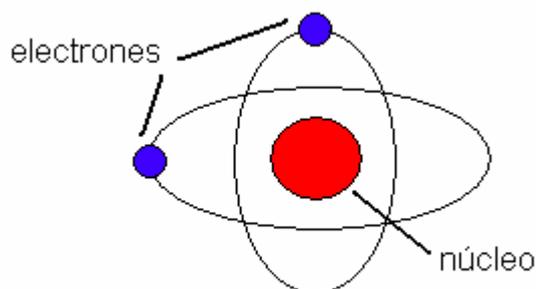


Introducción a Conceptos y Circuitos de Contínua

Estructura Atómica

Todo lo existente en el universo está hecho de energía. Esa energía se manifiesta ante nosotros de muchas formas diferentes. Una de esas formas es la de estructura atómica, que se muestra en la figura.



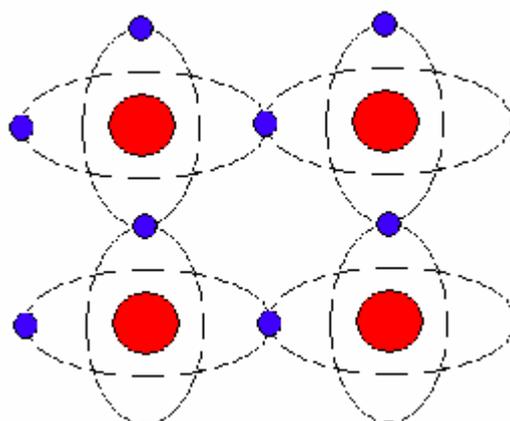
Este átomo en particular tiene su núcleo y dos electrones, pero podría tener un electrón o más de dos electrones.

A su vez, el núcleo está formado por una gran cantidad y tipo de partículas subatómicas.

De esa forma, al ir cambiando la cantidad de electrones, la cantidad y tipos de partículas subatómicas, estaremos ante diferentes átomos y por lo tanto diferentes materiales.

Corriente Electrónica

Imaginemos que al mirar un alambre cualquiera, podamos al mismo tiempo mirar sus átomos; aparecerían unos junto a otros muy unidos por algo, en tal cantidad que formarían un cuerpo (alambre).



Pero si conectamos el alambre a una fuente de energía, como ser una batería, aparece un fenómeno no comentado hasta el momento.

Los electrones, son atraídos por el polo positivo de la batería, con tanta fuerza, que se desprenden de sus órbitas naturales y saltan de átomo en átomo hacia el polo positivo. A este particular fenómeno, se lo llama *corriente* (por su similitud con la corriente de agua en un río) *electrónica o eléctrica*.

Clasificación de Materiales

Tomando como referencia el fenómeno de la *corriente eléctrica*, se puede hacer una clasificación de materiales:

Material	Nombre
Conductores	Oro Plata Cobre Aluminio Acero, etc.
Semiconductores	Silicio Germanio y variedades.
Aislantes	Porcelana Madera Plástico Vidrio, etc.

Observando la tabla se puede hacer la siguiente interpretación. En los materiales conductores, la corriente *fluye con comodidad*, no obstante hay buenos y no tan buenos conductores. El mejor conductor a temperatura ambiente es el oro. Le sigue la plata, luego el cobre, luego el aluminio, etc.

El segundo grupo de materiales es el de los semiconductores. En ellos la corriente *fluye con cierta dificultad*, propiedad que se aprovecha en los circuitos integrados.

El tercer y último grupo es el de los aislantes. En estos materiales la corriente *no circula*, en condiciones normales de temperatura, presión y humedad.

Cabe aclarar que existen materiales especiales que no fueron contemplados en la tabla, como los superconductores, o materiales que cambian su comportamiento al ser sometidos a variaciones de presión y/o temperatura y/o humedad.

Corriente Eléctrica

El concepto de *corriente eléctrica* ya se introdujo.

Tensión Eléctrica

El concepto de *tensión* en un circuito eléctrico es comparable al de *presión* en un circuito hidráulico. Es decir que si en cierta cañería por la que circula un líquido cualquiera, aumentamos la presión de bombeo, aumentará la *corriente*, o lo que es lo mismo, la *cantidad de líquido* por unidad de tiempo que es bombeado.

En los circuitos eléctricos, un aumento de tensión provocará un aumento de corriente.

Existen dispositivos capaces de *generar una tensión eléctrica o fuerza electromotriz (fem)*; ellos son los generadores en las plantas productoras de energía, las baterías, las pilas, conversores de energía solar en eléctrica, conversores de energía eólica en eléctrica, etc.

Resistencia Eléctrica

En el subtítulo Clasificación de Materiales, dijimos que algunos materiales conducen mejor la corriente eléctrica que otros, o lo que es lo mismo decir que algunos materiales ofrecen menor o mayor *resistencia* al paso de la corriente.

Cabe aclarar que un mismo tipo de material puede ser conductor y resistencia, si por ejemplo se cambia su diámetro.



La corriente eléctrica circulará holgadamente en el primer segmento de conductor, pero en el segundo segmento habrá roces y choques de electrones debido al reducido espacio para circular, como consecuencia aumentará la temperatura en esta sección, por último, en la tercer sección los electrones circularán sin problemas.

Es de suma importancia aclarar, que en las tres secciones, *la cantidad de electrones es la misma*, o lo que es lo mismo, *la corriente eléctrica es la misma*.

VARIABLE	UNIDAD	ABREVIATURA
Corriente	Amper	[A]
Tensión	Volt	[V]
Resistencia	Ohm	[Ω]

A continuación, presentaremos dispositivos de uso corriente en circuitos eléctricos.

DISPOSITIVOS ELECTRICOS

El Resistor o Resistencia (R)

En el subtítulo anterior se introdujo el concepto físico de resistencia eléctrica, pero aquí diremos que existen dispositivos, llamados *resistencias*, que ofrecen resistencia *en determinada cantidad*, al paso de la corriente eléctrica.

VARIABLE	UNIDAD	ABREVIATURA	SIMBOLO
Resistencia	Ohm	[Ω]	

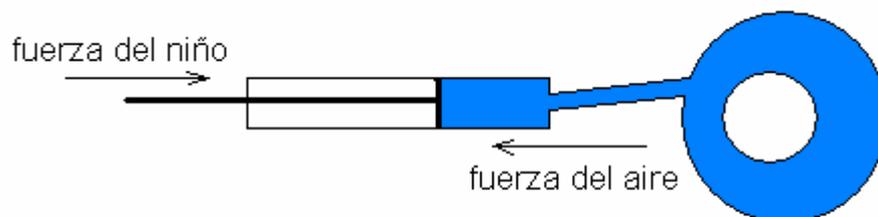
El Capacitor (C)

Este dispositivo *almacena energía eléctrica*.

Nuevamente iremos en el auxilio de una comparación para explicar su funcionamiento.

Supongamos que un niño está inflando una rueda de su bicicleta con un inflador de mano; la rueda está totalmente desinflada en un principio.

Al inicio de la tarea, le resulta fácil; luego conforme la cámara se llena de aire, es más difícil su llenado debido a que va aumentando el aire en el interior de la cámara y por lo tanto aumenta la presión que éste ejerce sobre el pistón del inflador. Llegará un momento, que la fuerza que el niño ejerza, será igual a la que provoca el aire en el interior de la cámara hacia el pistón del inflador. En ese momento, la cámara estará repleta de aire.

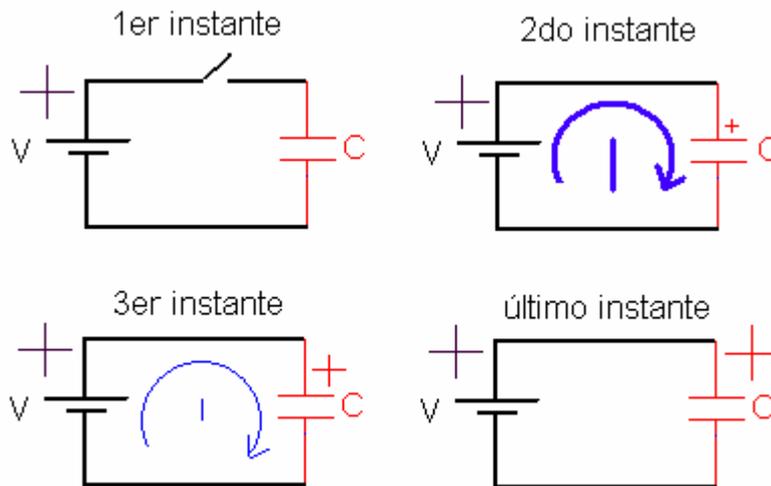


En esta comparación la cámara almacenó energía en forma de aire levemente comprimido.

En un capacitor, la energía se almacena en forma de campo eléctrico.

No se explicará acá el significado de campo eléctrico, simplemente se lo menciona, para distinguirlo del campo electromagnético que se citará más adelante.

De todas formas, el proceso de carga de un capacitor, es similar al descrito para la rueda. Partiendo de un capacitor totalmente descargado, la energía recibida de la batería, ingresa al



capacitor en forma de corriente eléctrica.

Esta corriente, inicialmente es muy grande (corriente de cortocircuito) porque el capacitor está descargado, es decir, el capacitor no se opone al paso de la corriente.

Conforme pasa el tiempo, el capacitor va guardando la energía recibida, que le envió la batería. Este fenómeno, hace que la batería vea al capacitor como una pequeña batería de polaridad opuesta al de ella. Como consecuencia, la corriente disminuye, porque hay algo (tensión del capacitor) que se opone parcialmente a su circulación.

Como el tiempo sigue pasando, el capacitor se sigue cargando y por lo tanto la corriente sigue disminuyendo, hasta que el capacitor queda totalmente cargado con una tensión a bornes igual a la de la batería, y por lo tanto cesa la corriente eléctrica.

VARIABLE	UNIDAD	ABREVIATURA	SIMBOLO
Capacidad	Farad	[F]	
	Microfarad	[μ F]	

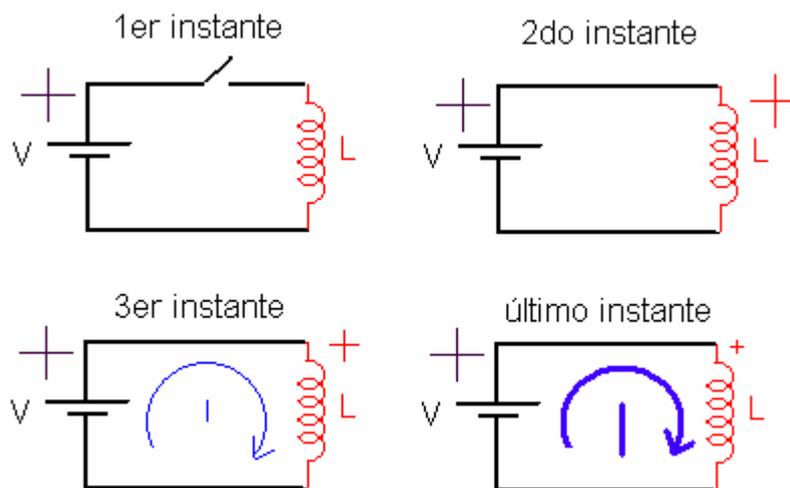
El Inductor (L)

Este dispositivo también almacena energía, pero en forma *de campo magnético*. No se explicará qué es un campo magnético en esta sección.

Una vez cerrado el interruptor, no circula corriente porque a bornes del inductor aparece una tensión de igual magnitud pero en sentido opuesto al de la batería. Como el inductor no dispone de energía propia porque no es un generador, su tensión comienza a disminuir, momento en el que comienza a circular una corriente pequeña, a medida que pasa el tiempo, la tensión del inductor sigue disminuyendo, y la corriente sigue aumentando hasta un valor que queda determinado por la resistencia del alambre del inductor y la tensión aplicada por la batería. En los momentos de circulación de la corriente, la energía cedida por la batería y transportada por la

corriente eléctrica, es almacenada en el inductor en forma de un campo electromagnético, que es de naturaleza distinta al campo eléctrico de un capacitor. Mientras el interruptor del circuito permanezca cerrado, el inductor podrá mantener almacenada la energía recibida.

VARIABLE	UNIDAD	ABREVIATURA	SIMBOLO
Inductancia	Henry	[Hy]	
	miliHenry	[mHy]	
	microHenry	[μHy]	



¿QUE ES UNA CORRIENTE CONTINUA?

Es la corriente que circula siempre *en el mismo sentido y su valor permanece constante*.

¿QUE ES UNA TENSION CONTINUA?

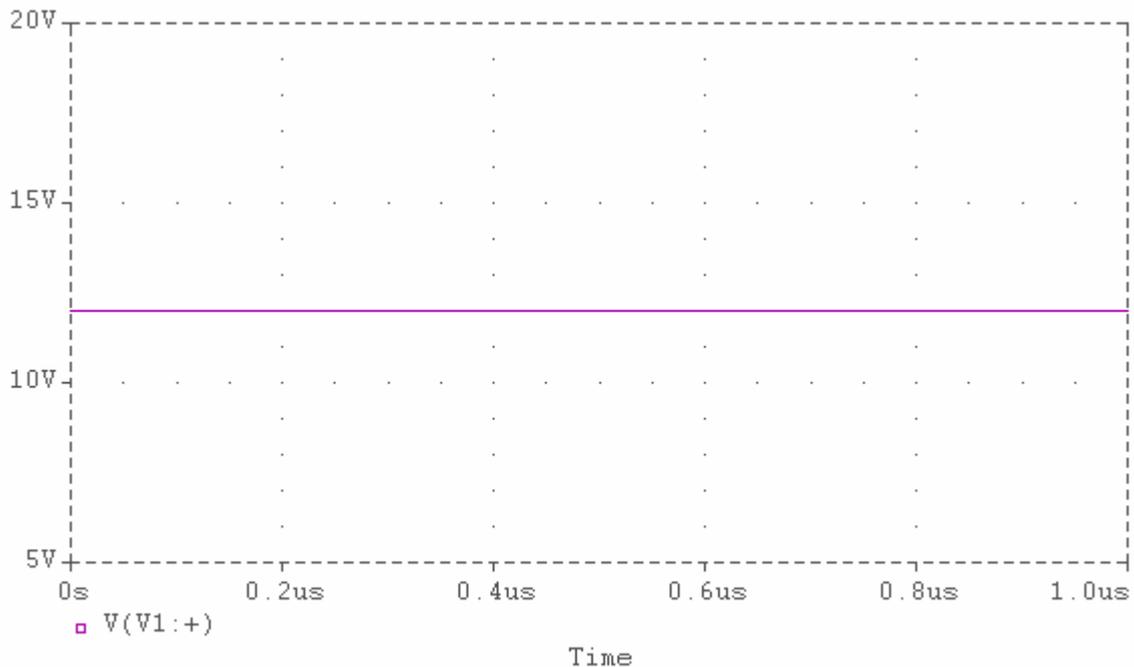
Es la tensión, cuyo valor *se mantiene sin variar*.

Ejemplos de tensiones continuas son las generadas por las baterías y las pilas de uso doméstico. Tanto en las baterías como en las pilas, la tensión continua es consecuencia de una reacción química, mientras esta reacción exista, la pila tendrá tensión a sus bornes y en un circuito cerrado circulará corriente.

Pero, en la práctica se observa, que luego de un tiempo de uso, la tensión a bornes disminuye, eso significa que la actividad química disminuyó en el interior de la batería, y demuestra también que se está acabando su vida útil.

Existe otra forma de generar una tensión continua, y es por medio de una fuente de alimentación fabricada para tal fin.

La fuente en cuestión, toma tensión alterna de la red de 220VCA y por medio de un proceso de transformación, filtrado y rectificación se logra tensión continua.



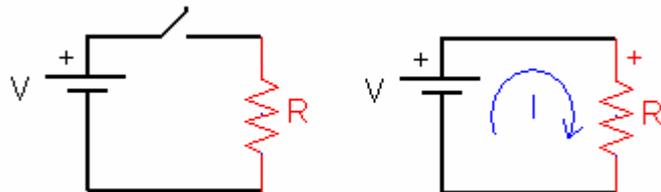
Quando se vea el tema semiconductores, se explicará en detalle este tema.

