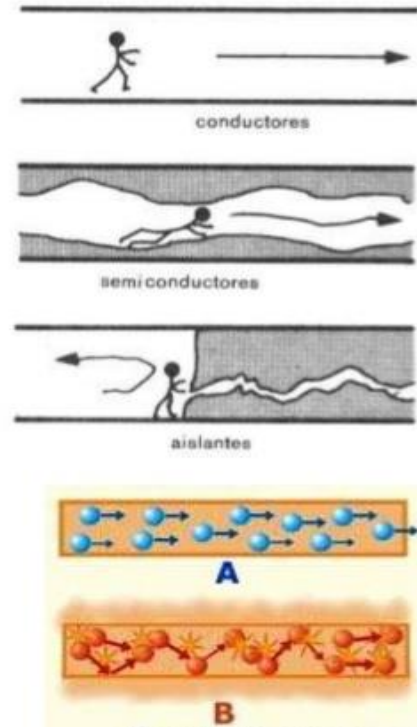


La fuente de voltaje puede ser de corriente alterna o corriente directa.

En el caso del cable o camino que sigue la corriente se debe utilizar un material conductor que son materiales que permiten que los atraviesen las cargas electricas en movimiento.

Finalmente la carga del circuito debe ofrecer resistencia al paso de corriente. La resistencia electrica es el grado de oposicion de un material a la corriente electrica. Todos los conductores eléctricos ofrecen mayor o menor resistencia al paso de la corriente.

La figura muestra (A) electrones fluyendo por un buen conductor eléctrico que ofrece baja resistencia, (B) electrones fluyendo por un mal conductor eléctrico que ofrece alta resistencia a su paso. En este caso los electrones chocan unos contra otros al no poder circular libremente, como consecuencia generan calor.



ACTIVIDAD 3. Conceptos básicos

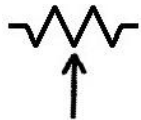

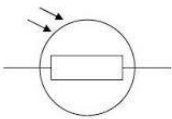

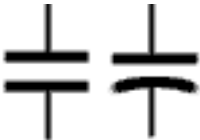
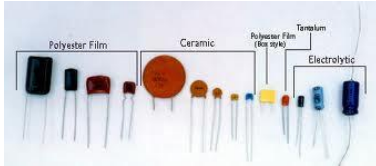




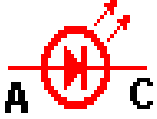

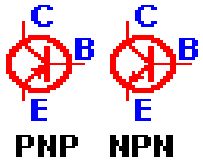

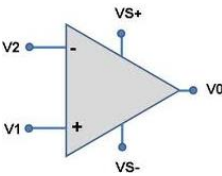



Realice en su cuaderno los siguientes ejercicios:

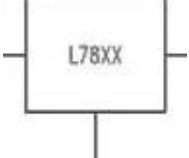

- Investigue fenómenos o procesos naturales que funcionen a base de electricidad (Mínimo 3).
- ¿Cuál es el tipo de corriente más utilizada?
- ¿Cuál es la frecuencia de la corriente alterna en nuestros hogares?
- ¿Cómo producen corriente alterna las pilas?
- Investigue los tipos de materiales: Conductores, semiconductores y aislantes.

III. SIMBOLOGÍA

Existen una gran cantidad de componentes eléctricos y electrónicos a continuación se presenta una tabla con la simbología de los principales componentes que se utilizaran en clase.

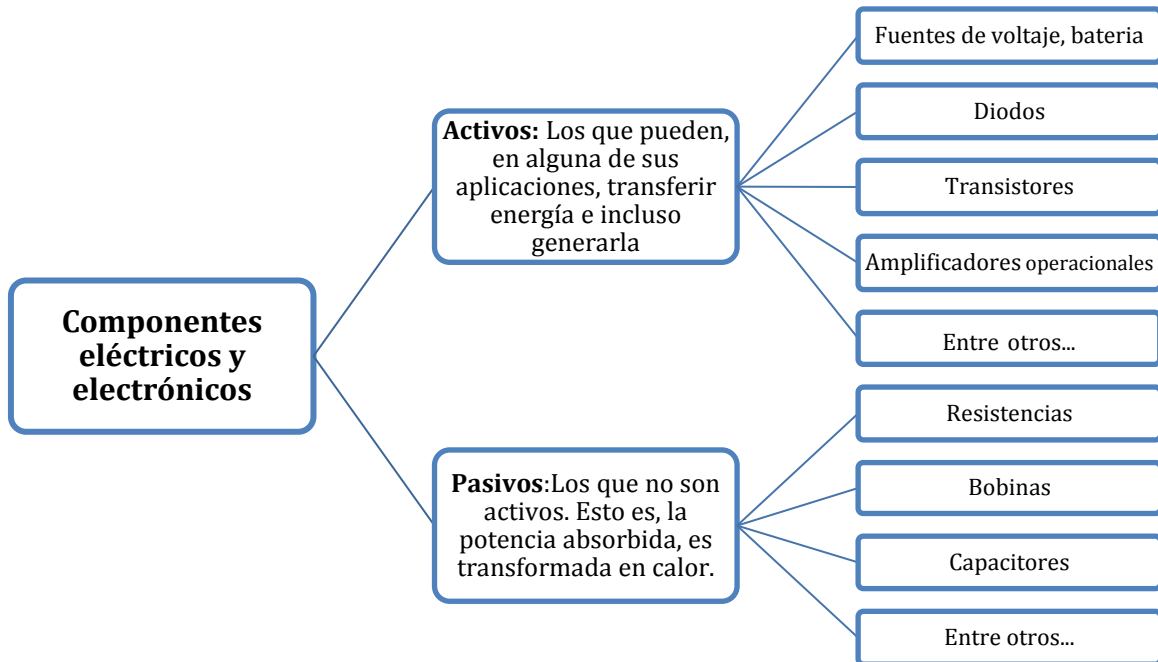
Componente	Simbolo	Vista real	
Cruce de conductores			
Union de conductores			
Componente	Simbolo	Vista real	Función
Bateria			Suministro de energía
Fuente de voltaje CD			
Fuente de voltaje CA			
Interruptor, botón			Permite o impide el paso de corriente. Encendido/Apagado
Resistencia			Presentan oposición al flujo de corriente

Potenciometro			Ofrece una resistencia variable
Fotocelda			Es una resistencia que varía su valor dependiendo de la luz que incida sobre ella.
Capacitor			Componente capaz de almacenar pequeñas cargas eléctricas.
Bobina			Es capaz de crear un campo magnetico cuando circula corriente a traves de ella.
Diodo			Es similar a un interruptor, es controlado por la polaridad del voltaje.
LED			Es una fuente de iluminación.
Transistor			Es similar a un interruptor, es controlado por corriente.
Amplificador operacional			Tiene la capacidad de procesar señales de voltaje de entrada (Inversor, sumador, etc)
Transformador			Bobinado de cobre que permite disminuir el voltaje.

Regulador de voltaje			Mantienen una salida de voltaje estable.
----------------------	---	---	--

IV. COMPONENTES ACTIVOS Y PASIVOS

Los componentes eléctricos se dividen en dos categorías principales de acuerdo a lo que ocurre con la energía cuando circula a través de ellos.



ACTIVIDAD 4. Tipos de componentes Realice en su cuaderno los siguientes ejercicios:

- Investigue otros componentes eléctricos y electrónicos; haga una clasificación de los componentes que investigue y divídalos en activos y pasivos. (Mínimo 3 de cada categoría)

V. UNIDADES ELÉCTRICAS

Existen tres unidades eléctricas principales o básicas: la tensión o voltaje, la intensidad y la resistencia.

Tensión eléctrica (V)

Se denomina tensión eléctrica (o también voltaje) a la fuerza potencial (atracción) que hay entre dos puntos cuando existe entre ellos diferencia en el número de electrones. En los polos de una batería hay una tensión eléctrica y la unidad que mide la tensión es el volt (V).

Corriente eléctrica (I)

A la cantidad de electrones o intensidad con la que circulan por un conductor, cuando hay un voltaje aplicado en sus extremos, se le denomina corriente eléctrica o intensidad. La unidad que mide la intensidad es el ampere (A).

Resistencia eléctrica (R)

Los electrones que circulan por un conductor encuentran cierta dificultad a circular libremente ya que el propio conductor opone una pequeña resistencia; resistencia que depende de la longitud, la sección y el material con que está construido el conductor. La corriente fluirá mejor cuanto mayor sea la sección y menor la longitud. La unidad que mide la resistencia es el ohm (Ω).

Potencia eléctrica (W)

Se define como la energía o trabajo consumido o producido en un determinado tiempo. Su unidad es el watt (W) y esta relacionada con el voltaje aplicado y la intensidad de corriente que circula por un circuito.

Inductancia (L)

Llamaremos inductancia al campo magnético que crea una corriente eléctrica al pasar a través de una bobina de hilo conductor enrollado mejor conocido como inductor. Su unidad de medida es el Henrio (H).

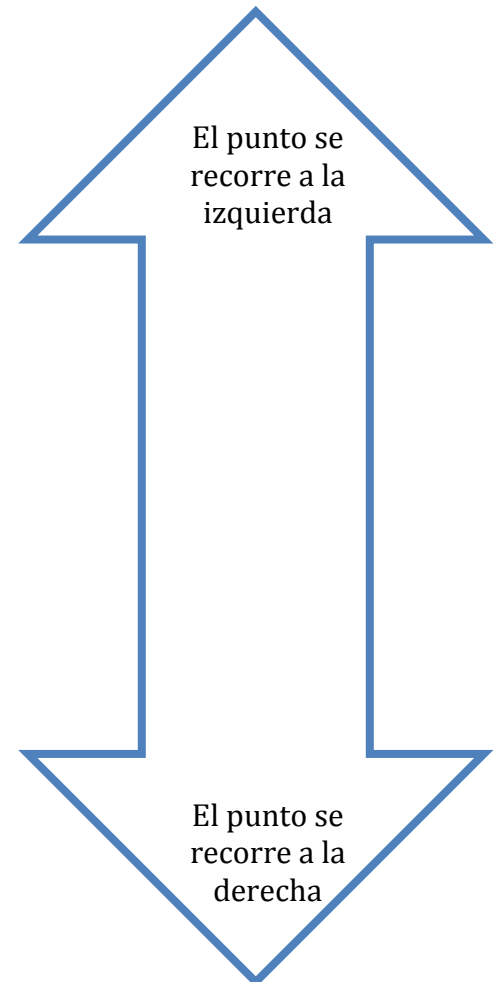
Capacitancia (C)

La capacitancia es la propiedad de un circuito eléctrico de oponerse al cambio en la magnitud de tensión a través del circuito. También capacitancia se refiere a la característica de un sistema que almacena carga eléctrica.

Conversión de unidades

Para resolver circuitos eléctricos es necesario conocer las unidades de medida vistas anteriormente y además se requiere saber convertir entre múltiplos y submúltiplos.

Múltiplos y submúltiplos	Prefijos	Símbolos
1 000 000 000 000 = 10^{12}	tera	T
1 000 000 000 = 10^9	giga	G
1 000 000 = 10^6	mega	M
1 000 = 10^3	kilo	k
100 = 10^2	hecto	h
10 = 10^1	deca	da
1 = 10^0		
0.1 = 10^{-1}	deci	d
0.01 = 10^{-2}	centi	c
0.001 = 10^{-3}	mili	m
0.000 001 = 10^{-6}	micro	μ
0.000 000 001 = 10^{-9}	nano	n
0.000 000 000 001 = 10^{-12}	pico	p
0.000 000 000 000 001 = 10^{-15}	femto	f
0.000 000 000 000 000 001 = 10^{-18}	atto	a



Ejemplo: Se desea convertir 1000V a KV.

1000 es el equivalente a 1000×10^0 y se desea convertir a kilo que corresponde a 10^3 . Tenemos los exponentes 0 y 3, al restarlos se obtiene el número de espacios que se debe recorrer el punto.

$$3-0=3$$

Como la conversión de acuerdo a la flecha es hacia arriba el punto se recorre a la izquierda, entonces:

$$1000. V = 1.000KV$$



ACTIVIDAD 5. Conversiones
Realice en su cuaderno las siguientes conversiones:

CONVERSIONES	
150000 Ω =	0.1 μF = pF
0.03 H =	0.467 K Ω = Ω
7,400,000 Ω =	63.9 mH = H
0.0000068 F =	0.016 mF = μF
0.00040200 F =	0.0000357 μF = pF
0.0000000002 F =	117 M Ω = T Ω
2000 μH = mH	93.5 pF = nF
0.04 mH = μH	0.75463 μH = nH
0.06 μF = nF	4700 Ω = K Ω
8400 pH = μH	4350000 pF = mF
0.006 K Ω = m Ω	0.000870 μH = nH
0.05 H = μH	0.00000330 T Ω = K Ω
0.16 F = mF	220000 G Ω = T Ω
0.00000012 F = nF	100000 nF = F
1020 m Ω = Ω	2.2 A = mA

NOTA: Una vez resueltos los problemas puedes verificar tus resultados en la pagina <http://www.unit-conversion.info/metric.html>

VI. RESOLUCIÓN DE CIRCUITOS RESISTIVOS

CÓDIGO DE COLORES DE LA RESISTENCIA

<p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9</p> <p>0 Negro 1 Marrón 2 Rojo 3 Naranja 4 Amarillo 5 Verde 6 Azul 7 Púrpura 8 Gris 9 Blanco</p> <p>±1% Marrón ±2% Rojo ±5% Dorado ±10% Plateado</p>	<p>1.5K</p>	<p>15K</p>	<p>620K</p>
Código de Colores	Resistencias de 4 Bandas	Resistencias de 5 Bandas	Resistencias de 6 Bandas

Resistencias de 4 bandas

1. La primera banda representa la primera cifra.
2. La segunda banda representa la segunda cifra.
3. La tercera banda representa el número de ceros que siguen a los dos primeros números. (Si la tercera banda es negra no hay ceros en el número, si esta banda es dorada se divide por 10 y si esta banda es plateada se divide por 100).
4. La cuarta banda representa la tolerancia. Esta es usualmente dorada que representa un 5%, plateada que es del 10%, café o marrón indica el 1%, el rojo indica un 2% y si no tiene banda es del 20%.

