

# Apuntes Tema 2:

## Componentes de Circuitos: Activos y Pasivos

<b>2 COMPONENTES DE CIRCUITOS: ACTIVOS Y PASIVOS .....</b>	<b>2</b>
2.1 INTRODUCCIÓN.....	2
2.1.1 Preguntas de autoevaluación.....	4
2.2 ELEMENTOS ACTIVOS.....	4
2.2.1 Conversión Fotovoltaica .....	4
2.2.2 Conversión eólica.....	6
2.2.3 Conversión Hidráulica.....	7
2.3 CONVERSIÓN ELECTROMECAÁNICA .....	7
2.4 CONVERSIÓN ELECTROQUÍMICA .....	9
2.4.1 Pilas y el medio ambiente.....	10
2.4.2 Capacidad de las fuentes generadoras .....	13
2.4.3 Resistencia interna del generador. Fuente de tensión .....	14
2.5 FUENTES GENERADORAS DE CORRIENTE CONSTANTE .....	17
2.5.1 Origen de las fuentes de corriente .....	19
2.5.2 Equivalencia entre fuente de tensión y corriente.....	21
2.6 RESUMEN .....	25
2.7 PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN .....	26
2.7.1 Ejercicios propuestos .....	29
2.8 COMPONENTES PASIVOS LINEALES .....	32
2.8.1 Introducción a los componentes pasivos lineales .....	33
2.8.2 Resistencia.....	34
2.8.2.1 Concepto de resistencia eléctrica .....	34
2.8.2.2 Códigos de colores .....	37
2.8.2.3 Tolerancia.....	39
2.8.2.4 Resistencias ajustables y potenciómetros .....	41

2.8.2.5	Unidades de inductancia.....	45
2.8.2.6	Símbolo de las inductancias.....	47
2.8.2.7	Construcción de inductancias.....	47
2.8.2.8	Inductores en serie y en paralelo .....	48
2.8.3	<i>Condensadores</i> .....	49
2.8.3.1	Equivalencia con elementos mecánicos .....	52
2.8.3.2	Comportamiento ante corriente alterna .....	53
2.8.3.3	Unidades de capacidad .....	53
2.8.3.4	Construcción de condensadores.....	54
2.8.4	<i>Características principales de los capacitores</i> .....	61
2.9	RESUMEN .....	63
2.9.1	<i>Resumen de Resistencias</i> .....	63
2.9.2	<i>Resumen de inductores</i> .....	64
2.9.3	<i>Resumen de capacitores</i> .....	65
2.10	PREGUNTAS DE AUTOEVALUACIÓN .....	67
2.11	EJERCICIOS PROPUESTOS .....	71
2.12	BIBLIOGRAFÍA .....	76

## 2 COMPONENTES DE CIRCUITOS: ACTIVOS Y PASIVOS

### 2.1 Introducción

Se denomina componentes electrónicos a aquel dispositivo que forma parte de un circuito electrónico. Se suele encapsular, generalmente en un material cerámico, metálico o plástico, y terminar en dos o más terminales o patillas metálicas. Se diseñan para ser conectados entre ellos, normalmente

mediante soldadura, a un circuito impreso, para formar el mencionado circuito (Figura 2.1).

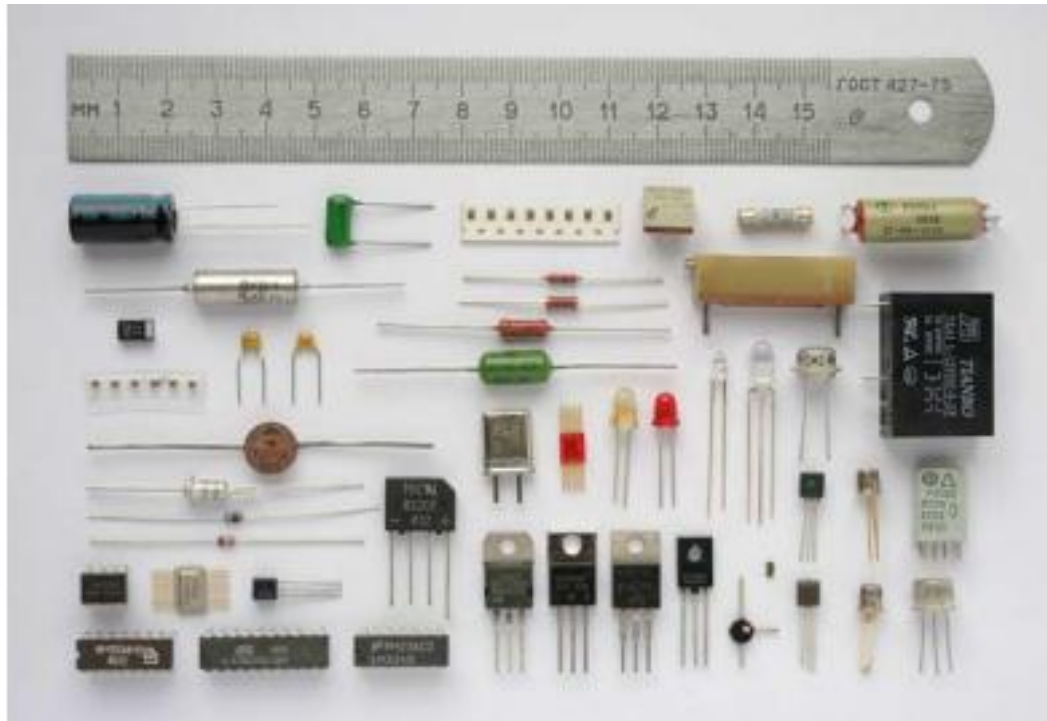


Figura 2.1 Clasificación de los componentes electrónicos

De acuerdo con el criterio que se elija podemos obtener distintas clasificaciones. Seguidamente se detallan las comúnmente más aceptadas.

Según su estructura física

**Discretos:** son aquellos que están encapsulados uno a uno, como es el caso de los resistores, condensadores, diodos, transistores, etc.

**Integrados:** forman conjuntos más complejos, como por ejemplo un amplificador operacional o una puerta lógica, que pueden contener desde unos pocos componentes discretos hasta millones de ellos. Son los denominados circuitos integrados.

### 2.1.1 Preguntas de autoevaluación

- 1) ¿Qué es un componente electrónico?
- 2) ¿Cómo se clasifican sus componentes electrónicos de acuerdo a su estructura física?

## 2.2 Elementos Activos

Son aquellos que transforman algún tipo de energía para la obtención de alguna otra forma de energía. Pertenecen a estos procesos, la generación de energía eléctrica, los dispositivos que tomando energía de algún tipo, la transforman en otra, como los amplificadores que se utilizan en electrónica: los amplificadores de audio, los receptores de radio y televisión, etc.

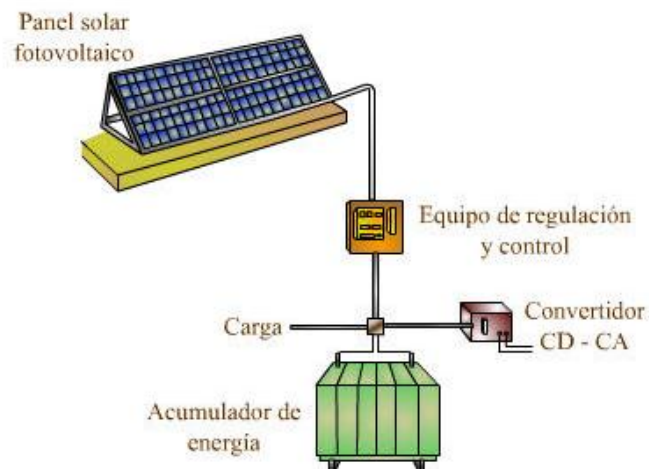
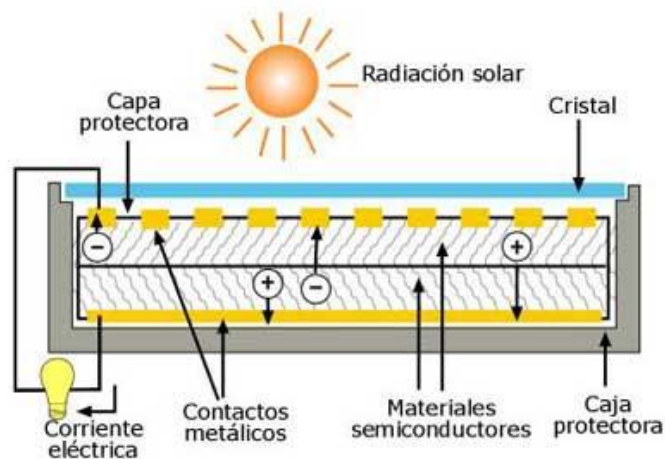
La producción de energía eléctrica se manifiesta en las fuentes generadoras, que son elementos o componentes activos por excelencia. Para producirla se utilizan diferentes procesos entre los cuales se puede citar a los más importantes: **conversión electromecánica y conversión electroquímica**. Es de destacar, que ambas transformaciones son de uso industrial. Existen otras formas tal como la mutación de energía lumínica en eléctrica. En este caso, se aprovecha el efecto fotovoltaico a partir del sol, que se produce en materiales preparados al efecto. También se puede citar a la energía eólica, hidráulica, mareomotriz, térmica etc., **pero en todos estos casos, se realiza a través de máquinas eléctricas y pertenece a la conversión electromecánica**.

### 2.2.1 Conversión Fotovoltaica

Es un proceso por el cual la energía solar se transforma directamente en electricidad. El dispositivo o elemento que media en el proceso es la célula solar o célula fotovoltaica.

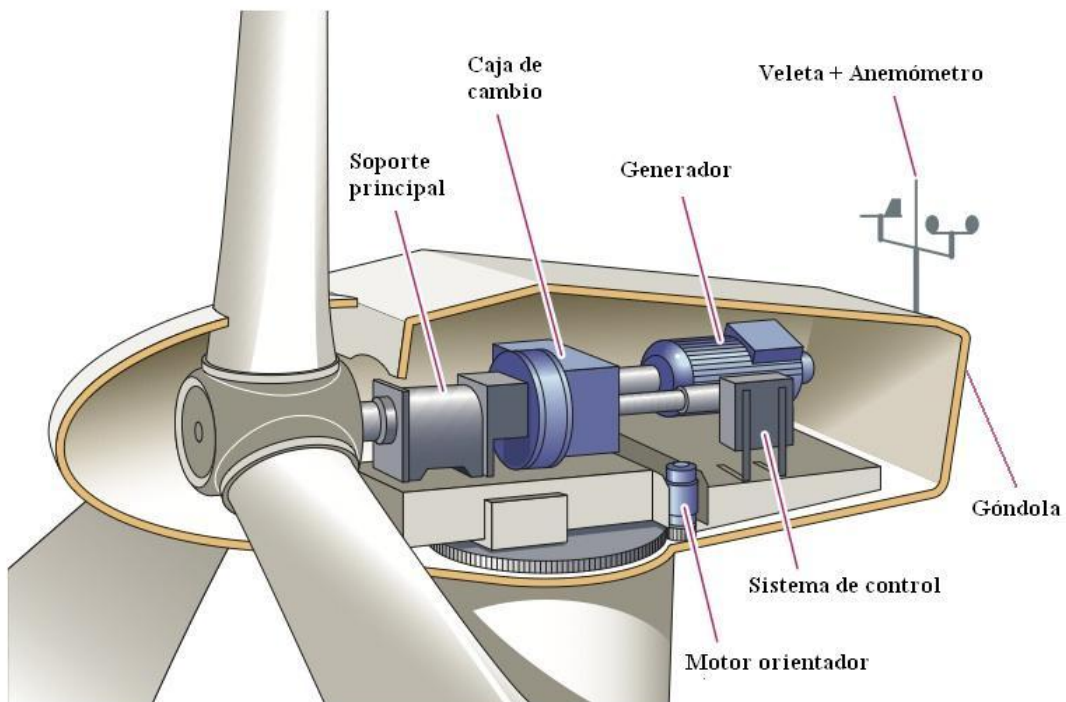
Los sistemas fotovoltaicos permiten la transformación de la luz solar en energía eléctrica, es decir, la conversión de una partícula con energía lumínica (fotón) en energía electromotriz (voltaica).

Cuando la energía lumínica incide en la célula fotoeléctrica, existe un desprendimiento de electrones de los átomos que comienzan a circular libremente en el material. Si se mide el voltaje existente entre los dos extremos del material, observamos que existe una diferencia de potencial entre 0,5 y 0,6 voltios.



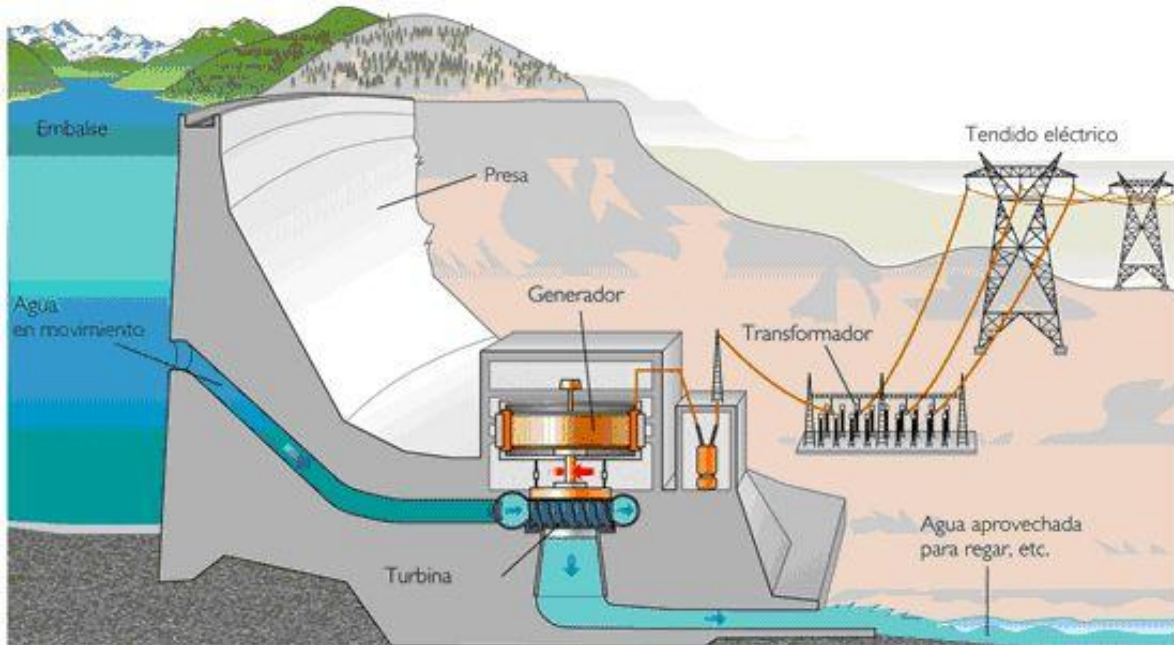
## 2.2.2 Conversión eólica

Para usar la energía disponible en el viento, es necesario convertir su energía cinética en energía mecánica o eléctrica que pueda hacer trabajo. Esta energía se capta en paletas de rotor que giran según fluye el viento alrededor de las mismas o choca contra ellas. Las paletas convierten la energía cinética del viento en energía mecánica. El rotor se conecta al eje y el par motor en el eje, creado por la rotación de las paletas, puede hacer trabajos mecánicos o generar electricidad.



### 2.2.3 Conversión Hidráulica

Se denomina energía hidráulica, energía hídrica o hidroenergía a aquella que se obtiene del aprovechamiento de la energía cinética y potencial de la corriente del agua.