Para el caso de la figura, se ve que la tensión es de 12VCC, y no cambia conforme pasa el tiempo.

LEY DE OHM

Existe una relación fundamental en los circuitos eléctricos llamada *Ley de Ohm* (George Ohm la

$$\text{Corriente(I)} := \frac{\text{Tensión (V)}}{\text{Resistencia(R)}}$$

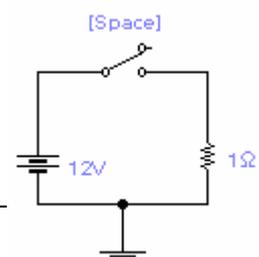


dedujo a partir de sus experiencias de laboratorio); esta relación entre la corriente, la tensión y la resistencia en un circuito, se expresa de la siguiente forma:

En el primer circuito representado, la llave interruptora se encuentra abierta, por lo tanto no hay circulación de corriente eléctrica.

En el segundo circuito la llave permanece cerrada, dando lugar a una circulación de corriente. El valor o medida de la corriente que circula, es igual a la tensión aplicada al circuito dividido el valor de la resistencia.

Es decir que el valor de la corriente depende del valor de la tensión y del valor de la resistencia. Si, el valor de la tensión o el valor de la resistencia



cambian, cambiará el valor de la corriente. Esta es la interpretación que se debe hacer de la Ley de Ohm dada más arriba.

Ejemplo:

Calcular la corriente en el circuito siguiente.

$$I = 12[V] / 1 [\text{ohm}] = 12 [A]$$

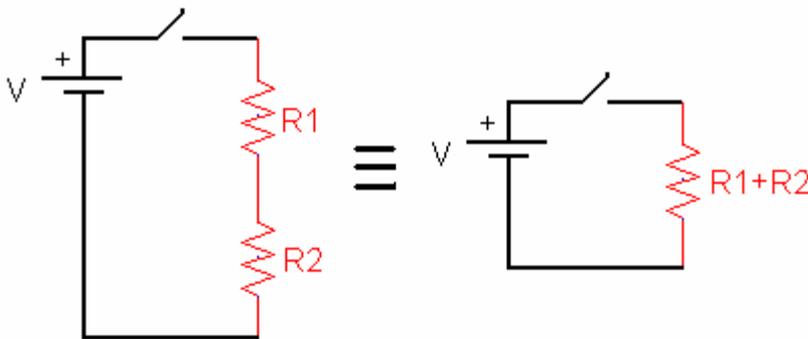
CONEXIÓN DE RESISTENCIAS

Conexión Serie

La conexión serie se muestra en la figura.

Se desea resolver el circuito, es decir, encontrar una variable desconocida como puede ser la corriente. Lo primero que se hace es encontrar la resistencia equivalente de las dos.

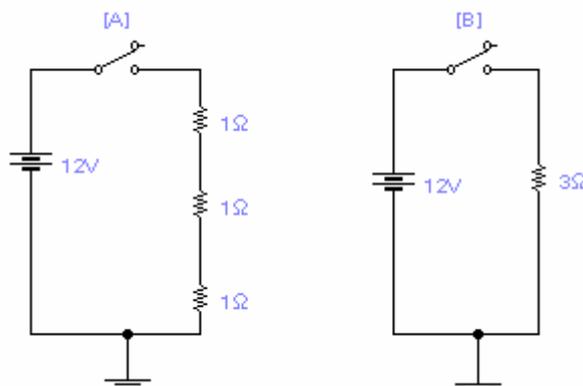
La resistencia equivalente serie es la *suma* de las dos anteriores.



Ejemplo:

Encontrar la resistencia equivalente en el siguiente circuito.

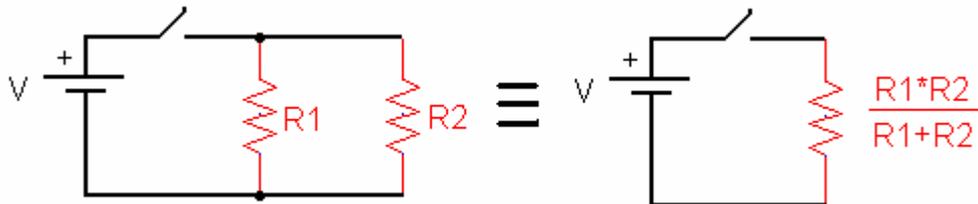
Se interpreta por resistencia equivalente en circuitos serie a la suma de las resistencias involucradas.



$$R_{eq} = 1 \text{ [ohm]} + 1 \text{ [ohm]} + 1 \text{ [ohm]} = 3 \text{ [ohm]}$$

Conexión Paralelo

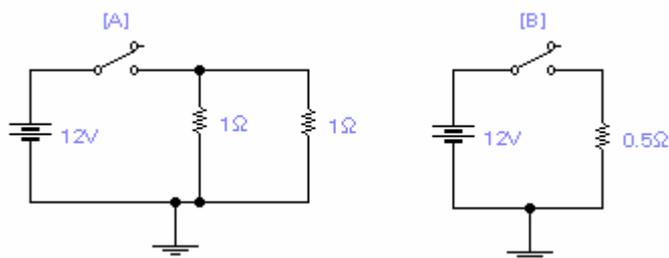
La conexión paralelo se muestra en la figura, y su equivalente se obtiene multiplicando las dos



resistencias y al resultado se lo divide por la suma de las dos resistencias.

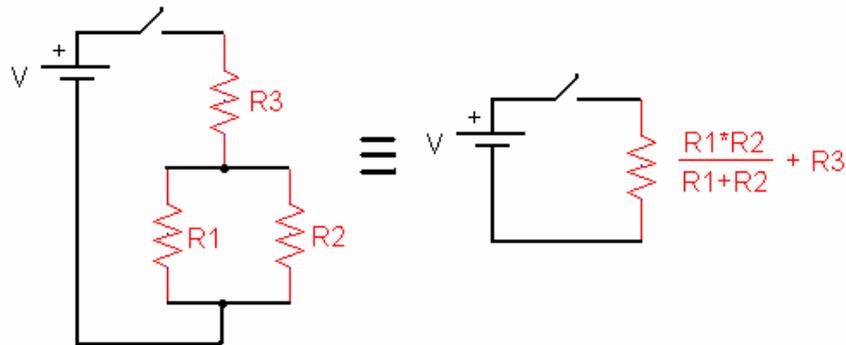
Ejemplo:

Calcular la resistencia equivalente del siguiente circuito en paralelo.



$$R_{eq} = (1 \text{ [ohm]} * 1 \text{ [ohm]}) / (1 \text{ [ohm]} + 1 \text{ [ohm]}) = 1 / 2 = 0.5 \text{ [ohm]}$$

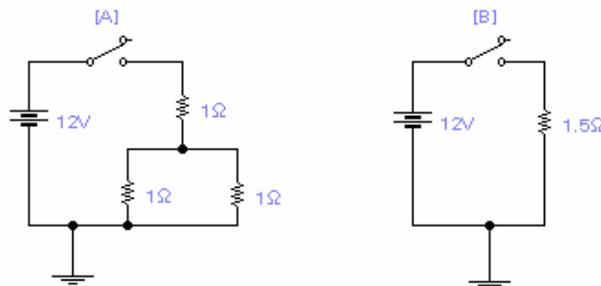
Conexión Mixta



La conexión mixta se muestra en la figura, para obtener el equivalente, se procede por partes, calculando las combinaciones paralelo y serie hasta obtener una sola resistencia equivalente.

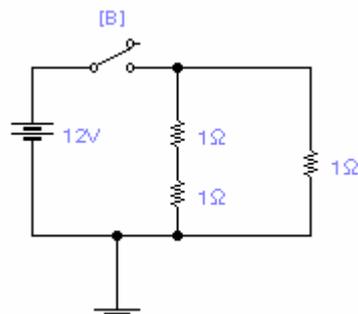
Ejemplo:

Encontrar la resistencia equivalente del circuito mixto mostrado.



Cuando se resuelven circuitos mixtos, lo primero que se debe simplificar es el circuito paralelo, en este caso el equivalente del paralelo vale 0.5 [ohm]. Como esta resistencia equivalente queda en serie con la resistencia de arriba de 1 [ohm], la suma da 1.5 [ohm] que es la resistencia equivalente total.

Sin embargo hay una excepción a esta regla, y se muestra en el siguiente circuito.

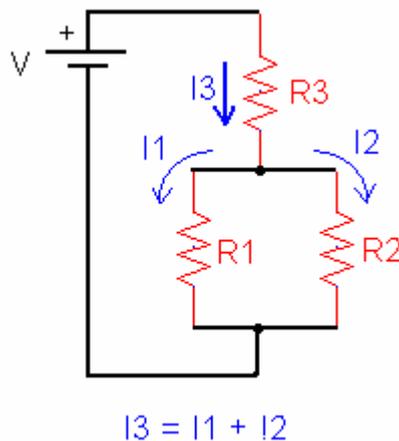


En este caso se debe calcular primero la rama serie cuyo resultado da 2 [ohm], con este equivalente recién calculado se procede a calcular el paralelo, cuyo resultado total da 0.66 [ohm].

LEYES DE KIRCHHOFF

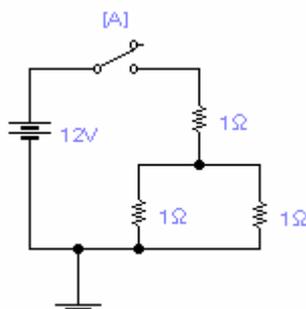
Ley de Corrientes

La ley de corrientes de Kirchhoff dice que *en un nodo cualquiera de un circuito, la suma de las corrientes que llegan, es igual a la suma de las corrientes que salen*.



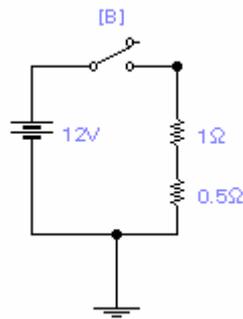
Ejemplo:

Calcular todas las corrientes involucradas en el siguiente circuito y verificar que se cumple la Ley de Corrientes de Kirchhoff.



1- resolver el paralelo. $R_{eq} = (1 * 1) / (1 + 1) = 0.5$ [ohm]

2-



queda un circuito serie como el mostrado, calcular su equivalente, $R_{eqtotal} = 1.5$ [ohm].

- 3- calcular la corriente total o corriente grande. $I = 12$ [V] / 1.5 [ohm] = 8 [A]
- 4- calcular la tensión a bornes de la resistencia de 0.5 [ohm]. $E_{eq} = I * R_{eq} = 8$ [A]* 0.5 [ohm] = 4 [V].
- 5- La tensión obtenida E_{eq} es la misma tensión que hay a bornes de las resistencias que forman el paralelo. De modo que usando la Ley de Ohm es posible encontrar la corriente en cada una de ellas. $I_2 = E_{eq} / R_2 = 4$ [V] / 1 [ohm] = 4 [A]. Como la resistencia R_3 es del mismo valor que R_2 y como ambas tienen la misma tensión a sus bornes, la corriente que circula por R_3 es igual a la que circula por R_2 . Por lo tanto $R_3=4$ [A].
- 6- Observar que la llamada corriente grande circula por R_1 y llega al nodo superior. Allí se bifurca por las dos ramas en dos cantidades exactamente iguales.
- 7- Por último se puede decir, que las corrientes I_2 e I_3 son iguales porque R_2 y R_3 son iguales. Pero si R_2 y R_3 fueran de distinto valor, las corrientes I_2 e I_3 serían de distinta magnitud. Entonces se verifica la Ley de Corriente de Kirchoff: $I = I_2 + I_3$ o 8 [A]= 4 [A]+ 4 [A].

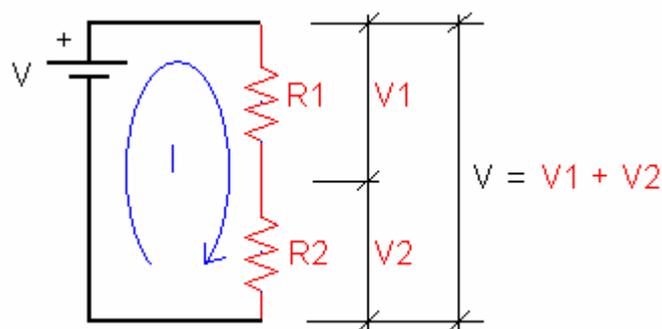
Nota: para este circuito llamamos I a la corriente que circula por R_1 . Llamamos I_2 a la corriente que circula por R_2 e I_3 a la corriente que circula por R_3 .

Ley de Tensiones

La ley de tensiones de Kirchhoff dice que *la suma de las tensiones a bornes en cada uno de los dispositivos conectados en serie, es igual a la tensión aplicada por la batería.*

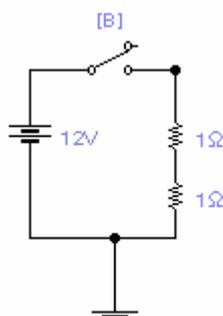
$$V1 = R1 * I$$

$$V2 = R2 * I$$



Ejemplo:

Calcular las tensiones a bornes de las resistencias en el circuito mostrado y verificar que se cumple la Ley de Tensiones de Kirchhoff.



- 1- calcular la corriente en el circuito serie mostrado. $I = 12[V] / 2[\text{ohm}] = 6[A]$.
- 2- Aplicando la segunda forma de Ley de Ohm se puede calcular la tensión a bornes de $R1$. $E1 = I * R1 = 6[A] * 1[\text{ohm}] = 6[V]$.
- 3- Para calcular la tensión a bornes de $R2$, se procede de idéntica manera que en el caso anterior, es decir $E2 = I * R2 = 6[A] * 1[\text{ohm}] = 6[V]$.
- 4- Se debe observar que por ser $R2$ y $R3$ de idéntico valor, sus tensiones a bornes son iguales.
- 5- Por último se verifica la Ley de Tensiones de Kirchhoff: $E_{\text{bat}} = E1 + E2$ o $12[V] = 6[V] + 6[V]$.

POTENCIA ELECTRICA

Se define por potencia eléctrica, a la energía generada o consumida por un dispositivo eléctrico, por unidad de tiempo.

VARIABLE	UNIDAD	ABREVIATURA
Potencia	Watt	[W]

Energía Disipada por un Resistor Eléctrico

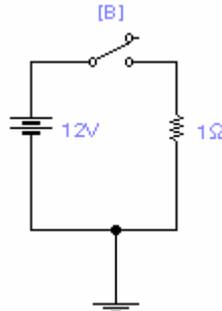
La energía que un resistor disipa en forma de calor por unidad de tiempo, se la puede calcular de la siguiente forma:

$$\text{Potencia (P)} = \text{Tensión (E)} * \text{Corriente (I)}$$

La tensión (E) es la que hay a bornes de la resistencia, y la corriente (I) es la que le circula.

Ejemplo:

Calcular la potencia disipada por la resistencia y la generada por la batería.



- 1- calcular la corriente, $I = 12[V] / 1[\text{ohm}] = 12[A]$.
- 2- La tensión que hay a bornes de R es la misma que la tensión de la batería, por lo tanto $E_R = 12[V]$.
- 3- La potencia disipada por la resistencia es $P = E_R * I = 12[V] * 12[A] = 144[W]$, y por lo tanto es la potencia suministrada por la batería.

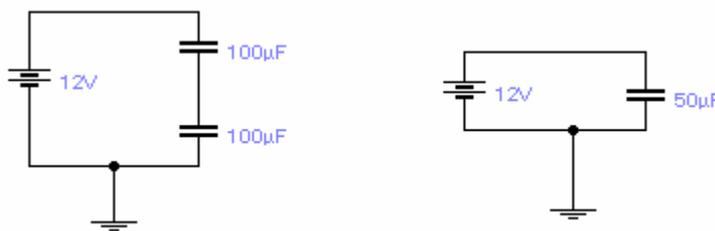
CONEXIÓN DE CAPACITORES

Conexión Serie

La conexión de capacitores en serie es útil para hacer deducciones en un circuito o para encontrar el valor buscado de un capacitor equivalente que no se consiga comercialmente. El ejemplo siguiente muestra el modo de cálculo.

Ejemplo

Calcular el capacitor equivalente de los conectados en serie.



