



1. Elementos de un Circuito

Un circuito eléctrico es una serie de elementos o componentes eléctricos, tales como resistores, inductancias (bobinas), condensadores, fuentes y otros conectados eléctricamente entre si con el propósito de generar, transportar o modificar señales eléctricas. Un elemento de un circuito es aquel que posee dos terminales con los cuales pueden hacerse conexiones con otros elementos dentro del circuito eléctrico.

1.1. Elementos Pasivos

Se dice que un elemento es pasivo, cuando sólo está en capacidad de absorber (disipar) energía o bien de recibir (almacenar) la energía temporalmente. Además ellos presentan oposición, de una u otra forma, al flujo de los electrones. Esta oposición recibe el nombre de impedancia y se denota con la letra Z . Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el Ohmio y se representa mediante la letra Ω .

1.1.1. Resistencia

Si la oposición o dificultad que ofrece un material al paso de los electrones hace que la relación de voltaje (ΔV) entre sus terminales sea linealmente proporcional a la corriente (I) a través de ellos, se dice que este material ofrece resistencia al flujo de carga a través de si. En otras palabras: Cuando el voltaje entre los terminales de un elemento es directamente proporcional a la corriente que pasa por él, se dice que este elemento es una resistencia.



Fig.1

$$\Delta V = R \cdot I$$

Donde R es la constante de resistencia.

El elemento real que más se acerca a la definición de resistencia es el resistor, que presenta componentes no lineales de muy baja magnitud y, por esto, ignorados habitualmente en los análisis.

De forma genérica en la electrónica se denomina resistencia a un componente insertado en un circuito con el fin de provocar una diferencia de potencial (voltaje). Esta diferencia de potencial puede servir, por ejemplo, para transformar la corriente eléctrica en calor o para proteger un dispositivo. Todos los sistemas de calefacción eléctrica (radiadores, planchas, hornos) se basan en el uso de resistencias.

Las dos principales características del resistor son su resistencia dada en ohmios y su disipación nominal de potencia dada en vatios. La disipación nominal de potencia indica la máxima cantidad de potencia que un resistor puede disipar sin un calentamiento excesivo, que pueda llegar a dañarlo o a alterar sus parámetros.



1.1.1.1. Tipos de Resistores:

1.1.1.1.1. Resistores de Película

Se utilizan en potencias bajas, que van desde 1/8 vatios hasta los 3 vatios y consisten en películas que se colocan sobre bases de cerámica especial. Este tipo de resistores depende del material, sea carbón o compuestos metálicos.

1.1.1.1.2. Resistores Bobinados

Se fabrican con hilos resistivos que son esmaltados, cementados, vitrificados o son recubiertos de un material cerámico. Estos resistores por lo general pueden disipar potencias que van desde los 5 hasta los 100 vatios o más.

1.1.1.1.3. Resistores Variables

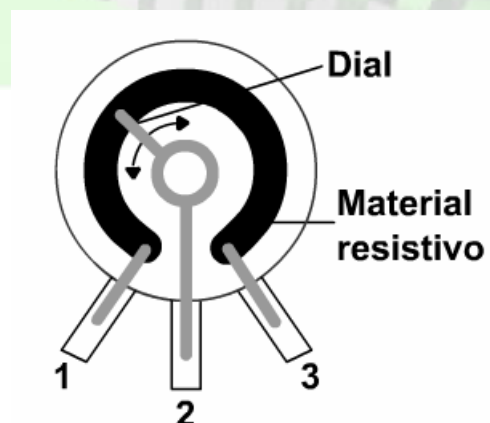
Estos resistores pueden variar su valor dentro de unos límites. Para ello se les ha añadido un tercer terminal unido a un contacto móvil que puede desplazarse sobre el elemento resistivo proporcionando variaciones en el valor de la resistencia. Según su función en el circuito estos resistores reciben el nombre de potenciómetros, trimmers o reóstatos.

1.1.1.1.3.1. Potenciómetro

El potenciómetro es un dispositivo electromecánico que consta de una resistencia de valor fijo sobre la que se desplaza un contacto deslizante que es el que se usa para variar la resistencia entre sus terminales. Se aplican en circuitos donde la variación de resistencia la efectúa el usuario desde el exterior (controles de audio, video, etc.).