**En la mayoría de los casos la conversión se realiza a través de máquinas eléctricas y pertenece a la conversión electromecánica.**

### 2.3 Conversión Electromecánica

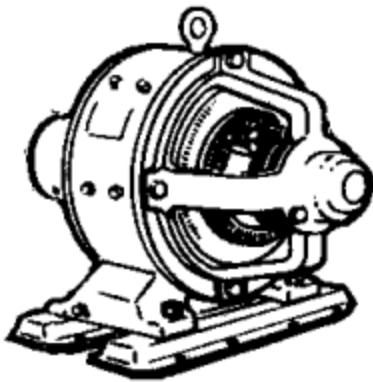
Su principio ya se explicitó aunque en forma muy elemental, en la Unidad anterior, pero en general es la transformación de energía motriz en eléctrica a través de un sistema conversor. La misma se produce mediante la aplicación de las leyes del magnetismo y particularmente las de Faraday, de la fuerza electromotriz inducida. Recuerde el lector, que si se tiene un conductor en



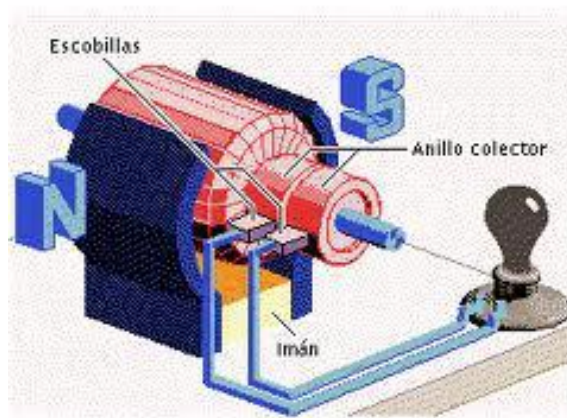
movimiento circular en un campo magnético, se produce en el mismo, una fem. Esta responde a la expresión general ya vista:

$$e = E_{m\acute{a}x} \text{ sen } \omega t$$

Como se advierte, siempre se genera una fem alterna, pero con algùn tipo de arreglo en el generador, se puede obtener también CC. Así entonces, si se obtiene CC. es una dínamo y si se obtiene CA, es un alternador.



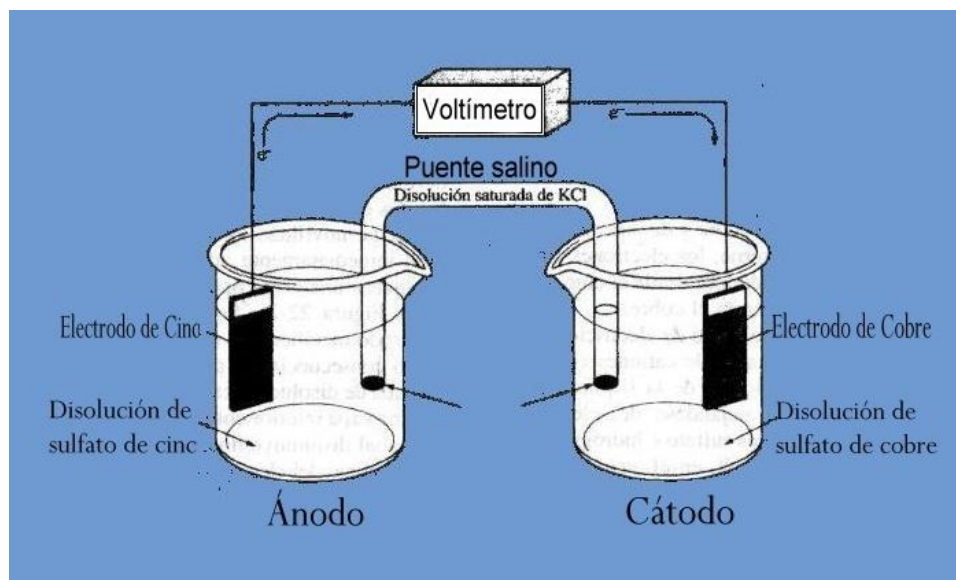
Al generar energía eléctrica y colocarle una carga ( bombilla eléctrica ) comienza a circular corriente que enciende a la misma.





## 2.4 Conversión Electroquímica

En cuanto a la conversión electroquímica, la misma es exclusivamente de corriente continua. Estos generadores, transforman energía química en eléctrica mediante componentes químicos. En general se componen de dos terminales que se conectan a electrodos internos, el positivo (ánodo) y el negativo (cátodo), ambos sumergidos en un electrolito quienes generan una fem. Los terminales son los que se conectan al circuito externo.



Generalmente se denomina pila al elemento que produce una tensión de valor conocido y al conjunto de pilas se le suele denominar batería. De esta forma, se disponen en el mercado pilas secas de 1,5 Volt. En ellas se produce una reacción química a partir de compuestos de zinc y amoníaco, y el proceso es irreversible, o sea, cuando los productos químicos se agotan deberían ser renovados, lo que es imposible por su construcción, la fem desaparece y la pila se descarta.



También, se fabrican del tipo alcalina, cuya vida útil es de cuatro veces las de zinc.

### 2.4.1 Pilas y el medio ambiente

Los metales y productos químicos constituyentes de las pilas pueden resultar perjudiciales para el medio ambiente, produciendo contaminación química. Es muy importante no tirarlas a la basura (en algunos países no está permitido), sino llevarlas a centros de reciclado (**iError! No se encuentra el origen de a referencia.**). En algunos países, la mayoría de los proveedores y tiendas especializadas también se hacen cargo de las pilas gastadas. Una vez que la envoltura metálica que recubre las pilas se daña, las sustancias químicas se liberan causando contaminación al medio ambiente. Con mayor o menor grado, las sustancias son absorbidas por la tierra pudiéndose filtrar hacia los mantos acuíferos y de éstos pueden pasar directamente a los seres vivos, entrando con esto en la cadena alimentaria. Estudios especializados indican que una pila seca de cinc-carbono (pilas comunes), puede llegar a contaminar 3000 litros de agua, frente a los 175000 de una alcalina. Las pilas son residuos peligrosos por lo que, desde el momento en que se empiezan a reunir, deben ser manipuladas por personal capacitado que siga las precauciones adecuadas empleando todos los procedimientos técnicos y legales de manipulación de residuos peligrosos.



Figura 2.2 Pilas eléctricas usadas en descomposición.

Para usos industriales se fabrica la batería húmeda de plomo-ácido (figura 2.3.). Es un conjunto de pilas de 2 Volt cada una y la materia química activa de las mismas, es el peróxido de plomo en los electrodos positivos y plomo esponjoso en los negativos. Estos electrodos tienen formas de placa y están sumergidos en un baño de electrolito a base de ácido sulfúrico. Cuando se extrae corriente de la batería o se descarga, la materia activa en ambas placas se convierte en sulfato de plomo. La cantidad de sulfato de plomo formado en las placas, así como la cantidad de ácido sulfúrico perdido por el electrolito en la reacción, son exactamente proporcionales a la descarga en ampér-hora.

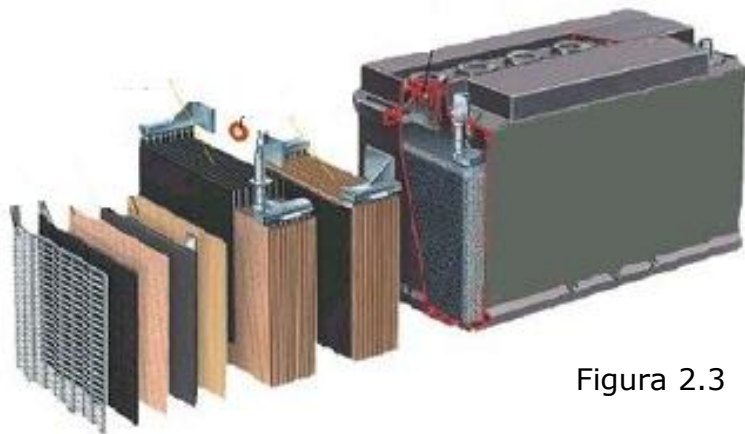
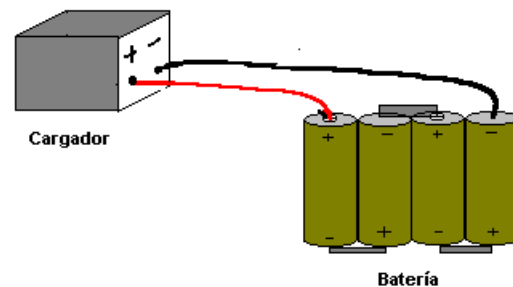


Figura 2.3

Una acción inversa se produce cuando la batería se carga, para lo cual se le conecta otro generador de CC, con el positivo a positivo y negativo a negativo. De esta forma, siendo el potencial de carga mayor al de la batería, en esta última vuelve a regenerar la materia activa de sus placas, cargándola.



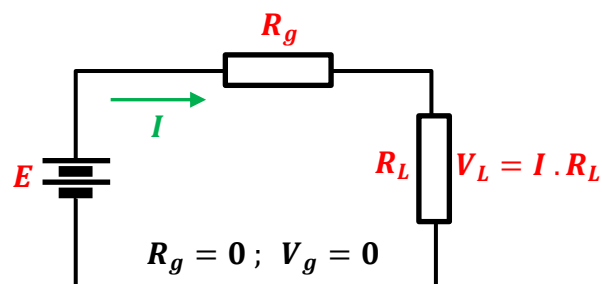
Este proceso químico es reversible. Actualmente se fabrican baterías húmedas herméticas (poseen un gel con el reactivo). Asimismo, también se fabrican baterías (pilas) húmedas herméticas de níquel-cadmio, cuyas características son sobresalientes y poseen una fem de 1,32 Volt cada una. Respecto a las baterías o acumuladores de plomo-ácido, se construyen de varios voltajes, siendo el valor más popular el de 12 Volt (es un conjunto de pilas de 2 Volt cada una), muy utilizadas en los automotores, quienes junto con las de níquel-cadmio, son reversibles. Es importante poner de manifiesto, que muchos de los equipos portátiles utilizados en medicina, se equipan con baterías de plomo-ácido del tipo gel y también con baterías de níquel-cadmio. También en las computadoras del tipo note-book, cámaras filmadoras portátiles, etc.

En cuanto a otras fuentes productoras de energía eléctrica que se utilizan en electrónica, pero no con fines industriales, se deben citar a micrófonos ( transformación de ondas sonoras en CA ); cabezales piezoeléctricos (ecografía); cabezales magnéticos (extracción de corriente eléctrica a partir de discos o cintas magnéticas); producción de corrientes eléctricas a partir de la corteza cerebral y del corazón, técnicas denominadas: electroencefalografía y electrocardiografía respectivamente. Estas últimas son producidas por procesos químicos a nivel celular y se conocen como señales electrofisiológicas. También se puede obtener corriente a partir de una antena utilizada en radiocomunicaciones, etc. Todos estos generadores de fem citados en los últimos párrafos, se utilizan amplificándolos y modificándolos con fines determinados. Son generadores de muy pequeña potencia.

Como se advertirá, las fuentes generadoras a partir de reacciones electroquímicas y electromecánicas tienen su aplicación en la alimentación de equipos y aparatos electrónicos, como así también para producir iluminación, calor, fuerza motriz, etc. Son fuentes de gran potencia para diferenciarlas de las señaladas anteriormente.

## 2.4.2 Capacidad de las fuentes generadoras

Los generadores de fem vistos, en general, producen corriente cuando se los conecta a una carga. Aquí aparece el concepto de capacidad. Este parámetro se apoya en **la máxima intensidad que se le puede extraer al generador en el tiempo**. Por ello, se fabrican de distintas capacidades. Una comparación sencilla es con recipientes de distintos tamaños que contengan algún líquido; la capacidad será proporcional al tamaño. Por ejemplo, una batería utilizada en un automóvil tiene una capacidad de 50 Amperes /hora; esto significa literalmente, que se le podrá extraer una corriente de 50 amperes en una hora, o 100 amperes en media hora, o 5 amperes en 10 horas. Como se manifiesta, el concepto de capacidad involucra la cantidad de cargas acumuladas en la fuente y su conversión (en otro tipo de energía) en función del tiempo. Si la batería mencionada en ese momento se utiliza para poner en movimiento (arrancar) el motor de un automóvil, a través del motor de arranque (una gran carga), deberá entregar una gran corriente en un tiempo pequeño. Para que el lector se ubique, son imprescindibles unos 100 amperes ( más de un HP) aplicados al motor de arranque. El tiempo necesario hasta la puesta en marcha es de unos pocos segundos, por lo que la batería entregará sin ningún inconveniente la corriente necesaria. Pero si la batería está descargada o su capacidad es muy pequeña, no podrá producir la potencia necesaria. No obstante, la misma batería permitiría encender las luces o accionar pequeños dispositivos eléctricos, ya que en estos dos últimos casos, la carga menor exige también menor corriente. Es aquí donde se introduce el concepto de resistencia interna del generador , concepto que se verá más adelante. La tensión generada en ese momento es constante, por lo que se producirá una caída en ella. Ejemplos en figura 2.4:



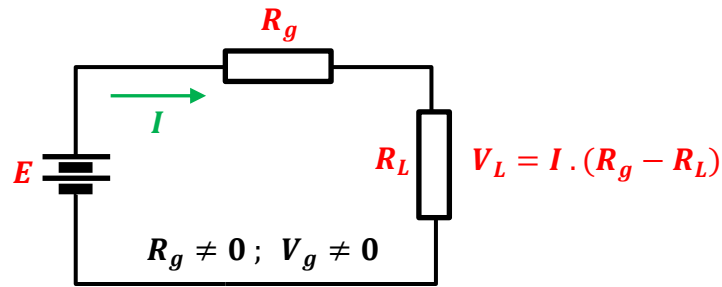


Figura 2.4

En este momento se debe hacer una aclaración muy importante. Los generadores de fem electromecánicos, que en general poseen una gran capacidad, no se agotarán como los procesos electroquímicos. Como se comprenderá, la energía entregada se produce a partir de la conversión electromagnética, y esta última es impulsada por un motor térmico, turbina etc. y mientras se disponga de combustible o agua, el generador funcionará y entregará la máxima potencia a la cual se diseñó. Para que el alumno fije aún más sus conocimientos, se especifican las características de las pilas comunes de 1,5 Volt. Las más pequeñas, denominadas tipo AAA, tienen una capacidad de 200 mA. ; las tipo AA (chicas), 450 mA. ; las tipo A (medianas), 1500 mA. ó 1,5 Amper y las grandes, denominadas tipo D, poseen una capacidad de 2,5 Amper. A modo comparativo, una linterna de mano que albergue una unidad de las vistas, posee una lámpara (carga) que drena unos 300 mA/hora. Por ello, si se le coloca una unidad del tipo AAA, podrá mantener encendida la lámpara por menos de una hora; si es del tipo AA, el tiempo se aumenta a aproximadamente una hora y media; y con el tipo A, más de cinco horas y con el tipo D, más de ocho horas.

### 2.4.3 Resistencia interna del generador. Fuente de tensión

Otro concepto relevante que se debe tener en cuenta cuando se mencionan los generadores de fem, es su resistencia interna o impedancia interna, que ya se introdujo en líneas anteriores. El lector recordará de física dicho pensamiento.

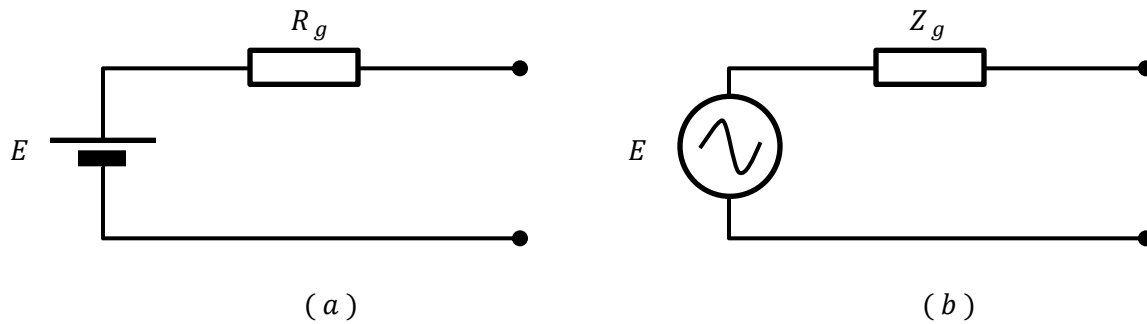


Figura 2.5

El mismo tiene su incidencia en los procesos electroquímicos como electromecánicos, porque los mismos no son perfectos. En el primero de los casos, el electrolito utilizado, como así también las mezclas químicas y los electrodos, poseen cierta oposición al movimiento de cargas, lo que se traduce como una resistencia eléctrica inmersa en el interior del generador y que se representa como una  $R_g$  en serie con un generador ideal de corriente continua o  $Z_g$  para un generador de alterna. Ver figura 2.5.