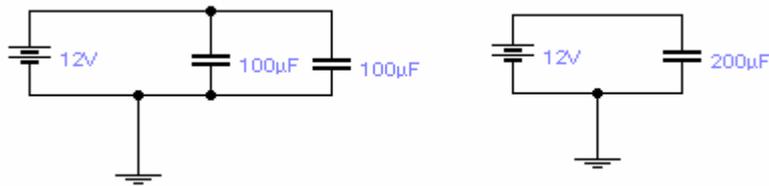
- 1- $C_{eq} = (C1 * C2) / (C1 + C2) = (0.000100[F] * 0.000100[F]) / (0.000100[F] + 0.000100[F]) = 0.000050[F] = 50[\mu F]$.
- 2- Observar que el método usado para calcular capacitores en serie es igual al usado para calcular resistencias en paralelo.

Conexión Paralelo

Al igual que en la conexión serie, la conexión en paralelo es útil para deducir circuitos y para calcular valores de capacitores que no son comerciales.

También, esta configuración es de particular interés, por ser usada por los mecánicos para prolongar la vida útil del platino en los distribuidores convencionales al colocarle un capacitor extra en paralelo al ya existente. En el tema encendido, que se verá mas adelante, se explicará las ventajas y desventajas del agregado de un capacitor en paralelo y los cuidados que se deben tener.

Ejemplo



Calcular el equivalente paralelo de los capacitores mostrados.

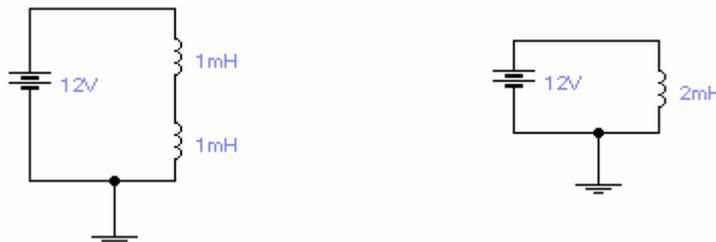
- 1- $C_{eq} = C1 + C2 = 0.000100[F] + 0.000100[F] = 0.000200[F] = 200[\mu F]$.
- 2- Se observa, que el método usado para calcular capacitores en paralelo, es el mismo que se usó para calcular resistencias en serie.

CONEXIÓN DE INDUCTANCIAS

Conexión Serie

Ejemplo

Se desea encontrar la inductancia equivalente que se muestra en el circuito.

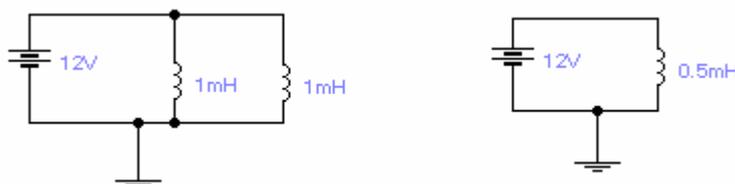


- 1- $L_{eq} = L1 + L2 = 0.001[Hy] + 0.001[Hy] = 0.002[Hy] = 2[mHy]$
- 2- Se observa que el procedimiento es similar a la suma de resistencias.

Conexión Paralelo

Ejemplo

Se desea encontrar la inductancia equivalente del siguiente circuito paralelo.



- 1- $L_{eq} = (L1 * L2) / (L1 + L2) = (0.001[Hy] * 0.001[Hy]) / (0.001[Hy] + 0.001[Hy]) = 0.0005[Hy] = 5[mHy]$.
- 2- Se observa, que el procedimiento de cálculo es el mismo que se usó para calcular resistencias en paralelo.

INSTRUMENTOS DE MEDICION

Uno de los mayores problemas con que se encuentra un técnico electricista, es la imposibilidad de ver o tocar la corriente eléctrica. Dicho de otra forma, el cuerpo humano no posee algún tipo de sensor que cuantifique e indique la forma de una señal eléctrica. Es por este motivo, que existen los instrumentos de mediciones eléctricas. Nos permiten "ver" lo que sucede en el interior de un circuito eléctrico.

Los instrumentos de medición más populares que se usan en los talleres de electricidad del automotor son: el *Voltímetro*, el *Amperímetro*, el *Ohmetro* y el *Volt-Amperímetro*.

En la actualidad, se ha popularizado el uso del *multímetro* o *tester*. Se trata de un instrumento en cuyo interior hay un voltímetro, un amperímetro y un ohmetro. Algunos multímetros poseen además de lo citado, un frecuencímetro y un capacitímetro.

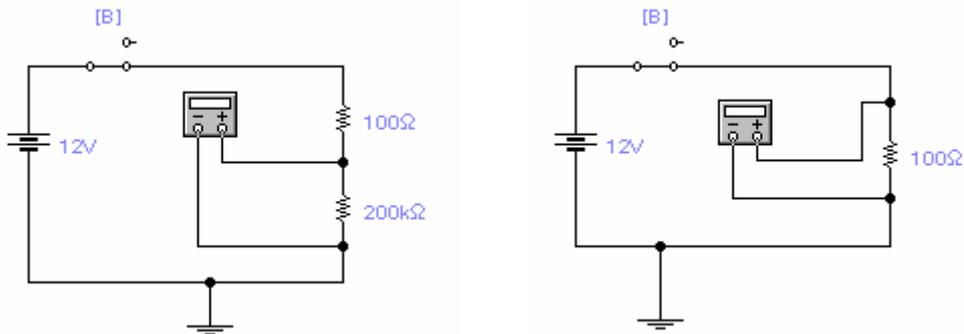
Sin embargo, en los últimos años, se están usando con mayor frecuencia los *Osciloscopios* para el técnico automotor.

Se trata de un instrumento muy sofisticado, que permite hacer todo tipo de mediciones eléctricas e inclusive algunas especiales como medición de gases de escape, y mostrar los resultados en una pantalla a cristal líquido.

El Voltímetro

Permite medir la *tensión* eléctrica a bornes de cualquier dispositivo eléctrico o generador eléctrico. En la actualidad existen muchos voltímetros con apariencia diferente y para aplicaciones diferentes.

Modo de Conectar un Voltímetro



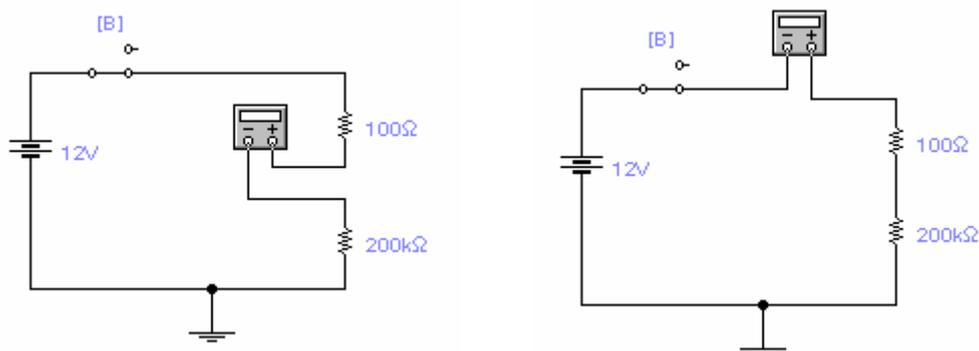
Observar que el voltímetro está conectado en paralelo con la resistencia en el primer caso, y con la resistencia y la batería al mismo tiempo en el segundo.

El voltímetro se conecta siempre en paralelo con el dispositivo a medir

El Amperímetro

Permite medir la *corriente* eléctrica en un circuito eléctrico. Al igual que el voltímetro, los amperímetros vienen de variadas formas y características, dependiendo su aplicación.

Modo de Conectar un Amperímetro



El amperímetro debe intercalarse en el circuito o rama del circuito, como se observa en los gráficos.

Recordar que el amperímetro mide un caudal electrónico, y por lo tanto, toda la corriente debe pasar por su interior.

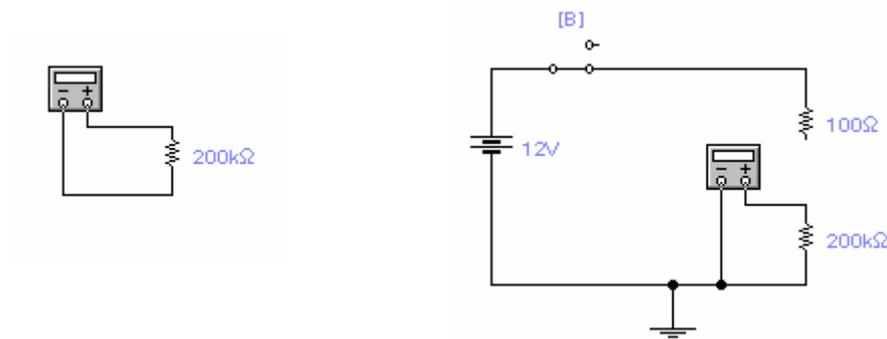
El amperímetro se conecta siempre en serie con el resto de los componentes

El Ohmetro

Permite medir la *resistencia* eléctrica de un componente, grupo de componentes o rama circuital.

Al igual que para los instrumentos ya descritos, es amplia la oferta del mismo.

Modo de Conectar un Ohmetro



El primer caso mostrado es el más sencillo, se conecta el ohmetro directamente en paralelo con la resistencia.

En el segundo caso, se debe tener la precaución de levantar al menos uno de los terminales de la resistencia para medir su valor resistivo.

El ohmetro se conecta siempre en paralelo y con al menos uno de los terminales (del dispositivo) levantado del resto del circuito

El Multímetro o Tester

Como se dijo, es un instrumento muy popular en la actualidad, debido a su bajo costo y a que reúne en una misma carcasa a los tres instrumentos ya citados.

El multímetro FLUKE, que se muestra, es del tipo Verdadero Valor Eficaz (True RMS), concepto que se introducirá cuando se vea tensiones y corrientes de alterna.

Además este instrumento es auto rango, es decir, cambia en forma automática las escalas, de esta forma el usuario se tiene que preocupar solamente por hacer una correcta interpretación de la lectura.

Posee una amplia pantalla que le permite escribir la cantidad y otros tipos de información como la escala y la variable seleccionada en el selector. Un elemento muy importante es la barra que se encuentra en la parte inferior de la pantalla; esta barra indica en forma proporcionada a la escala seleccionada, la cantidad medida. Es sobre todo útil, en mediciones de corriente o cuando se quiere tener una idea aproximada de la variable medida.

El selector, posee las siguientes posiciones: Apagado (OFF), Tensión en Alterna, Frecuencia, Tensión en Continua, Tensión en Continua para valores pequeños, Resistencia y Capacidad, Continuidad y Diodos, y Corriente en Continua y Alterna.

Además posee un botón para hacerlo funcionar en modo manual y elegir una escala adecuada para la medición que se realiza.



Los orificios para colocar las clavijas están perfectamente identificados. Hay uno para colocar la clavija común a todas las mediciones (COM). Otro que se usa para medir tensión, resistencia y continuidad. Los dos de la izquierda son para medir corriente, uno hasta 40 mA y el otro hasta 10A.

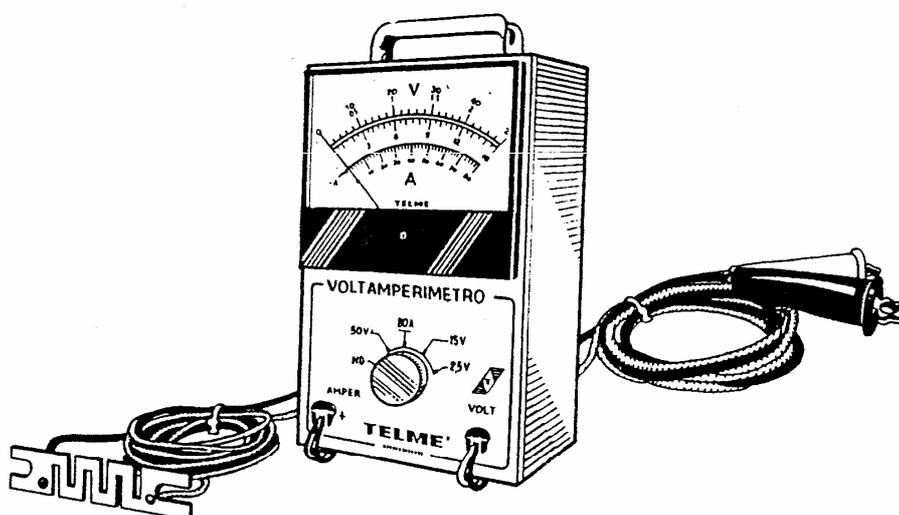
Por último, el fabricante advierte que las mediciones de corriente están protegidas por fusible, y que las tensiones máximas permitidas son 600VCA y 1000VCC.

Para más información, ver www.fluke.com

El Volt-Amperímetro

VOLTAMPERIMETRO

Mod. TAV



EL GRAN DESENVOLVIMIENTO DE LA TÉCNICA DEL AUTOMOTOR ESTA DEMOSTRADA POR SU PRECISION Y PERFORMANCE, IMPLICANDO NECESARIAMENTE EL EMPLEO DE UN MEJOR Y MAS COMPLETO EQUIPO DE INSTRUMENTAL.

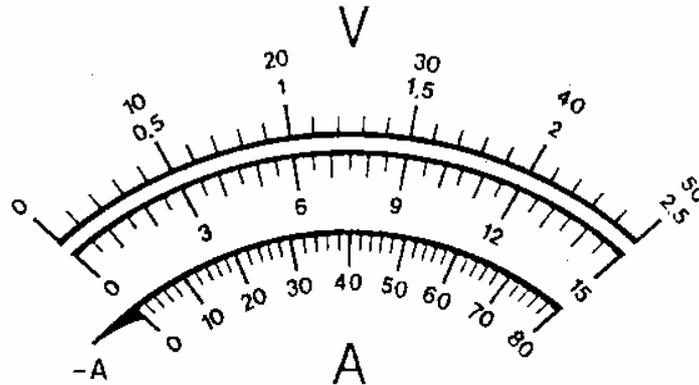
LA PERFECTA REVISION DE UN SISTEMA ELECTRICO, HACE NECESARIO EL CONTROL ANALITICO DE LOS ELEMENTOS QUE LO CONSTITUYEN.

EL TALLERISTA DEBE OBTENER DIAGNOSTICOS RAPIDOS Y PRECISOS, SIN RECURRIR A INTERMINABLES Y EMPIRICAS SUSTITUCIONES DE REPUESTOS.

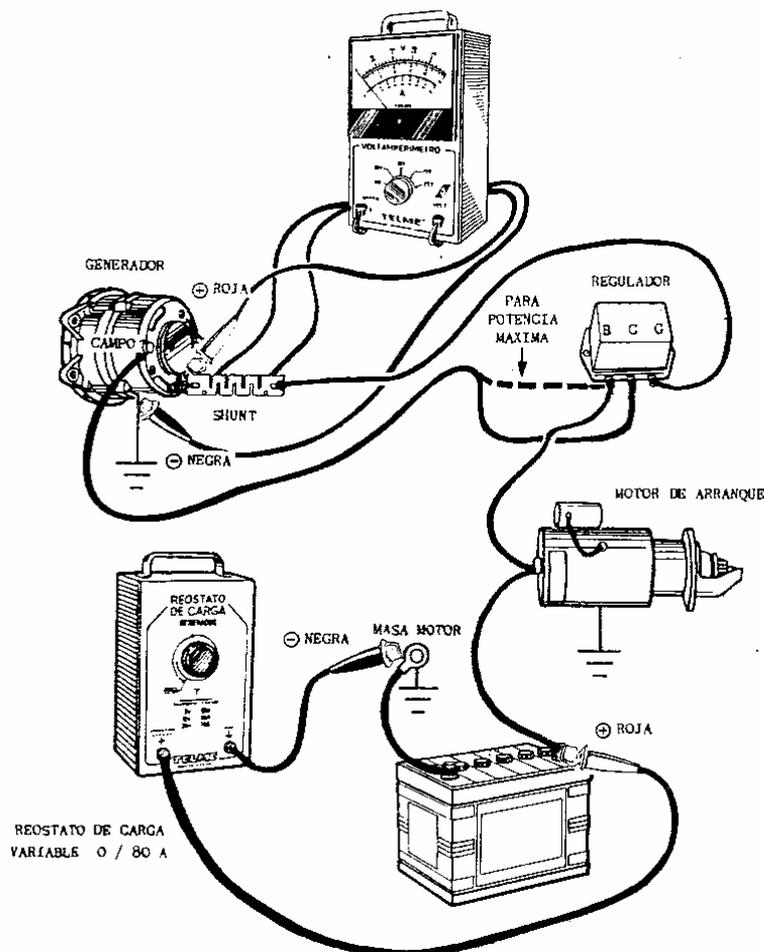
EN TODOS LOS CASOS, ES NECESARIO CONOCER EL ESTADO DE LOS COMPONENTES.