Fig.2





1.1.1.1.3.2. Trimmers o resistores ajustables

Se diferencian del anterior en que su ajuste es definitivo en el circuito donde van aplicadas. Su acceso está limitado al personal técnico (controles de ganancia, polarización, etc.).

1.1.1.1.3.3. Reóstatos

Son resistores variables en donde uno de sus terminales extremos está eléctricamente anulado. Tanto un potenciómetro como un trimmers se pueden convertir en reóstato al dejar uno de sus terminales extremos al aire. Los reóstatos están diseñados para soportar grandes corrientes y su función es la de regular la corriente que pasa a través de ella.



Fig.3 Potenciómetro y Reóstato

1.1.1.2. Identificación de resistores

El valor nominal de la resistencia y su tolerancia están indicados en el cuerpo del resistor mediante el código de colores.

Por cuanto es imposible para un fabricante producir resistores, por ejemplo de $220,000 \dots \Omega$ con una exactitud del 100%, se ha incorporado el concepto de tolerancia. Este último, dado habitualmente en porcentaje, garantiza al consumidor que el valor real de resistencia, del producto adquirido, se encuentra dentro del rango especificado por este parámetro. Son comunes tolerancias del 20, 10, 5 y 1%. Es importante aclarar que el valor comercial de los resistores se define por la tolerancia, entendiéndose que resultan más costosos aquellos con menor valor de ella.

El valor de potencia nominal solamente suele ir indicado en algunos tipos de resistores bobinados y variables. Para su determinación tendríamos que fijarnos en el tamaño del componente, ya que la disipación nominal es directamente proporcional al tamaño (masa) de él.

Para determinar otros parámetros como pueden ser el coeficiente de temperatura, ruido, tensión máxima aplicable, etc., tenemos que recurrir a las hojas de características que nos suministra el fabricante.



1.1.1.2.1. Código de colores

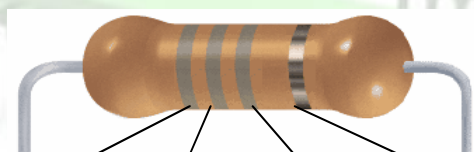
En las resistores de tamaños grandes, el valor de la resistencia se imprime directamente en el cuerpo, pero en los más pequeños esto no se puede hacer, haciendo necesario el uso del código de colores.

Sobre los resistores se trazan unas bandas de colores. Cada color representa un número que se utiliza para obtener el valor final de la resistencia. Las dos primeras bandas indican las dos primeras cifras del valor de la resistencia, la tercera banda indica cuantos ceros hay que aumentarle al valor anterior para obtener el valor final de la resistencia. La cuarta banda nos indica la tolerancia, y si hay quinta banda, ésta nos indica su confiabilidad.

El código de colores de los resistores es un método para indicar el valor en Ohmios y el rango de tolerancia o precisión de él.

Tenemos que resaltar que con estos códigos lo que obtenemos es el valor nominal de la resistencia pero no el valor real que se situará dentro de un margen según la tolerancia que se aplique.