En cuanto a los generadores electromecánicos, esta resistencia (impedancia) está representada por la resistencia del alambre de cobre, el flujo disperso etc. Dado que la mayoría de estas fuentes son de alterna, aquí cabe la denominación de impedancia interna  $Z_g$  que se muestra en la figura 2.5 b.

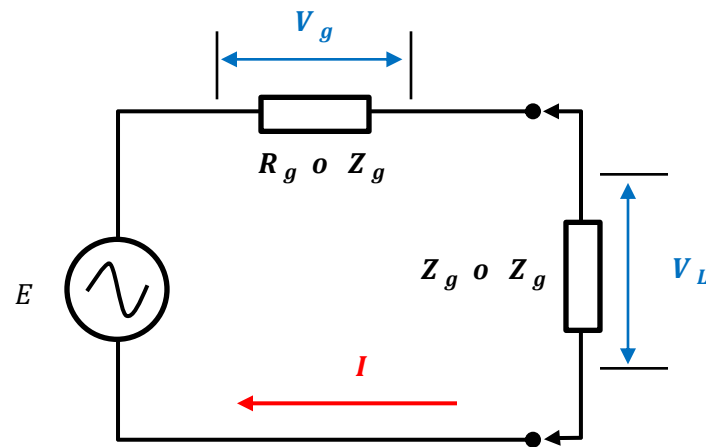
Se advierte en ambos casos, que la representación real es mediante un generador de tensión ideal o fuente de tensión constante con una resistencia en serie. Se observa en este último párrafo, que la diferencia de potencial del generador es siempre constante, independientemente del estado de generación del mismo. Como se podrá inferir, la resistencia en serie deberá ser del menor valor posible para no menoscabar el drenaje de corriente. En este momento, se puede definir sin error, que un generador de fem ideal, es aquel que no posee resistencia interna, o en otras palabras,  $R_g$  o  $Z_g = 0$  ohm.

Como una forma de relacionar la capacidad de un generador con la resistencia interna, se puede advertir que a mayor capacidad, menor  $R_g$ . En una batería de automóvil nueva y totalmente cargada, la representación de su resistencia interna es de unos pocos miliohms; y como para materializar el concepto de batería, o pila descargada, se infiere que la resistencia interna se ha incrementado proporcionalmente a la descarga. En estas condiciones, si se mide la fem de la fuente sin carga (sin extraerle corriente), es decir en vacío,



con un voltímetro de resistencia interna infinita, se encontrará que la diferencia de potencial no ha variado, pero al conectar la carga  $R_L$ , de acuerdo al estado de la batería, seguramente el voltímetro acusará una tensión menor, produciéndose una caída imposible de medir en el interior de la fuente; pero se puede determinar en forma indirecta, de acuerdo a la diferencia de la tensión en vacío y con carga como se verá en la próxima página.

La importancia de estas definiciones se pone de relieve al momento de extraer potencia de los generadores. El ejemplo mencionado anteriormente con respecto a la batería de automóvil, que estando descargada no tenía suficiente potencia para accionar al motor de arranque, pero si a las luces, es justamente el adecuado para representar las condiciones de su resistencia interna, tal como se describe a continuación: Al estar la batería descargada, se puede especificar que el valor de su  $R_g$  se ha incrementado y por consiguiente le ofrece una mayor resistencia a la circulación de corriente requerida, produciendo una mayor caída, que hace que en la carga, cuyo valor resistivo es constante, se disminuya la potencia. Todas las condiciones vistas se reflejan en la ecuación que representa al circuito siguiente, figura 2.6.



Por Kirchoff  $E = V_g + V_L = R_g \cdot I + R_L \cdot I = Z_g \cdot I + Z_L \cdot I$ , donde  $V_g$  es la caída interna del generador y  $V_L$  es la caída en la carga. También se puede escribir:

$$E = (R_g + R_L) \cdot I \quad \text{o} \quad E = (Z_g + Z_L) \cdot I$$

De la cual se desprende que si la carga  $R_L$  o  $Z_L$  es constante, su potencia es función exclusivamente de ella.

## 2.5 Fuentes generadoras de corriente constante

El lector se preguntará a esta altura: así como se disponen de generadores de tensión como los vistos **¿será posible encontrar generadores de corriente?** ; y si es así, **¿qué características deberá cumplir?**. La respuesta es sí, ya que en electrónica se encuentran dispositivos que actúan como fuentes de corriente constante y además se pueden construir. En cuanto a las características que deben cumplir, tendrán también que ver con su resistencia interna. En primer lugar, un generador de corriente es un dispositivo que tiene la capacidad de entregar a un circuito o a una carga, siempre la misma corriente, independientemente de la tensión. En otras palabras, para cualquier carga conectada a la fuente de corriente, siempre circulará la misma corriente y la caída de tensión será el producto de  $I$  por dicha carga, figura 2.6:

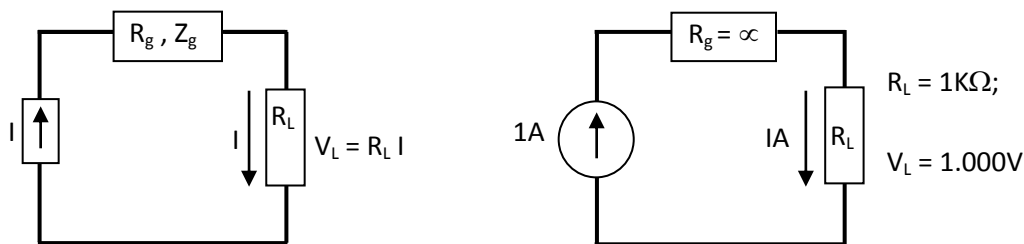


Figura 2.6

Así entonces, si se conecta una resistencia de carga de 1000 ohm a un generador de corriente que entregue 1 Amper, la caída sobre la misma será de 1000 Volt; y si la carga es de 10 ohm, la caída será de 10 Volt, ver las figuras 2.6. Como se advierte, para que esto suceda, la resistencia interna de la fuente debe ser muy grande. De esta forma, para cualquier carga, cuyo valor

óhmico sea mucho menor a la de la resistencia interna, la fuente siempre entregará la misma corriente, pero el valor del potencial entre sus bornes se ajustará de acuerdo al valor de  $R_g$  o de  $Z_g$ , si el generador es de alterna.

Para que el alumno tenga un concepto más elocuente de lo que significa una fuente de corriente constante, piense en la analogía que representa ella con una bomba de fluido que mantenga el caudal constante. Para que ello suceda, la presión que ejercerá la bomba (diferencia de potencial en la fuente de corriente constante) deberá variar ajustándose a los requerimientos de carga. La carga estará conformada en esta analogía, por el circuito hidráulico al cual alimentará y que podría ser, un actuador hidráulico denominado gato hidráulico figura 2.7.

En esta semejanza se advierte que el ajuste de presión de acuerdo a la carga, manteniendo caudal constante, es equivalente a la fuerza (potencial) producido en el circuito de carga del generador de corriente.

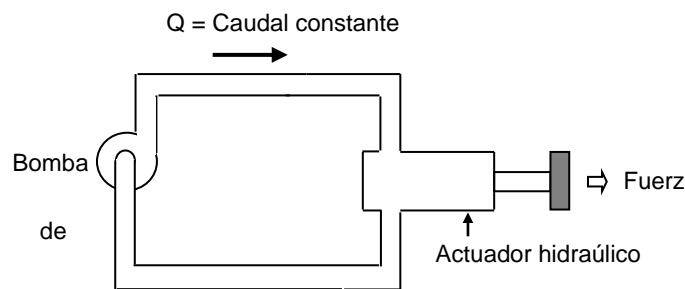


Figura 2.7

La representación de estas fuentes, se observa en la figura 2.8. Está compuesta por un generador ideal y una resistencia en serie, que como se destacó en párrafos anteriores, debe ser muy grande frente a la carga.

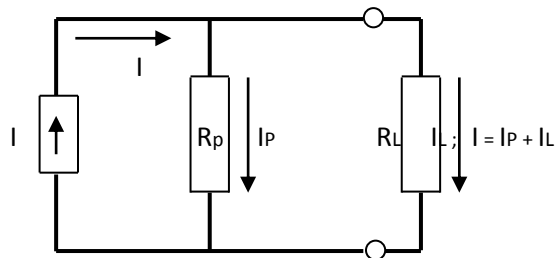


Figura 2.8

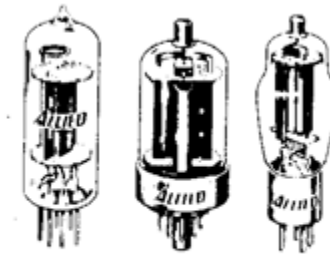
Si la carga no está conectada, no hay circulación de corriente y naufraga el concepto de generador de corriente. Por ello, para poder representar un generador real de corriente, se utiliza el esquema propuesto en la figura 2.8. Es un generador ideal con una resistencia en paralelo.

Cuando se conecte una carga  $R_L$ , la corriente se repartirá en  $R_P$  y  $R_L$ , de acuerdo a la expresión:  $I_g = I_P + I_L$ ; Por lo que el voltaje en los terminales de la fuente será:

$$V_g = V_P = V_L = R \cdot I_P = R_L \cdot I_L$$

### 2.5.1 Origen de las fuentes de corriente

La procedencia de estos generadores, se inicia con el desarrollo de las válvulas al vacío, configuradas bajo la denominación de pentodo (cinco electrodos), ver figura 2.9a. Este dispositivo, es activo y no lineal. Cabe aclarar en este momento, porqué esta válvula es un dispositivo activo y no lineal.

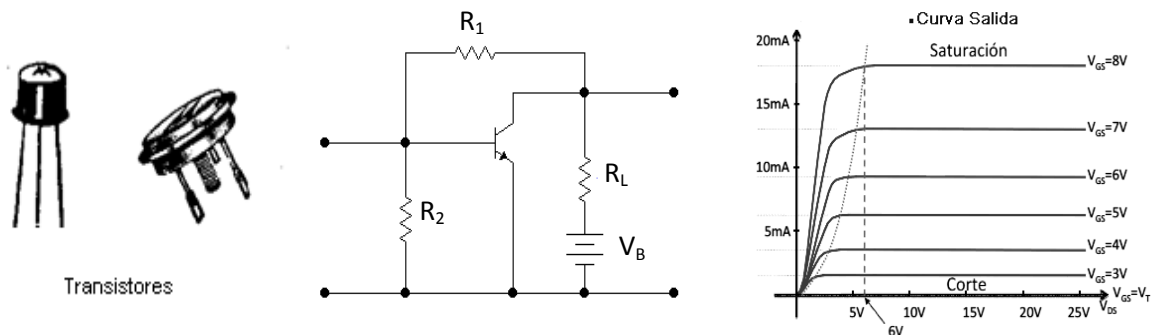


Válvulas pentodo de corriente constante

La misma, debe polarizarse para que funcione, y ello implica aplicarle diferentes potenciales. Al efectuar dicha polarización, se la prepara para que amplifique señales (reducidas tensiones o corrientes generadas por un micrófono, antena etc.). Ello indica que una pequeña potencia puede ser llevada a una de mayor valor. Todo esto se realiza tomando energía de las fuentes de polarización. Un simple ejercicio mental, indica que su

comportamiento es activo (actúa como fuente) y dado que amplifica, es no lineal.

Como se comprenderá, al amplificar una señal sobre una carga (recuerde que es quien recibe la señal amplificada, y puede ser una resistencia, un altoparlante, una lámpara, etc), la válvula se comporta como si fuese un generador de corriente, ya que la misma se mantiene invariable. Actualmente, otro dispositivo equivalente, es el transistor. El mismo también activo y no lineal, presenta esta característica, en una configuración denominada de emisor común, figura 2.10, como generador de corriente constante. Esta última propiedad se grafica en la misma figura, denominándose a esta



condición, característica de salida del transistor.

En ella se observa que la corriente de salida (eje Y) es constante e independiente de la tensión aplicada (eje X), equivalentemente a la característica de la válvula pentodo.

Cabe recordar que se construyen fuentes de corriente mediante dispositivos no lineales y activos tales como los transistores. Con una aplicación sencilla, se tratará de que el concepto de fuente de corriente, quede incorporado definitivamente en los conocimientos del alumno. En la figura 2.9, se ha esquematizado el circuito con una fuente de corriente constante conectada a un componente cuya resistencia varía con la temperatura y que se denomina termistor. En otras palabras, la resistencia es una función de la temperatura. Al variar la resistencia del termistor por la temperatura, y dado que la corriente que lo atraviesa es constante, se generará una diferencia de

potencial en los bornes del mismo, linealmente proporcional a los cambios térmicos. Como este ejemplo, se pueden definir muchos más, pero con el mismo se ha clarificado perfectamente una de las aplicaciones del generador de corriente constante. Una aplicación práctica importante es en la construcción de termómetros clínicos electrónicos.