NUESTRA EXPERIENCIA EN LOS PROBLEMAS ELECTROMECANICOS DE LOS VEHICULOS AUTOMOTORES, NOS HA PERMITIDO DISEÑAR EL VOLTAMPERIMETRO MODELO T A V, A FIN DE SATISFACER LOS REQUISITOS DE MANUALIDAD, PESO, DIMENSION Y PRESENTACION, SIN PERJUICIO DE SU EFICIENCIA, CALIDAD Y EXACTITUD QUE LO HACEN ADECUADO PARA LAS MEDICIONES ELECTRICAS MINIMAS, EN EL CIRCUITO DE CARGA Y ALIMENTACION DE LOS AUTOMOTORES.

Instrumento utilizado para evaluar el funcionamiento de los alternadores y motores de arranque. El gráfico muestra un volt-amperímetro TELME de fabricación nacional. El gráfico muestra la escala del volt-amperímetro. La ventaja de este tipo de instrumentos, es la de poder realizar la lectura de las dos variables al mismo tiempo.



El siguiente gráfico, muestra el modo correcto de conectar el volt-amperímetro TELME a un motor de arranque y a un alternador con el correspondiente regulador de tensión.



El Osciloscopio

Los instrumentos descritos hasta el momento, permiten mostrar la medición instantánea, es decir, la que se está realizando en ese instante.

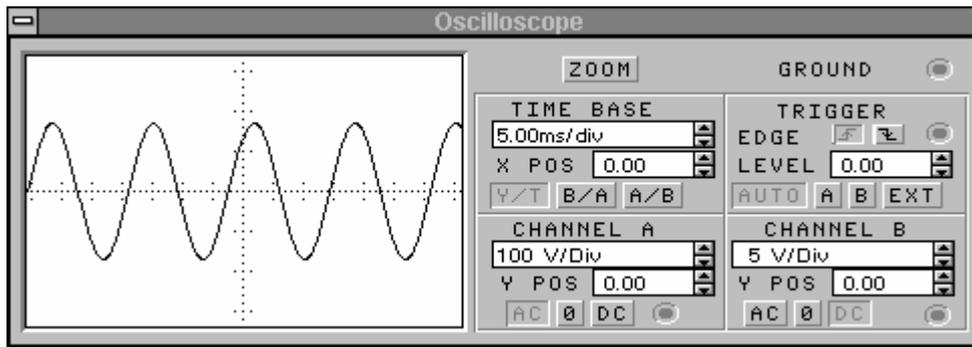
Existen instrumentos, que permiten mostrar un historial en función del tiempo de la medición que se está realizando. Estos instrumentos llamados osciloscopios, sólo miden tensión.



Las fotos muestran dos modelos FLUKE de osciloscopios de mano de última generación, el de la izquierda es para aplicaciones en electrónica, y el de la derecha para aplicaciones en el ámbito automotor.

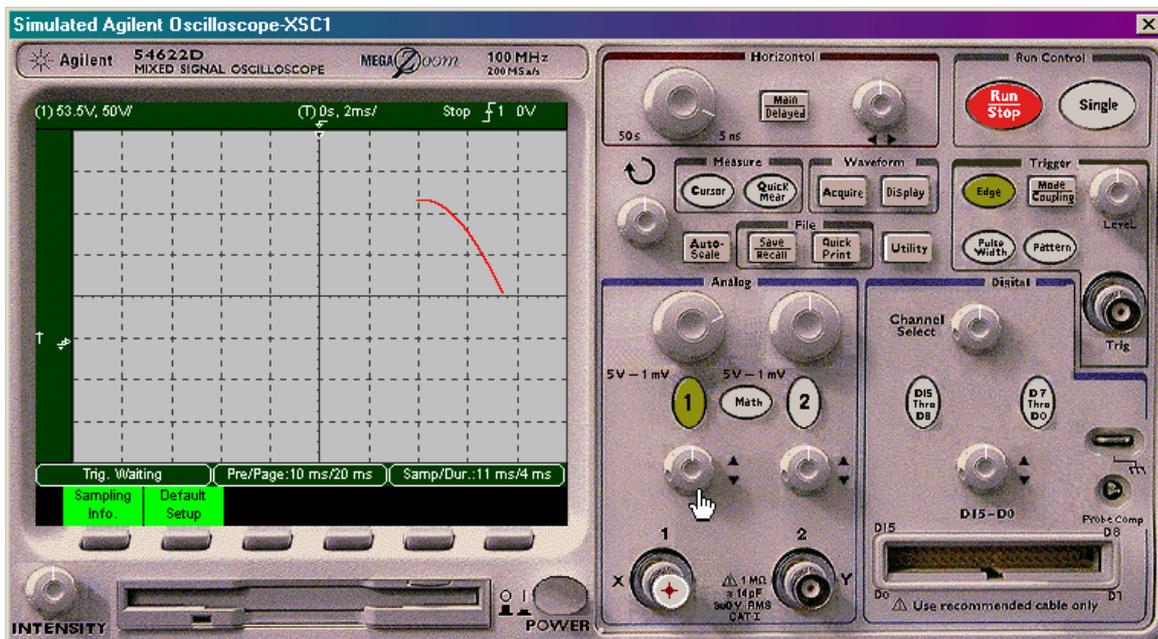
A este último, no sólo se lo puede usar como multímetro, sino que además, permite ver la señal que se está midiendo. Mediante la conexión de accesorios, es posible medir la corriente que consume un motor de arranque, detectar la tensión de salida de un alternador, verificar el estado del encendido, analizar gases de escape y muchas otras opciones más.

También existen los osciloscopios virtuales como el mostrado.



Se trata de un instrumento hecho por un programa de computadora, que permite medir en circuitos creados también por el programa de computadora; aunque existen algunos de estos instrumentos que pueden hacer mediciones en circuitos reales.

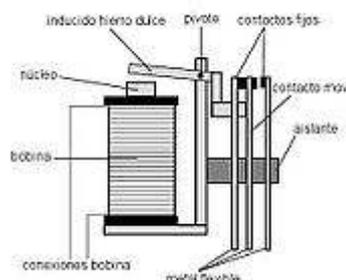
Se muestra otro modelo de osciloscopio virtual.



EL RELÉ

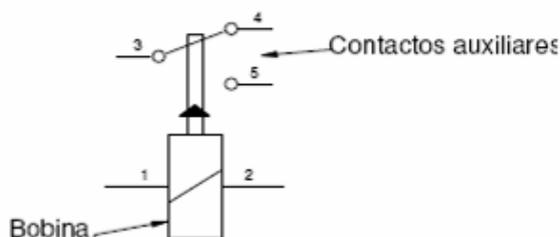
El **relé** o **relevador**, es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Fue inventado por Joseph Henry en 1835.

Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico. Como tal se emplearon en telegrafía, haciendo la función de repetidores que generaban una nueva señal con corriente procedente de pilas locales a partir de la señal débil recibida por la línea. Se les llamaba "relevadores". De ahí "relé".



Funcionamiento

Al pasar una corriente eléctrica por la bobina esta se convierte en un electroimán y su efecto de atracción magnética hace que los contactos auxiliares cambien de posición.



Descripción

Se denominan contactos de trabajo aquellos que se cierran cuando la bobina del relé es alimentada y contactos de reposo a los cerrados en ausencia de alimentación de la misma. De este modo, los contactos de un relé pueden ser normalmente abiertos, NA o NO, *Normally Open* por sus siglas en inglés, normalmente cerrados, NC, *Normally Closed*, o de conmutación. La lámina central se denomina lámina inversora o de contactos inversores o de conmutación que son los contactos móviles que transmiten la corriente a los contactos fijos.

- Los contactos normalmente abiertos conectan el circuito cuando el relé es activado; el circuito se desconecta cuando el relé está inactivo. Este tipo de contactos es ideal para aplicaciones en las que se requiere conmutar fuentes de poder de alta intensidad para dispositivos remotos.
- Los contactos normalmente cerrados desconectan el circuito cuando el relé es activado; el circuito se conecta cuando el relé está inactivo. Estos contactos se utilizan para

aplicaciones en las que se requiere que el circuito permanezca cerrado hasta que el relé sea activado.

- Los contactos de conmutación controlan dos circuitos: un contacto NA y uno NC con una terminal común.

Tipos de relés

Existen multitud de tipos distintos de relés, dependiendo del número de contactos, de la intensidad admisible por los mismos, tipo de corriente de accionamiento, tiempo de activación y desactivación, etc. Cuando controlan grandes potencias se les llama contactores en lugar de relés.

Relés electromecánicos

- **Relés de tipo armadura:** pese a ser los más antiguos siguen siendo lo más utilizados en multitud de aplicaciones. Un electroimán provoca la basculación de una armadura al ser excitado, cerrando o abriendo los contactos dependiendo de si es NA o NC.
- **Relés de núcleo móvil:** a diferencia del anterior modelo estos están formados por un émbolo en lugar de una armadura. Debido su mayor fuerza de atracción, se utiliza un solenoide para cerrar sus contactos. Es muy utilizado cuando hay que controlar altas corrientes.
- **Relé tipo reed o de lengüeta:** están constituidos por una ampolla de vidrio, con contactos en su interior, montados sobre delgadas láminas de metal. Estos contactos conmutan por la excitación de una bobina, que se encuentra alrededor de la mencionada ampolla.
- **Relés polarizados o biestables:** se componen de una pequeña armadura, solidaria a un imán permanente. El extremo inferior gira dentro de los polos de un electroimán, mientras que el otro lleva una cabeza de contacto. Al excitar el electroimán, se mueve la armadura y provoca el cierre de los contactos. Si se polariza al revés, el giro será en sentido contrario, abriendo los contactos ó cerrando otro circuito.

Relé de estado sólido

Se llama relé de estado sólido a un circuito híbrido, normalmente compuesto por un optoacoplador que aísla la entrada, un circuito de disparo, que detecta el paso por cero de la corriente de línea y un triac o dispositivo similar que actúa de interruptor de potencia. Su nombre se debe a la similitud que presenta con un relé electromecánico; este dispositivo es usado generalmente para aplicaciones donde se presenta un uso continuo de los contactos del relé que en comparación con un relé convencional generaría un serio desgaste mecánico, además de poder conmutar altos amperajes que en el caso del relé electromecánico destruirían en poco tiempo los contactos. Estos relés permiten una velocidad de conmutación muy superior a la de los relés electromecánicos.(ver fig 7).

Relé de corriente alterna

Cuando se excita la bobina de un relé con corriente alterna, el flujo magnético en el circuito magnético, también es alterno, produciendo una fuerza pulsante, con frecuencia doble, sobre los contactos. Es decir, los contactos de un relé conectado a la red, en algunos lugares, como varios países de Europa y latinoamérica oscilarán a 50 Hz y en otros, como en Estados Unidos lo harán a 60 Hz. Este hecho se aprovecha en algunos timbres y zumbadores, como un activador a distancia. En un relé de corriente alterna se modifica la resonancia de los contactos para que no oscilen.

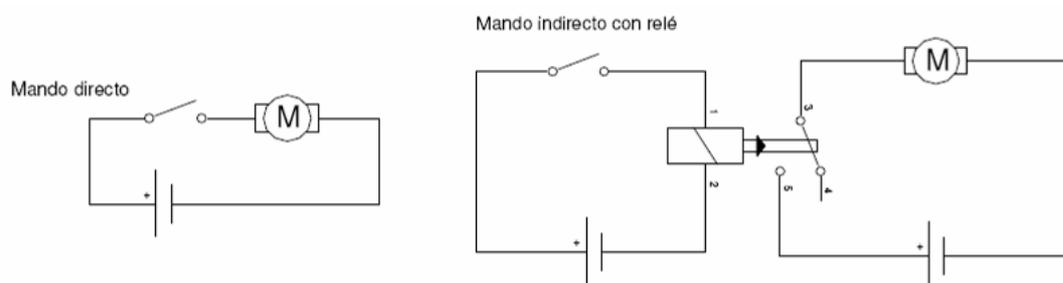
Relé de láminas

Este tipo de relé se utilizaba para discriminar distintas frecuencias. Consiste en un electroimán excitado con la corriente alterna de entrada que atrae varias varillas sintonizadas para resonar a sendas frecuencias de interés. La varilla que resuena acciona su contacto; las demás, no. El desarrollo de la microelectrónica y los PLL integrados ha relegado estos componentes al olvido. Los relés de láminas se utilizaron en aeromodelismo y otros sistemas de telecontrol.

Ventajas del uso de relés

La gran ventaja de los relés electromagnéticos es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento, la que circula por la bobina del electroimán, y los circuitos controlados por los contactos, lo que hace que se puedan manejar altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control. También ofrecen la posibilidad de control de un dispositivo a distancia mediante el uso de pequeñas señales de control.

En el caso presentado podemos ver un grupo de relés en bases interface que son controlado por modulos digitales programables que permiten crear funciones de temporización y contador como si de un miniPLC se tratase. Con esto modernos sistemas los relés pueden actuar de forma programada e independiente lo que supone grandes ventajas en su aplicación aumentando su uso en aplicaciones sin necesidad de utilizar controles como PLC's u otros medios para comandarlos.



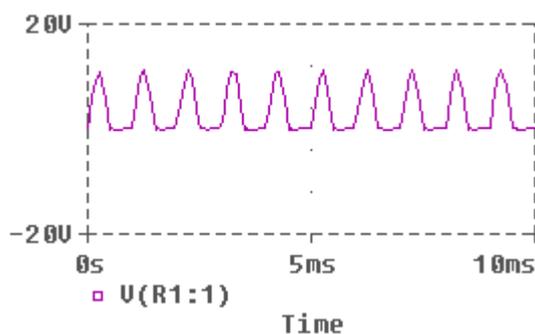
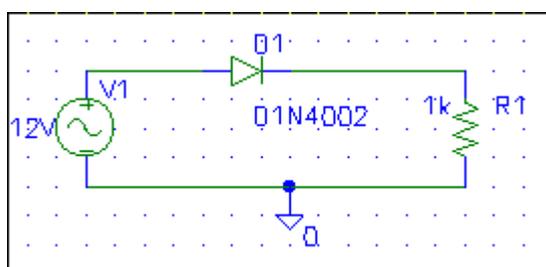
EL DIODO

El dispositivo semiconductor más sencillo, es el diodo.

Está formado por dos partes, diferenciándose una de la otra, por la cantidad de electrones libres que se encuentran en su estructura atómica.

Es decir, que la porción con mayor cantidad de electrones libres es más conductora que la otra parte.