Fig. 4 Tabla del Código de Colores

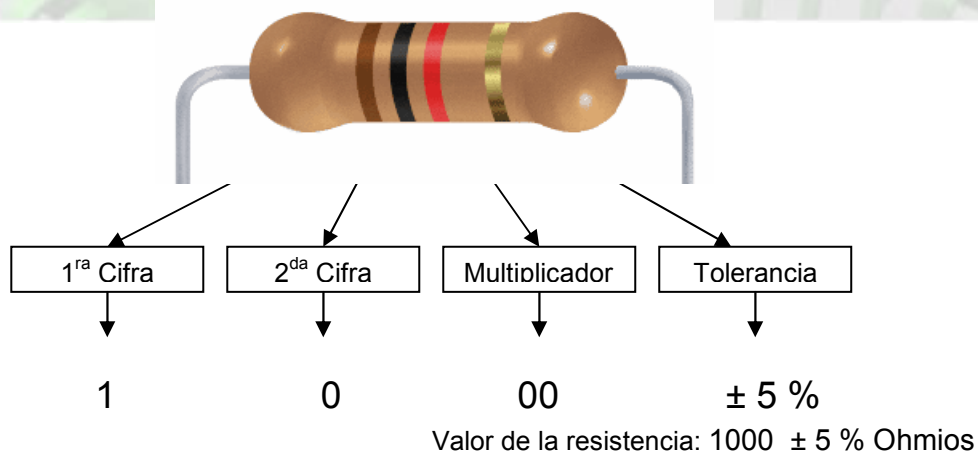
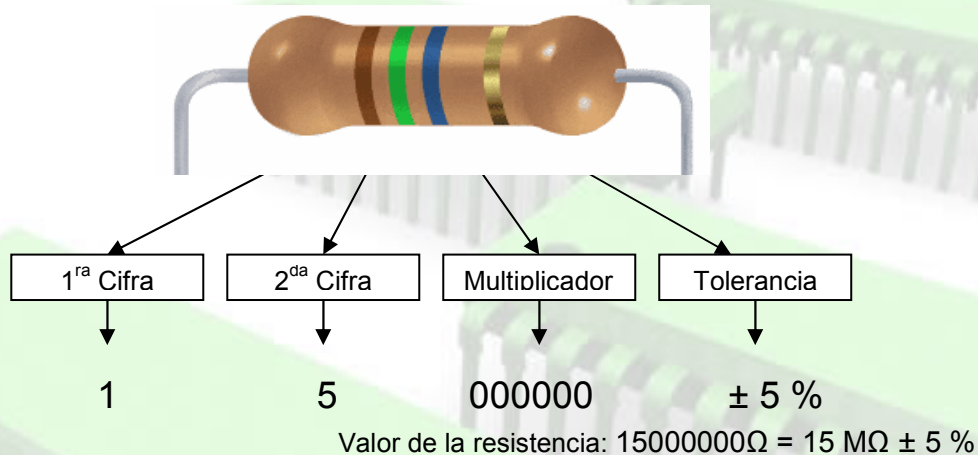
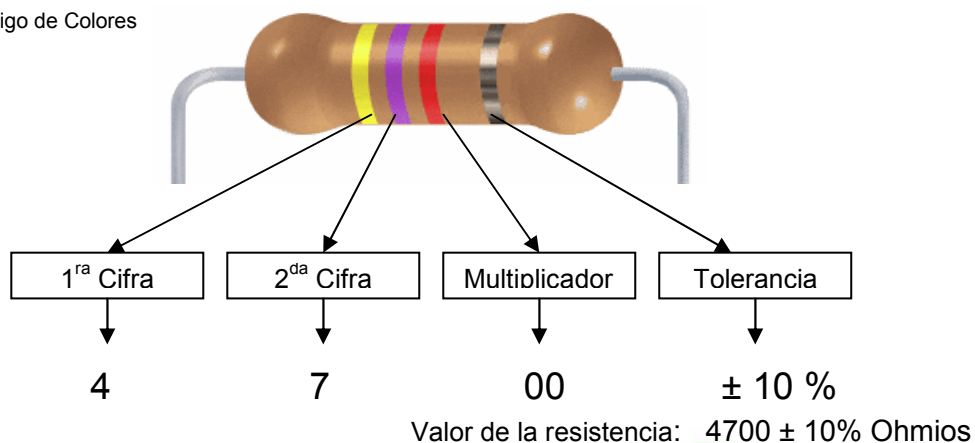


Colores	1ª Cifra	2ª Cifra	Multiplicador	Tolerancia
Negro		0	0	
Marrón	1	1	$\times 10$	$\pm 1\%$
Rojo	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
Naranja	3	3	$\times 10^3$	
Amarillo	4	4	$\times 10^4$	
Verde	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$
Azul	6	6	$\times 10^6$	
Violeta	7	7	$\times 10^7$	
Gris	8	8	$\times 10^8$	
Blanco	9	9	$\times 10^9$	
Oro			$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
Plata			$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
Sin color				$\pm 20\%$



Algunos ejemplos de resistencias usando el código de colores.