Dado que la corriente es constante la caída de potencial depende exclusivamente de la resistencia del termistor

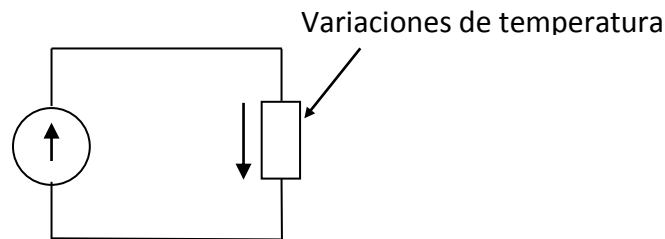


Figura 2.9

### 2.5.2 Equivalencia entre fuente de tensión y corriente

En la resolución de circuitos en muchas ocasiones se presenta la posibilidad de encontrar fuentes de corriente o de tensión constante. En estos casos a veces es muy conveniente realizar la transformación de una fuente de corriente en tensión o viceversa. Esta transformación no debe alterar de ninguna manera al circuito involucrado. Para lograrlo, hay que utilizar los circuitos de la figura 2.10. En ellos se observa a los generadores ideales con sus respectivas resistencias en paralelo y en serie para convertirlos en reales. La condición de que ambos generadores produzcan el efecto equivalente en la rama en la cual

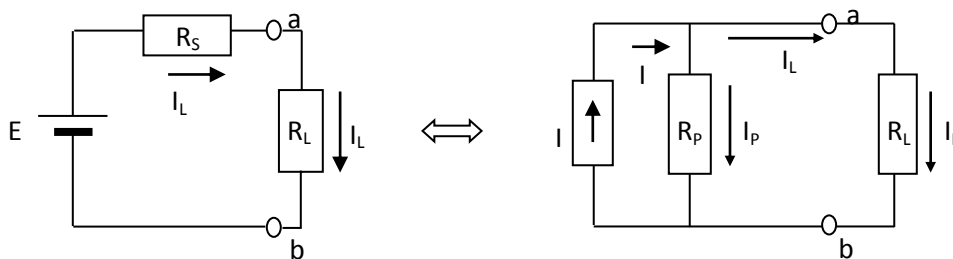


Figura 2.10

se desea reemplazar ( terminales a , b ) que se denomina carga representado por  $R_L$  (puede ser parte de otro circuito), es que deberá circular la misma corriente. En otras palabras, la caída de tensión en  $R_L$  deberá ser la misma, como así también la potencia consumida. Para proceder a su demostración, en primer lugar se resolverá por Kirchoff el circuito de la fuente de tensión:

$E = R_S I_L + R_L I_L$  y de aquí se extrae:  $R_L I_L = E - R_S I_L$  (1) y para la fuente de corriente:  $V_P = V_L = R_P I_P = R_L I_L$  y siendo  $I = I_P + I_L$ , luego:  $I_P = I - I_L$ ; por lo que entonces reemplazando  $I_P$  en  $R_P I_P = R_L I_L = R_P I - R_P I_L$  (2) y comparando la (1) con la (2), que se vuelven a escribir:

$R_L I_L = E - R_S I_L = R_L I_L = R_P I - R_P I_L$ ; en las cuales se observa que si los primeros miembros son iguales:  $R_L I_L = R_L I_L$ ; el primer y segundo términos del segundo miembro también, por lo que se obtienen las igualdades:

$E = R_P I$  y  $R_S I_L = R_P I_L$  en los cuales:  $R_P I = E$  y  $R_S = R_P$ . En palabras significa que el valor de la fuente de tensión  $E$  es igual al producto de la corriente de la fuente de corriente  $I$  por su resistencia en paralelo; y la resistencia o impedancia  $R_P$  o  $Z_P$  será igual a la resistencia o impedancia  $R_S$  o  $Z_S$ . Estas últimas conclusiones permiten el intercambio de fuentes de tensión reales por fuentes de corriente, también reales. Finalmente, también se puede explicar otra aplicación de la fuente de corriente constante. El lector debe recordar que si a un capacitor se lo carga con una fuente de tensión, se obtiene el transitorio de carga que responde a una expresión exponencial. De la misma forma, si se lo descarga a través de una resistencia, también se obtiene una expresión similar, figura 2.11:

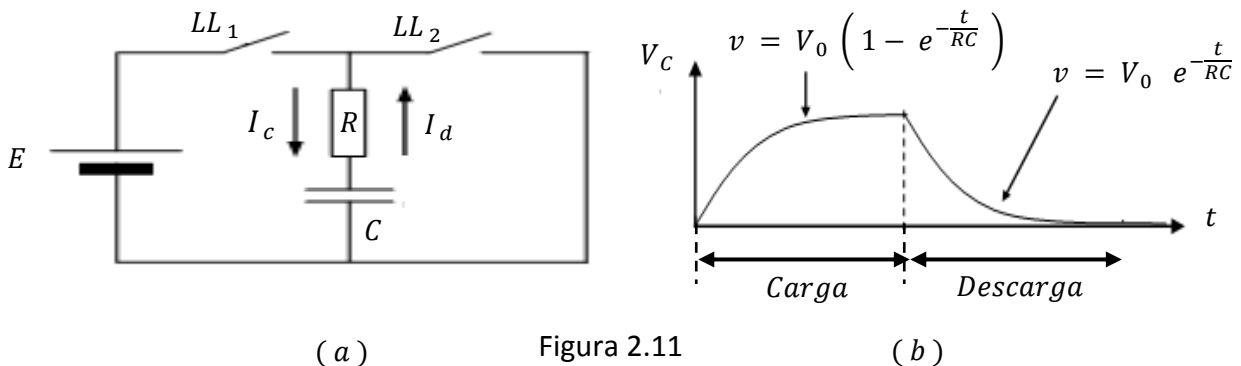


Figura 2.11



Se observa en el circuito (a) que cerrando la llave LL<sub>1</sub> se comienza a cargar el capacitor a través de R de acuerdo a la expresión  $v = V_0 \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$ , siendo el voltaje que va adquiriendo de acuerdo a una función exponencial. Así se cargará hasta llegar a la tensión de la fuente y a partir de allí, si el dieléctrico es de buena calidad, mantendrá su carga aun abriendo la llave LL<sub>1</sub>. Posteriormente, estando LL<sub>1</sub> abierta, se cierra LL<sub>2</sub> descargándose el condensador a través de la misma resistencia que participó en la carga y el valor de la tensión se manifiesta como :  $v = V_0 e^{-\frac{t}{RC}}$

Para observar las diferencias, se cargará ahora al condensador con una fuente de corriente constante, de acuerdo al esquema presentado en la figura 2.12, pero primero se recordará la expresión de la capacidad:  $q = C \cdot V$  y derivando por el tiempo se obtiene:  $\frac{dq}{dt} = C \cdot \frac{dV}{dt}$  se sabe que :  $i = \frac{dq}{dt}$  por ello se puede escribir :  $i = C \cdot \frac{dV}{dt}$

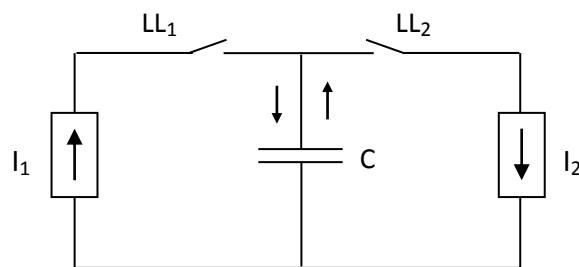


Figura 2.12

Para encontrar la ecuación que determina la tensión en el capacitor se integra en el tiempo :  $V_c = \frac{1}{C} \int i dt$  , por ello entonces si se aplica esta última expresión para obtener la carga del capacitor, se observa que la tensión crecerá linealmente, ya que al ser la corriente constante, la carga solo dependerá del tiempo.

$$V_c = \frac{1}{C} \int I dt = \frac{1}{C} \int dt = K \int dt = K \cdot t$$

Analizando esta última expresión, se puede ver que es la ecuación de una recta que pasa por el origen, así  $y = m \cdot x$ ; en la misma se observa que  $m$  es la pendiente de la recta al igual que  $I/C = \text{Cte.}$  es la pendiente. Aplicando ahora el circuito de la figura 2.12 y cerrando  $LL_1$  se cargará el condensador con  $I_1$  hasta que se le imponga un límite o hasta la tensión de la fuente que genera la corriente constante. La función obtenida se observa en la figura 2.13 a:

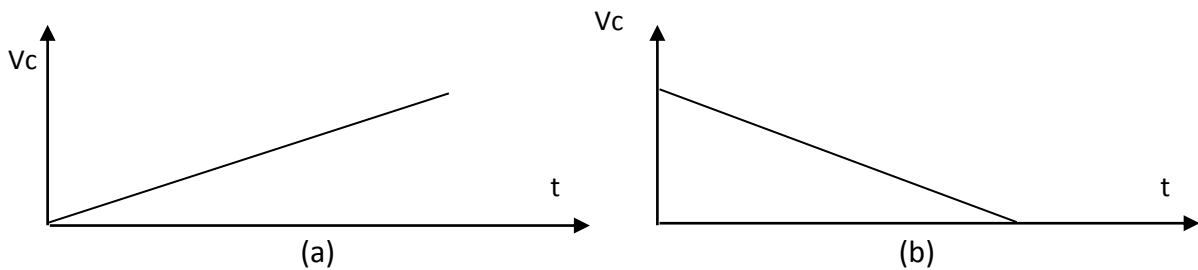


Figura 2.13

Abriendo ahora la llave  $LL_1$ , el condensador mantendrá la tensión adquirida. Posteriormente se descarga a través ahora de otra fuente de corriente constante que genera  $I_2$ , y se obtendrá también la descarga linealmente. Se debe observar que la pendiente de ambas funciones dependerá exclusivamente de la constante formada por  $I/C$ , ya que el tiempo es lineal.

El lector debe advertir que la función generada de esta forma tiene muchísimas aplicaciones en circuitos electrónicos como se expuso anteriormente. Otro ejemplo, es la tensión que produce el barrido en un osciloscopio. En él se genera una función especial, que se denomina diente de sierra, la que se expone en la figura 2.14

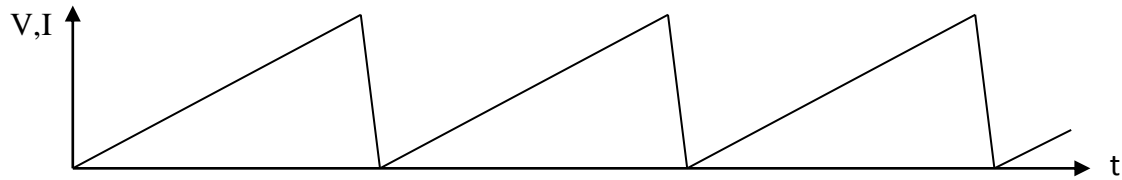


Figura 2.14

## 2.6 Resumen

En el equipamiento eléctrico y electrónico, se utilizan diferentes componentes que pueden ser activos y pasivos. Entre los activos se pueden denominar a las fuentes generadoras de tensión o corriente, de quienes se puede extraer una diferencia de potencial o una determinada corriente. Las fuentes de tensión y particularmente las de corriente continua (CC) son quienes alimentan a los equipos electrónicos. En forma industrial se encuentran las que convierten energía química en eléctrica y las que transforman energía mecánica en eléctrica: las primeras son las pilas y baterías y las segundas las dínamo o generadores de corriente alterna (CA). En estos últimos generadores, se puede convertir la CA en CC mediante un procedimiento que se denomina rectificación.

A estas fuentes se conectan los circuitos de los equipos. A estos circuitos se los denomina carga que se representa por una única resistencia de carga  $R_L$  ( $R_{Load}$ ) o una impedancia para CA. Ambas fuentes generadoras no son perfectas y por ello poseen resistencia o impedancia interna,  $R_g = R_s$  o  $Z_g = Z_s$ . Por ello, en el caso de las pilas y baterías, ya sean reversibles (se pueden recargar) o no, la resistencia interna representa la descarga de la misma, en otras palabras, la tensión sobre la carga va disminuyendo a medida que la pila se descarga. Esto lleva a una consecuencia: la fuente de tensión ideal es aquella en la cual su resistencia (impedancia) interna es cero. Este dispositivo ideal permitiría extraerle corriente infinita (carga  $R_L = 0 \Omega$ ) sin que la tensión de los bornes varíe. No obstante ello se representan mediante un circuito con

una resistencia interna  $R_g$  o  $Z_g$ . La capacidad de las fuentes es la cantidad de corriente que pueden entregar en el tiempo de una hora. Así entonces las pilas no reversibles poseen las siguientes capacidades: AAA, 250mA; AA, 450mA; A, 1A y las D, 2A . Las baterías de automóvil, que son reversibles, poseen capacidades mucho mayor: 60A/Hora; 120A/H, etc. Estas últimas poseen placas de plomo esponjoso y placas de peróxido de plomo inmersas en una solución de ácido sulfúrico. Otras pilas y baterías muy utilizadas en la actualidad, reversibles, son las níquel-cadmio, que poseen una tensión de 1,36V. Todas las fuentes reversibles se pueden recargar mediante otra fuente de CC cuya tensión sea superior a ella.

Así como se puede fabricar una fuente generadora de tensión, también se pueden construir fuentes generadoras de corriente. Esta últimas, proveen al circuito una corriente determinada, independientemente de la carga conectada. En otras palabras: la fuente de corriente ideal entrega siempre la misma corriente, por lo que al variar la carga, lo que varía es la caída de potencial. La fuente real se representa por una fuente ideal con una resistencia en paralelo  $R_p$ . Tiene muchísimas aplicaciones. Por otro lado, se pueden reemplazar fuentes de tensión por corriente o viceversa, siempre que a la carga le entreguen la misma potencia. Esta equivalencia se expresa así:  $E = I R_p$  ; y  $R_p = R_s$ , en las cuales: E tensión de la fuente de tensión constante, I corriente de la fuente de corriente constante,  $R_p$  y  $R_s$  resistencias internas de cada fuente.

## 2.7 Preguntas de autoevaluación

- 3) ¿Qué son los componentes activos? ¿Cuáles son los componentes activos fundamentales?
- 4) ¿Que son las fuentes generadores de electricidad?

- 5) ¿Cuáles son los procesos de generación eléctrica más importantes? ¿Qué otros procesos que no genera electricidad en forma industrial se pueden citar?
- 6) ¿Cómo se genera electricidad por conversión electromagnética?
- 7) ¿Qué diferencia hay entre una dínamo y un alternador? ¿Qué generan?
- 8) ¿Cómo se genera electricidad por conversión electroquímica? ¿Qué tipo de corriente genera?
- 9) ¿Qué diferencia hay entre una pila y una batería?
- 10) ¿Qué implica que un proceso para generar electricidad por acción electroquímica sea irreversible? De un ejemplo.
- 11) ¿Qué implica que un proceso para generar electricidad por acción electroquímica sea reversible? De un ejemplo.
- 12) ¿Qué características principales tienen las baterías de los automóviles?
- 13) ¿Qué es y para qué sirve el Amper hora?
- 14) ¿Qué es la capacidad de una fuente generadora de fem? ¿En qué unidades normalmente se mide?
- 15) ¿Qué es la resistencia interna del generador? ¿A qué se debe su existencia en las fuentes electroquímicos?
- 16) ¿Qué es la resistencia interna del generador? ¿A qué se debe su existencia en las fuentes electromecánicas?
- 17) ¿Cómo se representa un generador de tensión real indicando su resistencia interna?
- 18) ¿Qué valor es conveniente que tome la resistencia interna de un generador de tensión? ¿Por qué?

- 19) ¿Cómo es la resistencia interna de un generador de tensión ideal? ¿Por qué tiene ese valor?
- 20) ¿Qué relación existe entre la capacidad de un generador de tensión y su resistencia interna?
- 21) ¿Qué sucede cuando con la resistencia interna de una batería a medida que se descarga? ¿Cómo se comprueba esto?
- 22) ¿Qué es un generador de corriente?
- 23) ¿Cuál es su caída de tensión que se produce en los terminales de un generador de corriente ideal de 5 A que está conectado a una resistencia de carga de  $10 \Omega$ ? ¿Cuál sería la tensión si la resistencia de carga fuera de  $1000 \Omega$ ?
- 24) ¿Qué analogía existe entre una fuente de corriente y un sistema hidráulico?
- 25) ¿Cómo se representa un generador de corriente real indicando su resistencia interna?
- 26) ¿Qué valor es conveniente que tome la resistencia interna de un generador de corriente? ¿Por qué?
- 27) ¿Cómo es la resistencia interna de un generador de corriente ideal? ¿Por qué tiene ese valor?
- 28) ¿Cuál es el origen de las fuentes de corriente?
- 29) ¿Para qué se utilizan las fuentes de corriente? Dé un ejemplo.
- 30) ¿Qué implica que una fuente de tensión sea equivalente a una fuente de corriente? ¿Qué condición se debe cumplir?
- 31) ¿Cuál es la relación entre los valores de tensión, corrientes y resistencias para que una fuente de tensión sea equivalente a una fuente de corriente? Realice un esquema explicativo.

- 32) ¿Qué sucede cuando se conectan fuentes de tensión reales en serie? ¿Cómo son los valores de tensión y la resistencia equivalente?
- 33) ¿Qué sucede cuando se conectan fuentes de corriente reales en paralelo? ¿Cómo es los valores de tensión y la resistencia equivalente?

### 2.7.1 Ejercicios propuestos

- 1) Dada una pila cuya capacidad es de 1000 mAh, a la cual se le extraen 100 mA, en cuantas horas se descarga?
- 2) Dada una batería recargable de 1.2 Volt con una capacidad de 1850 mAh:
- ¿Cuál es la energía almacenada?
  - b) ¿Cuánto tiempo tardará en descargarse si se conecta a una lámpara de 200 mW?
  - c) ¿Cuánto tiempo tardará en cargarse si se le inyectan de 100 mA?