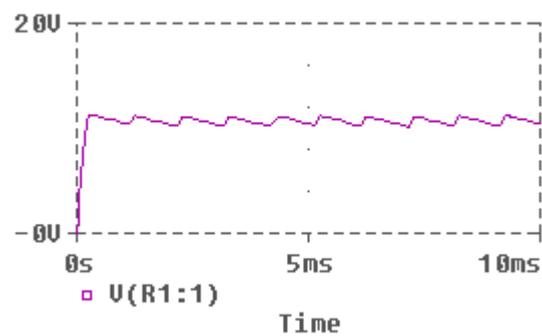
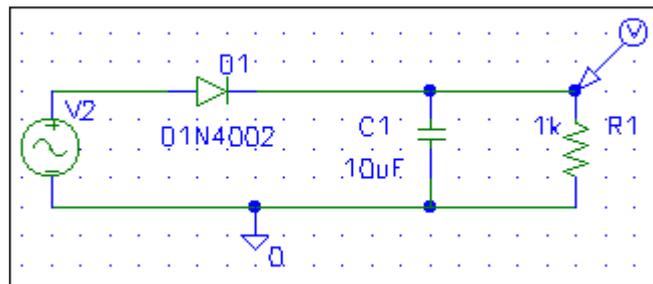
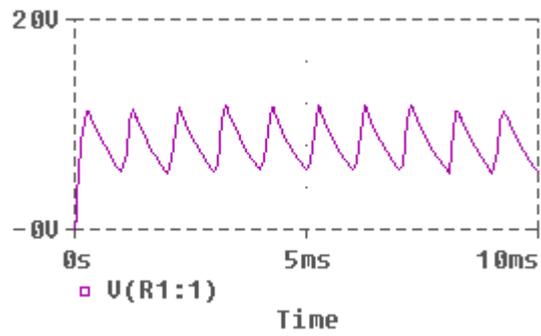
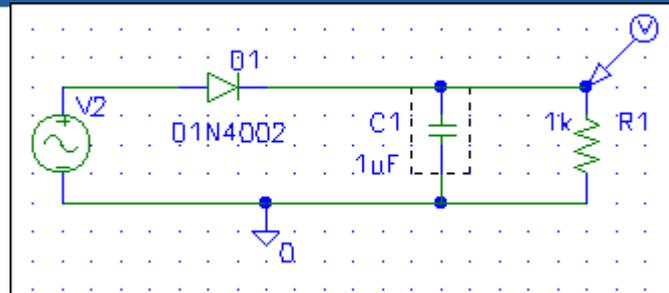
El resultado de esta disposición da un componente que permite la circulación de corriente en un solo sentido.

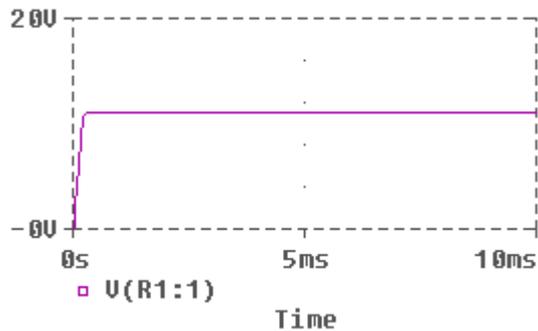
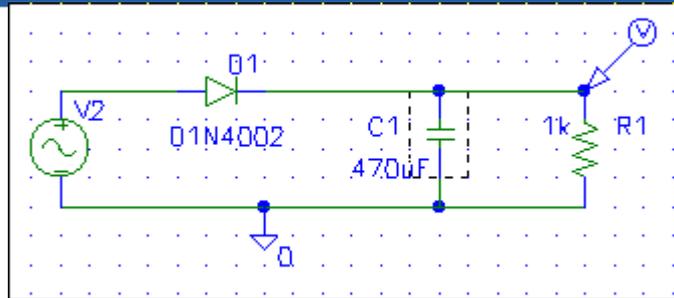


En el gráfico se observa una señal rectificadora por un diodo de silicio, con una tensión de 12Vp y una frecuencia de 1000Hz.

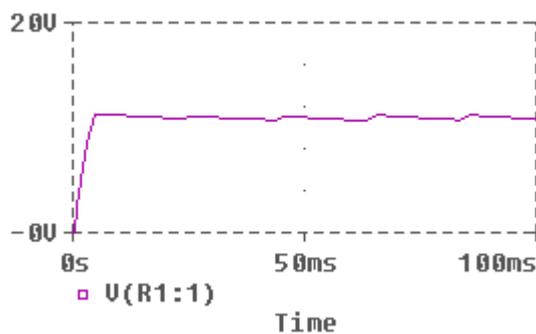
Dicho de otro modo, el diodo deja pasar media señal del generador o ciclo positivo, y al otro medio ciclo lo recorta o lo que es lo mismo decir, impide la circulación de corriente.

Este comportamiento, hace útil su uso en la conversión de tensiones alternas a continuas.





Los gráficos anteriores, muestran el efecto de filtrado que produce el capacitor en paralelo con la carga.

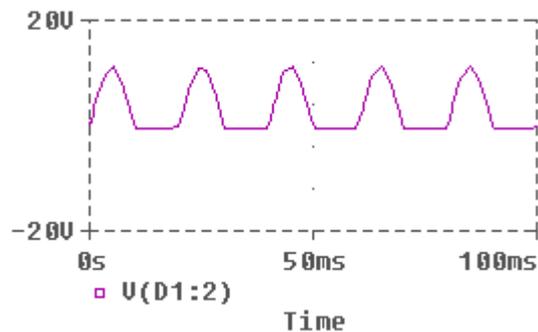
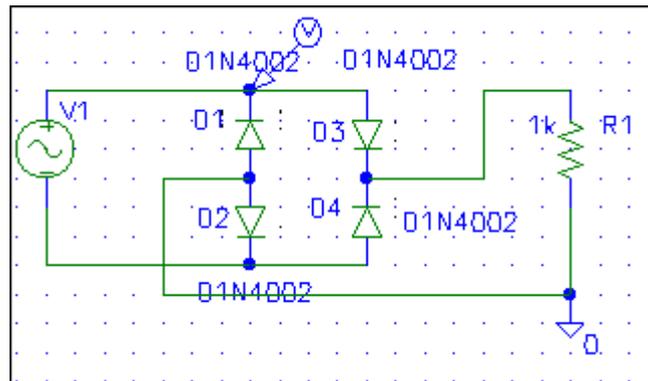


Pero qué pasa si disminuimos la frecuencia a 50Hz para el último circuito? El resultado se muestra en la curva dada arriba, se ve que la calidad del filtrado empeoró.

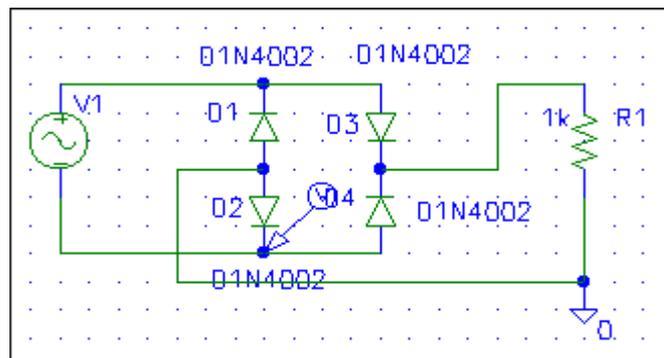
Conclusión: el capacitor es sensible a la frecuencia. Es decir, si la frecuencia aumenta el capacitor mejora su comportamiento, y por el contrario, si la frecuencia disminuye el capacitor empeora su comportamiento o lo que es lo mismo decir, disminuye la calidad del filtrado en el circuito rectificador dado arriba.

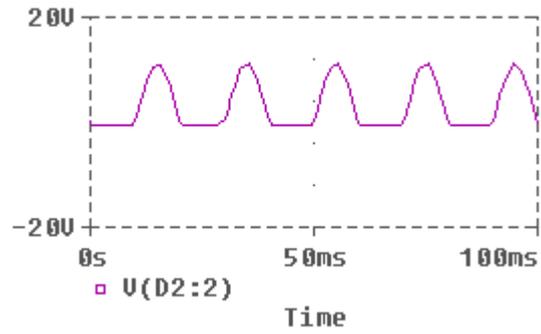
Un aspecto importante es la tensión umbral del diodo o tensión de conducción que es de 0.7V para diodos de silicio y de 0.2 para diodos de germanio.
Dicho de otra forma, la tensión umbral es la mínima tensión que un diodo debe tener entre sus bornes si se quiere que funcione.

Los diodos tienen muchas aplicaciones pero posiblemente la más conocida es la de rectificador en forma de puente completo en una fuente de alimentación.

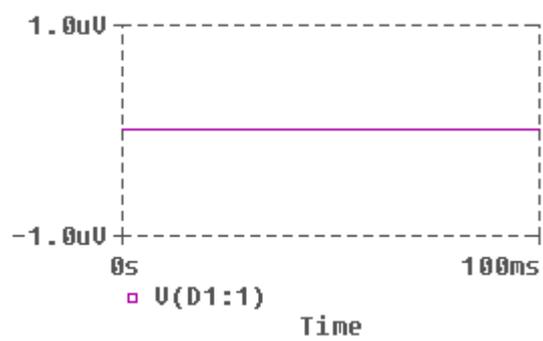
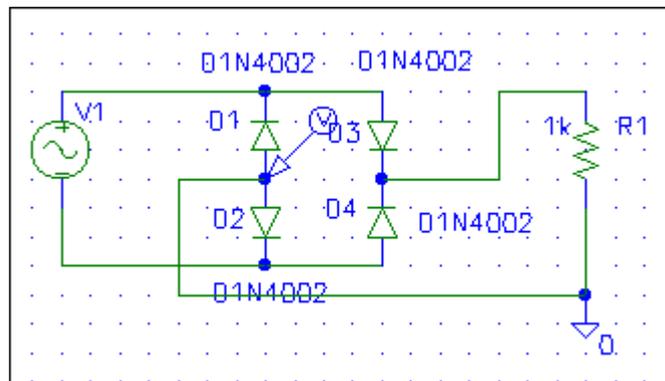


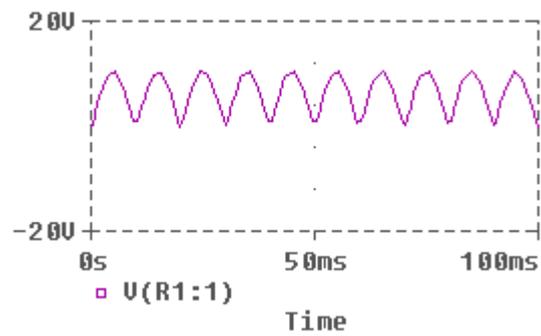
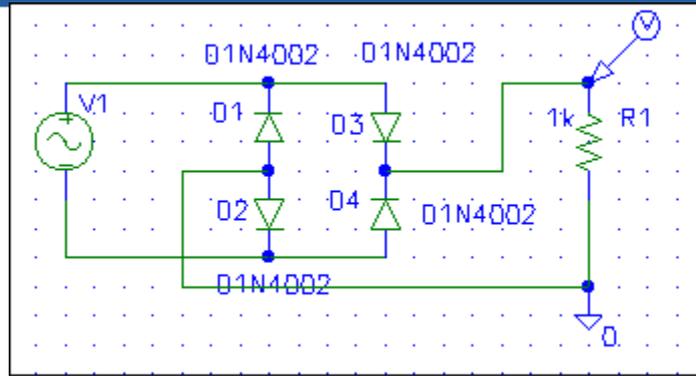
Obsérvese con cuidado la señal obtenida en el borne superior (cátodo) de D1.



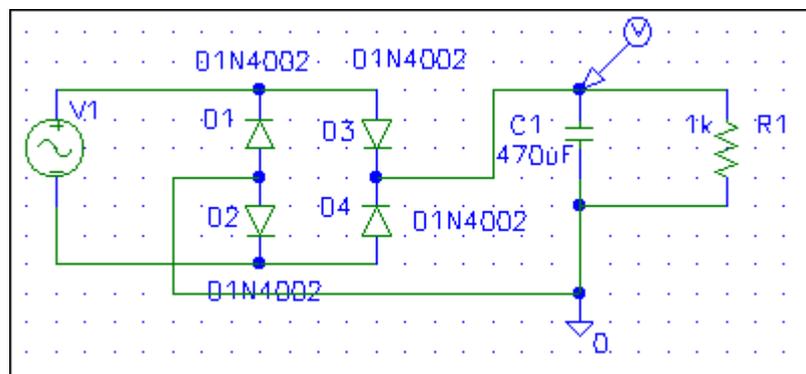


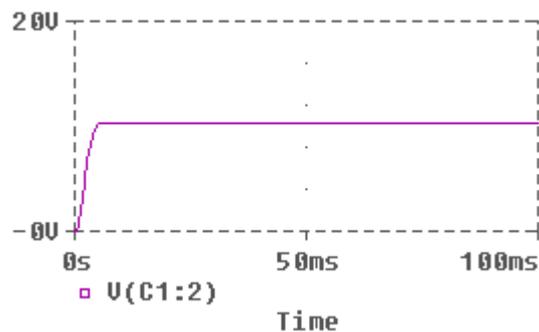
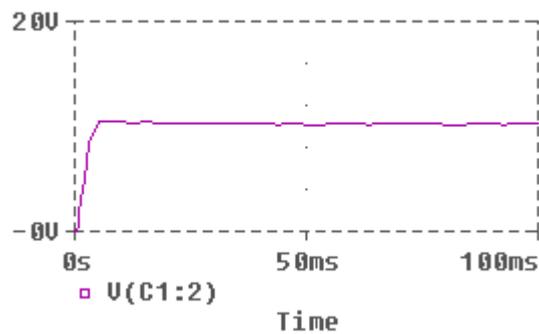
Qué diferencia encuentra al comparar los dos circuitos con sus gráficos ?





Observe con cuidado las tensiones en los nodos mostrados, y extraiga conclusiones.





La última gráfica es para un capacitor de 2000uF.

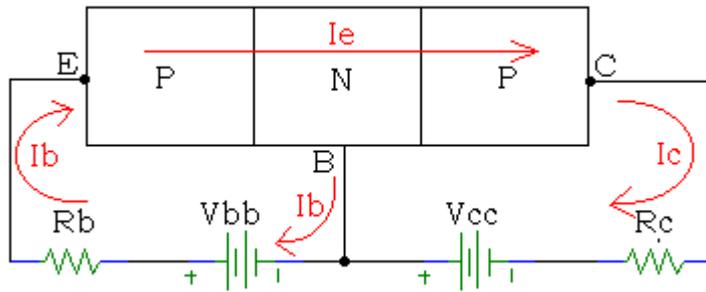
Existen otros tipos de diodos como ser el LED (diodo emisor de luz), el diodo zener, el diodo Schotky y diodos rápidos para aplicaciones especiales, también hay que mencionar los diodos de potencia para uso industrial.

EL TRANSISTOR

En la década del 50 aparece el primer transistor. Qué es un transistor (TR) ?

Es el dispositivo semiconductor que revolucionó la industria y la vida cotidiana de la mayoría de los habitantes del planeta.

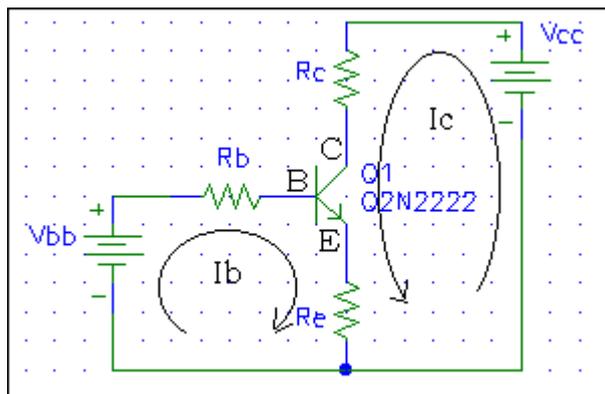
También se puede decir que es el sucesor de la válvula de De Forest; que hasta ese momento era el único amplificador electrónico existente.



El TR está formado por tres partes de semiconductor, esta disposición permite el control de corrientes y tensiones del mismo; como resultado se observa que el TR se puede usar de dos modos diferentes, una es la de llave y la otra es la de amplificador.

Existen varios tipos de TR, entre los que se encuentran los TR de unión y los TR de efecto de campo.

EL TR DE UNION



En este gráfico vemos el símbolo del TR al centro con las letras que identifican sus tres terminales, ellos son, Base (B), Emisor (E), y Colector (C).

Entre los pines B y E hay un diodo que debe estar polarizado en forma directa para que el TR funcione.

Entre B y C hay otro diodo que debe estar polarizado en forma inversa por el mismo motivo anteriormente dado.

Para el TR mostrado en el último dibujo, se trata de un TR NPN, es decir que C es de material N, B es de material P, y E es de material N. Para el TR del primer dibujo se trata de un TR PNP.

Esta disposición en sandwich de los tres materiales permite que si se lo alimenta de la forma mostrada con sus respectivas resistencias, el dispositivo esté en condiciones de operar como llave o como amplificador según el valor de las fuentes de alimentación y el de las resistencias de polarización.