Fig. 5 Ejemplos de Código de Colores





1.1.2. Inductancia

Si la tensión o voltaje (ΔV) entre los terminales del elemento es proporcional a la derivada con respecto al tiempo de la corriente, entonces a este elemento se le llama inductancia.



Fig. 6

$$\Delta V(t) = L \cdot \frac{di}{dt}$$

Donde L es la constante de inductancia.

La bobina es el elemento real que se comporta de manera más cercana al concepto de inductancia. Ella por su forma (espiras de alambre enrollados) almacena energía en forma de campo magnético (el campo magnético circula por el centro de la bobina). La unidad de inductancia es el Henry (H). Aunque la bobina se comporta de manera muy cercana a la inductancia, ella contiene componentes resistivos y capacitivos de muy bajo valor, que habitualmente son ignorados en los análisis.

No hay voltaje (ΔV) entre los terminales de una bobina si la corriente no cambia en el tiempo, es decir, la bobina se comporta como un circuito cerrado para la corriente directa.

Una característica interesante de una bobina o inductor es que es un elemento que reacciona contra los cambios en la corriente a través de él, generando una tensión que se opone a la tensión aplicada y es proporcional al cambio de la corriente. Es decir que si se cambia la corriente que circula por ella de forma brusca este intentará mantener la condición anterior.

1.1.3. Capacitancia

Cuando la tensión entre los terminales de un elemento (ΔV) es proporcional a la integral con respecto al tiempo de la corriente, este elemento recibe el nombre de capacitancia.



Fig. 7

$$\Delta V(t) = \frac{1}{C} \cdot \int i \cdot dt$$

Donde C es la constante de capacidad



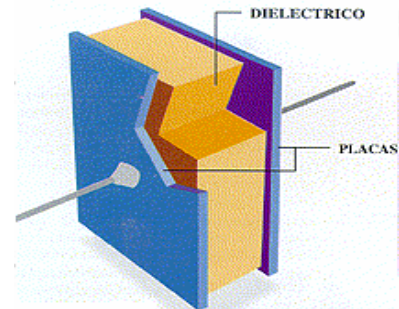
Fig. 8 Estructura Interna de un Condensador

El elemento real que por su comportamiento eléctrico más se acerca al concepto de capacitancia es el condensador o capacitor.

Un condensador o capacitor está fabricado con dos placas metálicas separadas por un material aislante llamado dieléctrico.

La función principal de un condensador es almacenar energía eléctrica entre sus placas.

La cantidad de carga que puede almacenar un condensador es conocida como capacitancia, y se mide en faradios (en honor a Faraday). Un Faradio es una medida muy grande de capacitancia, por eso se usan el pico faradio (pF), nanofaradio (nF), y microfaradio(uF).



Referencia Bibliográfica:

http://www.geocities.com/jjrc_79/electronica/fundamentos/resistencias/resistencias.htm

La capacitancia es la medida de la cantidad de carga almacenada; entre más carga se almacene para determinado valor de voltaje, mayor será la capacitancia.

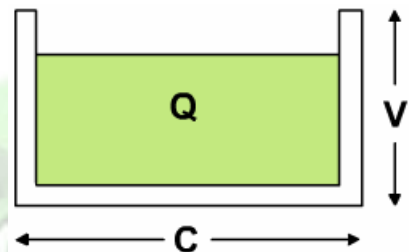


Fig. 9 Carga de un Condensador

$$Q = C.V$$

Q Carga que almacena la capacitancia.

V Voltaje aplicado entre los terminales de la capacitancia.

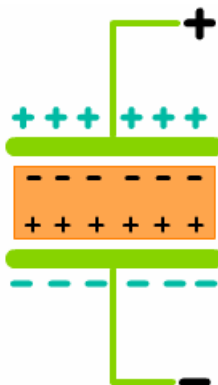
C Constante física que indica la capacitancia en términos de la cantidad de carga que puede almacenarse para un determinado valor de voltaje aplicado.