**Datos :**  $V_{pila} = 1,2 V$  ;  $C_{pila} = 1850 mAh$

**Resolución :** a)  $Energia = potencia \cdot tiempo$

(para expresar en Joule debe saberse que  $1 J = 1 W \cdot seg$ )

$$Energia_{(Joule)} = 1,850 Ah \cdot 1,2 V \cdot 3600 seg = 7992 Joule$$

$$Energia_{(Wh)} = 1,850 Ah \cdot 1,2 V = 2,2 Wh$$

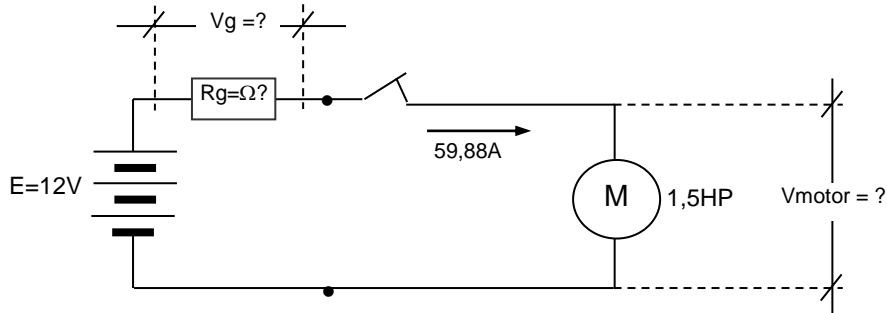
$$b) tiempo : \frac{Energía}{Potencia} = \frac{2,2 Wh}{200 mW} = 11,1 Horas$$

$$c) 1850 mA \text{ ————— } 1 hora$$

$$100 mA \text{ ————— } x = \frac{1850 mA \cdot 1 hora}{100 mA} = 18,5 horas$$



3) Se posee una batería de automóvil de 12 Volt y 60 Ah. La misma no está en buenas condiciones y cada vez que se desea poner en marcha el automóvil, cuesta que arranque el motor. La corriente que toma en estas condiciones es de 59,88 A. Se desea saber qué valor tiene su resistencia interna. Se ha esquematizado un dibujo que ayudará a encontrar el valor. Determine además la caída en  $R_g$  y en el motor.



**Datos :**  $V_{batería} = 12 V$  ;  $Cap_{batería} = 60 Ah$

$I_{arranque} = 59,88 A$  ;  $Pot_{motor} = 1,5 Hp$

**Resolución :**  $Pot_{motor} = \frac{V^2}{R_{motor}} \Rightarrow R_{motor} = \frac{V^2}{Pot_{motor}} = \frac{12^2}{1,5 Hp}$

$R_{motor} = \frac{12^2}{1,5 Hp \cdot 736 W} \Rightarrow R_{motor} = 0,1287 \Omega$

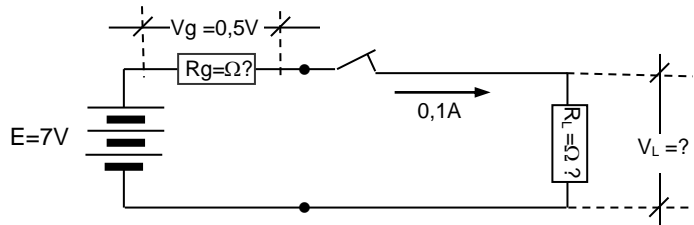
$I_{arranque} = \frac{E}{R_g + R_{motor}} \Rightarrow R_g = \frac{E}{I_{arranque}} - R_{motor}$

$R_g = \frac{12 V}{59,88 A} - 0,1287 \Omega \Rightarrow R_g = 0,0717 \Omega$

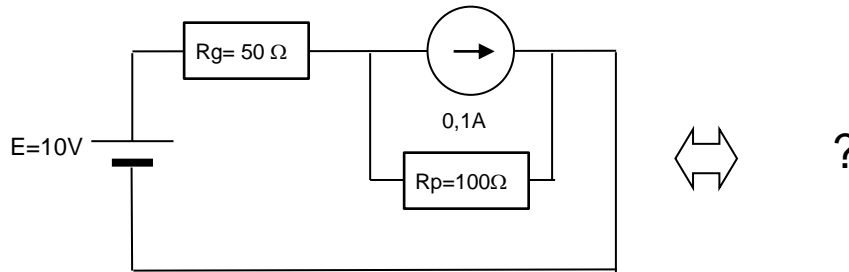
$V_g = I_{arranque} R_g = 59,88 A \cdot 0,0717 \Omega \Rightarrow V_g = 4,2943 V$

$V_{motor} = I_{arranque} R_{motor} = 59,88 A \cdot 0,1287 \Omega \Rightarrow V_{motor} = 7,7057 V$

- 4) En el circuito siguiente, se desea determinar para la fuente de tensión constante, qué valor debe poseer la resistencia de carga, para que en  $R_g$  se produzca una caída de  $0,5\text{ V}$ . Ver esquema circuital. Encontrar también el valor de  $R_g$ .

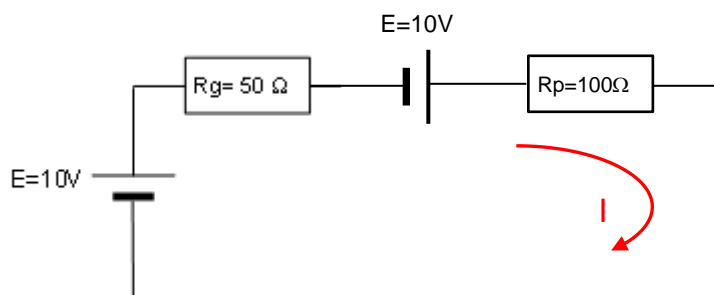


- 5) En el circuito siguiente, reemplace la fuente de corriente constante por una fuente de tensión constante y calcule la corriente que circula por la fuente de tensión.



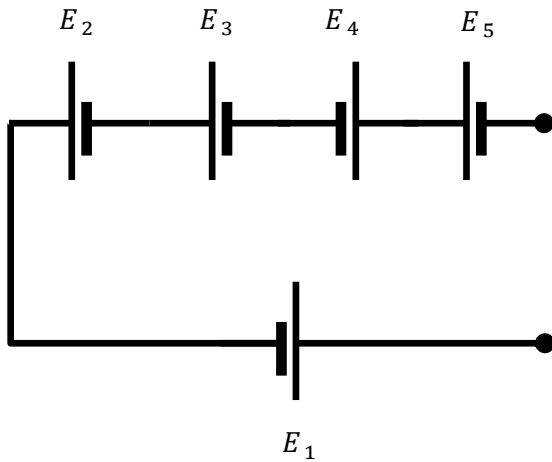
**Datos :**  $E = 10\text{ V}$  ;  $R_g = 50\ \Omega$  ;  $R_p = 100\ \Omega$  ;  $I = 0,1\text{ A}$

$$V = I \cdot R_p = 0,1\text{ A} \cdot 100\ \Omega = 10\text{ V}$$



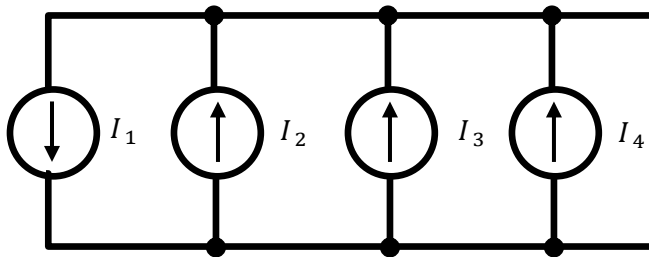
$$I = \frac{E + E}{R_g + R_p} = \frac{20\text{ V}}{150\ \Omega} \quad \Rightarrow \quad I = 0,13333\text{ A}$$

6) Dado la configuración de fuentes de tensión mostradas en la figura, calcular la fuente equivalente. Los valores de tensión y resistencia interna son los mostrados en la tabla.



Denominación	Valor	Resist. interna
$E_1$	10 V	0,1 $\Omega$
$E_2$	5 V	0,01 $\Omega$
$E_3$	2 V	0,4 $\Omega$
$E_4$	7 V	0,02 $\Omega$
$E_5$	9 V	0,4 $\Omega$

7) Dado la configuración de fuentes de corriente mostradas en la figura, calcular la fuente equivalente. Los valores de corriente y resistencia interna (en paralelo) son los mostrados en la tabla.



Denominación	Valor	Resist. interna
$I_1$	1 A	100 $\Omega$
$I_2$	5 A	500 $\Omega$
$I_3$	7 A	40 $\Omega$
$I_4$	2 A	50 $\Omega$

## 2.8 Componentes pasivos lineales

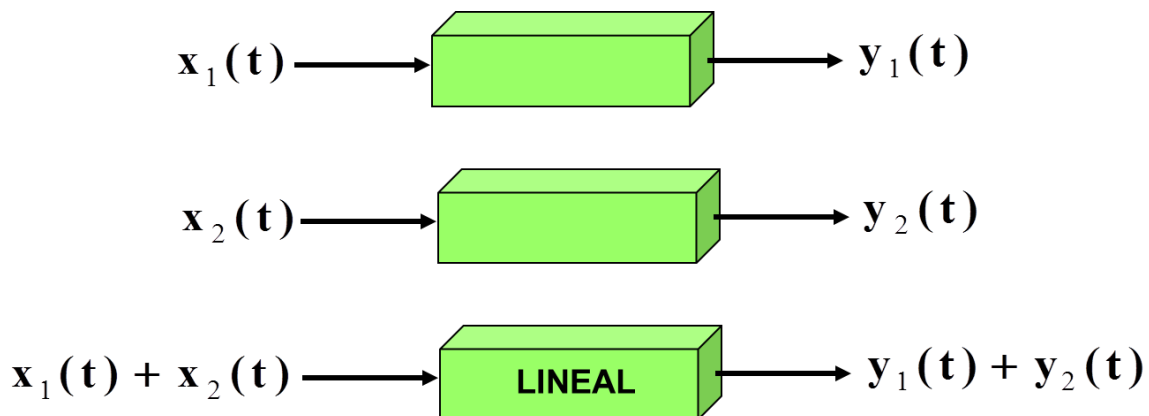
## 2.8.1 Introducción a los componentes pasivos lineales

Los componentes pasivos reciben su denominación a partir de que para que actúen, es necesario someterlos a tensión o corriente externa a ellos. Por otro lado, los componentes lineales son los que presentan una relación lineal (recta) entre los valores de corriente y los de valores de tensión aplicado. Las resistencias (que responden a la ley de Ohm), las inductancias y los capacitores son los componentes **PASIVOS** que intervienen activamente en todo circuito eléctrico o electrónico.

Se define como componente **pasivo** a aquellos que no generan energía.

La resistencia es un elemento **LINEAL**. Se define como componente lineal a aquel que tiene resistencia constante, inductancia constante o capacitancia constante, sin importar la corriente o el voltaje

En forma matemática: si a una perturbación  $\mathbf{X}_1(\mathbf{t})$  corresponde una respuesta  $\mathbf{Y}_1(\mathbf{t})$  y a una perturbación  $\mathbf{X}_2(\mathbf{t})$  una respuesta  $\mathbf{Y}_2(\mathbf{t})$ , entonces si a una perturbación  $\mathbf{X}_1(\mathbf{t}) + \mathbf{X}_2(\mathbf{t})$  corresponde una respuesta  $\mathbf{Y}_1(\mathbf{t}) + \mathbf{Y}_2(\mathbf{t})$ , el sistema perturbado será **lineal**



En forma general, las resistencias producen caídas de tensión, ya sea que actúen en C.C. o en C.A.; las inductancias se manifiestan en C.C. produciendo un campo magnético debido a la circulación de corriente, la que

es limitada solamente por la resistencia del conductor con que está construida. En C.A. se produce una oposición o resistencia a ella que se denomina reactancia inductiva. Además también aparecen otros fenómenos que se ponen de manifiesto con un atraso de la corriente respecto a la tensión aplicada. Si las mismas son ideales (el alambre con que está construida, no posee resistencia) el atraso es de  $90^\circ$ . En cuanto a los capacitores, se comportan como circuitos abiertos a la C.C. y ofrecen una cierta reactancia a la C.A.. En ellos se acumula energía de campo eléctrico y producen un adelanto de la corriente respecto a la tensión.

## 2.8.2 Resistencia

### 2.8.2.1 Concepto de resistencia eléctrica

Estos dispositivos, que ya se conocieron en párrafos anteriores, presentan oposición a la circulación de corriente. En la Figura 2.15 se pueden ver los distintos símbolos utilizados para identificarlas en los diagramas o circuitos. Su utilización es masiva en equipamiento eléctrico y electrónico y se fabrican en diferentes formas y tipos, tanto fijas como variables.

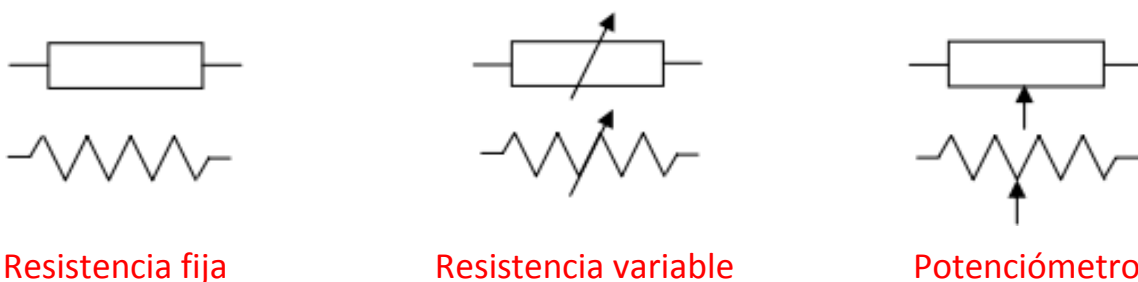


Figura 2.15

Como ya se expresó anteriormente, fue Ohm quien descubrió las características de los distintos materiales de oponerse a la circulación de corriente, y le permitió formular la conocida ley de Ohm, ya conocida por todos. En general, las resistencias tienen por misión producir caídas de potencial necesarias en los circuitos para ajustar valores determinados de tensión. La construcción de estos componentes se realiza según

algunos de estos procesos tal como resistencias del tipo pirolíticas, metalizadas y bobinadas.

- **Resistencias pirolíticas:** Las resistencias pirolíticas se elaboran a partir de depósitos de grafito sobre un cilindro de porcelana. Una hélice construida en el mismo grafito determina el valor óhmico de la misma. Los terminales para conectarla al circuito están asegurados a sus extremos mediante casquillos de hierro. Dichos terminales son de hierro estañado. En la Figura 2.16 se puede ver el interior de una resistencia pirolítica de grafito o metal.