Resistencias de 5 bandas

1. La primera banda representa la primera cifra.
2. La segunda banda representa la segunda cifra.
3. La tercera banda representa la tercera cifra.
4. La cuarta banda representa el número de ceros que siguen a los tres primeros números. (Si la cuarta banda es negra no hay ceros en el número, si esta banda es dorada se divide por 10 y si esta banda es plateada se divide por 100).
5. La quinta banda representa la tolerancia. El café o marrón indica el 0.5%.

Resistencias de 6 bandas

Son iguales a las resistencias de 5 bandas pero la ultima banda especifica el coeficiente térmico expresado en ppm/°C (partes por millón por cada grado Centígrado). Este valor determina la estabilidad resistiva a determinada temperatura.

Tolerancia

La tolerancia o precisión significa que el valor real no es necesariamente el mismo que indica el código. Un 10% de tolerancia significa que el valor real puede ser un 10% mayor o menor que el valor que indica el código. Por ejemplo, para un resistor de 10.000 ohmios con una tolerancia del 5% se puede tener en la práctica, cualquier valor entre 9.500 y 10.500 ohmios. El 5% de 10.000 es 500. Esta tolerancia se debe a la precisión del proceso de fabricación de esos resistores ya que las máquinas depositan una capa ligeramente mayor o menor del compuesto resistivo. Se fabrican resistores con tolerancias del 20%, 10%, 5% (que son las más comunes), 2 %, 1%, 0.5 %,0.1 % y más. El costo de los resistores sube considerablemente a medida que su precisión aumenta. Por lo general, para los circuitos y proyectos básicos se utilizan resistores con una tolerancia del 5%.



ACTIVIDAD 6. Resistencias y código de colores
Realice en su cuaderno los siguientes ejercicios. En la primer columna indique los colores que corresponden y en la segunda diga el valor que tiene la resistencia así como rango de tolerancia.

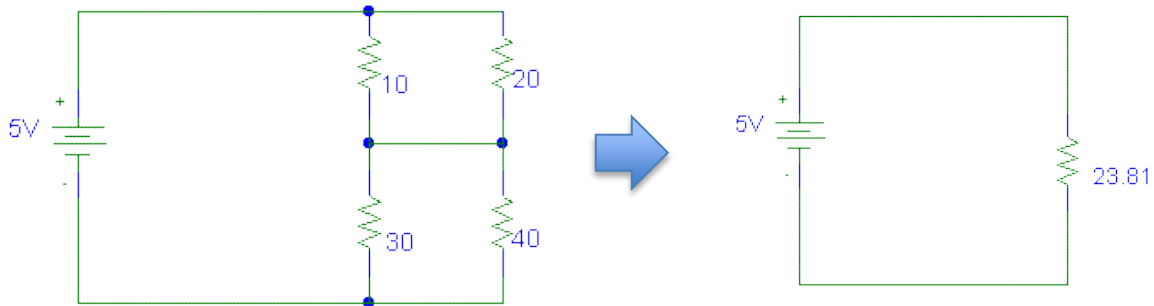
100 Ω =	Café, Negro, Naranja, Plata
12 K Ω =	Azul, Gris, Azul, Plata
150 M Ω =	Café, Rojo, Rojo, Oro
1.8 K Ω =	Gris, Rojo, Amarillo, S/color
2200 Ω =	Café, Verde, Violeta, Oro
470 Ω =	Verde, Azul, Negro, Plata
330 K Ω =	Naranja, Naranja, Café, Oro
390 000 Ω =	Rojo, Violeta, Naranja, Plata
0.68 K Ω =	Amarillo, Violeta, Café, S/color
0.82 M Ω =	Naranja, Blanco, Amarillo, Oro

NOTA: Una vez resueltos los ejercicios puedes verificar tus resultados en la pagina <http://www.forosdeelectronica.com/tools/resistencia-4-bandas.htm>

RESISTENCIA EQUIVALENTE

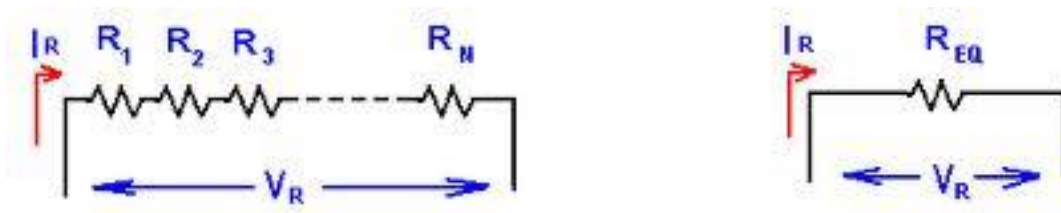
Cuando se tiene un circuito eléctrico puramente resistivo, es decir que los componentes de carga son únicamente resistencias se puede calcular una resistencia cuyo valor es igual o equivalente a todas las demás.

Ejemplo:



Resistencias en serie

Se dice que las resistencias están conectadas en serie cuando por ellas circula la misma corriente. La resistencia equivalente en serie es la suma algebraica de todas las resistencias del circuito.



$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

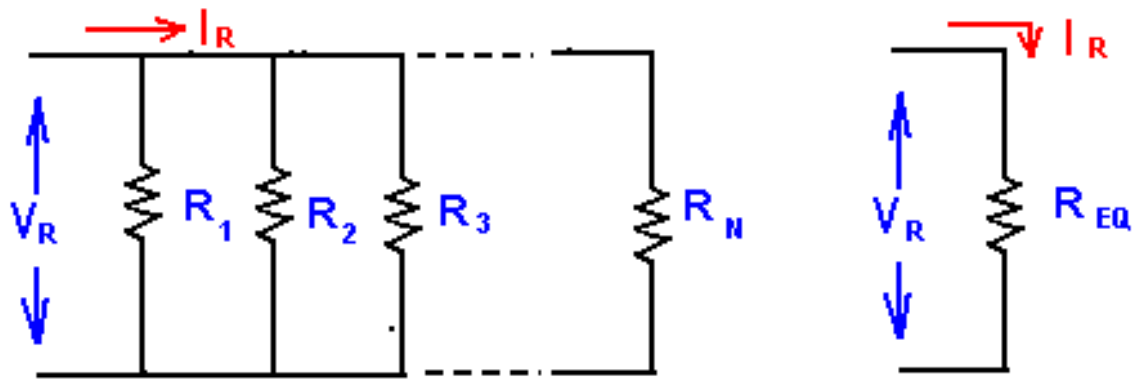
Ejemplo:

Se conectan en serie las resistencias: $R_1=100\Omega$, $R_2=150$ y $R_3=470 \Omega$. Calcule la resistencia equivalente.

$$R_{eq} = 100\Omega + 150\Omega + 470\Omega = 720\Omega$$

Resistencias en paralelo

Se dice que las resistencias están en paralelo si tienen el mismo voltaje. La resistencia equivalente es igual al inverso de la suma de inversos de las resistencias del circuito.



$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

Ejemplo:

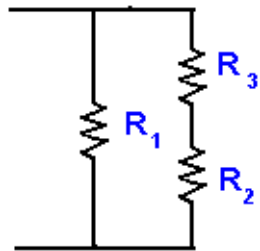
Se conectan en paralelo las resistencias: $R_1=100\Omega$, $R_2=150$ y $R_3=470 \Omega$. Calcule la resistencia equivalente.

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{100\Omega} + \frac{1}{250\Omega} + \frac{1}{470\Omega}} = 53.2\Omega$$

Existiran circuitos donde se combinen resistencias en serie con resistencias en paralelo, dichos circuitos se resolverán por partes.

Ejemplo:

Calcular la resistencia equivalente para el circuito mostrado



$$R_1 = 150 \Omega$$

$$R_2 = 200 \Omega$$

$$R_3 = 100 \Omega$$

Se analiza el circuito de derecha a izquierda. Siempre iniciaremos del lado opuesto a donde se conectaría la fuente de voltaje. En este circuito las resistencias más a la derecha son R_2 y R_3 las cuales están conectadas en serie, por lo tanto:

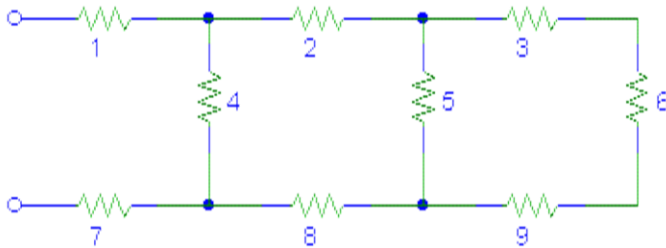
$$R_{eq1} = R_2 + R_3 = 200\Omega + 100\Omega = 300\Omega$$

Al obtener Req_1 tenemos un circuito equivalente donde R_1 y Req_1 están en paralelo. Por lo tanto:

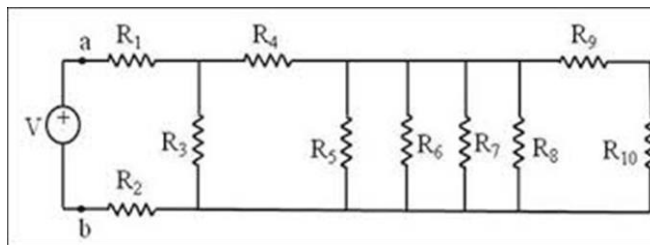
$$Req = \frac{1}{\frac{1}{Req_1} + \frac{1}{R_1}} = \frac{1}{\frac{1}{300\Omega} + \frac{1}{150\Omega}} = 100\Omega$$



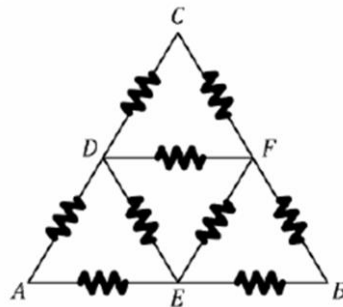
ACTIVIDAD 7. Resistencia equivalente
Realice en su cuaderno los siguientes ejercicios.



Todas las resistencias son de $470\ \Omega$



Todas las resistencias son de $220\ \Omega$



Todas las resistencias son de $1K\ \Omega$

LEY DE OHM

La ley de ohm postulada por el físico y matemático alemán Georg Simon Ohm y nos dice que “La cantidad de corriente que pasa por un circuito es directamente proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia presente”

Ejemplos:

- a) Encuentre el valor de la resistencia si se tiene un voltaje de 1.5V y una corriente de 0.5A.

$$R = \frac{V}{I} = \frac{1.5V}{0.5A} = 3\Omega$$

- b) Encuentre el valor de la corriente si se tiene un voltaje de 5V y una resistencia de 100 Ω .

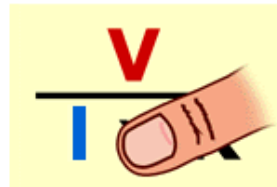
$$I = \frac{V}{R} = \frac{5V}{100\Omega} = 0.05A$$

- c) Encuentre el valor del voltaje si se tiene una resistencia de 1K Ω y una corriente de 1mA.

$$V = IR = (1mA)(1K\Omega) = 1V$$



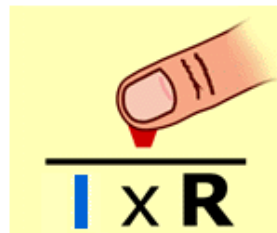
LEY DE OHM



HALLAR RESISTENCIA

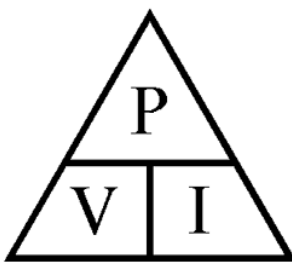


HALLAR CORRIENTE



HALLAR VOLTAJE

LEY DE WATT



La ley de Watt nos dice que “La potencia o energía consumida o entregada por un sistema será directamente proporcional al voltaje y la corriente que circula por el circuito”

Al igual que la ley de ohm puede utilizarse en 3 diferentes variantes para encontrar la potencia, el voltaje o la corriente.

Ejemplos:

- a) Encuentre el valor del voltaje si se tiene una potencia de 10W y una corriente de 0.5A.

$$V = \frac{P}{I} = \frac{10W}{0.5A} = 20V$$

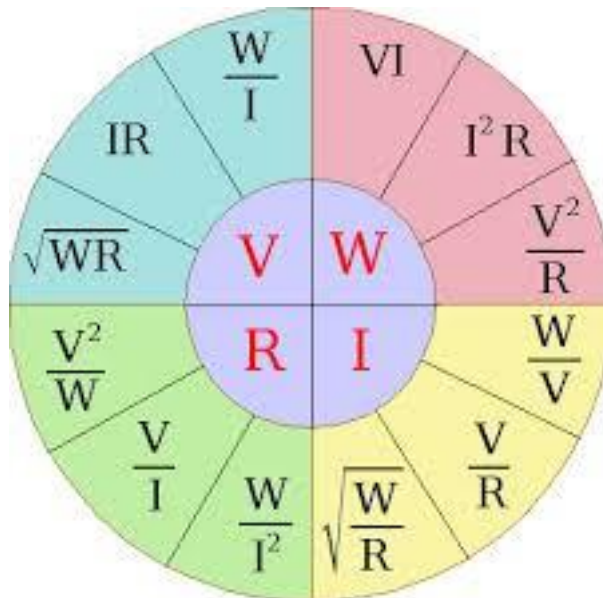
- b) Encuentre el valor de la corriente si se tiene un voltaje de 5V y una potencia de 1W.