No hay corriente a través de un capacitor si el voltaje no cambia con el tiempo, es decir el capacitor se comporta como un circuito abierto para la corriente directa.

Un capacitor no disipa energía, sólo la almacena, al menos esto es cierto teóricamente. El capacitor, a pesar de comportarse de manera muy cercana al concepto de capacitancia, presenta componentes resistivos e inductivos, que habitualmente se ignoran en los análisis por su bajo valor.



Fig.10



El valor de la capacitancia depende de las características físicas del capacitor.

- A mayor área de las placas, mayor capacitancia
- A menor separación entre las placas, mayor capacitancia
- El tipo de dieléctrico o aislante que se utilice entre las placas afecta el valor de la capacitancia

El aislante o dieléctrico tiene el objetivo de aumentar el valor de la capacitancia del condensador. Cuando se coloca un dieléctrico, este adquiere por conducción una carga opuesta a la carga de las placas, disminuyendo la carga neta del dispositivo y así permite la llegada de más

cargas a las placas

Hay diferentes materiales que se utilizan como dieléctricos, con diferentes grados de permisividad (diferentes grados de capacidad de establecimiento de un campo eléctrico).

Referencia Bibliográfica:

<http://www.unicrom.com/default.asp>

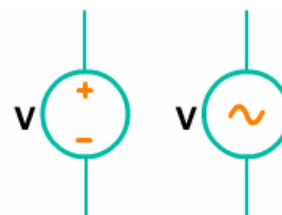
1.2. Elementos Activos

Se dice que un elemento es activo, si es capaz de entregar o generar energía a otros elementos. Son conocidos como fuentes y existen dos tipos:

1.2.1. Fuente Ideal de Tensión

Es aquella que tiene una tensión o voltaje entre sus terminales completamente independiente de la corriente a través de ellos.

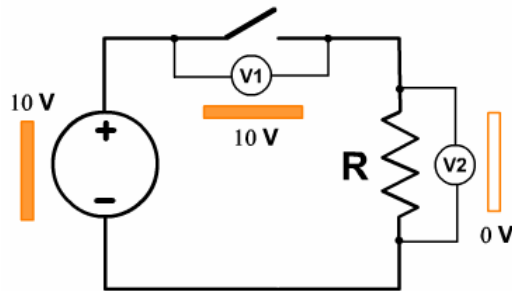
Fig. 11 Fuentes ideales de tensión, para corriente continua y alterna



Para aclarar el anterior concepto, supondremos un circuito sencillo compuesto por una fuente ideal de tensión de 10V, una resistencia R y un interruptor, todos ellos conectados en serie, como se muestra en la siguiente figura:



Fig. 12 Circuito con un interruptor y una resistencia



Se ha dispuesto un voltímetro V1 entre los extremos del interruptor, y otro, V2 entre los de la resistencia. Las barras, llenas o vacías, a los lados de los voltímetros y de la fuente indican los valores de voltaje que muestran cada uno de ellos respectivamente (llena indica 10V y vacía 0V).

A manera de ilustración, en el siguiente gráfico (fig. 13) mostraremos el mismo circuito con los cables en forma de “tubos” que no ofrecen ninguna oposición (0Ω) al flujo de electrones (puntos rojos). La resistencia será representada con un “tubo” R de mucho menor diámetro al del cable y ofrecerá una oposición al flujo de electrones mayor que cero. El interruptor se representa como una válvula (llave) que permite el flujo completamente libre (0Ω), o no permite el paso de ningún electrón ($\infty\Omega$). En este último estado se encuentra en este momento, como corresponde con el circuito, donde el interruptor está abierto.

La fuente se puede mirar como un dispositivo que bajo un “principio” P “extrae electrones” de la parte superior (el “+” de la fuente) y los pasa a la parte inferior (el “-”). Este proceso de “extracción” de electrones de un lado al otro de la fuente genera cargas negativas (puntos rojos) en el lado inferior de la fuente y positivas (puntos azules) en el superior. En cada lado de la fuente se generan fuerzas de repulsión interna (por tener cada lado cargas del mismo tipo) que hacen que ellas se distribuyan uniformemente a lo largo de los conductores.