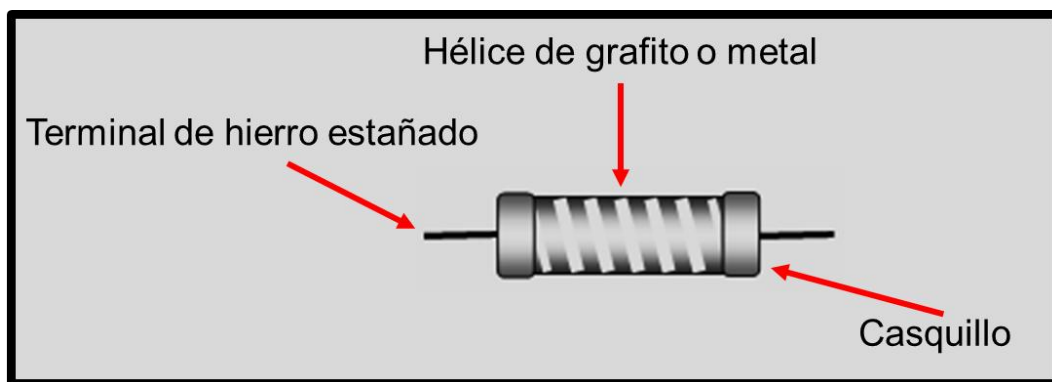


Figura 2.16

- **Resistencia metalizada :** Una de las desventajas es que sufre algunas variaciones con la temperatura, no así las resistencias metalizadas, de construcción similar a las anteriores pero con una hélice de metal, por lo que para algunas aplicaciones especiales tales como instrumentos de medida, se prefieren. En ambos casos, una vez terminada la resistencia, se le aplica una capa de pintura y franjas de color para definir su valor y tolerancia. El tamaño de ambas construcciones define la potencia máxima que pueden tolerar sin deterioros. Al hablar de tamaño, para estas resistencias, el mismo está normalizado para valores de potencia hasta 4 Watts, cuya relación de tamaños aproximados de observan en la Figura 2.17

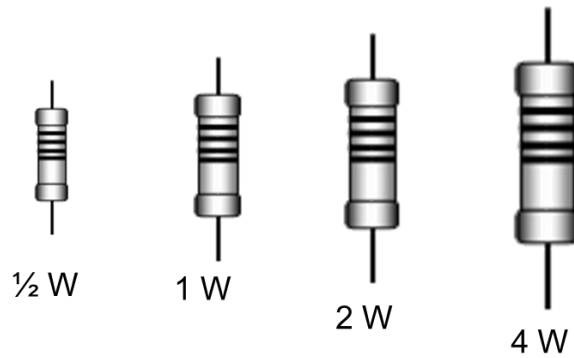


Figura 2.17

Estas resistencias se fabrican de 1/8, 1/4 y 1/3 de watts , y las vistas en la Figura 2.25. El lector debe tener en cuenta que a mayor tamaño físico, mayor disipación de potencia convertida en calor y por consiguiente admitirá mayor corriente. La forma de determinar la máxima corriente admisible es aplicando la ley de Joule.

$$W = V \cdot I = \frac{V^2}{R} = I^2 \cdot R$$

De esta última igualdad se puede extraer la corriente:  $I = \sqrt{\frac{W}{R}}$

Una vez conocida la corriente que circulará por la misma, conviene trabajar con margen de potencia, para que el calor generado sea mínimo. Por ejemplo, si se necesita una resistencia de 100 Ω por la que circulará una corriente 70 mA, se buscará una de potencia de tal forma que la misma tolere por ejemplo, 100 mA. Así entonces, por ejemplo con una de 1 W se determina la corriente de la siguiente manera:

$$I = \sqrt{\frac{1 W}{100 \Omega}} = 0,1 A = 100 mA$$

De cualquier manera, se debe usar el criterio de acuerdo a la aplicación de la resistencia en el circuito.



- **Resistencias de alambre :** Para potencias mayores a 4 W, se utilizan las resistencias bobinadas con alambre de nicrome o niquelina que pueden ser fijas o ajustables. Algunas de estas están vitrificadas para evitar la humedad. A las ajustables se les deja una zona sin el revestimiento para que accione una brida de hierro que oficia de cursor (b). Este se fija mediante un tornillo, permitiendo realizar el ajuste de valor deseado de la resistencia, de acuerdo al uso. En la Figura 2.18 se pueden ver detalles constructivos de este tipo de resistencias. El valor de ellas está marcado directamente en el cuerpo. En estas también el tamaño define la potencia.



Figura 2.18

### 2.8.2.2 Códigos de colores

En cuanto al valor óhmico de las pirolíticas, el mismo está definido con bandas de colores que indican su valor y tolerancia. Estos colores integran el denominado código de colores de uso internacional y que se corresponde con los colores del arco iris más otros. A continuación se indican los mismos y en la Tabla 1 su correspondencia con los dígitos del 0 al 9, y en la Tabla 2, los colores con la tolerancia.

TABLA 1		
COLOR	DIGITO	MULTIPLICADOR
Plata	-----	$10^{-2}$
Oro	-----	$10^{-1}$
Negro	Cero	$10^0$
Marrón	Uno	$10^1$
Rojo	Dos	$10^2$
Naranja	Tres	$10^3$
Amarillo	Cuatro	$10^4$
Verde	Cinco	$10^5$
Azul	Seis	$10^6$
Violeta	Siete	$10^7$
Gris	Ocho	$10^8$
Blanco	Nueve	$10^9$

TABLA 2	
TOLERANCIAS	
Color	Tolerancia
Marrón	1 %
Rojo	2 %
Oro	5 %
Plata	10 %
Para menores valores de tolerancia se indican con números :  0,5 % ; 0,1 %  0,01 % ; 0,05 %	

Con los colores indicados de los valores y tolerancias, se está en condiciones de entender la aplicación del código de colores a las resistencias, de acuerdo a la Figura 2.19.

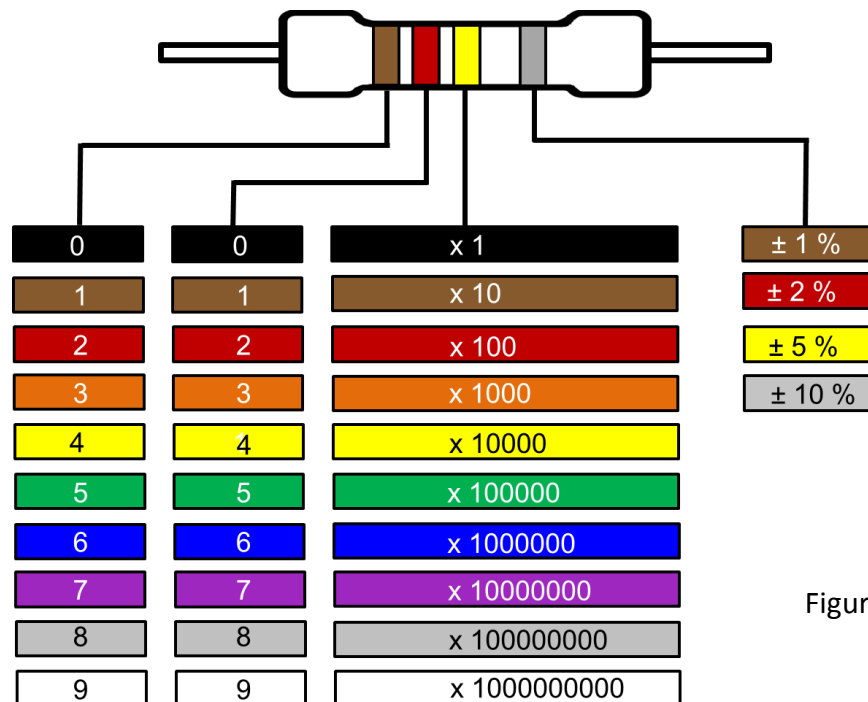


Figura 2.19

Se puede observar en el esquema, que el cuerpo de la resistencia en las más comunes, posee cuatro bandas de colores. Al fabricarlas con tolerancias menores, se le agrega una quinta franja lo que permite obtener más valores de resistencias. Para interpretar su lectura, se deben ver las bandas, colocando la resistencia con la franja más cercana a un extremo, a la izquierda del lector.

De esta forma se puede leer el su valor. Así entonces, las tres o cuatro bandas primeras indican el valor óhmico, y la última, alejada al otro extremo, la tolerancia. Leyendo entonces a partir de la primer franja, las dos primeras (en el caso de cuatro bandas) o las tres primeras (en el caso de cinco) indican las cifras significativas y la tercera o cuarta, el multiplicador expresado en potencias de 10 como se indica en la Tabla 1. Por ejemplo, en una resistencia de cuatro franjas, si la primera es roja (primer cifra significativa cuyo valor es 2), la segunda violeta (segunda cifra significativa cuyo valor es 7), y la tercera naranja (multiplicador por  $10^3$ ); el valor será de  $27.000 \Omega$  y se lee así:  $27 \times 10^3$ , y la tolerancia, (cuarta banda), si es oro, 5 %. Suponiendo una banda más (cinco bandas), ella indicará una tercera cifra significativa, como por ejemplo: verde, negro, marrón, y rojo: el valor será el siguiente:  $501 \times 10^2 = 50.100 \Omega$ , y la tolerancia, si la última banda es plata, 10 %.

En caso de disponer de una resistencia que posea los siguientes colores: primer banda: marrón, segunda, negro; y tercera plata; el valor será el siguiente:  $10 \times 10^{-2} = 0,01 \Omega$ , como se puede observar, la tercer banda sigue siendo el multiplicador que corre la coma a la izquierda del observador; por supuesto, la cuarta es la tolerancia.

### **2.8.2.3 Tolerancia**

**La tolerancia indica entre qué valores por arriba y por debajo del valor de la resistencia leída se encuentra el mismo.** Por ejemplo, si el color es oro, indica que tendrá un cinco por ciento en más y un cinco por ciento en menos del valor leído. De los ejemplos anteriores:  $(27.000 \pm 1.350) \Omega$ , y de esta forma para cualquier valor. **Note el lector que si el valor de la**

**tolerancia es cada vez menor, el valor de la resistencia es más preciso.** Atendiendo al valor óhmico y a la tolerancia, se estableció de forma estándar, una escala de valores tal que con ellos se pudiera obtener toda la gama de resistencias desde 1 Ω en adelante. Es importante destacar que la primera escala se inicia con la tolerancia del 20 %, hoy sin uso, pero sirvió de base a las nuevas tolerancias. La tolerancia del 20% no poseía banda de color.

La primer línea indica los valores correspondientes a una tolerancia del 20%; la primer y segunda líneas juntas indican los valores comprendidos en la tolerancia del 10 % y la primera, segunda y tercera líneas juntas indican los valores que integran la tolerancia del 5%.

Serie	Tolerancias	Valores (A estos valores se le agregan ceros)
E6	20%	1.0 1.5 2.2 3.3 4.7 6.8
E12	10%	1.0 1.2 1.5 1.8 2.2 2.7 3.3 3.9 4.7 5.6 6.8 8.2
E24	5%	1.0 1.1 1.2 1.3 1.5 1.6 1.8 2.0 2.2 2.4 2.7 3.0 3.3 3.6 3.9 4.3 4.7 5.1 5.6 6.2 6.8 7.5 8.2 9.1
E48	2%	1.0 1.05 1.10 1.15 1.21 1.27 1.33 1.40 1.47 1.54 1.62 1.69 1.78 1.87 1.96 2.05 2.15 2.26 2.37 2.49 2.61 2.74 2.87 3.01 3.16 3.32 3.48 3.65 3.83 4.02 4.22 4.42 4.64 4.87 5.11 5.36 5.62 5.90 6.19 6.49 6.81 7.15 7.50 7.87 8.25 8.66 9.09 9.53

Tabla : Series de resistencias según su tolerancia

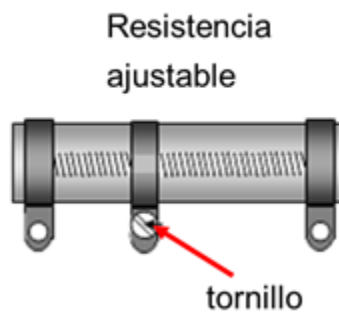
El conjunto total de toda la gama se obtiene multiplicando por 10, 100, 1.000, 10.000, 100.000, 1.000.000 y 10.000.000. Por supuesto, en aquellas resistencias bobinadas o de valores distintos a los de la tabla en las cuales se coloca el número en ohms del valor, para evitar la colocación engorrosa de un número alto de ceros, se utilizan los múltiplos K y M, siendo K la abreviatura de Kilo ( $10^3$ ) y la M de Mega ( $10^6$ ). Para que quede una idea más clara de la adopción de la tabla anterior por parte de los fabricantes, se

incorpora el siguiente ejemplo: supóngase una resistencia de  $2.200 \Omega$  con tolerancia al 10 %. El valor de tolerancia por debajo de esa resistencia es de  $2.200 \Omega - 10 \% = 2.000 \Omega - 220 \Omega = 1980 \Omega$ ; y el valor por encima:  $2.200 \Omega + 10 \% = 2.440 \Omega$ . Ahora el lector debe notar que el valor más próximo por debajo de la escala de la tabla al 10 %, es de  $1.800 \Omega + 10 \% = 1.980 \Omega$  que cubre el valor de la resistencia anterior más su tolerancia y por encima sucede lo mismo. Así entonces son cubiertos todos los valores de acuerdo a cada tolerancia. Si la tolerancia es menor, la nueva tabla deberá poseer valores más próximos.

#### 2.8.2.4 Resistencias ajustables y potenciómetros

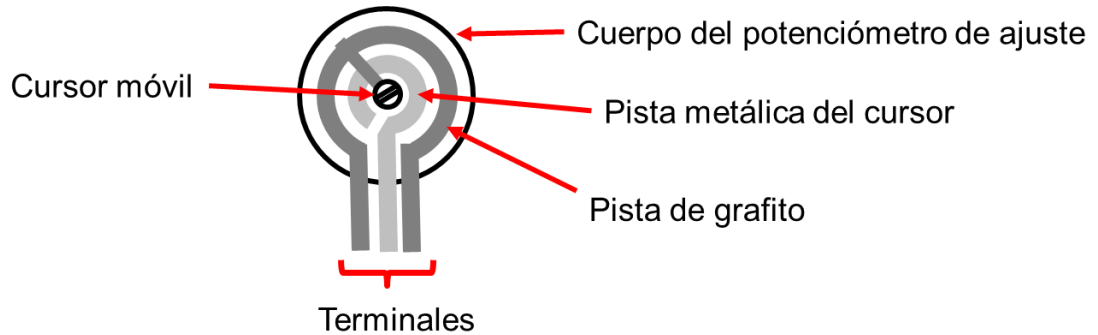
En ocasiones se necesitan resistencias variables en las cuales se pueda ajustar para obtener un valor deseado de tensión o corriente.

- **Resistencias ajustables:** Para disipaciones grandes de potencia, se usan RESISTENCIAS AJUSTABLES que poseen una brida que se ajusta con un tornillo, tal como se pudo ver anteriormente en la Figura.

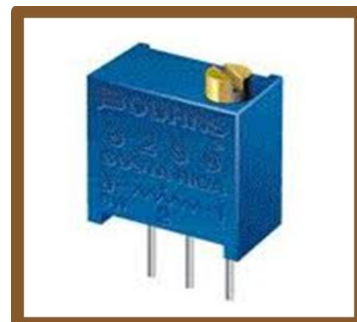
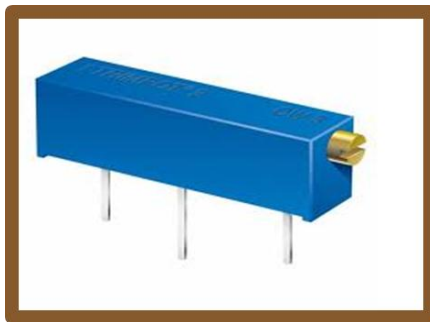


- **Pre-set:** Para aplicaciones de poca disipación, se utilizan los POTENCIÓMETROS DE PREAJUSTE, denominados PRE-SET, Figura 2.19, que generalmente se fabrican para disipaciones de  $1/2 \text{ W}$ . Se construyen de diferentes modos. Uno de ellos posee una pista de grafito circular en la que se desliza un cursor. El dispositivo tiene tres conexiones a saber: los extremos de la pista que posee un cierto valor óhmico y el cursor en el cual se obtienen los distintos valores de

resistencia a partir del máximo que posee la pista. El ajuste se realiza mediante un destornillador.

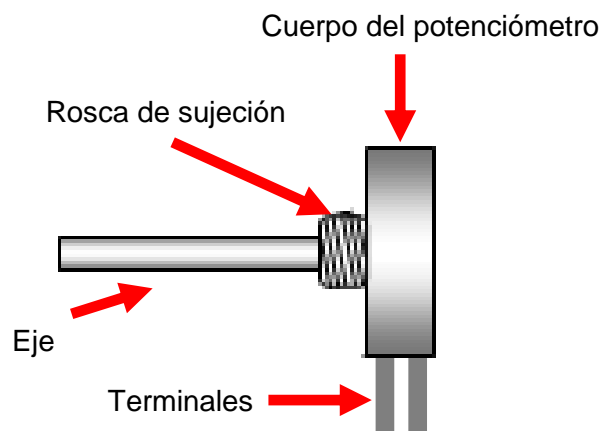


- **Trimpot:** También se fabrican otros que permiten un ajuste más fino ya que posee un tornillo a cuya rosca va adosada una tuerca con el cursor que hace contacto en una hélice de alambre resistivo. El tornillo puede dar 10 o 20 vueltas lo que permite el ajuste fino comentado. En el comercio se denominan TRIMPOT. Son realizados en general para aplicar a circuitos impresos, poseen varios valores y su disipación es de  $\frac{1}{2}$  W. En todos los potenciómetros de preajuste, la variación de la resistencia con el giro del cursor o tornillo es lineal.