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1W}{5V} = 0.2A$$

- c) Encuentre el valor de l potencia si se tiene un voltaje de 10V y una corriente de 1mA.

$$P = VI = (10V)(1mA) = 10mW$$

Además como ambas formulas utilizan los parámetros V y I se pueden combinar y se obtienen las formulas que se muestran a continuación:



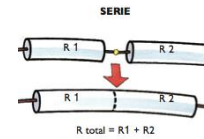


ACTIVIDAD 8. Ley de Ohm y Ley de Watt **Realice en su cuaderno los siguientes ejercicios.**

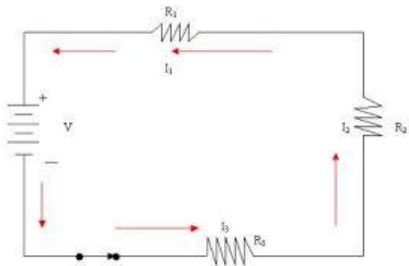
1. Calcula la intensidad de la corriente y la potencia que alimenta a una lavadora de juguete que tiene una resistencia de 10 ohms y funciona con una batería con una diferencia de potencial de 30 V.
2. Calcula el voltaje entre dos puntos del circuito de una plancha, por el que atraviesa una corriente de 4 amperios y presenta una resistencia de 10 ohmios. Indique la potencia del sistema.
3. Calcula la resistencia atravesada por una corriente con una intensidad de 5 amperios y una diferencia de potencial de 10 volts. Indique la potencia del sistema.
4. Calcula la resistencia que presenta un conductor al paso de una corriente con una tensión de 15 volts y con una intensidad de 3 amperes. Indique la potencia del sistema.
5. Calcula la intensidad que lleva una corriente eléctrica por un circuito en el que se encuentra una resistencia de 25 ohms y que presenta una diferencia de potencial entre los extremos del circuito de 80 volts. Indique la potencia del sistema.
6. Calcula la tensión que lleva la corriente que alimenta a una cámara frigorífica si tiene una intensidad de 2.5 amperes y una resistencia de 500 ohms. Indique la potencia del sistema.
7. Calcula la intensidad de una corriente que atraviesa una resistencia de 5 ohms y que tiene una diferencia de potencial entre los extremos de los circuitos de 105 V. Indique la potencia del sistema.
8. Calcula la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito por el que atraviesa una corriente de 8,4 amperes y hay una resistencia de 56 ohms.
9. Calcula la intensidad de una corriente eléctrica que atraviesa una resistencia de 5 ohms y que tiene una diferencia de potencial entre los extremos del circuito 50 volts.
- 10.10. Calcula la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito por el que atraviesa una corriente de 3 amperes y hay una resistencia de 38 ohms. Indique la potencia del sistema.
11. Calcula la resistencia de una corriente eléctrica que tiene 2 amperes y una pila con 4 volts.
12. Calcula la intensidad de la corriente que llega a un frigorífico que presenta una resistencia de 50 ohms y que tiene una diferencia de potencial entre los extremos del circuito de 250 volts. Indique la potencia del sistema.
- 11.13. Calcula la diferencia de potencial entre dos puntos del circuito de un congelador por el que atraviesa una corriente de 20 amperes y hay una resistencia de 30 ohms. Indique la potencia del sistema.
- 12.14. Calcula la resistencia del material por el que pasa la corriente de una plancha del pelo que tiene una intensidad de 5 amperes y una diferencia de potencial entre los extremos de 10 volts. Indique la potencia del sistema.
- 13.15. La corriente eléctrica de la lavadora es de 220 V y de 22 ohms. ¿Cuál es el valor de la intensidad de la corriente? Indique la potencia del sistema.
- 14.16. Una lavadora tiene un voltaje de 230 V y una intensidad de 16 amperes. Calcula la resistencia de la lavadora. Indique la potencia del sistema.
- 15.17. Un microondas tiene resistencia de 125 ohms y un voltaje de 220 volts. Averigua la intensidad y potencia del microondas.
- 16.18. Por una resistencia de 1,5 ohms se hace circular una corriente de 0,8 amperes. Calcula el voltaje y la potencia del sistema.
19. Mi abuela ha comprado un frigorífico que tiene una resistencia de 300 ohms. Mi abuela quiere saber qué intensidad debe tener la corriente para que funcione adecuadamente.
20. Para reparar nuestro horno, mi madre necesita saber su voltaje. Si sabemos que tiene necesita una corriente con una intensidad de 35 amperes y que presenta una resistencia de 21 ohms, ¿cuál será la tensión necesaria?.

CIRCUITO SERIE

El montaje en serie se utiliza cuando es necesario “regular” o limitar la corriente en un circuito. Intercalando una o varias resistencias se consigue “frenar” el paso de la corriente y dividir el voltaje de acuerdo a los valores de las resistencias. También se conoce como **divisor de tensión**.



En un circuito serie la corriente que fluye a través de todos los componentes será la misma y no se divide en ningún momento ya que es una trayectoria cerrada. **La ley de los voltajes o segunda ley de Kirchhoff** expresa que la suma algebraica de las diferencias de potencial (voltajes) existentes alrededor de cualquier trayectoria cerrada en un circuito eléctrico es igual a cero. La ley de voltajes aplica a circuitos serie y trayectorias cerradas de circuitos mas complejos (mixtos).



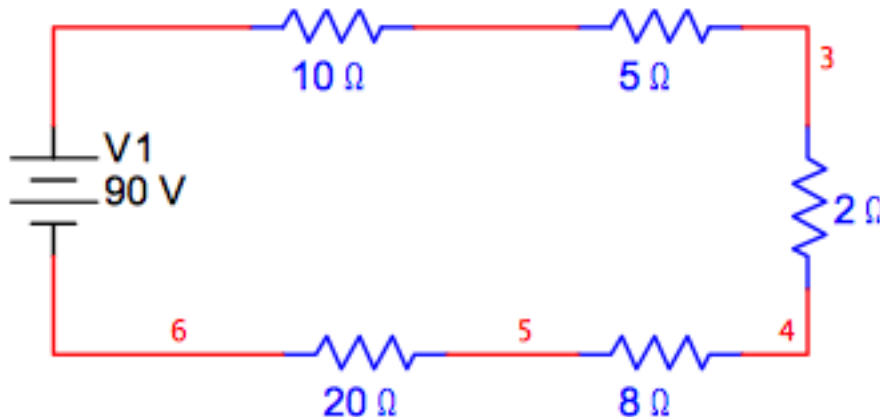
$$0 = -V + V_{R1} + V_{R2} + V_{R3}$$

$$V = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3}$$

Para resolver circuitos serie utilizaremos la ley de ohm, ley de watt y la segunda ley de Kirchhoff.

Ejemplo:

Se tiene el circuito que se muestra a continuación y se pide encontrar la corriente que circula por el circuito, la potencia total y los voltajes en cada una de las resistencias para comprobar la segunda ley de Kirchhoff.



Paso 1: Encontrar la resistencia equivalente.

$$R_{eq} = 10\Omega + 5\Omega + 2\Omega + 8\Omega + 20\Omega = 45\Omega$$

Paso 2: Utilizando la ley de ohm, sustituimos los valores de voltaje y resistencia equivalente para encontrar la corriente.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{V_1}{R_{eq}} = \frac{90V}{45\Omega} = 2A$$

Paso 3: Se calcula la potencia con la ley de Watt.

$$P = VI = (90V)(2A) = 180W$$

Paso 4: Para calcular los voltajes en cada resistencia se utiliza la ley de ohm.

$$V_{R1} = I * R_1 = (2A)(10\Omega) = 20V$$

$$V_{R2} = I * R_2 = (2A)(5\Omega) = 10V$$

$$V_{R3} = I * R_3 = (2A)(2\Omega) = 4V$$

$$V_{R4} = I * R_4 = (2A)(8\Omega) = 16V$$

$$V_{R5} = I * R_5 = (2A)(20\Omega) = 40V$$

Paso 5: Para comprobar la ley de los voltajes se utilizan los voltajes de resistencias calculados en el paso 4.

$$V_1 = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} + V_{R4} + V_{R5}$$

$$90V = 20V + 10V + 4V + 16V + 40V$$

En este ejemplo se tenían como datos voltaje y valores de resistencias, siendo la incógnita la corriente, pero se pueden tener otros datos y otras incógnitas que para resolver puede utilizar el círculo de fórmulas visto previamente.



ACTIVIDAD 9. Circuitos serie **Realice en su cuaderno los siguientes ejercicios.**

1. Se tiene un circuito serie de 5 resistencias, todas ellas de 220Ω y por ellas circula una corriente de 25.4mA . Calcule resistencia equivalente, voltaje en cada resistencia, voltaje total de la fuente y potencia total del circuito.
2. Calcule la resistencia equivalente, corriente del circuito, voltaje de las resistencias y potencia total del circuito, para un circuito serie que utiliza las siguientes resistencias.
 $R_1=1.5\text{K}\Omega$, $R_2=4.7\text{M}\Omega$, $R_3=330\Omega$, $R_4=2200\Omega$ y la quinta resistencia tiene bandas con los siguientes valores: azul, rojo, rojo, dorado y tiene un voltaje en la fuente de 5V .
3. Calcule la resistencia equivalente, voltaje del circuito, voltaje de las resistencias y potencia total del circuito, para un circuito serie que utiliza las siguientes resistencias.
 $R_1=47\text{K}\Omega$, $R_2=0.470\text{M}\Omega$, $R_3=470\Omega$, $R_4=4700\Omega$ y $R_5=4700\text{K}\Omega$ y que tiene una corriente de un $2/7$ de ampere.
4. Calcule la resistencia equivalente, corriente del circuito, voltaje de las resistencias y potencia total del circuito, para un circuito serie que utiliza las siguientes resistencias.
 R_1 =Rojo, rojo, naranja dorado, R_2 =café, verde, amarillo, plata, R_3 =azul, rojo, verde y tiene un voltaje de 220V .
5. Calcule los valores de las resistencias, voltaje total y todas las potencias del circuito si se tiene que $V_{R_1}=1.5\text{V}$, $V_{R_2}=4.7\text{V}$, $V_{R_3}=2.2\text{V}$ y $V_{R_4}=9\text{V}$ y la corriente total del circuito es de $1000\mu\text{A}$.

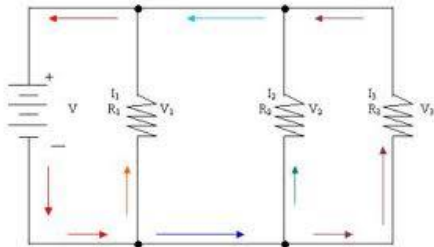
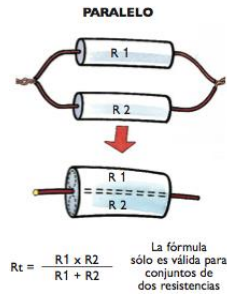
NOTA: Dibuje el circuito en cada uno de los problemas indicando los voltajes y el flujo de la corriente, además recuerde que todos los problemas deben incluir operaciones.

CIRCUITO PARALELO

Se conoce también como **divisor de corriente** y se utiliza cuando se requiere aplicar el mismo voltaje a todos los componentes que estén conectados en paralelo.

Un circuito paralelo es es aquel en el que existen uno o más puntos donde la corriente se divide de acuerdo al valor de las resistencias y sigue trayectorias diferentes.

La ley de las corrientes o primera ley de Kirchoff expresa que la suma de corrientes que llegan a un nodo será igual a la suma de corrientes que salen de el. La ley de corrientes aplica a circuitos paralelo y circuitos mas complejos (mixtos).



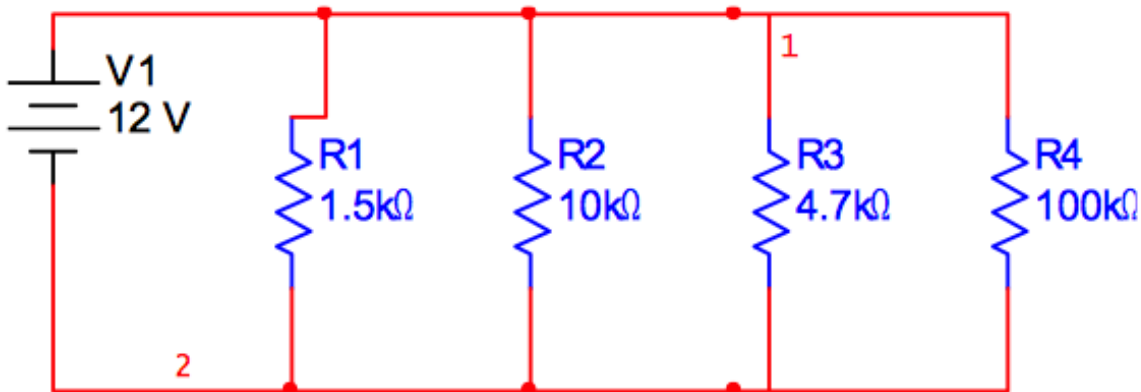
$$0 = -I_T + I_{R1} + I_{R2} + I_{R3}$$

$$I_T = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3}$$

Para resolver circuitos paralelo utilizaremos la ley de ohm, ley de watt y la primera ley de Kirchoff.

Ejemplo:

Se tiene el circuito que se muestra a continuación y se pide encontrar la corriente total que circula por el circuito, la potencia total y las corrientes en cada una de las resistencias para comprobar la primera ley de Kirchoff.



Paso 1: Encontrar la resistencia equivalente.

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{1.5K\Omega} + \frac{1}{10K\Omega} + \frac{1}{4.7K\Omega} + \frac{1}{100K\Omega}} = 1.01K\Omega$$

Paso 2: Utilizando la ley de ohm, sustituimos los valores de voltaje y resistencia equivalente para encontrar la corriente total.

$$I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{V_1}{R_{eq}} = \frac{12V}{1.01K\Omega} = 11.873mA$$

Paso 3: Se calcula la potencia con la ley de Watt.

$$P = V_T I_T = (12V)(11.873mA) = 142.476mW$$

Paso 4: Para calcular las corrientes en cada resistencia se utiliza la ley de ohm. Hay que recordar que el voltaje en todas las resistencias es el mismo y será igual al de la fuente V_1 .

$$I_{R1} = \frac{V_1}{R_1} = \frac{12V}{1.5K\Omega} = 8mA$$

$$I_{R2} = \frac{V_1}{R_2} = \frac{12V}{10K\Omega} = 1.2mA$$

$$I_{R3} = \frac{V_1}{R_3} = \frac{12V}{4.7K\Omega} = 2.553mA$$

$$I_{R4} = \frac{V_1}{R_4} = \frac{12V}{100K\Omega} = 120\mu A$$

Paso 5: Para comprobar la ley de las corrientes se utilizan las corrientes de resistencias calculados en el paso 4.

$$I_T = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3} + I_{R4}$$

$$11.873mA = 8mA + 1.2mA + 2.553mA + 120\mu A$$

En este ejemplo se tenían como datos voltaje y valores de resistencias, siendo la incógnita la corriente, pero se pueden tener otros datos y otras incógnitas que para resolver puede utilizar el círculo de fórmulas visto previamente.