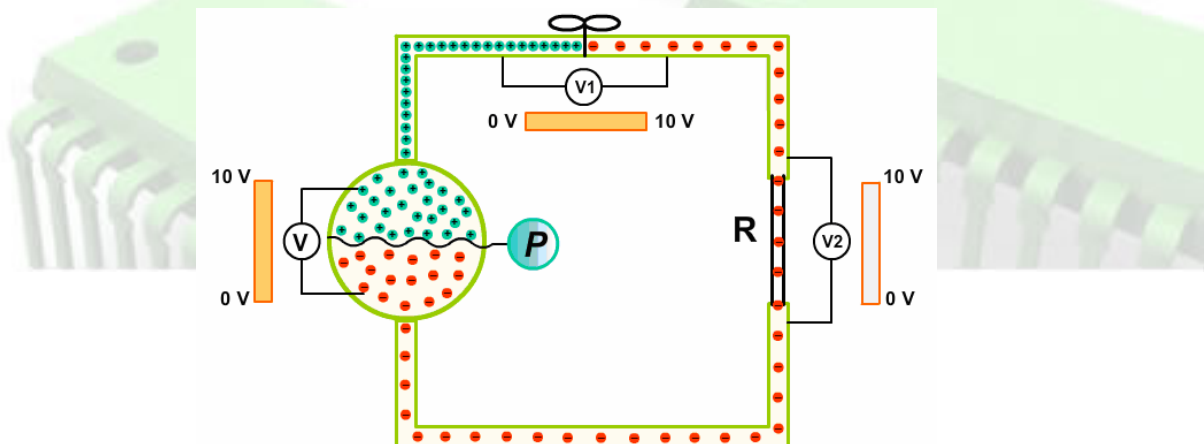


Fig. 13

En el caso del “-”, las cargas negativas (puntos rojos) se distribuirán uniformemente por el “tubo”, la resistencia R, y llegarán hasta la válvula (interruptor) que se encuentra en estado abierto ($\infty\Omega$). La densidad de electrones (voltaje), que es proporcional a las fuerzas de repulsión entre ellos, al lado derecho de la válvula es igual a la densidad de ellos en el “-” de la fuente. Suponiendo, que las mencionadas densidades no son iguales, sino que, por ejemplo, al lado derecho de la válvula es menor, entonces se presentará un “re acomodamiento” de las cargas desde donde hay más densidad



(voltaje) hacia donde hay menos, en este caso desde el “-” hacia el lado derecho de la válvula hasta que las densidades (voltajes) se igualen.

En el caso del “+” de la fuente, la “extracción de electrones” creará cargas positivas (ausencia de electrones) que se distribuirán uniformemente desde el “+” hacia la parte izquierda de la válvula. Esta “re distribución” de las cargas positivas se debe realmente al “re acomodamiento” de los electrones desde la parte izquierda de la válvula con mayor densidad, hacia el “+” con menor, debido a que desde este último sitio se están “extrayendo” para pasar al lado “-” de la fuente.

Debido a que el interruptor se encuentra abierto ($\infty\Omega$), una vez el “principio de extracción de electrones” P de la fuente ha alcanzado una diferencia de 10V entre sus extremos, este proceso se detiene, ya que por definición este último voltaje debe permanecer constante.

De esta forma, y teniendo en cuenta que el voltímetro compara “densidades” de electrones (voltajes) entre dos puntos, podemos entonces definir que V1 estará mostrando, para la situación planteada, 10V y V2 presentará 0V. Es claro, que la corriente en el circuito, en el estado en que se presenta, con el interruptor abierto ($\infty\Omega$), es igual a 0A.

Ahora supongamos que el interruptor se cierra, es decir, pasa a su estado de 0Ω . En ese mismo instante se genera una corriente producto de las dos fuerzas que están actuando sobre las cargas: del “-” de la fuente son expulsados los electrones por ser cargas iguales, y al mismo tiempo, son atraídos por el “+” por ser cargas contrarias.