Sin importar si el TR funciona como llave o como amplificador, deberán circular dos corrientes que son: I_b , corriente de base e I_c corriente de colector, con los sentidos indicados en el dibujo para un TR del tipo NPN en el segundo dibujo y con los sentidos indicados en el primer dibujo para un TR PNP, y con las fuentes de alimentación en los sentidos mostrados.

La I_b aparece si la tensión entre los pines B y E es de 0.7V, porque esa es la tensión de polarización de un diodo de silicio y 0.2V si se tratara de un TR de germanio.

La magnitud de I_c depende de V_{cc} , R_c y R_e . Observar que I_c es la corriente que circula por R_c y también por R_e .

Los TR son dispositivo que amplifican fundamentalmente corriente, y esta ganancia de corriente viene dada en los manuales por los fabricantes de los TR con la letra griega β .

Por ejemplo $\beta=100$ significa que si la corriente de base I_b es de 1mA, la corriente de colector I_c es de 100mA. O dicho de otra forma $\beta=I_c/I_b$.

Como el β en un TR se lo conoce porque se lo saca de los manuales o se lo mide con un multímetro, se lo usa en los cálculos que más adelante haremos.

I_b es la corriente que circula por R_b y por el diodo entre los pines de B y E. Normalmente I_b es del orden de μA para transistores de baja potencia y del orden de mA en TR de potencia.

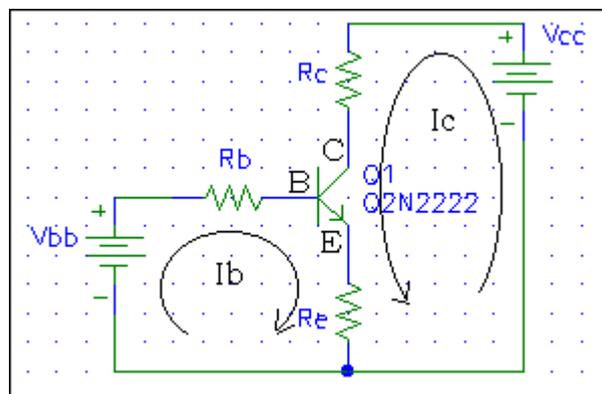
I_e es la corriente de emisor, que es igual a I_b+I_c . Como I_b es al menos 100 veces menor que I_c se dice que I_e es aproximadamente igual a I_c .

Se conocen tres formas fundamentales de conexión de un TR que son:

- a) BASE COMUN
- b) EMISOR COMUN
- c) COLECTOR COMUN o SEGUIDOR DE EMISOR

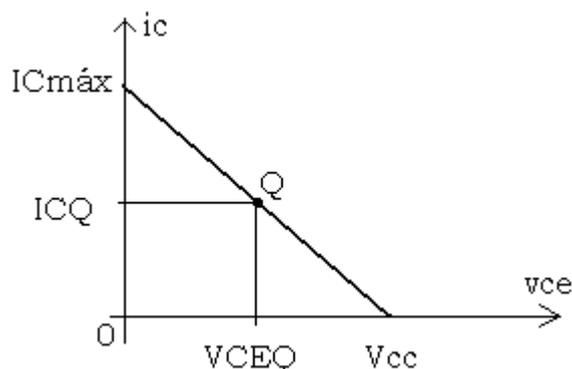
Comenzaremos con la opción b. CONFIGURACION EMISOR COMUN:

Esta configuración es una de las más usadas y además la más fácil de entender.



El dibujo muestra lo que se conoce como circuito de polarización de un TR en configuración emisor común.

Para ayudarnos en la interpretación de las corrientes y tensiones que intervienen, usaremos un gráfico conocido como recta de carga.

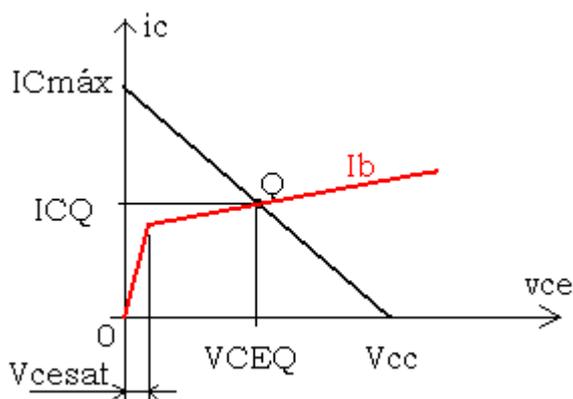


En el eje horizontal llamado vce (tensión colector emisor) están representadas las tensiones de fuente de alimentación V_{cc} , y la tensión que hay entre los bornes de colector y de emisor llamada V_{CEQ} donde la letra Q indica que es el punto de operación del TR. Esto quiere decir que V_{CEQ} es la tensión continua que se debe medir con un tester entre C y E.

En el eje vertical llamado ic (corriente de colector) se encuentran $I_{Cmáx}$ (corriente continua máxima de colector) y la I_{CQ} (corriente de colector que se debe medir con un tester en cualquier sector de la malla de colector). La recta dibujada indica las posibles posiciones que puede tomar el punto Q si se mueve.

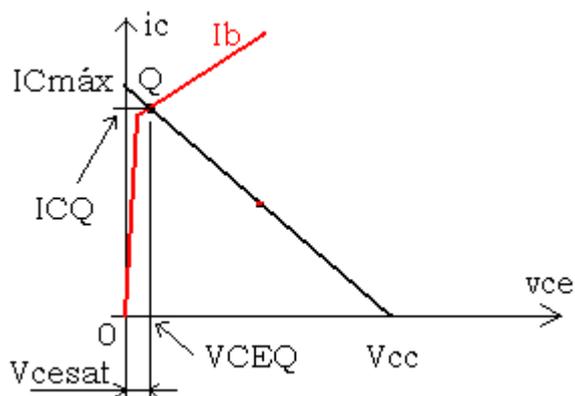
Si el punto Q se mueve significa que se cambió el valor de alguna de las resistencias (R_b , R_e o R_c), o el valor de las fuentes de alimentación (V_{bb} , V_{cc}).

Resumiendo: R_b , R_c , R_e , V_{bb} y V_{cc} determinan la forma de funcionamiento del TR, si se altera el valor de alguno o varios de ellos, el punto Q se mueve, y los valores de V_{cc} , V_{CEQ} , $I_{Cmáx}$ e I_{CQ} cambian.



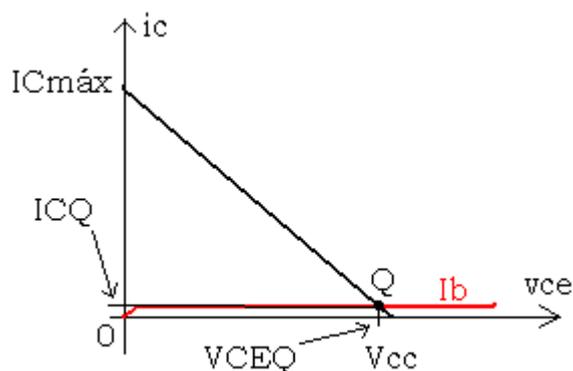
En el gráfico de arriba (no está a escala), aparecen dos cantidades nuevas, en rojo está la corriente de base I_b , y en forma acotada está la tensión colector emisor a la saturación.

Todo TR tiene una V_{cesat} (tensión colector emisor a la saturación), cuya magnitud medida a bornes del colector y el emisor, indica que la corriente de colector es máxima y la tensión entre emisor y colector es mínima. El gráfico de abajo muestra lo explicado.



Observar que la $V_{CEQ} \cong V_{cesat}$. La V_{cesat} es de 0.1V a 0.2V para TR de baja potencia, y de 1V a 2V para TR de potencia.

Otro posible punto de trabajo de un TR es el indicado en el gráfico de abajo.



En este caso, la ICQ tiene un valor muy cercano al cero, y la $V_{CEQ} \cong V_{cc}$. Dicho en otras palabras, cuando la V_{CEQ} tiende a cero volt, la corriente de colector se hace máxima y se dice que el TR está saturado (llave cerrada); y cuando la V_{CEQ} tiende al valor de la V_{cc} , la corriente de colector tiende a cero amper y en este caso se dice que el TR está al corte (llave abierta).

Pregunta: si la V_{cc} y la $ICmáx$ no se mueven, qué hace que cambie la posición del punto Q?

Respuesta: la Ib.

Observar que en los tres casos dibujados en donde el punto Q tiene posiciones diferentes, la Ib también tiene posiciones diferentes, es decir tiene valores (μA o mA) diferentes.

INTRODUCCIÓN A LOS CIRCUITOS DIGITALES

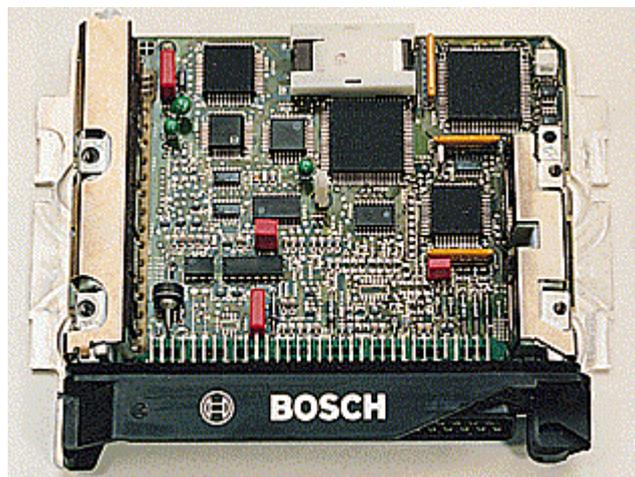
La presente guía tiene por finalidad introducir al alumno en los circuitos digitales, presentando los números binarios, lógica digital, operaciones lógicas, compuertas digitales, señales digitales y sus propiedades.

Números Binarios

Hace más de doscientos años, el matemático inglés G. Boole desarrolló una matemática particular. La particularidad consiste en que todas las representaciones numéricas están hechas con los dígitos 0 y 1 solamente.

Es decir que existe una relación entre los números decimales que usamos a diario con los números digitales. Parte de esta relación se puede observar en la siguiente tabla.

Número Decimal	Equivalente Binario
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111



Todas las operaciones matemáticas hechas con los números decimales, es posible realizarlas con los números binarios.

A primera vista, operar con números digitales parece ser más complicado que hacerlo con los números decimales, y así los es, pero la representación de cantidades en números binarios tiene un lado extremadamente útil, que pasamos a presentar.

Lógica Digital

Para no confundir el cero decimal con el cero binario y el uno decimal con el uno binario, se hace la aclaración de números lógicos, es decir se dice *cero lógico* por el cero binario y *uno lógico* por el uno binario.

Ya hemos presentado los números lógicos, por lo tanto es momento de hacer lo propio con las operaciones lógicas.

Operaciones Lógicas

Cuando Boole escribió su matemática, no sabía en qué se podía aplicar. Fué necesario que pasaran muchos años, hasta que con la aparición de los circuitos eléctricos y con ellos los contactos eléctricos o llaves, se pusiera en práctica aquella matemática aparentemente inútil.

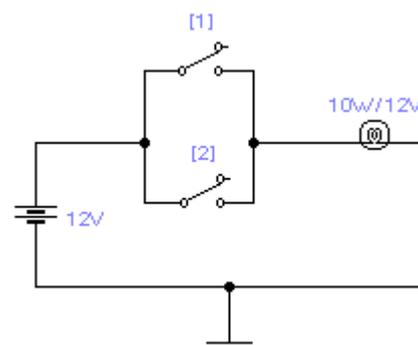
-Representación de los estados lógicos por medio de interruptores

El estado lógico cero se representa con una llave abierta, y el estado lógico uno con una llave cerrada.



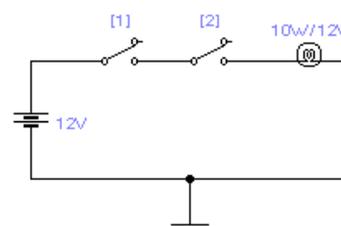
- Suma Lógica o función lógica OR (O)

La suma lógica o función lógica OR es un circuito con llaves en paralelo, es decir, que si las llaves (1) y (2) están abiertas, no hay circulación de corriente y la lámpara no enciende, pero si alguna de las dos llaves o las dos al mismo tiempo están cerradas, enciende la lámpara.



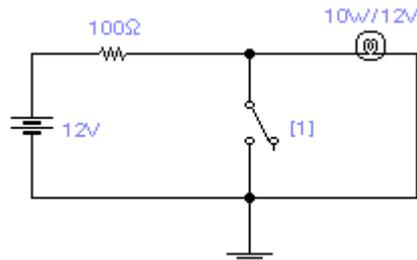
Producto Lógico o función lógica AND (Y)

El producto lógico o función lógica AND es un circuito con llaves en serie, es decir que si las llaves (1) y (2) están abiertas o cualquiera de las dos llaves está abierta, no hay circulación de corriente eléctrica y por lo tanto la lámpara no enciende. Para que encienda la lámpara, la llave (1) y la (2) deben estar cerradas.



Negación o función lógica NOT (NO)

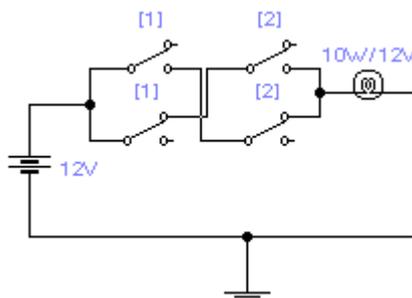
Una de las formas de mostrar el comportamiento de la función lógica NOT es mediante un circuito como el mostrado. Mientras está abierta la llave (estado lógico cero) la lámpara enciende (estado lógico uno), pero si se invierte la posición de la llave (estado lógico uno) la lámpara se apaga (estado lógico cero).



Función lógica O Exclusiva

El caso de la función lógica OR nos indicó que si una o las dos llaves estuvieran cerradas, la lámpara encendería, observar que la lámpara enciende aún en el caso de que las dos llaves estén cerradas.

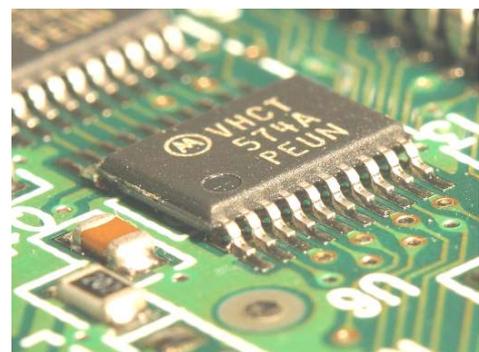
Pero en este caso estamos ante una función lógica con condición, es decir, si la llave (1) que es bipolar, está accionada, o la llave (2) que también es bipolar está accionada, se enciende la lámpara, pero si ambas llaves están cerradas, la lámpara no enciende, y por supuesto, si ambas llaves están abiertas, la lámpara tampoco enciende. Seguir el circuito para convencerse de lo expuesto.



Compuertas Digitales

Las compuertas digitales son circuitos electrónicos que poseen el mismo comportamiento de los circuitos eléctricos anteriormente vistos, es decir que podemos realizar las mismas operaciones, interconectar varias compuertas entre sí de modo de que el circuito digital realice alguna tarea específica.

Las compuertas digitales vienen en encapsulados como los mostrados en la foto, dependiendo del tipo de compuerta y la tecnología de fabricación. También,

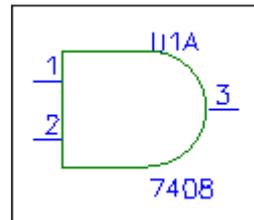


dependiendo de la compuerta que se trate, dentro de un mismo encapsulado puede haber una sola compuerta o varias.

Al integrado hay que alimentarlo con una tensión que depende de su tecnología, las compuertas de tecnología CMOS aceptan una alimentación de $3VCC < VDD < 15VCC$, para las compuertas de tecnología TTL el rango de alimentación es de $4.7VCC < VDD < 5.3VCC$.