ACTIVIDAD 10. Circuitos paralelo **Realice en su cuaderno los siguientes ejercicios.**

6. Se tiene un circuito paralelo de 5 resistencias, todas ellas de $1\text{K}\Omega$ conectadas a una fuente de 5V Calcule resistencia equivalente, todas las corrientes y potencia total del circuito.
7. Calcule la resistencia equivalente, corrientes del circuito y potencia total del circuito, para un circuito paralelo que utiliza las siguientes resistencias.
 $R_1=1.5\text{K}\Omega$, $R_2=4.7\text{M}\Omega$, $R_3=330\Omega$, $R_4=2200\Omega$ y tiene un voltaje en la fuente de 15V .
8. Calcule la resistencia equivalente, voltaje del circuito, corriente de las resistencias y potencia total del circuito, para un circuito paralelo que utiliza las siguientes resistencias.
 $R_1=68\text{K}\Omega$, $R_2=0.082\text{M}\Omega$, $R_3=470\text{K}\Omega$, $R_4=1500\Omega$ y $R_5=3.3\text{K}\Omega$ y tiene una corriente total de un $5/8$ de ampere.
9. Calcule la resistencia equivalente, corrientes del circuito y potencia total del circuito, para un circuito paralelo que utiliza las siguientes resistencias.
 R_1 =Rojo, rojo, naranja dorado, R_2 =café, verde, amarillo, plata, R_3 =azul, rojo, verde y tiene un voltaje de 220V .
10. Calcule los valores de las resistencias, corriente total y todas las potencias del circuito si se tiene que $IR_1=1.5\text{mA}$, $IR_2=4.7\text{mA}$, $IR_3=2.2\text{mA}$ y $IR_4=900\mu\text{A}$ si el voltaje de la fuente es de 10V .

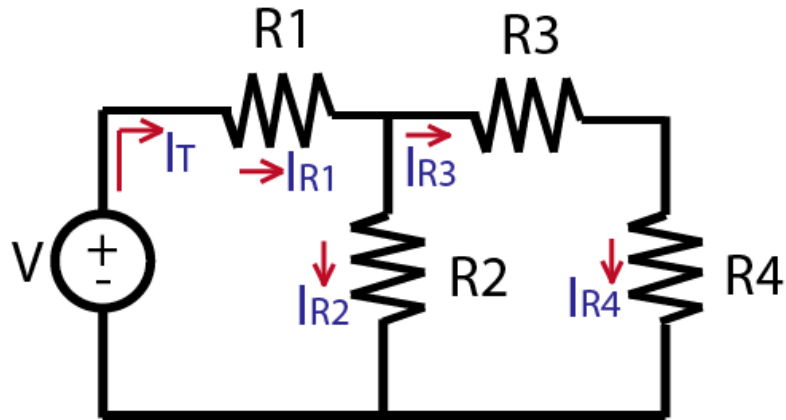
NOTA: Dibuje el circuito en cada uno de los problemas indicando los voltajes y el flujo de las corrientes, además recuerde que todos los problemas deben incluir operaciones.

CIRCUITOS MIXTOS

Un circuito mixto es aquel que contiene elementos tanto en serie como en paralelo, a través de los cuales fluye una corriente. Para resolver circuitos mixtos utilizaremos una combinación de las fórmulas vistas en los dos temas previos. Es importante destacar que hay una infinidad de combinaciones de circuitos mixtos y cada uno de ellos requiere de un análisis propio.

Ejemplo:

Calcule todas las corrientes, voltajes y potencias en el siguiente circuito:



Si se tienen los siguientes datos:

$$V=12V$$

$$R_1= 100\Omega$$

$$R_2= 150\Omega$$

$$R_3= 220\Omega$$

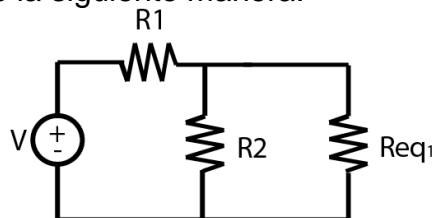
$$R_4= 330\Omega$$

Paso 1: Calcular la resistencia equivalente.

En este circuito la resistencia que esta más lejana a la fuente de voltaje es R_4 y se encuentra conectada en serie a R_3 , por lo tanto

$$Req_1 = R_3 + R_4 = 220\Omega + 330\Omega = 550\Omega$$

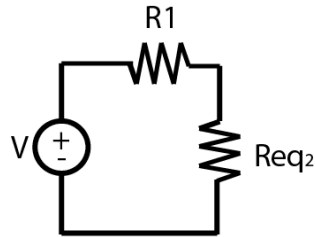
El nuevo circuito queda de la siguiente manera:



En este circuito la resistencia más lejana es Req_1 que esta conectada en paralelo con R_2 , por lo tanto

$$Req_2 = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{Req_1}} = \frac{1}{\frac{1}{150\Omega} + \frac{1}{550\Omega}} = 117.857\Omega$$

El circuito se puede representar de la siguiente manera



Donde R_1 y Req_2 están conectados en serie

$$Req = R_1 + Req_2 = 100\Omega + 117.857\Omega = 217.857\Omega$$

Paso 2: Calcule la corriente total del circuito (Es la que sale de la fuente)

$$I_T = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{12V}{217.857\Omega} = 55.082mA$$

Paso 3: Calcular la resistencia R_1 . Para este circuito en particular la corriente que sale de la fuente es igual a la corriente que pasa por R_1 , por lo tanto

$$I_T = I_{R1} = 55.082mA$$

Paso 4: Ahora que se tiene I_{R1} podemos calcular R_1 con la ley de ohm

$$V_{R1} = I_{R1} * R_1 = 55.082mA * 100\Omega = 5.508V$$

Paso 5: De acuerdo a la ley de voltajes de Kirchhoff el voltaje de la fuente V se distribuye entre la trayectoria cerrada a la que esta conectada, en este caso serían R_1 y R_2 . Entonces:

$$V = V_{R1} + V_{R2}$$

Conocemos V y V_{R1} , así que despejamos V_{R2}

$$V_{R2} = V - V_{R1} = 12V - 5.508V = 6.492V$$

Paso 6: Como ya se conoce V_{R2} se puede calcular I_{R2}

$$I_{R2} = \frac{V_{R2}}{R_2} = \frac{6.492V}{150\Omega} = 43.28mA$$

Paso 7: En el circuito se puede observar que la corriente que pasa por I_{R3} no se divide antes de llegar a R_4 , por consiguiente

$$I_{R3} = I_{R4}$$

Paso 8: De acuerdo a la ley de corrientes de Kirchhoff la I_T , llega a un nodo y se divide en I_{R2} y I_{R3} .

$$I_T = I_{R2} + I_{R3}$$

Como conocemos I_T y I_{R2} podemos calcular I_{R3}

$$I_{R3} = I_T - I_{R2} = 55.082mA - 43.28mA = 11.802mA$$

Paso 9: Se calculan V_{R3} y V_{R4} con la corriente I_{R3}

$$V_{R3} = I_{R3} * R_3 = 11.802mA * 220\Omega = 2.596V$$

$$V_{R4} = I_{R3} * R_4 = 11.802mA * 330\Omega = 3.894V$$

Paso 10: Comprobamos los dos resultados anteriores con la ley de voltajes de Kirchhoff

$$V_{R2} = V_{R3} + V_{R4} = 2.596V + 3.894V = 6.491V$$

Nota: El resultado no es exactamente igual por que no se utilizan todas las decimales.

Paso 11: Calcular las potencias utilizando la ley de Watt

$$P_T = V * I_T = 12V * 55.082mA = 660.984mW$$

$$P_{R1} = V_{R1} * R_1 = 5.508V * 55.082mA = 303.391mW$$

$$P_{R2} = V_{R2} * R_2 = 6.492V * 43.28mA = 280.973mW$$

$$P_{R3} = V_{R3} * R_3 = 2.596 * 11.802mA = 30.637mW$$

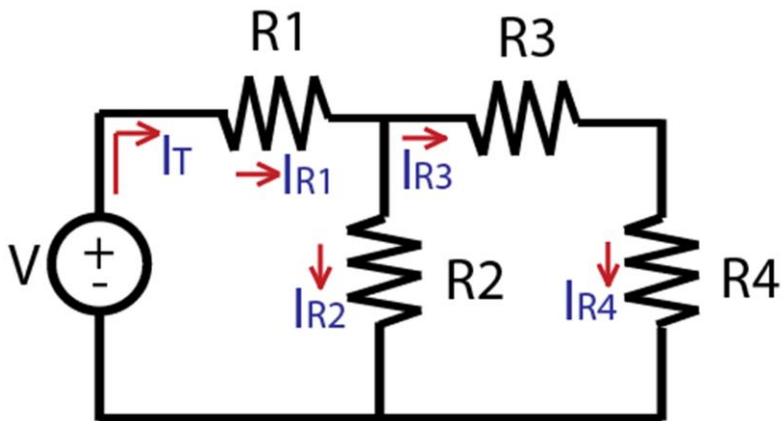
$$P_{R4} = V_{R4} * R_4 = 3.894V * 11.802mA = 45.956mW$$

VII. RESOLUCIÓN DE CIRCUITOS RC



ACTIVIDAD 11. Circuitos mixtos Realice en su cuaderno los siguientes ejercicios.

1. Se tiene el siguiente circuito mixto



Donde $V=120V$

$R_1=470$ ohms

$R_2=620$ ohms

$R_3=820$ ohms

$R_4=1500$ ohms

Calcule todos los voltajes de resistencias, todas las corrientes, todas las potencias y compruebe las leyes de Kirchoff.

NOTA: Dibuje el circuito en cada uno de los problemas indicando los voltajes y el flujo de las corrientes, además recuerde que todos los problemas deben incluir operaciones.

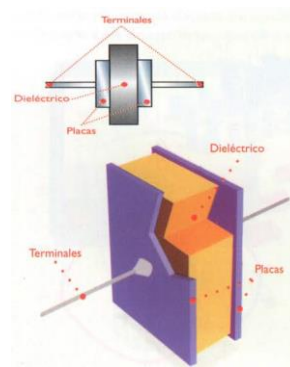
CONDENSADORES O CAPACITORES

La capacitancia es la propiedad de un circuito eléctrico de oponerse al cambio en la magnitud del voltaje a través del circuito

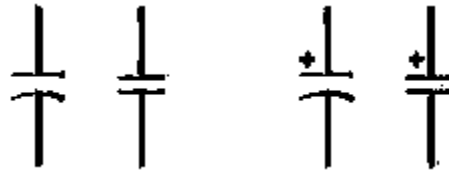
Los capacitores o condensadores son componentes que se utilizan para almacenar temporalmente energía eléctrica en forma de voltaje.

Están formados básicamente por 2 placas metálicas conductoras separadas por un material aislante llamado **dieléctrico**, el cual puede ser de papel, cerámica, aire, mica, cuarzo y fibras sintéticas, entre otros.

Sin importar el dieléctrico o la apariencia física de un condensador simple, éste siempre tiene 2 terminales los cuales se encuentran conectados internamente a las placas metálicas.



Los condensadores se identifican por su **capacitancia**, la cual se especifica en **faradios** (F) o submúltiplos, principalmente microfaradios (μF), nanofaradios (nF) y picofaradios (pF). Dicha capacitancia depende del tamaño de las placas y de la separación entre ellas.



Símbolo del Capacitor

Tipos de Capacitores

Electrolíticos de aluminio

- Bajo Costo
- Gran capacitancia
- Trabaja a bajas frecuencias



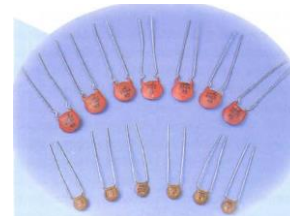
Electrolíticos de tantalio

- Costo elevado
- Gran tamaño
- Gran capacitancia
- Más confiables que los de aluminio



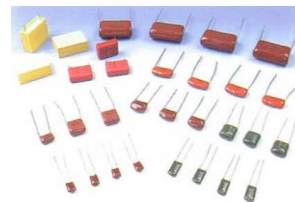
Ceramicos

- Bajo costo
- Tamaño reducido
- Valores de capacitancia menores



Papel o plástico

- Funcionan a altas temperaturas
- Funcionan a altas frecuencias



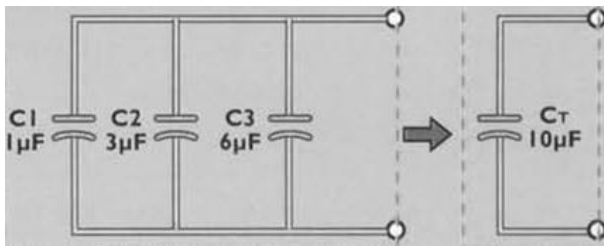
Mica y Vidrio

- Se utilizan cuando se requiere carga eléctrica alta, estabilidad respecto a la temperatura y frecuencia

CAPACITORES EN SERIE Y PARALELO

Los Condensadores se pueden conectar en serie o paralelo para obtener capacidades menores o mayores que la proporcionada por uno solo.

A continuación se muestra un conjunto de condensadores conectados en paralelo:

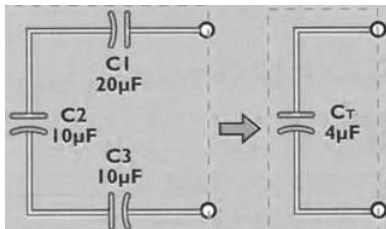


En este caso la capacitancia total (C_T) está dada por:

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

$$1\mu\text{F} + 3\mu\text{F} + 6\mu\text{F} = 10\mu\text{F}$$

La siguiente figura muestra un conjunto de condensadores conectados en serie:



En este caso la capacitancia total (C_T) está dada por:

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

$$\frac{1}{\frac{1}{20\mu\text{F}} + \frac{1}{10\mu\text{F}} + \frac{1}{10\mu\text{F}}} = 4\mu\text{F}$$



ACTIVIDAD 12. Capacitancia equivalente

Realice en su cuaderno los siguientes ejercicios.