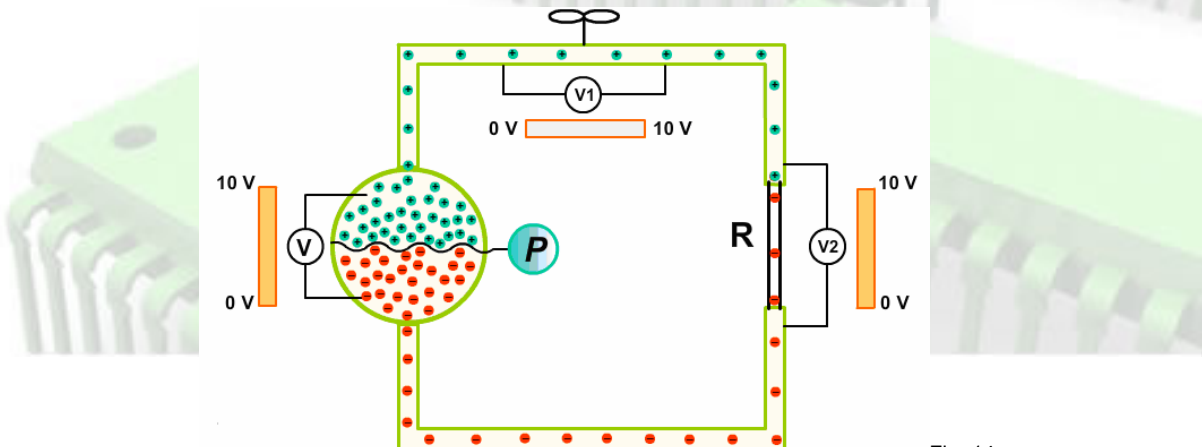


Fig. 14

Suponiendo que por el circuito empieza a circular una corriente de $6,23 \times 10^{18}$ electrones/segundo, o lo que es lo mismo: 1C/s o 1A, la fuente con su “principio de funcionamiento” P debe “extraer” esa misma cantidad de electrones del “+” hacia el “-” con el objetivo de mantener constante la densidad de cargas en las dos partes de la fuente, y así lograr un voltaje constante entre sus terminales, como lo define el concepto de fuente ideal de tensión. Es decir, el “principio” genera una corriente interna de igual magnitud en los mismos instantes de tiempos que el circuito. Esta corriente interna no puede ser superior, ya que se incrementaría el voltaje en la fuente, ni inferior ya que este se caería. Ahora el voltímetro V1 visualizará 0V y V2 mostrará 10V.



Retornando al circuito inicial, vamos a suponer que cerramos el interruptor, como se muestra a continuación:

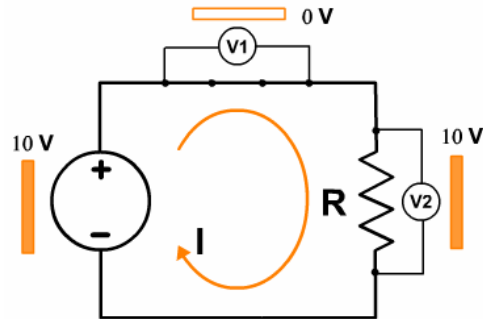


Fig. 15

En la siguiente tabla damos diferentes valores a R , calculamos la corriente y el gasto de energía (disipación de potencia) para cada caso, con el fin de entender lo que implica el concepto de fuente ideal:

R, Ω	$I = \Delta V / R, A$	$P = VI, W$
∞	0	0
100	0,1	1
10	1	10
1	10	100
0	∞	∞

De la tabla anterior podemos observar, que cuando $R = \infty \Omega$, el gasto de energía es cero dado que $I = 0A$ y el “principio” de la fuente se encuentra detenido, es decir, no tiene que “extraer electrones”. Podemos afirmar que las fuentes de tensión presentan mejor régimen de trabajo en circuitos de altas impedancias, ya que como se puede observar el gasto de energía disminuye con el aumento de R .