- **Potenciómetros de ajuste para uso continuo:** Estos dispositivos son los que se utilizan normalmente en controles de volumen de radio receptores, controles de tono, ajuste de diferentes variables en

instrumental de medida, etc. Su fabricación es similar a los de preajuste con pista de grafito circular, que poseen un eje y también se fabrican con forma lineal. Los circulares poseen una pista circular de grafito cuyo desarrollo es de aproximadamente  $270^\circ$ . En ella se desliza un cursor adosado al eje mediante el cual se controla. Los lineales poseen una pista de grafito rectilínea en la cual se apoya un cursor deslizante al que tiene acceso el usuario. Ambos dispositivos permiten una disipación de  $1/2W$  y se fabrican de diferentes valores. Lo que sí es importante conocer es que se fabrican de dos tipos: aquellos en los que la resistencia varía linealmente con el ángulo descrito por el cursor y en los que se obtiene una variación logarítmica. Estos últimos son los destinados al control de volumen de los equipos para audio, radio y televisión. El lector debe conocer que el oído humano responde a los estímulos sonoros en forma logarítmica; por ello al variar la potencia sonora de los aparatos nombrados en forma logarítmica, se consigue que el cerebro lo reciba en forma lineal.



- **Potenciómetros de alambre:** Se fabrican POTENCIÓMETROS DE ALAMBRE de 10 vueltas especiales para instrumentos de medida, como por ejemplo para un fotocolorímetro. Poseen un bobinado de alambre resistivo, formando una hélice desarrollada en 10 vueltas por el que se desliza un cursor controlado por un eje. Son de precisión y lineales.

## Inductores o inductancias

El INDUCTOR es un componente muy utilizado en circuitos eléctricos y electrónicos que tiene su origen en las investigaciones de Joseph Henry. Encontró que al circular una corriente continua por un conductor, producía un campo magnético  $B$  alrededor del mismo. Dichas líneas de campo, son cerradas y su dirección se obtiene aplicando la regla del tornillo o tirabuzón. En la Figura 2.19 (a) se observa esta condición, en la cual se ha materializado una parte del campo  $B$ .

En la Figura 2.19 (b) se ha esquematizado un circuito al cual se le ha agregado un arrollamiento de alambre  $L$  con su resistencia asociada  $R_L$ , y por ello se ha incrementado el campo magnético. Se debe notar que en el interior de la bobina, las líneas de campo son rectas y se concentran. Al analizar el instante en el cual se cierra la llave, el potencial se establece instantáneamente, tal como se observa en la Figura 2.19 (c), línea de trazo, pero la corriente demora en alcanzar su valor final, tal como se muestra en la misma figura, línea llena. Henry atribuyó este RETRASO de la corriente al campo  $B$  ya que en diferentes experiencias realizadas, aumentando el número de espiras del arrollamiento, aumentó  $B$ , y

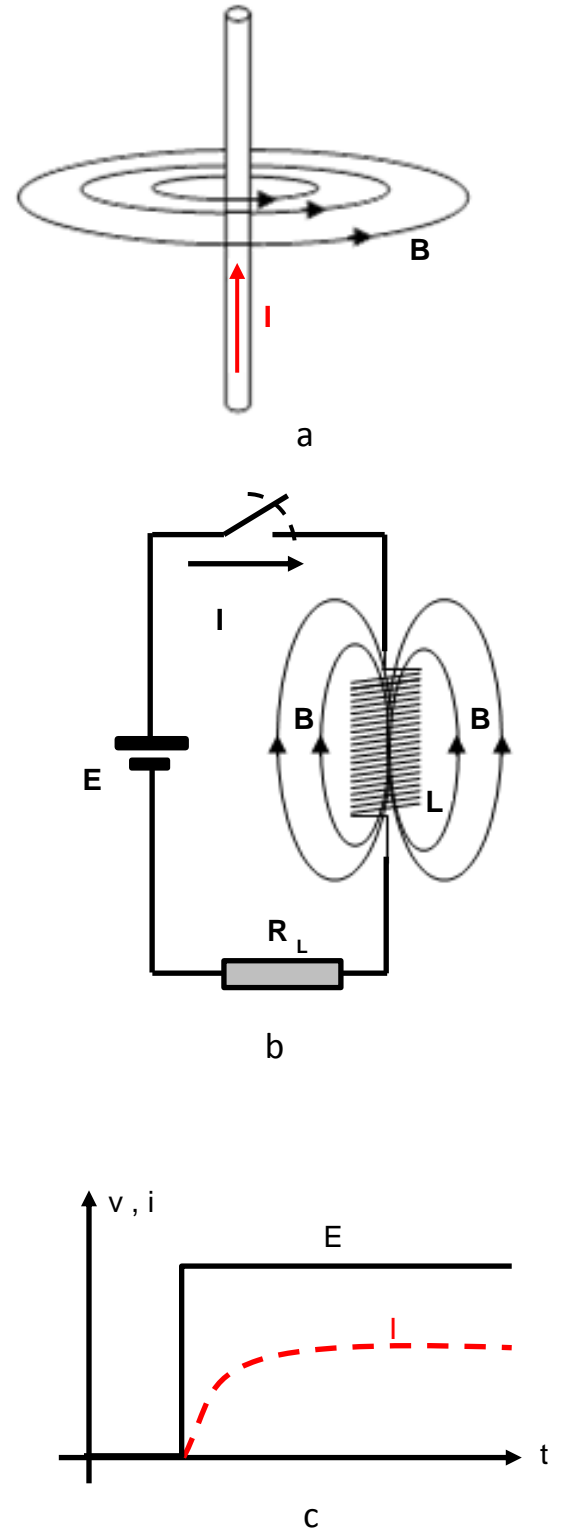


Figura 2.19



encontró entonces que el tiempo en alcanzar el valor final de la corriente se hacía proporcional al campo. Se debe tener en cuenta que la corriente final se obtiene realizando el cociente entre la tensión aplicada y la resistencia que posee el arrollamiento, siendo esta última el VALOR DE RÉGIMEN. El valor final entonces de la corriente será:

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

Donde se debe notar que R es la suma de  $R_L$  más las asociadas al circuito considerado, la que es alcanzada posteriormente al instante de cierre de la llave.

### ***2.8.2.5 Unidades de inductancia***

La inductancia ( **L** ), es una medida de la oposición a un cambio de corriente de un inductor o bobina que almacena energía en presencia de un campo magnético, y se define como la relación entre el momento electro cinético  $\lambda$  y la intensidad de corriente eléctrica ( **I** ) que circula por la bobina.

$$L = \frac{\lambda}{I}$$

En una bobina el momento electro cinético  $\lambda$  es función del flujo magnético  $\phi$  y del número de vueltas **N** del devanado.

$$L = \frac{N \phi}{I}$$

La inductancia depende de las características físicas del conductor y de la longitud del mismo. Si se enrolla un conductor, la inductancia aumenta. Con muchas espiras se tendrá más inductancia que con pocas. Si a esto añadimos un núcleo de ferrita, aumentaremos considerablemente la inductancia. El flujo que aparece en esta definición es el flujo producido por la corriente **I**

exclusivamente. No deben incluirse flujos producidos por otras corrientes ni por imanes situados cerca ni por ondas electromagnéticas. Esta definición es de poca utilidad porque es difícil medir el flujo abrazado por un conductor. En cambio se pueden medir las variaciones del flujo y eso sólo a través del voltaje  $V$  inducido en el conductor por la variación del flujo. Con ello llegamos a una definición de inductancia equivalente pero hecha a base de cantidades que se pueden medir, esto es, la corriente, el tiempo y la tensión.

$$V_L = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Esta es la fórmula que se utiliza para la definición de la unidad de la inductancia. Despejando  $L$

$$L = V_L \frac{\Delta t}{\Delta I}$$

En el Sistema Internacional, la unidad de la inductancia es el "Henry" se ha adaptado al español con la forma Henrio, de símbolo  $H$ , llamada así en honor al científico estadounidense Joseph Henry.

Se dice que un inductor tiene una inductancia de 1 Henry cuando entre los extremos del mismo se produce una fuerza electromotriz de 1 voltio, cuando la corriente eléctrica que recorre el circuito varía uniformemente a razón de 1 amperio por segundo. Esto es

$$[L] = [V_L] \frac{[\Delta t]}{[\Delta I]} = \text{Volts} \cdot \frac{\text{Segundos}}{\text{Amper}} = \text{Henrios}$$

Se utiliza también la milésima parte del Henry, el "mili Henry",  $mH$ . O la millonésima parte, el "micro Henry",  $\mu H$ .

### 2.8.2.6 Símbolo de las inductancias

En la Figura 2.20 se representan esquemas de inductancias con núcleo de aire (para trabajar en altas frecuencias) y con núcleos de hierro o materiales de alta permeabilidad magnética para bajas frecuencias. Además se representa el símbolo del transformador.

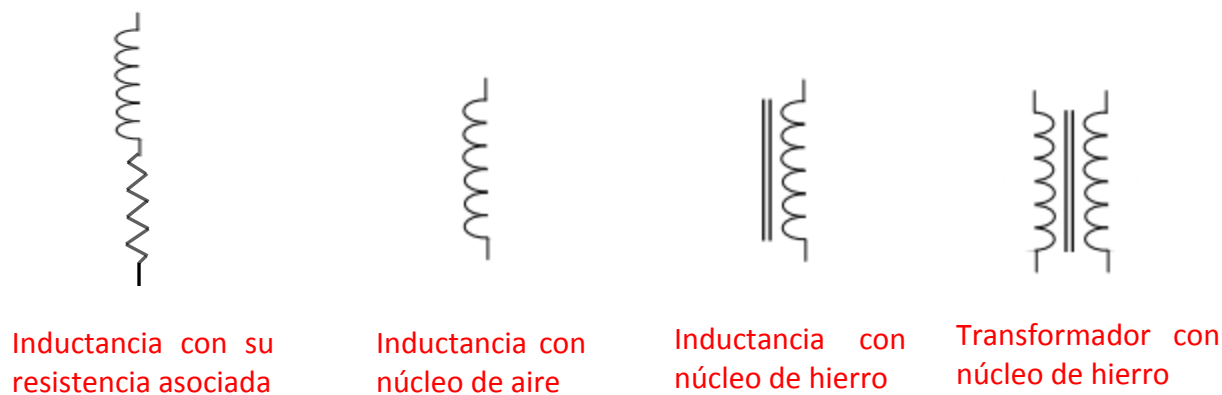


Figura 2.20

Una inductancia real se representa por una inductancia ideal en serie con una resistencia que es la del alambre con que está construida. En dicha resistencia se produce una pérdida de potencia, por lo que también se puede expresar como las pérdidas de la inductancia, de manera similar a un capacitor, que en este caso se expresa como el factor  $Q$  de la misma, y es la relación de  $X_L / R_L$

### 2.8.2.7 Construcción de inductancias

Generalmente se construyen arrollando un alambre de cobre aislado mediante un barniz en una forma cilíndrica de cartón, y en otras ocasiones, el arrollamiento se realiza sobre una resistencia de carbón de un valor mayor a  $1 \text{ M}\Omega$ . En este último caso, posteriormente se cubre con pintura aislante y se marca su valor mediante el código de colores.

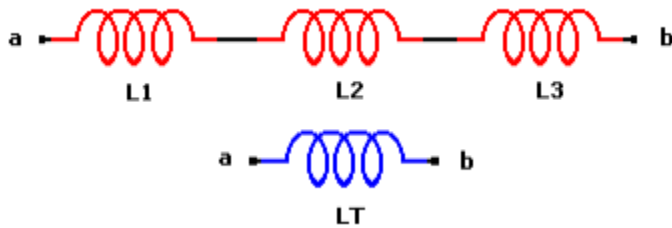


Asimismo, otras se fabrican incluyendo un núcleo fijo o roscado realizados de polvo sinterizado de cerámica magnética, conocidos con el nombre de ferritas, o bien aleaciones especiales de hierro con níquel, silicio, carbono, cromo, vanadio y cobalto. Los núcleos de ferritas son muy utilizados en bobinas para trabajar en altas frecuencias; y las aleaciones especiales en transformadores para construir fuentes conmutadas, muy utilizadas en la alimentación de computadoras personales. En este último caso, estas inductancias se comportan como acumuladores de campo magnético (energía cinética). Para el trabajo en radiofrecuencias como es en el caso ecógrafos, se utiliza la inductancia como transformador construida con dos arrollamientos y blindado con una caja metálica para que no lo afecten los campos exteriores. En la figura se muestran diferentes inductancias.

### ***2.8.2.8 Inductores en serie y en paralelo***

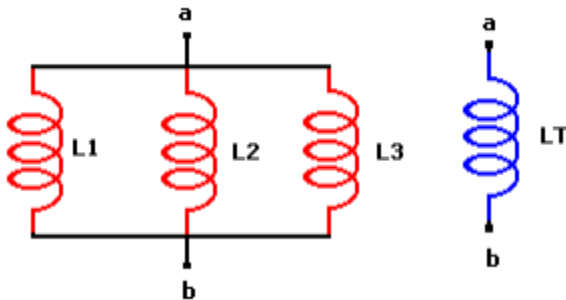
En muchas ocasiones es necesario agrupar el valor de varias bobinas o inductores que están conectadas en serie o paralelo. Se presenta el método a seguir para su simplificación. El cálculo del inductor o bobina equivalente (LT)

de inductores en serie es similar al método de cálculo del equivalente de resistencias en serie, sólo es necesario sumarlas. En el diagrama que sigue, hay 3 inductores o bobinas en serie. La fórmula a utilizar es: (sumatoria de los valores de los inductores)



$$L_T = L_1 + L_2 + L_3$$

El cálculo del inductor equivalente de varias bobinas en paralelo es similar al cálculo que se hace cuando se trabaja con capacitores. El caso que se presenta es para 3 inductores y se calcula con la siguiente fórmula



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

### 2.8.3 Condensadores

Este componente es también uno de los más utilizados en electrónica, en conjunto con las resistencias. Para poder interpretar su funcionamiento, en primer lugar se buscará, cual es el origen de estos dispositivos, para lo que se recordará de electrostática, qué fenómeno se produce cuando en dos conductores se acumulan cargas eléctricas. Si se dispone de dos conductores paralelos, que pueden ser dos placas conductoras, llamadas ARMADURAS, separadas por un elemento aislador que se denomina DIELECTRICO, de poco espesor (puede ser aire) y conectando a ellas los terminales de un generador

de tensión continua, se observará que no se producirá ningún paso de corriente por la presencia del dieléctrico, pero si habrá un movimiento de cargas con una acumulación de electrones en la armadura conectada al negativo de la fuente y un defecto de los mismos en la conectada al positivo, hasta que el par de conductores adquiere el mismo potencial que el generador. Igualmente ocurrirá en las caras del aislador que estén en contacto con las armaduras, fenómeno que se denomina polarización del dieléctrico, Figura 2.21; si se elimina la tensión aplicada, esta acumulación de cargas se mantiene debido a la fuerza de atracción eléctrica entre las mismas armaduras cargadas.