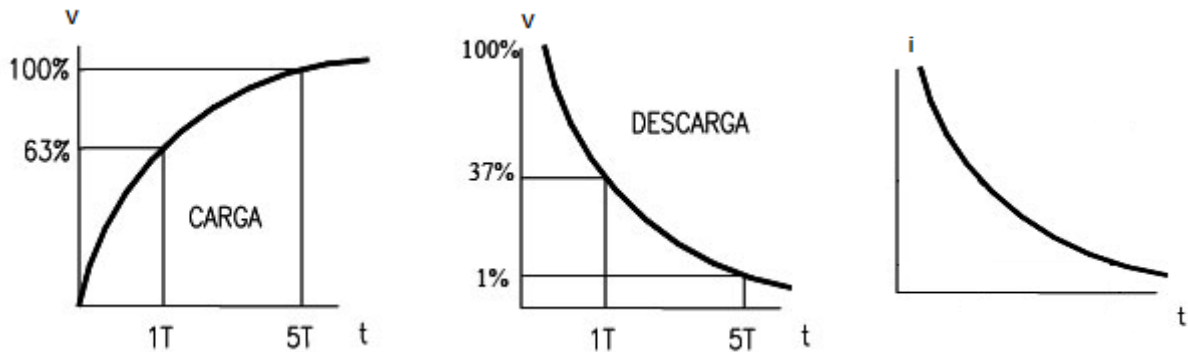
Si tiene los siguientes capacitores, diga cual seria la capacitancia equivalente si los conecta primero en serie y luego en paralelo.

- $C_1=10\text{pF}$, $C_2=4700\text{pF}$, $C_3= 2.2\mu\text{F}$
- $C_1=0.001\mu\text{F}$, $C_2=0.01\mu\text{F}$, $C_3= 0.1\mu\text{F}$
- $C_1=0.2200\text{mF}$, $C_2=0.47\mu\text{F}$, $C_3= 0.1\text{pF}$
- $C_1=10\mu\text{F}$, $C_2=15\mu\text{F}$, $C_3= 22\mu\text{F}$
- $C_1=0.1\text{mF}$, $C_2=0.1\mu\text{F}$, $C_3= 0.1\text{pF}$

Capacitores en DC (Corriente Directa)

Un capacitor almacena energía, sin embargo, no se carga instantáneamente. La duración del tiempo de carga se suele tomar como $5T$, donde T (tao) es la

constante de tiempo y $T=RC$. Esto es para un circuito donde la fuente de energía esta conectada en serie a un capacitor de valor C y una resistencia de valor R . En un tiempo T se carga el 63% del Capacitor.



En DC, al conectar un capacitor, no hay voltaje en él, La corriente es máxima. A medida que aumenta la carga la corriente va disminuyendo así que cuando el capacitor se carga la corriente deja de circular y se dice que el circuito esta abierto.



ACTIVIDAD 13. Tiempos de carga de capacitores

Realice en su cuaderno los siguientes ejercicios.

Calcule el tiempo de carga de las siguientes combinaciones RC

- a) $R = 100\Omega$, $C = 10\mu F$
- b) $R = 3.3K\Omega$, $C = 2200pF$

Calcule el valor de la resistencia o capacitor correspondiente para que el tiempo de carga sea de 1.75 segundos

- c) $R = \text{¿?}$, $C = 4.7\mu F$
- d) $R = \text{¿?}$, $C = 1000pF$
- e) $R = 1.5M$, $C = \text{¿?}$

CAPACITORES EN AC

Reactancia

Se denomina Reactancia a la oposición ofrecida al paso de la corriente alterna por **capacitores o inductores** y se mide en ohms.

La reactancia capacitiva se representa por X_C y su valor en ohms lo da la fórmula:

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

Donde:

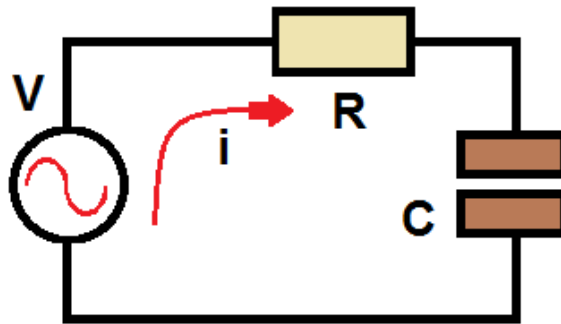
C = Capacitancia en Faradios

f = Frecuencia

Es importante recordar que la corriente alterna tiene una frecuencia que se mide en Hz (ciclos por segundo). En el caso de la corriente que utilizamos en nuestros hogares su frecuencia es de 60Hz.

RESOLUCIÓN DE CIRCUITOS

Se llama circuito RC a la combinación en serie de un capacitor y un resistor. Dicho circuito puede representar cualquier conexión de resistores y capacitores cuyo equivalente sea un solo resistor en serie con un solo capacitor.



Para resolver un circuito RC utilizaremos la ley de ohm, sin embargo el circuito RC incluye una resistencia cuyo valor esta en ohms y un capacitor cuyo valor esta en Faradios. Esta ley no se puede utilizar con Faradios, por lo tanto utilizaremos un concepto que se llama **impedancia (Z)** que es la combinación de la resistencia con la reactancia capacitiva o inductiva y su valor esta dado por la fórmula:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

Entonces la corriente del circuito será:

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

Ejemplo:

Se tiene un circuito RC donde $R = 68\Omega$ y $C = 100\mu F$ conectado a una fuente de 120VCA, calcule la impedancia, el valor de la corriente en el circuito y los valores de los voltajes.

Paso 1: Calcular la reactancia capacitiva

$$X_c = \frac{1}{2\pi f c} = \frac{1}{2\pi(60\text{Hz})(100\mu\text{F})} = 26.526\Omega$$

Paso 2: Calcular la impedancia

$$Z = \sqrt{(68\Omega)^2 + (26.526\Omega)^2} = 72.991\Omega$$

Paso 3: Calcule la corriente del circuito

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{120V}{72.991\Omega} = 1.644A$$

Paso 4: Calcule el valor del voltaje en la resistencia, para esto utilizaremos la ley de ohm.

$$V_R = IR = (1.644A)(68\Omega) = 111.792V$$

Paso 5: Calcule el valor del voltaje en el capacitor

$$V_C = IX_c = (1.644A)(26.526\Omega) = 43.609V$$

Paso 6: Comprobación, si sumáramos V_R y V_C para comprobar la ley de voltaje de Kirchhoff el resultado no sería correcto en circuitos RC para calcular el voltaje total o de la fuente (V) se utiliza la fórmula siguiente:

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_C^2} = \sqrt{(111.792V)^2 + (43.609V)^2} = 119.996V \approx 120V$$



ACTIVIDAD 14. Resolución de circuitos RC Realice en su cuaderno los siguientes ejercicios.

Calcule X_C , Z , I , V_R , V_C y compruebe el V para los siguientes circuitos RC.

- $V= 120V$ 60Hz, $R=150\Omega$, $C= 22pF$
- $V= 240V$ 50Hz, $R=220\Omega$, $C=4700nF$
- $V= 120V$ 50Hz, $R=1K\Omega$, $C=3.3nF$

VIII. RESOLUCIÓN DE CIRCUITOS RL

BOBINAS O INDUCTORES

Son componentes pasivos que pueden almacenar energía temporalmente en forma de corriente y oponerse a los cambios de la misma, fenómeno que recibe el nombre de **Inductancia**.

La inductancia se representa con la letra **L** y su unidad de medida es el **Henrio (H)**

Un henrio corresponde a la capacidad de inducir 1 volt cuando la corriente cambia con una velocidad de 1 Ampere por segundo. Como el Henrio es una unidad muy grande, se acostumbra utilizar submúltiplos como milihenrios y microhenrios.

Están formadas por varias vueltas de alambre aislado o esmaltado enrolladas alrededor de un núcleo

Las bobinas en corriente continua no tienen efecto, solo en Corriente Alterna tiene la propiedad de aumentar su reactancia a medida que aumenta la frecuencia.

El valor de la Inductancia depende de:

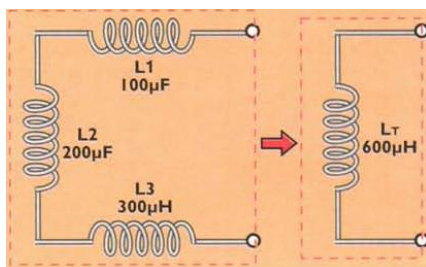
- El número de vueltas de la bobina
- Diametro de las espiras
- Longitud del cable
- Tipo de material del núcleo



Símbolo de la bobina

BOBINAS EN SERIE Y PARALELO

Las bobinas al igual que las resistencias y capacitores se pueden conectar en serie y paralelo:

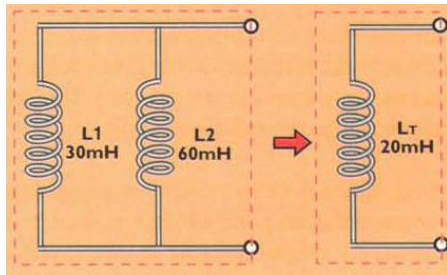


En este caso la inductancia total (L_T) está dada por:

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

$$100\mu\text{H} + 200\mu\text{H} + 300\mu\text{H} = 600\mu\text{H}$$

La siguiente figura muestra un conjunto de inductores conectados en paralelo:



En este caso la inductancia total (L_T) está dada por:

$$L_T = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_n}}$$

$$\frac{1}{\frac{1}{30\text{mH}} + \frac{1}{60\text{mH}}} = 20\text{mH}$$



ACTIVIDAD 15. Inductancia equivalente
Realice en su cuaderno los siguientes ejercicios.

Si tiene los siguientes capacitores, diga cual seria la capacitancia equivalente si los conecta primero en serie y luego en paralelo.

- a) $L_1= 22\text{mH}$, $L_2=22\text{pF}$, $C_3= 2.2\mu\text{H}$
- b) $L_1=100\text{mH}$, $L_2=150\text{mH}$, $L_3= 0.1\text{H}$
- c) $L_1=33\text{mH}$, $L_2=47\text{mH}$, $L_3= 68\text{mH}$
- d) $L_1=330\mu\text{H}$, $L_2=15\mu\text{H}$, $L_3= 220\mu\text{H}$
- e) $L_1=0.56\text{H}$, $L_2=0.65\text{mH}$, $L_3= 340\text{pF}$

BOBINAS EN AC

Una bobina se puede considerar como un corto circuito para corriente directa y una resistencia para corriente alterna, cuya oposición depende principalmente de la inductancia en Henrios y de la frecuencia de la corriente. Esta propiedad recibe el nombre de **Reactancia Inductiva** la cual se expresa como X_L y se mide en ohms.

$$X_L = 2\pi fL$$

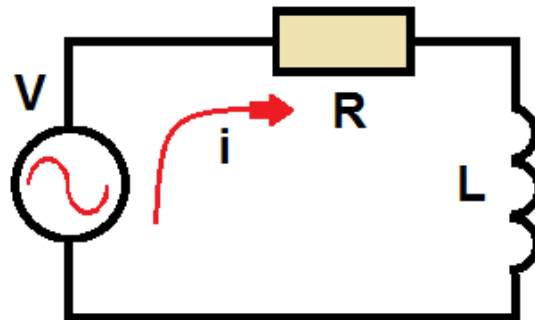
donde:

L = Inductancia en Henrios

f = Frecuencia

RESOLUCIÓN DE CIRCUITOS

Se llama circuito RL a la combinación en serie de un capacitor y un resistor. Dicho circuito puede representar cualquier conexión de resistores y bobinas cuyo equivalente sea un solo resistor en serie con una sola bobina.



Para resolver un circuito RL también utilizaremos la ley de ohm, y los conceptos de reactancia inductiva e impedancia que para este caso será:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Entonces la corriente del circuito será:

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

Ejemplo:

Se tiene un circuito RL donde $R = 330\Omega$ y $L = 3.3\mu H$ conectado a una fuente de 120VCA, calcule la impedancia, el valor de la corriente en el circuito y los valores de los voltajes.

Paso 1: Calcular la reactancia inductiva

$$X_L = \frac{1}{2\pi fL} = \frac{1}{2\pi(60\text{Hz})(3.3\mu H)} = 803.813\Omega$$

Paso 2: Calcular la impedancia

$$Z = \sqrt{(330\Omega)^2 + (803.813\Omega)^2} = 868.916\Omega$$

Paso 3: Calcule la corriente del circuito

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{120V}{868.916\Omega} = 138.103mA$$

Paso 4: Calcule el valor del voltaje en la resistencia, para esto utilizaremos la ley de ohm.

$$V_R = IR = (138.103mA)(330\Omega) = 45.574V$$

Paso 5: Calcule el valor del voltaje en la bobina

$$V_L = IX_L = (138.103mA)(803.813\Omega) = 111.009V$$

Paso 6: Comprobación, si sumáramos V_R y V_L para comprobar la ley de voltaje de Kirchhoff el resultado no sería correcto, en circuitos RL para calcular el voltaje total o de la fuente (V) se utiliza la fórmula siguiente:

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2} = \sqrt{(45.574V)^2 + (111.009V)^2} = 120V$$



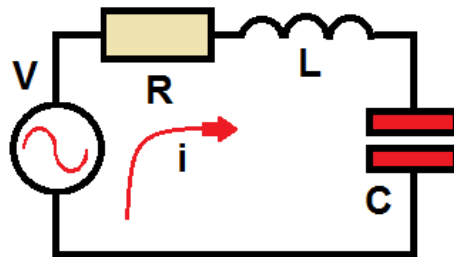
ACTIVIDAD 16. Resolución de circuitos RL Realice en su cuaderno los siguientes ejercicios.

Calcule X_C , Z , I , V_R , V_L y compruebe el V para los siguientes circuitos RL.