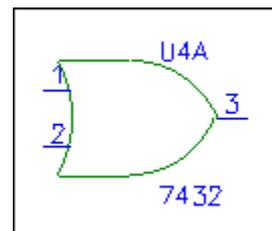
- Compuerta digital AND

Entrada (1)	Entarda (2)	Salida (3)
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



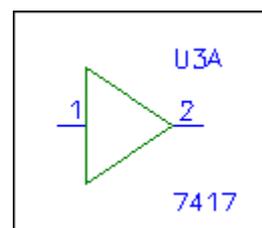
- Compuerta digital OR

Entrada (1)	Entrada (2)	Salida (3)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



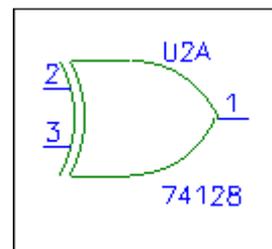
- Compuerta digital NOT

Entrada (1)	Salida (2)
0	1
1	0



- Compuerta digital XOR

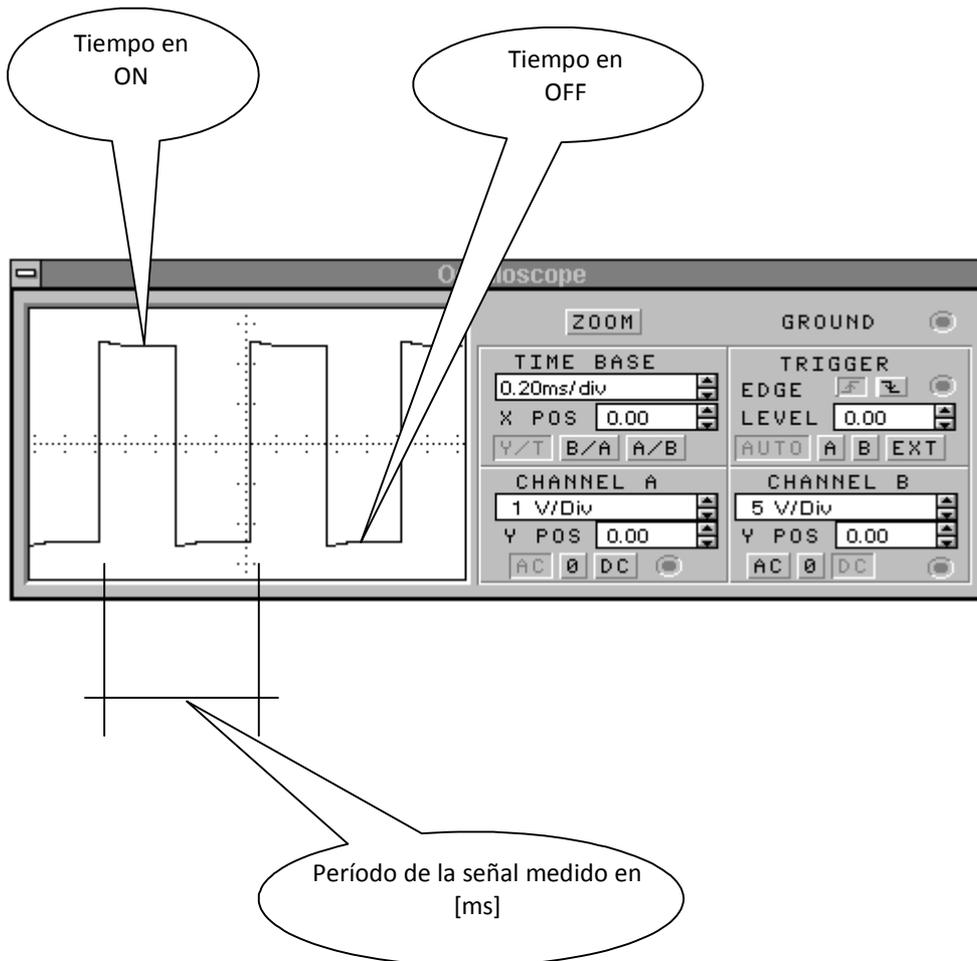
Entrada (2)	Entrada (3)	Salida (1)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Existen también las llamadas compuertas digitales inversoras, es decir que sus salidas son opuestas a las indicadas en las tablas de verdad ya mostradas.

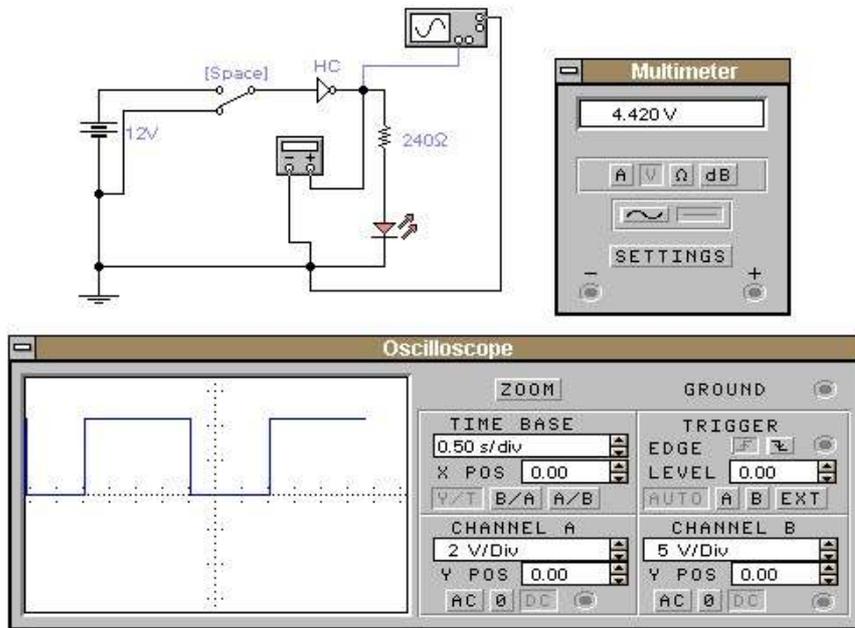
Señales Digitales

Recordar que las señales digitales pueden ser periódicas o aperiódicas.

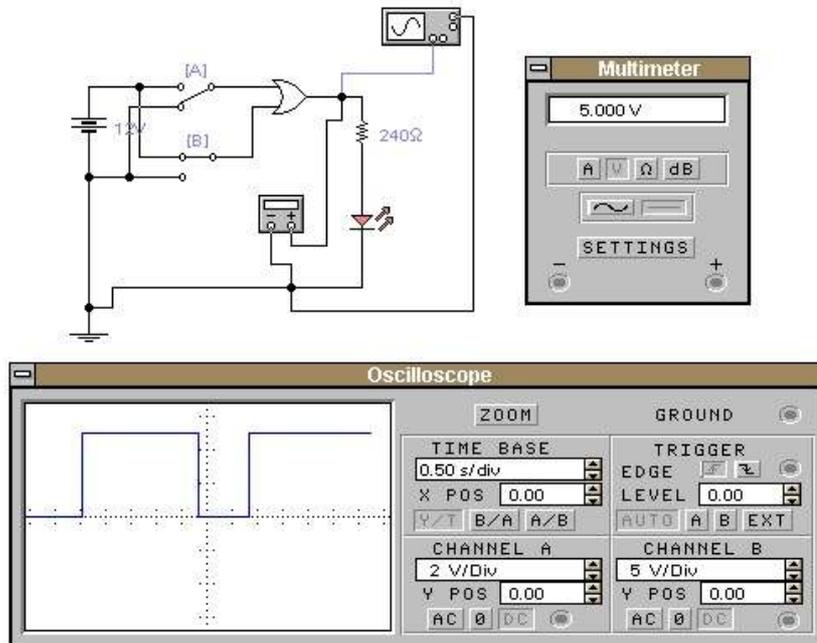


Ejemplos de Compuertas Digitales con sus Señales:

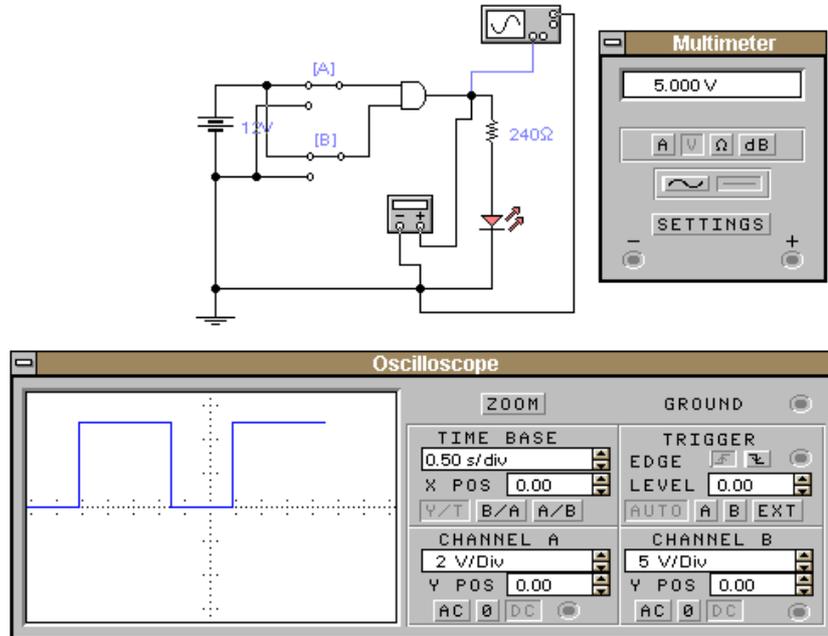
Compuerta NOT



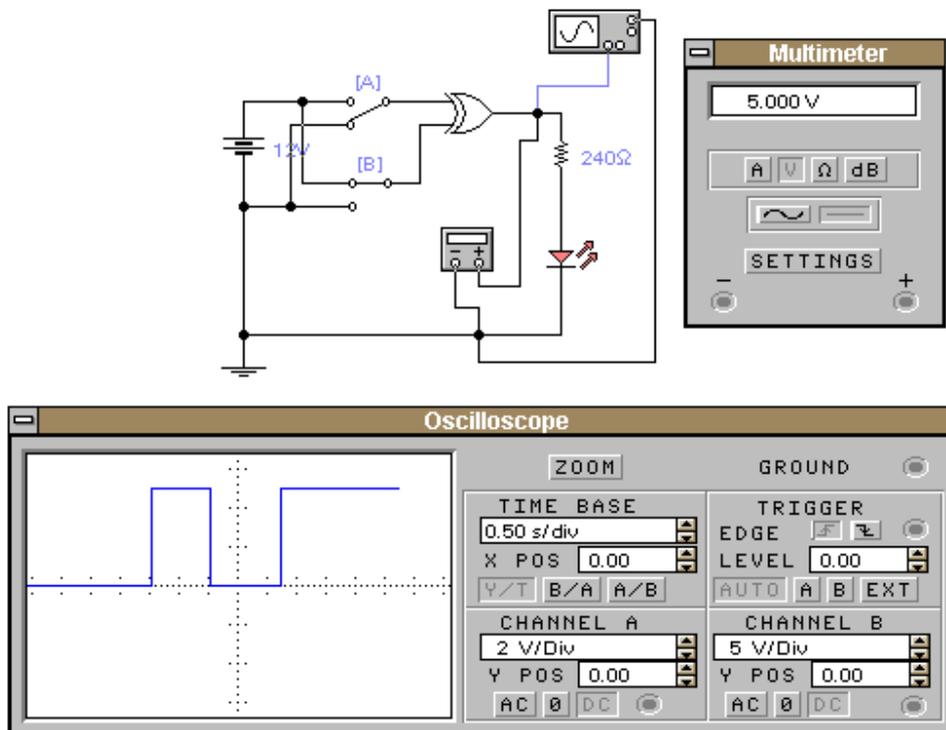
Compuerta NOR



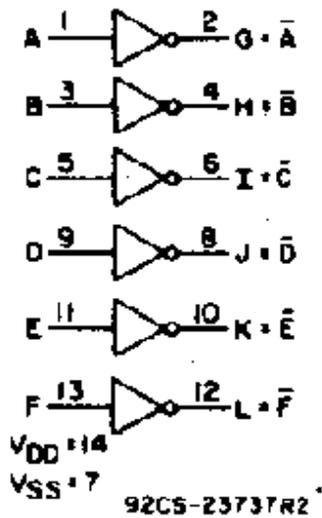
Compuerta AND



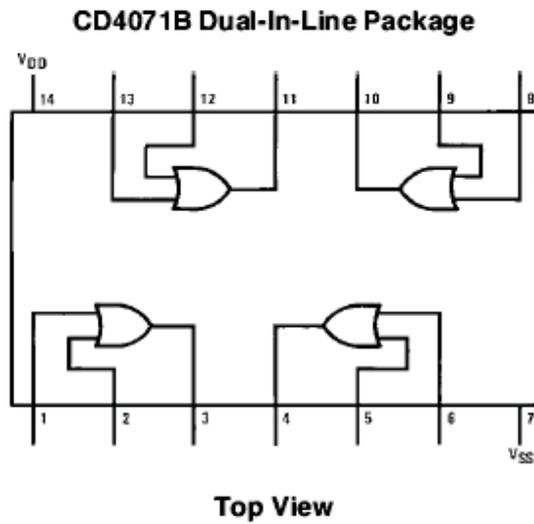
Compuerta XOR



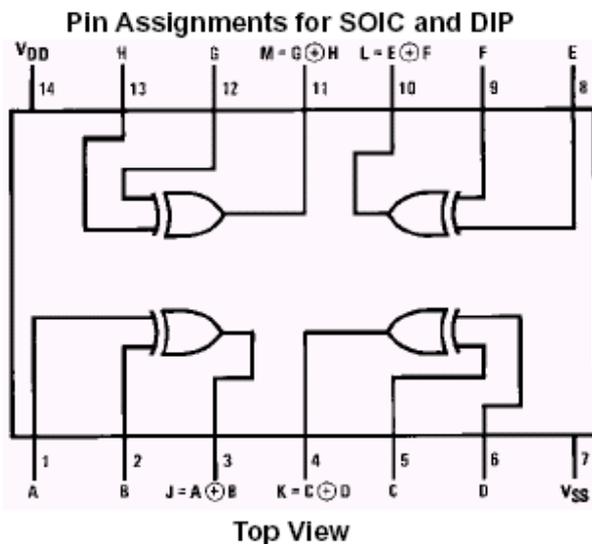
Pin-out compuerta NOT:



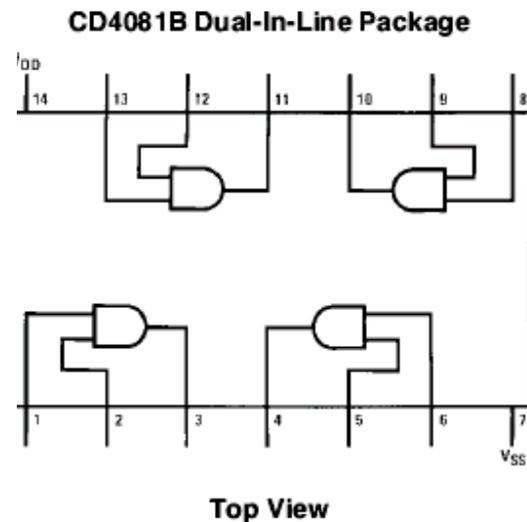
Pin-out compuerta OR:



Pin-out compuerta XOR:

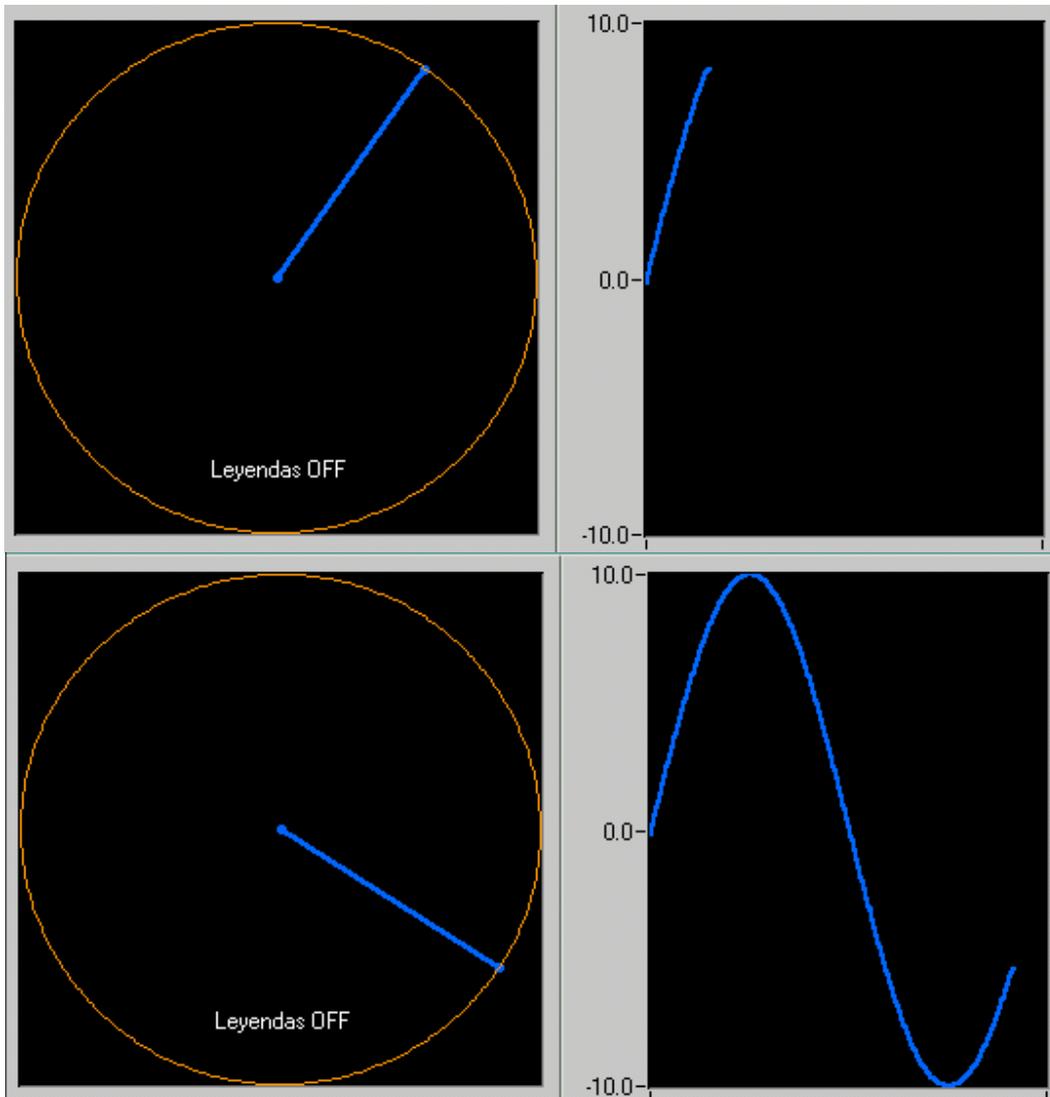


Pin-out compuerta AND:



Para acceder a las hojas de datos completas de éstas y otras compuertas digitales, ver <http://www.national.com/ds/CD/>

TENSION Y CORRIENTE ALTERNA



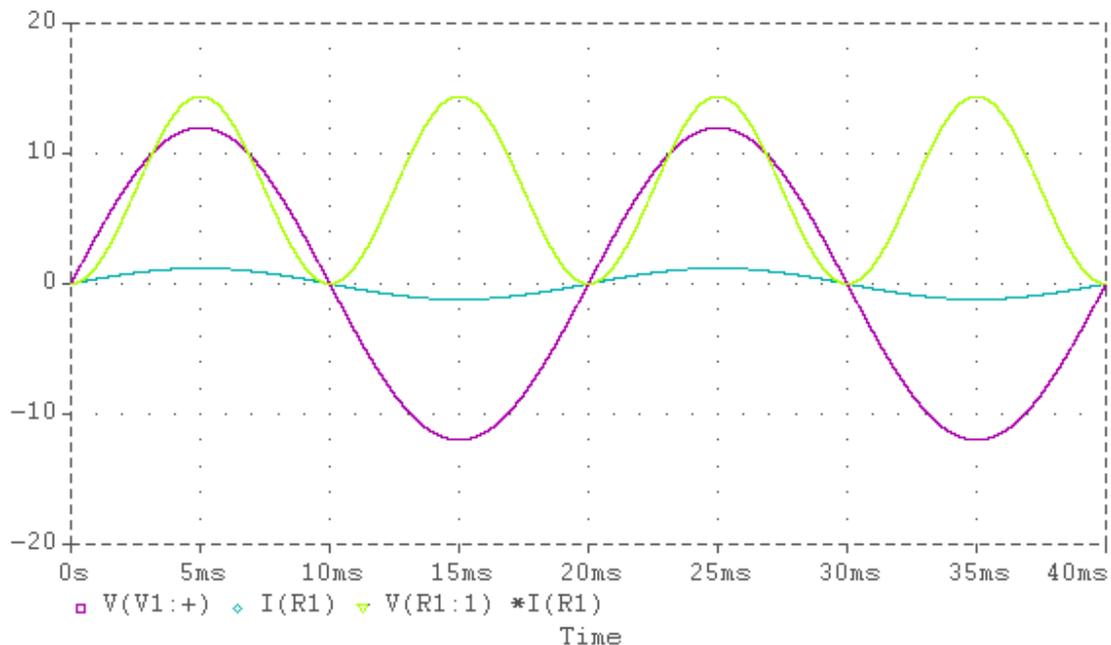
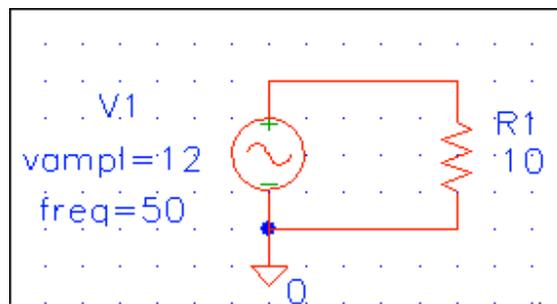
Los gráficos representan dos instantes en el proceso de generación eléctrica. La recta en el gráfico del generador se llama *fasor*, y representa al generador físico. Si se proyecta horizontalmente el extremo del fasor, se obtiene la gráfica de la derecha en función del tiempo. La señal obtenida se llama, *tensión senoidal del generador*. Por cada vuelta completa del fasor, se obtiene una senoide completa.

Una *tensión alterna*, es aquella tensión, que cambia su polaridad una determinada cantidad de veces por unidad de tiempo a bornes de un generador o dispositivo eléctrico cualquiera.

Una *corriente alterna*, es aquella corriente, que cambia su sentido de circulación una determinada cantidad de veces por unidad de tiempo, en un circuito eléctrico cerrado cualquiera.

Las leyes y conceptos vistos para corriente continua en los circuitos eléctricos, se cumplen también para corriente alterna.

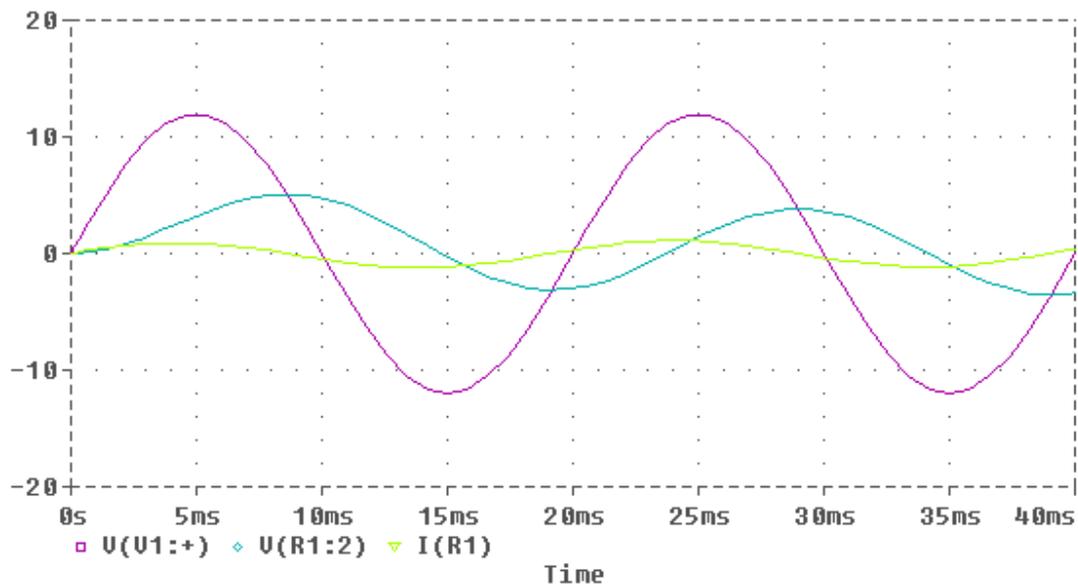
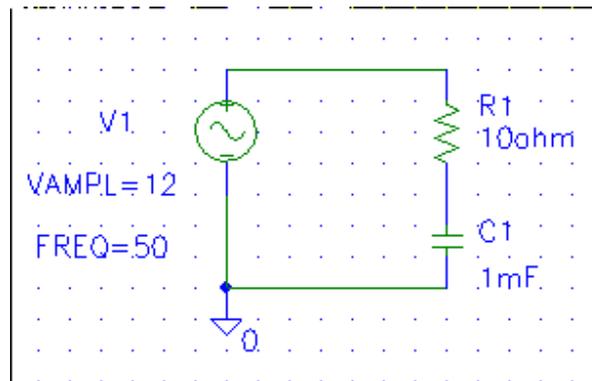
Circuito Resistivo en CA



Las curvas mostradas representan la *tensión*, la *corriente* y la *potencia* disipada por la resistencia. Observar, que la potencia disipada por la resistencia, es la misma que la suministrada por la fuente de energía.

Mirando las curvas dadas mas arriba, sacar algunas conclusiones.

Circuito Resistivo Capacitivo para CA



Nuevamente las curvas muestran el comportamiento del circuito; el trazo violeta representa la tensión a bornes del generador, el trazo verde oscuro representa la tensión a bornes del capacitor, y el trazo verde claro representa la corriente en la malla.

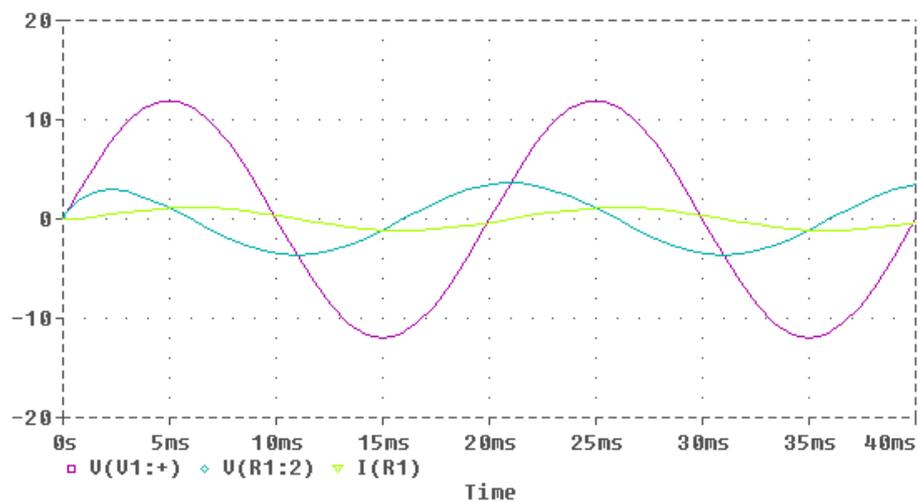
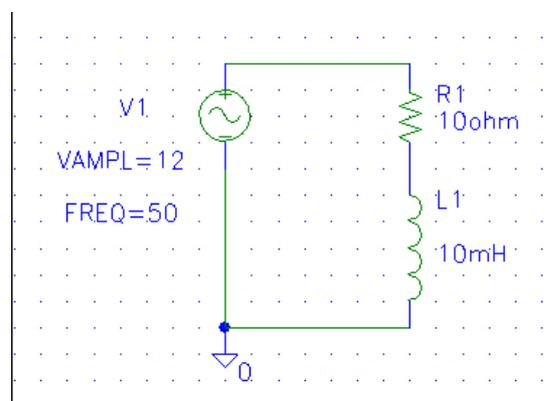
Enseguida notamos una gran diferencia en la posición de las curvas una con respecto a las otras. Ese corrimiento se llama *fase*.

Es decir que la tensión del capacitor está desfasada con respecto a la tensión del generador, en una cantidad de aproximadamente 4 milisegundos; pero además se dice que está atrasada 4 milisegundos.

Distinto es el caso de la corriente del circuito, que está desfasada en adelanto 1 milisegundo aproximadamente con respecto a la tensión del generador.

Entonces, *la presencia de un capacitor en un circuito cualquiera, provoca un adelanto de la corriente y un atraso de la tensión que hay a sus bornes, con respecto a la tensión del generador.*

Circuito Resistivo Inductivo



Las curvas muestran el comportamiento del circuito; el trazo violeta representa la tensión a bornes del generador, el trazo verde oscuro representa la tensión a bornes del inductor, y el trazo verde claro representa la corriente en la malla.

Otra vez notamos una gran diferencia en la posición de las curvas una con respecto a las otras. Ese corrimiento se llama *fase*.

Es decir que la tensión del inductor está desfasada con respecto a la tensión del generador, en una cantidad de aproximadamente 3 milisegundos; pero además se dice que está adelantada 3 milisegundos.

En el caso de la corriente del circuito, se encuentra desfasada en atraso 1 milisegundo aproximadamente con respecto a la tensión del generador.

Entonces, la presencia de un inductor en un circuito cualquiera, provoca un atraso de la corriente y un adelanto de la tensión que hay a sus bornes, con respecto a la tensión del generador.

CONCEPTO DE FRECUENCIA

Cuando hablamos mas arriba de tensión y corriente alternada, dijimos que son fenómenos que se repiten una determinada cantidad de veces por unidad de tiempo, pues precisamente, eso es *frecuencia*.

NOMBRE	UNIDADES	ABREVIATURA	EQUIVALENCIA
Frecuencia	Hertz	[Hz] [kHz]	[1/segundo]
	Kilohertz	[MHz] [GHz]	[1000*1/segundo]
	Megahertz		[1000000*1/segundo]
	Gigahertz		[1000000000*1/segundo]

IMPEDANCIA

Se denomina impedancia, a la *resistencia* que ofrece un dispositivo eléctrico al paso de la corriente eléctrica alterna.

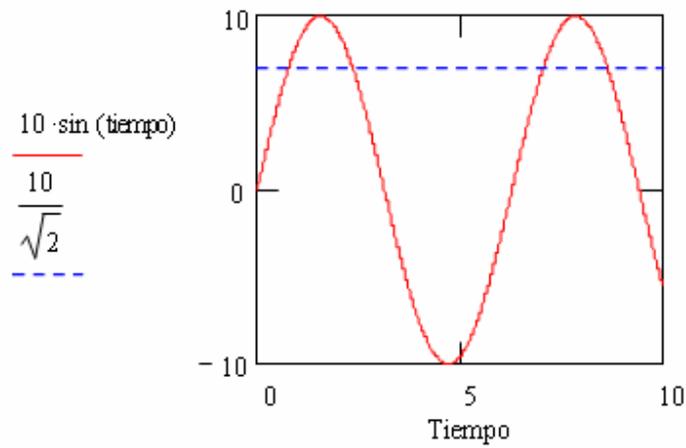
Todos los dispositivos eléctricos ofrecen una determinada impedancia al paso de la corriente eléctrica alterna, pero su comportamiento difiere de uno a otro.

Esta diferencia de comportamiento quedó de manifiesto en las gráficas de tensiones y corriente dadas en los temas circuito resistivo, circuito resistivo capacitivo, y circuito resistivo inductivo.

Como conclusión se puede decir que, *por causa de la impedancia, las corrientes y tensiones disminuyen o aumentan en amplitud y cambian su fase.*

VALOR EFICAZ

Se denomina valor eficaz de una corriente o tensión alterna, a la cantidad eléctrica que provoca el mismo efecto físico sobre un dispositivo eléctrico, que el que hace una corriente o tensión continua.



Para *funciones senoidales* como la mostrada en la figura, el valor eficaz de la señal se calcula dividiendo a la amplitud, la raíz cuadrada de dos. Para este caso el valor eficaz vale 7.07 aproximadamente.

La amplitud de la senoide, o lo que es lo mismo decir, su valor pico, es de 10V.