Cuando R se hace igual a 0Ω , la corriente que se genera es infinita, con una disipación de potencia de igual valor. No obstante lo anterior, el “principio” es capaz de “extraer” la misma cantidad de electrones (infinitos) internamente y sostener constante el voltaje entre sus terminales, generando un gasto de energía de ∞W . Esta demás aclarar, que en la práctica este tipo de fuentes, que producen corrientes infinitas, no existen, y que ellas son un concepto necesario para la realización de cálculos.



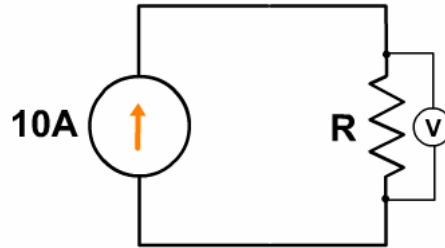
1.2.2. Fuente Ideal de Corriente

Es aquella que genera una corriente a través de sus terminales completamente independiente de la tensión o voltaje entre ellos.

Fig. 16 Fuente ideal de corriente



Fig. 17



Para aclarar el anterior concepto, supondremos un circuito sencillo compuesto por una fuente ideal de corriente de 10A y una resistencia R, ellos conectados en serie, como se muestra en la figura.

Se ha dispuesto un voltímetro V entre los extremos de la resistencia con el objetivo de medir el ΔV que se puede llegar a generar entre los terminales de la fuente y de la resistencia.

La fuente se puede mirar como un dispositivo que bajo un “principio P” “extrae electrones” de la parte superior y los pasa a la parte inferior a una rata fija todo el tiempo sin importar el valor que tome R y el ΔV que se pueda llegar a generar entre los extremos tanto de esta, como de la fuente.

Este proceso de “extracción” de electrones de un lado al otro de la fuente genera cargas negativas en el lado inferior de la fuente y positivas en el superior. En cada lado de la fuente se generan fuerzas de repulsión interna (por tener cada lado cargas del mismo tipo) que hacen que ellas se distribuyan uniformemente a lo largo de los conductores.

En la siguiente tabla damos diferentes valores a R, calculamos el ΔV entre los terminales de R (que mostrará el voltímetro) y el gasto de energía (disipación de potencia) para cada caso, con el fin de entender lo que implica el concepto de fuente ideal:

R, Ω	$\Delta V = I \cdot R$, V	P = VI, W
0	0	0
1	10	100
10	100	1000
100	1000	10000
∞	∞	∞



De la tabla anterior podemos observar, que cuando $R=0\Omega$, el gasto de energía es cero dado que $\Delta V=0V$ y la fuente no encuentra oposición alguna para mantener constante el flujo de electrones de 10A. Podemos afirmar que las fuentes de corriente presentan mejor régimen de trabajo en circuitos de bajas impedancias, ya que como se puede observar, el gasto de energía es menor en la medida en que decrece R .

Cuando R se hace igual a $\infty\Omega$, el ΔV que se genera entre los terminales de la fuente es infinito, con una disipación de potencia de igual valor. No obstante lo anterior, el “principio” es capaz de “extraer” la misma cantidad de electrones y sostener constante la corriente a través de sus terminales, generando un gasto de energía de ∞W . Esta demás aclarar, que en la práctica este tipo de fuentes, que producen voltajes infinitos, no existen, y que ellas son un concepto necesario para la realización de cálculos.

Bibliografía

[WJ 92] WAKERLY Jhon F. Diseño Digital Principios y Prácticas. México. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, 1992, 734p ISBN 968-880-244-1

[BN 96] KEMMERLY Jack E., HAYT William H. Análisis de Circuitos en Ingeniería. México. Tercera Edición, Editorial Mc. Graw Hill, 1996, 706p ISBN 0-07027410-X

[INT --] GONZALEZ RAMÍREZ Luis Ignacio. Introducción a los Sistemas Digitales. 137p

[NMM 76] N. M. MORRIS. Industrial Electronics. England. Editorial McGraw – Hill, 1976, 451p ISBN 07-094257-9

<http://www.asifunciona.com/inicio.htm>

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001601/cap01/Cap1temInt.html>

<http://www.unicrom.com/default.asp>