- d) $V= 120V$ 60Hz, $R=220\Omega$, $L= 2200\mu H$
- e) $V= 240V$ 100Hz, $R=330\Omega$, $C=4700\mu F$
- f) $V= 120V$ 50Hz, $R=560\Omega$, $C=3.3\mu F$

IX. RESOLUCIÓN DE CIRCUITOS RLC

Se llama circuito RLC a la combinación en serie de un capacitor, una bobina y un resistor. Dicho circuito puede representar cualquier conexión de resistores y capacitores con bobinas cuyo equivalente sea un solo resistor en serie con una sola bobina y un solo capacitor.



Para resolver un circuito RLC también utilizaremos la ley de Ohm, y los conceptos de reactancia inductiva y capacitiva así como impedancia que para este caso será:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Entonces la corriente del circuito será:

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

Ejemplo:

Se tiene un circuito RL donde $R= 330\Omega$, $C= 100 \mu F$ y $L=3.3\mu H$ conectado a una fuente de 120VCA, calcule la impedancia, el valor de la corriente en el circuito y los valores de los voltajes.

Paso 1: Calcular la reactancia inductiva

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi(60\text{Hz})(100\mu F)} = 26.526\Omega$$

$$X_L = \frac{1}{2\pi f L} = \frac{1}{2\pi(60\text{Hz})(3.3\mu H)} = 803.813\Omega$$

Paso 2: Calcular la impedancia

$$Z = \sqrt{(330\Omega)^2 + (803.813\Omega - 26.526\Omega)^2} = 844.438\Omega$$

Paso 3: Calcule la corriente del circuito

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{120V}{844.438\Omega} = 142.106mA$$

Paso 4: Calcule el valor del voltaje en la resistencia, para esto utilizaremos la ley de ohm.

$$V_R = IR = (142.106mA)(330\Omega) = 46.895V$$

Paso 5: Calcule el valor del voltaje en el capacitor

$$V_C = IX_C = (142.106mA)(26.526\Omega) = 3.769V$$

Paso 6: Calcule el valor del voltaje en la bobina

$$V_L = IX_L = (142.106mA)(803.813\Omega) = 114.227V$$

Paso 6: Comprobación, si sumáramos V_R y V_C para comprobar la ley de voltaje de Kirchhoff el resultado no sería correcto en circuitos RLC para calcular el voltaje total o de la fuente (V) se utiliza la fórmula siguiente:

$$V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2} = \sqrt{(46.895V)^2 + (114.227V - 3.769V)^2} = 120V$$



ACTIVIDAD 17. Resolución de circuitos RLC Realice en su cuaderno los siguientes ejercicios.

Calcule X_C , Z , I , V_R , V_L y compruebe el V para los siguientes circuitos RL.

- $V= 120V$ $60Hz$, $R=220\Omega$, $L= 2200pH$, $C=22\mu F$
- $V= 240V$ $100Hz$, $R=330\Omega$, $C=4700pH$, $C=33\mu F$
- $V= 120V$ $50Hz$, $R=560\Omega$, $C=3.3pF$, $C=4700pF$

X. EL DIODO

Los diodos están formados de una combinación de materiales semiconductores que son una clase especial de elementos cuya conductividad se encuentra entre la de un buen conductor y la de un aislante.

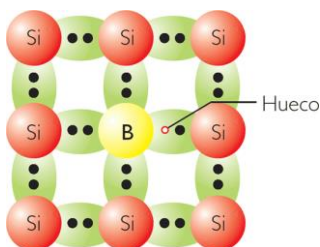
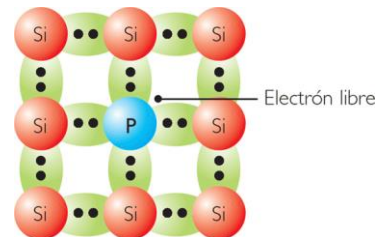
Los tres semiconductores más frecuentemente utilizados en la construcción de dispositivos electrónicos son Ge (Germanio), Si (Silicio) y GaAs (Arseniuro de galio).

Para mejorar la conductividad eléctrica de los semiconductores, se utilizan impurezas añadidas voluntariamente. Esta operación se denomina dopado, utilizándose dos tipos:

- Impurezas pentavalentes. Son elementos cuyos átomos tienen cinco electrones de valencia en su orbital exterior. Entre ellos se encuentran el fósforo, el antimonio y el arsénico.

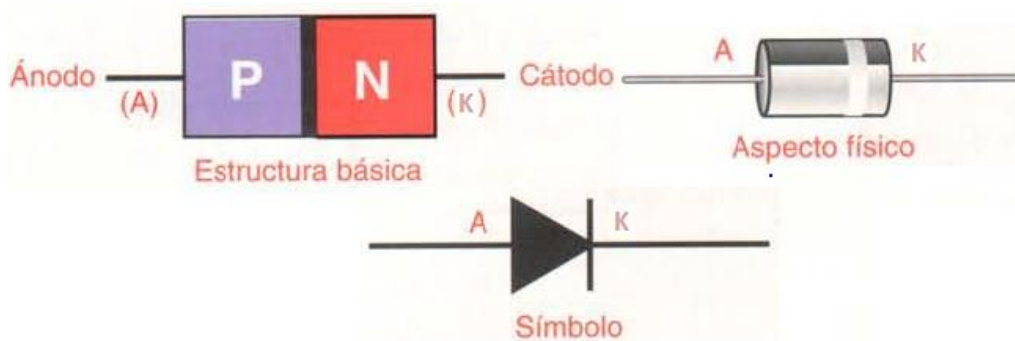
- Impurezas trivalentes. Son elementos cuyos átomos tienen tres electrones de valencia en su orbital exterior. Entre ellos se encuentran el boro, el galio y el indio.

Cuando un elemento con cinco electrones de valencia entra en la red cristalina del silicio, se completan los cuatro electrones de valencia que se precisan para llegar al equilibrio y queda libre un quinto electrón que le hace mucho mejor conductor. De un semiconductor dopado con impurezas pentavalentes se dice que es de **tipo N**.

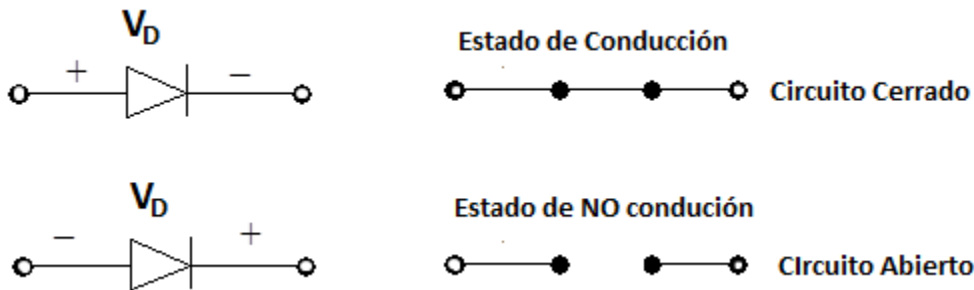


En cambio, si se introduce una impureza trivalente en la red cristalina del silicio, se forman tres enlaces covalentes con tres átomos de silicio vecinos, quedando un cuarto átomo de silicio con un electrón sin enlazar, provocando un hueco en la red cristalina. De un semiconductor dopado con impurezas trivalentes se dice que es de **tipo P**.

Un diodo (ideal) es una compuerta de una sola vía, es decir, que solo deja pasar a través de él la corriente eléctrica o flujo de electrones en un solo sentido; si se le aplica corriente en sentido contrario, el diodo no conduce. El diodo semiconductor se crea uniendo un material tipo N a un material tipo P, es decir la unión de un material con un portador mayoritario de electrones con un portador mayoritario de huecos.



Un diodo ideal perfecto conducirá corriente en la dirección definida y actuará como circuito abierto ante cualquier intento por establecer corriente en la dirección opuesta.



Como el diodo es un dispositivo de dos terminales, la aplicación de una tensión (voltaje) a través de sus terminales permite tres posibilidades:

Sin polarización $V_D = 0 V$

Cuando no está polarizado, sus cargas solo están afectadas del movimiento de agitación térmica. Este movimiento es de dirección aleatoria, por lo que no da lugar a circulaciones de corriente.

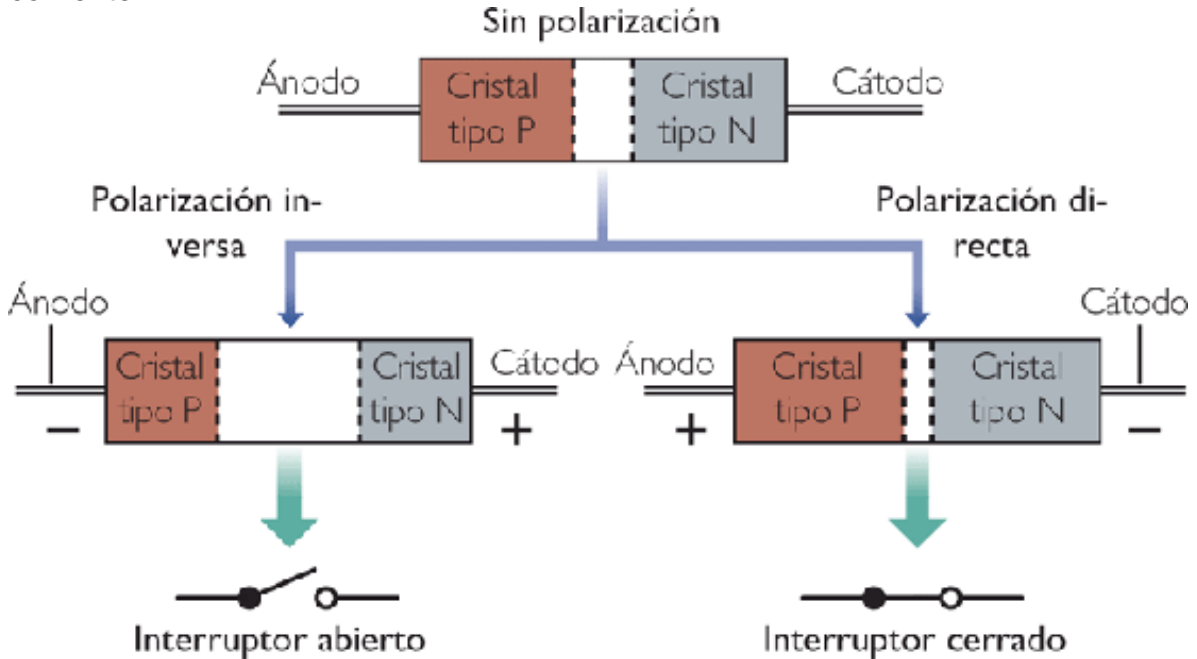
Polarización Inversa $V_D < 0 V$

En estas condiciones, las cargas positivas de la región P son atraídas por el polo negativo y las cargas negativas de la región N son atraídas por el polo positivo. El resultado es que, en **la zona de agotamiento**, se forma una barrera de potencial de considerable anchura que las cargas no pueden atravesar. Solo se acercan a la zona de agotamiento algunas cargas negativas de la región P y alguna positivas de la región N que, al sentirse repelidas por los polos positivo y negativo respectivamente, dan lugar a una pequeña corriente de fuga.

Polarización Directa $V_D > 0 V$

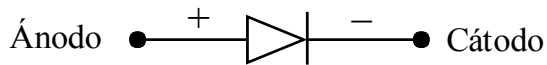
En estas condiciones, las cargas positivas de la región P se sienten repelidas por la tensión positiva, acercándose a la región de agotamiento. Algo similar ocurre

con las cargas negativas de la región N. De esta forma, las cargas positivas y negativas están lo suficientemente cercanas que, solo por su propia fuerza de atracción, son capaces de atravesar la delgada barrera de potencial y combinarse. Mientras la fuente de alimentación continúe conectada habrá una circulación de corriente.



TIPOS DE DIODOS

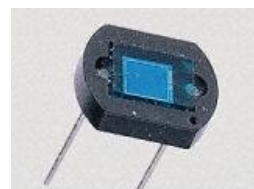
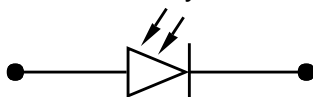
Diodo Rectificador: En polarización directa conduce corriente y en polarización inversa no conduce.



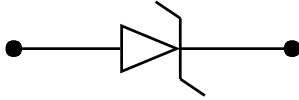
Diodo LED: En polarización directa conduce corriente y emite luz. En polarización inversa no conduce corriente ni emite luz.



Fotodiodo: Opuesto al anterior (Diodo LED). En polarización inversa absorbe la luz detectada y conduce corriente.

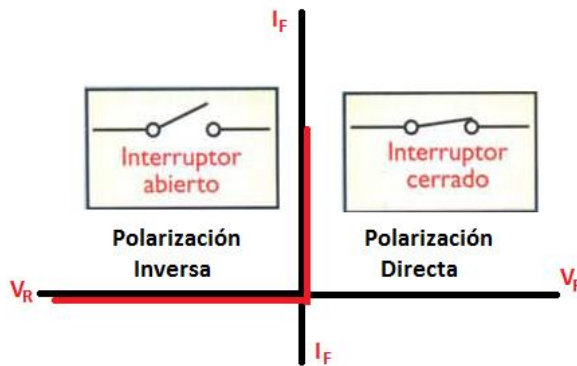


Diodo Zener: En polarización directa trabaja igual que un diodo rectificador. En polarización inversa si se supera cierta tensión (tensión Zener), conduce también y mantiene el voltaje constante.



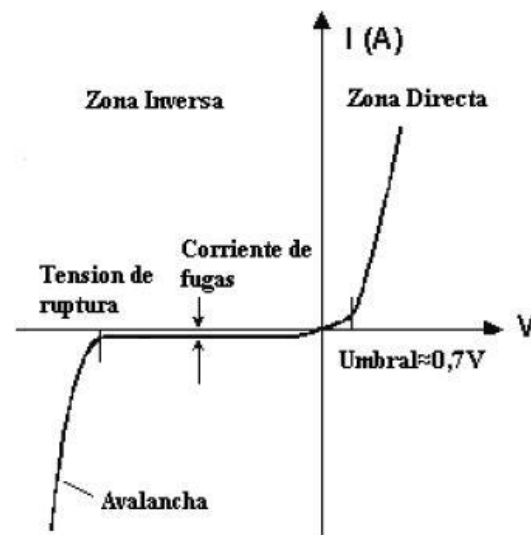
FUNCIONAMIENTO DEL DIODO RECTIFICADOR

Teóricamente los diodos rectificadores deberían comportarse como interruptores perfectos, es decir, no deberían permitir el paso de ninguna corriente cuando están polarizados inversamente y no deberían ofrecer ninguna resistencia al paso de la misma cuando se encuentran polarizados directamente:



Sin embargo, se observan algunas características especiales:

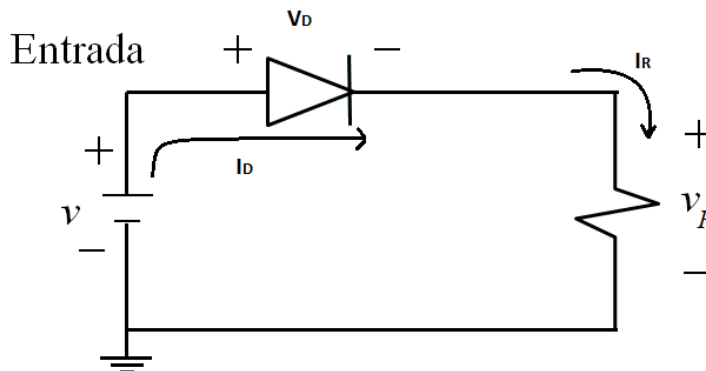
La conducción de polarización directa no empieza en 0V, si no cuando se supera el voltaje de umbral o la barrera de potencial. Por esta razón existe una pequeña caída de voltaje en el diodo cuando este se encuentra polarizado directamente (0.7V). Y la corriente a través del diodo cuando esta polarizado inversamente no es cero, existe una pequeña corriente de fuga. Un diodo polarizado inversamente conduce cuando el voltaje aplicado alcanza un cierto valor, a lo cual se le llama voltaje de ruptura inverso.



DIODO EN CORRIENTE DIRECTA

Al conectar un diodo en serie con una fuente de voltaje y una resistencia se tiene el siguiente análisis:

$$I_D = I_R = \frac{V_R}{R}$$
$$V_D = V \text{ (Voltaje de umbral)}$$



Ejemplo:

Se tiene un diodo conectado en serie con una resistencia de $2.2\text{k}\Omega$ y se le aplica un voltaje de 8V . Determinar V_D , V_R e I_D .

- El voltaje en el diodo sería:

$$V_D = 0.7\text{V}$$

- Para calcular V_R se analizan las caídas de voltajes a través de todo el circuito

$$V_R = E - V_D = 8\text{V} - 0.7\text{V} = 7.3\text{V}$$

- Para calcular la corriente que fluye a través del diodo (I_D) se utiliza la ley de ohm.

$$I_D = I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{7.3\text{V}}{2.2\text{K}\Omega} = 3.32\text{mA}$$



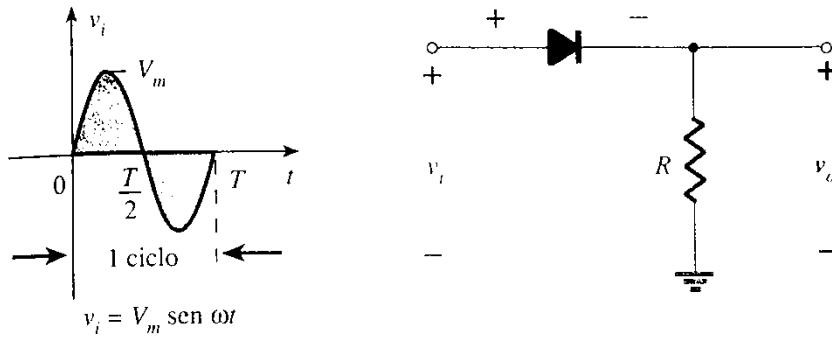
ACTIVIDAD 18. El diodo en corriente directa Realice en su cuaderno los siguientes ejercicios.

Calcule V_D , V_R , y la I_D , para los siguientes casos

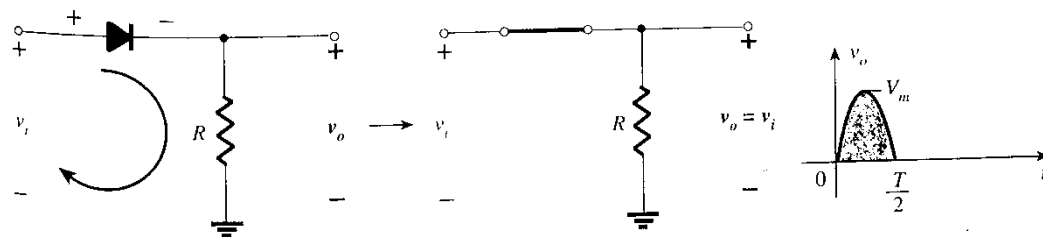
- a) $V = 10\text{V}$, $R = 4.7\text{k}\Omega$, el diodo es de silicio
- b) $V = 15\text{V}$, $R = 1\text{M}\Omega$, el diodo es de germanio
- c) $V = 7.5\text{V}$, $R = 820\Omega$ y se conecta primero un diodo de germanio y después uno de silicio

DIODO EN CORRIENTE ALTERNA

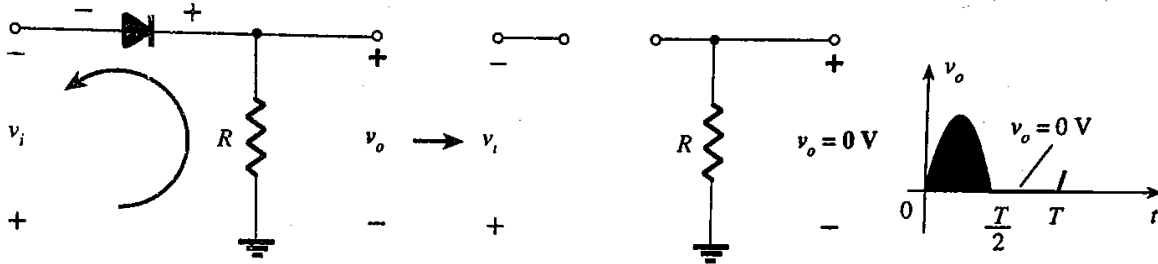
Rectificación de media onda

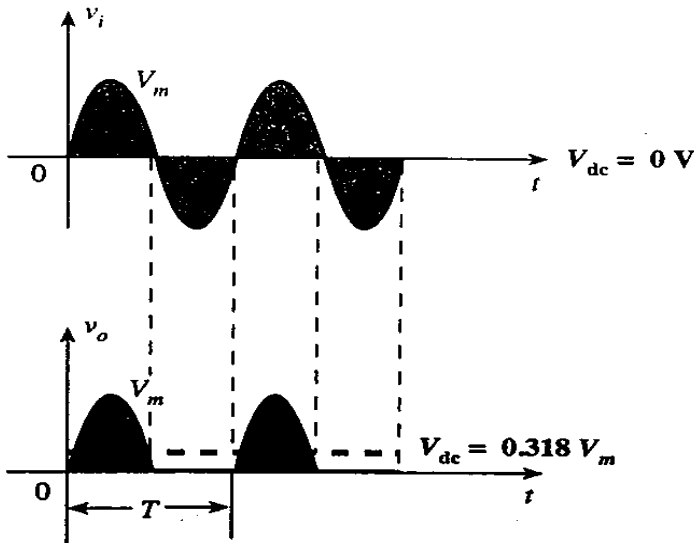


Durante el período $t=0 \rightarrow T/2$ la polarización es directa y enciende el diodo.



Para el período de $T/2 \rightarrow T$ la polarización es inversa y el diodo está apagado.



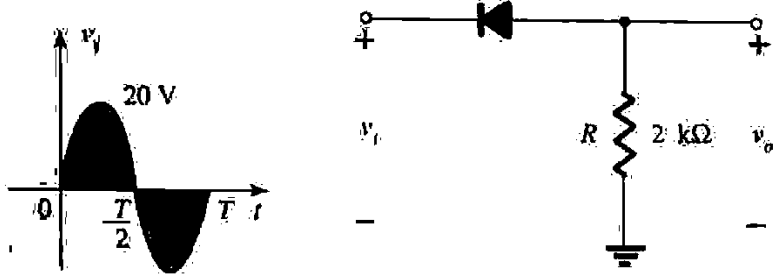


$$V_{dc} = 0.318V_m \text{ media onda}$$

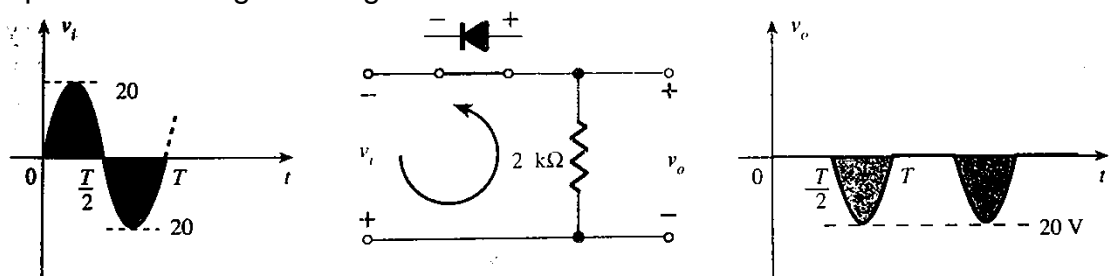
Señal rectificada de media onda

Ejemplo:

Se tiene un circuito como el mostrado en la siguiente figura:



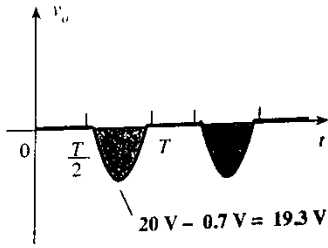
- a) Dibujar la salida V_o y determinar el nivel de DC de la salida de la red para un diodo ideal.
 - b) Repetir el inciso a si el diodo ideal es remplazado por un diodo de silicio
 - c) Repetir los incisos a) y b) si V_m se incrementa a 200V
- a) El diodo conducirá durante la parte negativa de la entrada y V_o sera como aparece en la siguiente figura:



El nivel de DC es:

$$V_{DC} = -0.318V_m = -0.318(20V) = -6.36V$$

b) Utilizando un diodo de silicio, la salida la salida tiene la apariencia de la siguiente figura:



$$V_{DC} \cong -0.318(V_m - 0.7V) = -0.318(20V - 0.7V) = -0.318(19.3V) = -6.36V$$

La caída resultante en el nivel de DC es de 0.22V o cerca del 3.5%

c)

Para Diodo ideal:

$$V_{DC} = -0.318(V_m) = -0.318(200V) = -63.6V$$

Para Diodo de silicio:

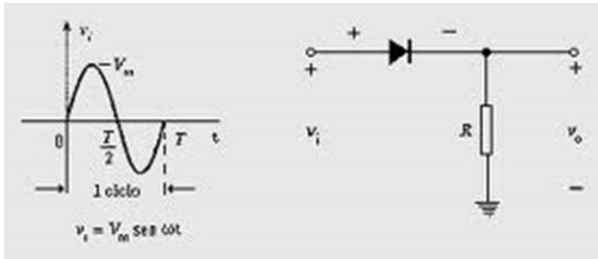
$$V_{DC} \cong -0.318(V_m - 0.7V) = -0.318(200V - 0.7V) = -0.318(199.3V) = -63.38V$$



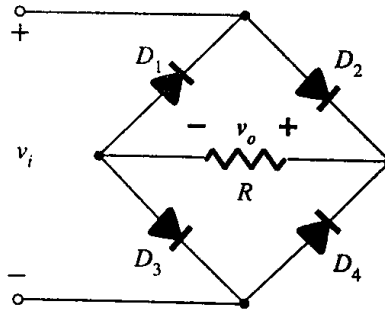
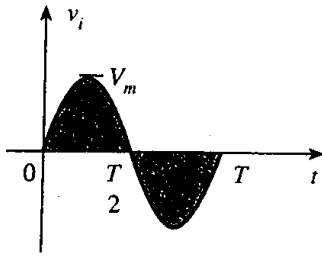
ACTIVIDAD 19. Rectificación de media onda

Realice en su cuaderno los siguientes ejercicios.

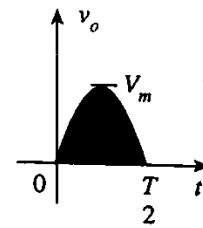
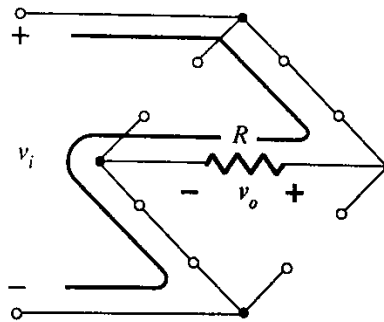
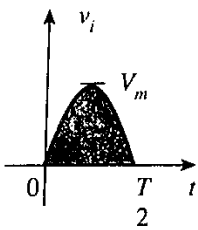
Si tiene el siguiente circuito, calcule V_{DC} y dibuje la salida V_O para un diodo ideal y un diodo de silicio.



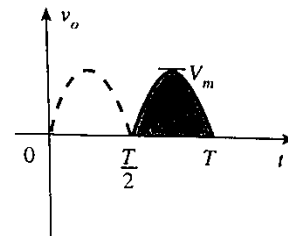
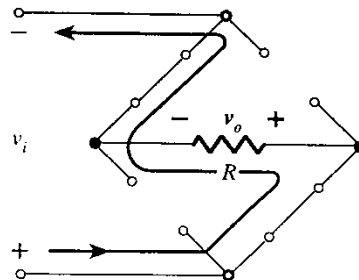
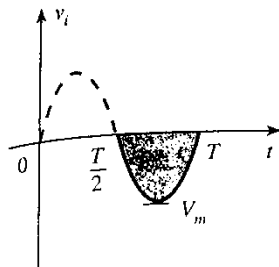
Rectificación de onda completa Puente de diodos



Para $T=0 \rightarrow T/2$



Para $T/2 \rightarrow T$



Debido a que el área arriba del eje para un ciclo completo es ahora del doble, en comparación con la obtenida para un sistema de media onda, el nivel de DC también se duplica obteniendo:

$$V_{DC} = 0.636V_m$$

Para cuando $V_m \gg 2V_D$:

$$V_{DC} \cong 0.636(V_m - 2V_D)$$



ACTIVIDAD 20. Rectificación de onda completa Realice en su cuaderno los siguientes ejercicios.

- Calcule V_{DC} y dibuje la salida V_O para un diodo ideal y un diodo de silicio en un rectificador de onda completa.
- Investigue otra manera de construir un rectificador de onda completa aparte del puente de diodos.

XI. REGULADORES DE VOLTAJE

Proveen un voltaje estable y constante en el tiempo. Un circuito regulador de voltaje mantiene constante el voltaje de salida aunque cambie la corriente de salida para un cierto rango de valores de carga.

Dentro de los reguladores de voltaje con salida fija se encuentran los pertenecientes a la familia LM78xx donde “xx” es el voltaje de la salida (5, 6, 8, 9, 12, etc.). Son de salida positiva.

Los LM79xx son de salida negativa.

El LM317 es un regulador de voltaje ajustable en un rango de entre 1.2v hasta 37v.

Aquí se presenta una gama un poco más extensa de tipos de reguladores:

Reguladores fijos positivos: LM 340-5(5V) LM34012 (12 V), LM 7805(5V), LM 7812(12V), LM 7815(15V), LM 7824(24V), LM 7830(30V).

Reguladores fijos negativos: LM320-5(-5V), LM320-12(-12 V), LM 7905(-5V), LM 7912(-12V), LM 7915(-15V), LM 7924(-24V), LM 7930(-30V).

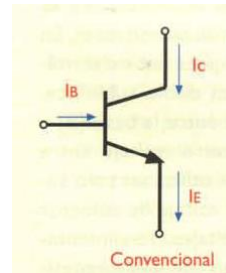
Reguladores ajustables positivos: LM 317 (1.2 – 37 V) , LM 317HV (1.2 a 57 V) , LM 338 (1.2 a 32 V) .

Reguladores ajustables negativos: LM 337 (-1.2 a – 37 V), LM 337HV (-1.2 a - 57V), LM 333 (-1.2 a - 32 V)



XII. TRANSISTORES

Los transistores son dispositivo de tres terminales que se utilizan para controlar niveles de corriente grandes a partir de niveles de corriente o de voltaje muy débiles, actuando como resistencias o interruptores controlados electrónicamente

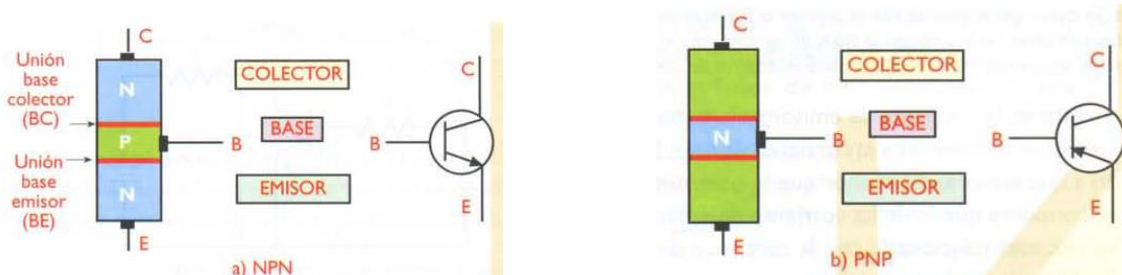


De manera similar al diodo se forman semiconductores, solo que estos tendrán 3 capas de materiales tipo p y n. A las tres terminales se les denomina EMISOR, BASE Y COLECTOR y estas pueden variar en su orden en el dispositivo dependiendo de la configuración para cada tipo o modelo de transistor.

El **transistor bipolar** es el más común de los transistores y es un amplificador de corriente, esto quiere decir que si le introducimos una cantidad de corriente por una de sus patillas (base), el entregará por otra (emisor), una cantidad mayor a ésta, en un factor que se llama amplificación. Este factor se llama β (beta) y es un dato propio de cada transistor.

Transistor Bipolar

Existen dos tipos transistores: el NPN y el PNP, y la dirección del flujo de la corriente en cada caso, lo indica la flecha que se ve en el gráfico de cada tipo de transistor.



En un transistor se desarrollan tres corrientes distintas: Una corriente de emisor (I_E), Una corriente de base (I_B) y una corriente de colector (I_C). Estas tres corrientes están relacionadas mediante la siguiente fórmula:

$$I_E = I_C + I_B$$

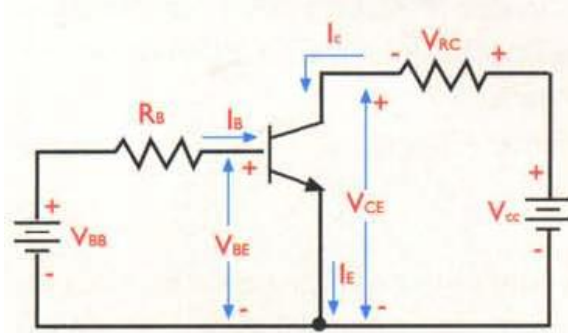
La corriente de colector a su vez, está relacionada con la corriente de base mediante la siguiente fórmula:

$$I_C = \beta I_B$$

Siendo β (beta) un parámetro propio del transistor llamado ganancia de corriente.

Polarización Fija

El siguiente circuito se conoce como emisor común y a continuación se muestra como analizar dicho circuito.



a) Circuito básico de prueba

I_B solo empieza a circular cuando el Voltaje Base- Emisor V_{BE} supera los 0.7 Volts al igual que un diodo, una vez que se llega a este voltaje en V_{BE} se mantienen constante.

La corriente de base la establece la fuente V_{BB} y la resistencia conectada en la base R_B .

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} = \frac{V_{RB}}{R_B}$$

Puede asumirse que V_{BE} permanece constante e igual a 0.7V

El voltaje emisor –colector (V_{CE}) la establecen la fuente V_{CC} , la resistencia R_C y la corriente I_C . La misma se puede calcular a partir de la siguiente formula:

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C = V_{CC} - V_{RC}$$

Ejemplos:

a) Para $V_{BB} = 15V$ y $R_B = 150K\Omega$ determinar I_B y V_{RB}

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} = \frac{15V - 0.7V}{150K\Omega} = 6.67\mu A$$

$$V_{RB} = V_{BB} - V_{BE} = 15V - 0.7V = 14.3V$$

b) Para $I_C = 2mA$, $R_C = 4.7K\Omega$ y $V_{CC} = 12V$ determinar V_{CE} y V_{RC}

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C = 12V - (2mA)(4.7K\Omega) = 2.6V$$

$$V_{RC} = I_C R_C = (2mA)(4.7K\Omega) = 9.4V$$



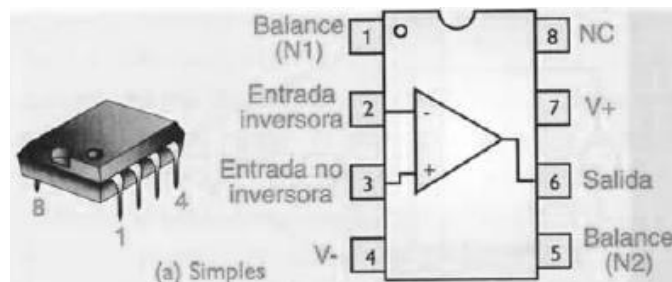
ACTIVIDAD 21. Polarización fija del transistor Realice en su cuaderno los siguientes ejercicios.

a) Para $V_{BB} = 20V$ y $R_B = 330K\Omega$ determinar I_B y V_{RB} , si $\beta=100$, $R_C=5.9K\Omega$ y $V_{CC}=V_{BB}$ calcule I_c , I_E , V_{CE} y V_{RC} .

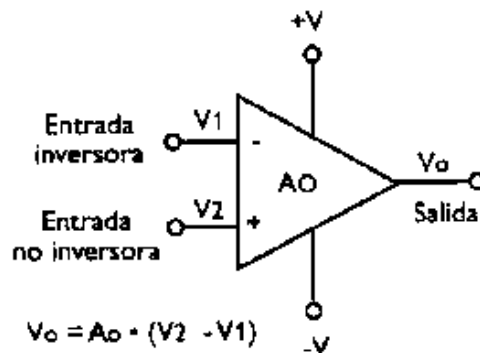
b) Para $V_{BB} = 15V$ y $R_B = 1M\Omega$ determinar I_B y V_{RB} , si $\beta=100$, $R_C=10K\Omega$ y $V_{CC}=V_{BB}$ calcule I_c , I_E , V_{CE} y V_{RC} .

XIII. AMPLIFICADORES OPERACIONALES

Es un amplificador de voltaje de muy alta ganancia, que utiliza técnicas de realimentación para controlar sus características de desempeño. El amplificador operacional posee dos líneas de entrada (+, -), una línea de salida, dos líneas de alimentación (+V,-V) y amplifica la diferencia entre los voltajes de entrada:



$$V_o = A_o (V_2 - V_1)$$



A_o es la ganancia de voltaje del dispositivo.

El amplificador operacional es capaz de amplificar, controlar o generar todo tipo de formas de onda sobre un amplio rango de frecuencias desde 0Hz hasta varios MHz.

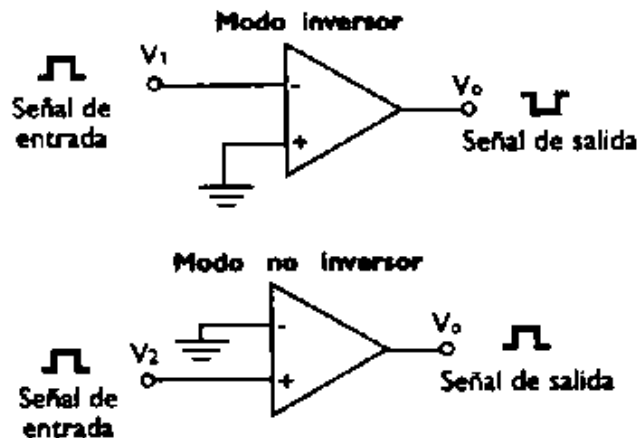
Además pueden efectuar operaciones matemáticas como suma, resta, multiplicación, integración y diferenciación.

También se utilizan en sistemas de control, regulación, procesamiento de sensores, instrumentación, etc.

Los amplificadores operacionales se construyen a base de transistores.

Relaciones de fase de un amplificador operacional

En un amplificador operacional la señal de salida (V_o) estará en fase con la señal aplicada a la entrada no inversora y en oposición de fase con la aplicada a la entrada inversora.



Circuitos de Aplicaciones típicas de los OPAMP:

Circuitos Amplificadores de Señal:

- Amplificador Inversor
- Amplificador No Inversor

Circuitos Convertidores de Señales

- Convertidores D/A
- Convertidores A/D

Circuitos Operadores de Señales

- Sumador
- Derivador
- Integrador
- Comparador

Circuitos Filtros Activos

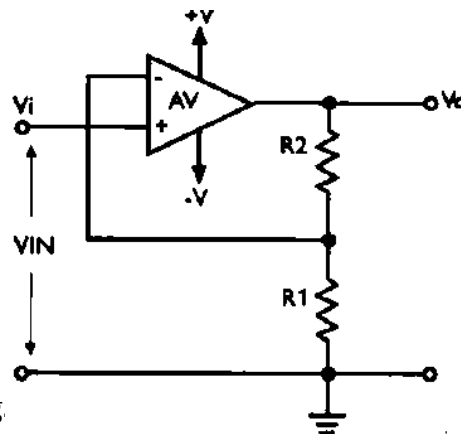
- Filtro Paso Bajo
- Filtro Paso Alto
- Filtro Paso Banda
- Filtro Banda Eliminada

AMPLIFICADORES NO INVERSORES

Amplifican la señal de entrada y esta amplificación depende de la ganancia.

$$V_o = V_{in} \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$

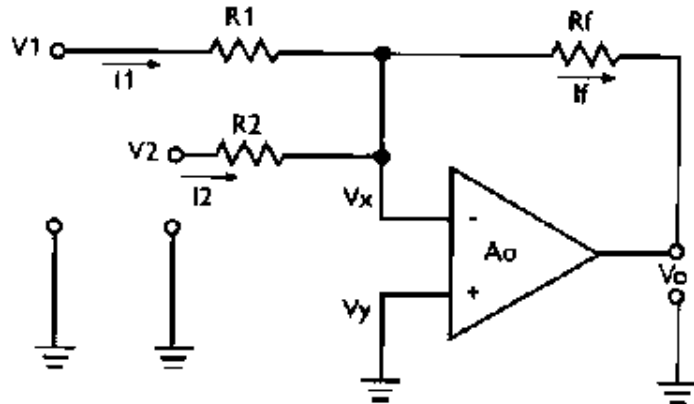
$$A_V = \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$



SUMADORES

Producen como salida una señal equivalente a la suma de las señales de entrada.

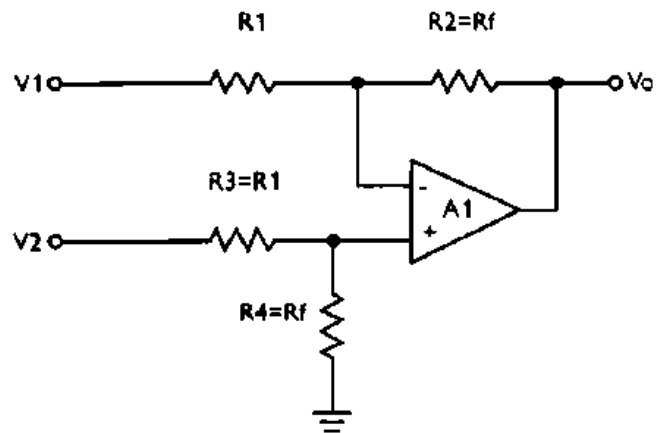
$$V_o = -R_f \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} \right)$$



RESTADORES

Proporcionan voltaje de salida proporcional a la diferencia entre el voltaje aplicado a las entradas.

$$V_o = (V_2 - V_1) \left(\frac{R_f}{R_1} \right)$$



COMPARADORES DE VOLTAJE