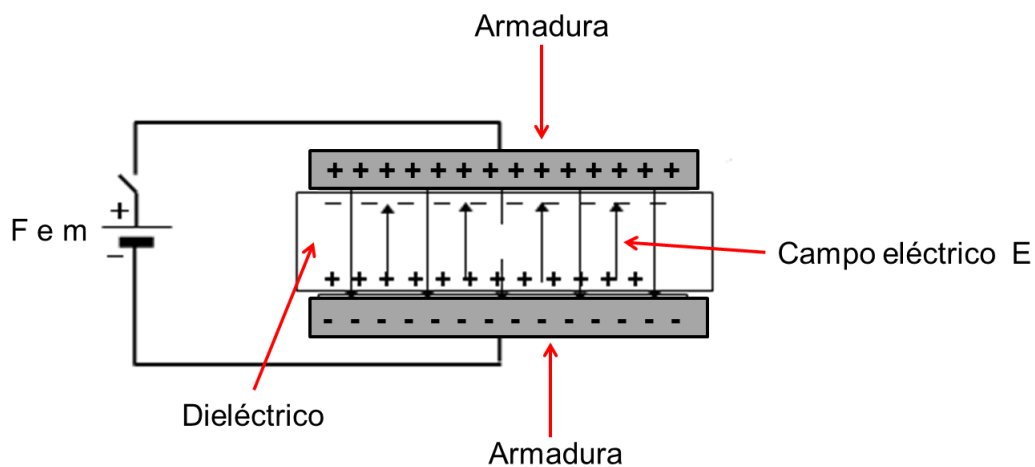


Figura 2.21

Si a continuación se unen las armaduras con un conductor, se producirá una corriente muy breve entre ellas, y se descargará, el condensador, quedando el mismo en las condiciones iniciales. Se debe tener en cuenta que entre las armaduras se produce un campo eléctrico E, como se observa en la Figura 2.21, almacenando Energía Potencial.

Por ello, la CAPACIDAD es por lo tanto, la posibilidad de acumulación de cargas eléctricas por parte del dispositivo así constituido, al que se lo denomina CONDENSADOR o CAPACITOR. Así entonces ahora se está en condiciones de

definir la capacidad, y que resulta del siguiente razonamiento de acuerdo a lo visto anteriormente.

$$q = C \cdot V$$

Expresión que dice que: la capacidad de acumular cargas ( $q$ ) entre dos conductores, es directamente proporcional al potencial que poseen entre ellos ( $V$ ) por una constante de proporcionalidad que depende de las características, forma y tamaño que poseen los conductores, y se expresa en cargas sobre voltios:

$$C = \frac{q}{V}$$

A esa constante de proporcionalidad se la denomina capacidad, y es el origen de los condensadores. En virtud de esta definición la capacidad se expresa en Columbios por Voltios. El material empleado en el dieléctrico es un elemento muy importante en la construcción de este tipo de componente, ya que determina factores tales como: máxima tensión de funcionamiento sin que se rompa la rigidez dieléctrica (actitud del mismo para que no se transforme en conductor con la tensión aplicada), capacidad, debido a la mayor o menor facilidad de cortarlo en láminas muy delgadas; y a su mayor o menor polarización; pérdidas dieléctricas, ya que a pesar de ser un material aislante, el mismo no es perfecto, por lo que existirá una corriente muy débil que tenderá a que se descargue el condensador en un tiempo determinado. Se puede ahora definir que la capacidad es directamente proporcional a la superficie de las armaduras e inversamente proporcional a la separación misma multiplicada por una constante, expresada en la siguiente relación:

$$C = \varepsilon \cdot \frac{S}{d}$$

- $\varepsilon$  : const. dieléctrica del material aislador  $\left(8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Faradios}}{\text{metro}} \text{ para vacío} \right)$
- $S$  : es el área de las armaduras en metros

- $d$  : es la separación entre las armaduras que se corresponde con el espesor del dieléctrico en metros.

### 2.8.3.1 Equivalencia con elementos mecánicos

Para entender mejor al condensador, se puede hacer una comparación con mecánica, y se encuentra que un dispositivo mecánico que acumula energía potencial es el resorte, Figura 2.22.

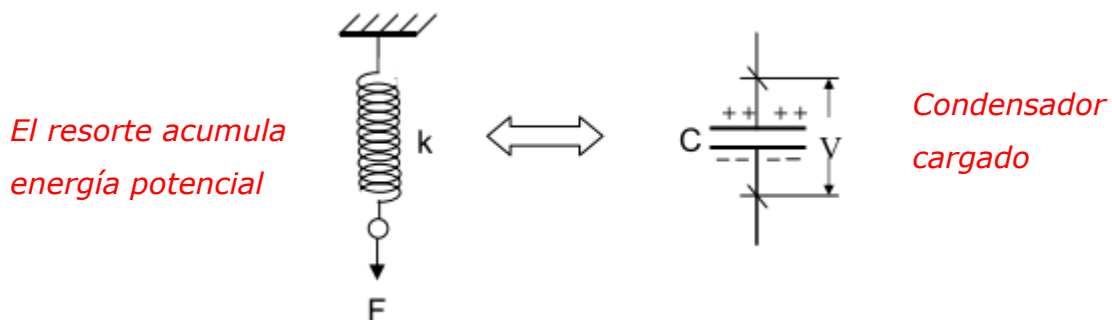


Figura 2.22

El resorte, tiene una constante de formación  $k$ , que al aplicarle la fuerza  $F$  se carga de energía potencial o acumula la misma, de una manera similar a la carga del condensador mediante una fuente de corriente continua. Al sacarle la fuerza  $F$  al resorte, trata de recuperar su posición inicial por lo que se desplaza hacia arriba, transformando su energía potencial en cinética, que se consume en forma de trabajo. Si ahora descargamos al condensador a través de un conductor entre sus armaduras, la energía potencial se transforma en cinética, ya que por unos instantes circula una corriente, y la misma se transforma en calor en el conductor. Como se puede observar, el comportamiento del condensador es equivalente a este componente mecánico.



### 2.8.3.2 Comportamiento ante corriente alterna

Conviene ahora, antes de seguir adelante, hacer un breve análisis de lo que sucede con el condensador cuando se le aplica una corriente alterna armónica. Al producirse el efecto descrito, se carga y descarga sucesivamente por la C.A., y se puede asegurar que se produce una verdadera circulación de corriente, Figura 2.23 (a) aunque la misma no fluya a través del dieléctrico, con lo que se llega a una de las principales aplicaciones del condensador en la práctica, que es la de separar corrientes continuas de alternas, cuando existen simultáneamente.

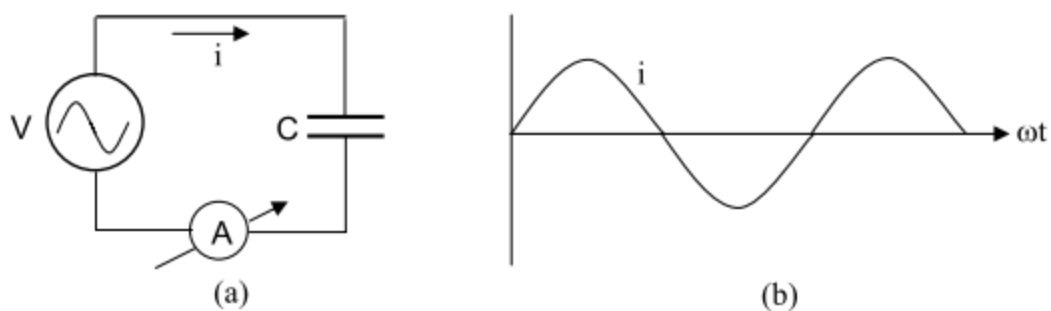


Figura 2.23

Sin embargo, y a pesar de que la corriente alterna puede circular por el condensador, se producirá un desfase entre ésta y la tensión aplicada, de forma que cuando la corriente está en su máximo valor, la tensión pasará en ese instante por cero, todo ello dentro del período que posee la corriente alterna. Figura 2.23 (b). Posteriormente, cuando se estudien circuitos de corriente alterna, se volverá sobre este tema.

### 2.8.3.3 Unidades de capacidad

En cuanto a la unidad para la capacidad se denominó Faradio (F), en honor al físico Faraday y dado que la misma es muy grande, se utilizan submúltiplos tal

como se muestra a continuación y los símbolos que se utilizan para los capacitores, Figura 2.24:

$$1 \text{ microfaradio} = 1 \mu F = 10^{-6} \text{ Faradios}$$

$$1 \text{ nanofaradio} = 1 \eta F = 10^{-9} \text{ Faradios}$$

$$1 \text{ picofaradio} = 1 \rho F = 10^{-12} \text{ Faradios}$$

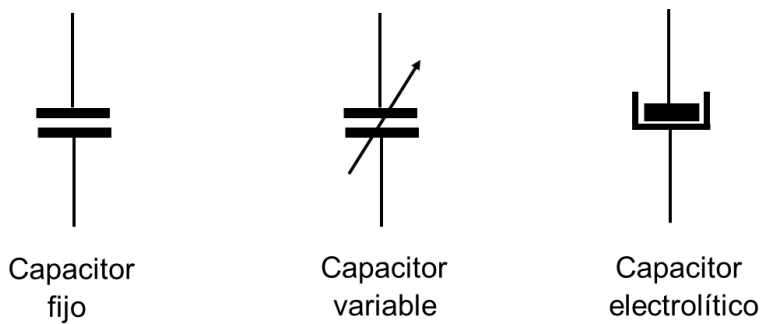


Figura 2.24

Se observa en la tabla que un nanoFaradio (nF) equivale a 1.000 picoFaradios (pF). Por ello, es muy común que los fabricantes en lugar de la designación de nF utilicen la letra K, es decir que 1 nF es igual a 1 KpF, o lo que es lo mismo, 1.000 pF, de forma que siempre se lea en el cuerpo de un condensador su valor expresado por un número seguido de la letra K, lo cual indicará que se ha utilizado el pF en la designación de su valor.

### 2.8.3.4 Construcción de condensadores

El mercado actual brinda un amplio surtido de tipos de diferentes condensadores, por lo que es interesante conocer sus principales características para utilizarlos racionalmente.

- Capacitores cerámicos** : En primer lugar se describirán los cerámicos, los que normalmente están contruidos por una base tubular de cerámica (también existen otras formas), cuyas superficies interior y exterior están metalizadas con plata y sobre ella dispuestos los terminales mediante un casquillo soldado o arrollados al tubo. Sobre este conjunto hay una envoltura aislante, tanto eléctricamente como para que no penetre la humedad. Se utilizan en circuitos de alta frecuencia, con tipos compensados en temperatura (varían mucho con ella) y bajas tolerancias, y son usados también en bajas frecuencias, especialmente para separar corriente continua de alterna. Su aspecto exterior, puede ser como el descrito o de disco, que son los más populares: también existen rectangulares o cuadrados, pero no son muy comunes. El valor está marcado en el cuerpo del condensador, como así también su TENSIÓN DE TRABAJO, siendo la más común de 50 Volt. Detalles constructivos se observan en la Figura 2.25.

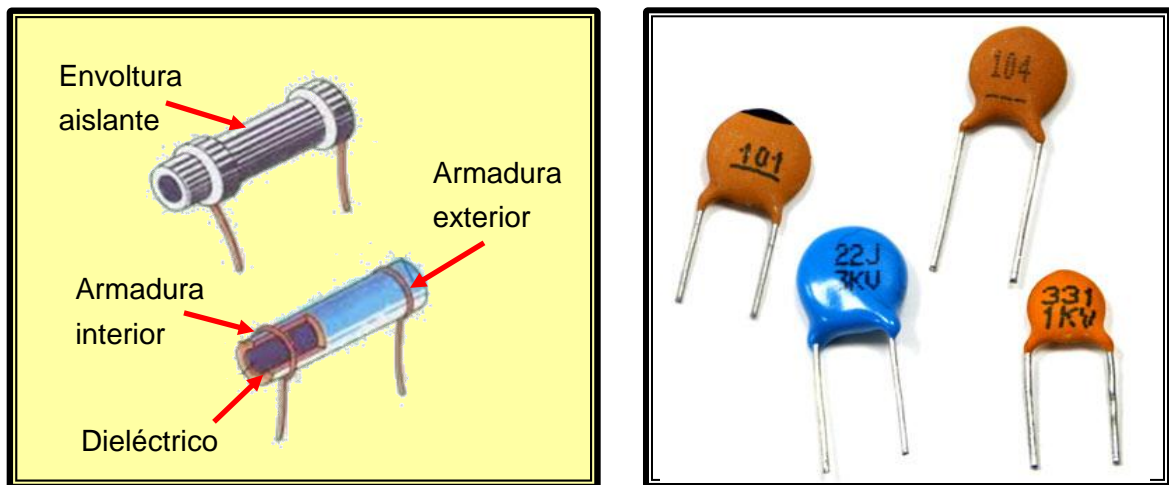


Figura 2.25

- Capacitor de poliéster (plástico)** : Otro capacitor de uso muy amplio y de excelentes características es el de poliéster. El dieléctrico es justamente el poliéster. Se construyen, con dos finas cintas de poliéster metalizadas por una cara, dejando una banda sin cubrir en el borde y en

sitios opuestos en cada una arrollada entre sí. Los terminales se fijan en las dos bases del cilindro así formado de manera que cada uno estará en contacto únicamente con el metalizado de la cinta que no tenga banda lateral en el borde. El conjunto va recubierto con una envoltura aislante. Es más común su construcción con la forma que se observa en la Figura 2.25. Este modelo de condensador, es muy utilizado en aquellas partes del circuito en las cuales se requiera buena estabilidad en temperatura. Se emplean en frecuencias bajas y medias. Otra utilización importante es como condensador de arranque para pequeños motores de inducción para trabajar en 220 Volt de C.A. , en este caso, el condensador está preparado para una tensión de trabajo de 600 Volt.

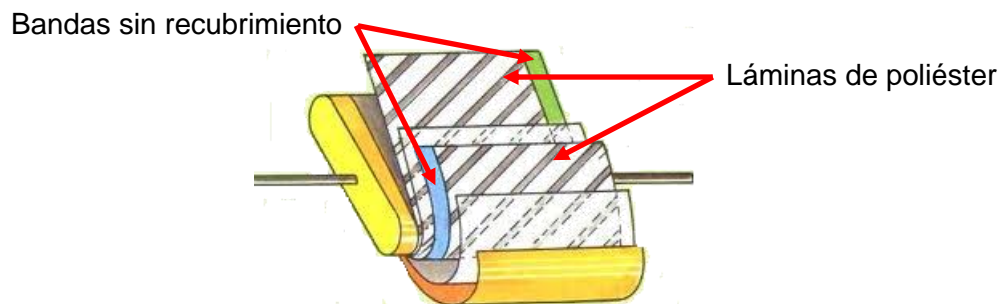


Figura 2.25

Tienen la ventaja de conseguirse capacidades relativamente elevadas a tensiones de trabajo que superan los 1.000 Volt; además si se produce una perforación del dieléctrico por un exceso de tensión, el metal se vaporiza en una pequeña zona rodeando la perforación y evitando el cortocircuito, con lo que el condensador no se destruye y puede seguir funcionando.

- **Capacitor de mica** : Otros tipos de condensadores son los de mica. Estos se construyen en bajas capacidades y consisten en dieléctricos de mica y armaduras metalizadas con plata formando una especie de

sándwich. Su principal característica es su gran estabilidad con la frecuencia y su uso es en altas frecuencias, especialmente en circuitos resonantes. Su formato puede ser rectangular o cuadrado y están moldeados en una resina aislante. La tensión de trabajo puede llegar a 500 Volt. Los valores generalmente están especificados utilizando el código de colores. Se fabrican con las siguientes tolerancias: 5%; 10% y 20 % y además sus terminales pueden ser conectados en C.C. en forma indistinta.

- **Capacitores electrolíticos** : Otros condensadores muy utilizados son los electrolíticos de aluminio y de tántalo o tantalio. Los primeros permiten obtener valores de capacidades desde 1 hasta varios miles de microFaradios en volúmenes muy pequeños y los segundos hasta 50  $\mu\text{F}$ . Los de aluminio están formados por una hoja de cinta o banda de este material muy rugosa, recubierta por una capa de óxido de aluminio que actúa como dieléctrico, sobre el óxido hay una lámina de papel, impregnada en un líquido conductor, denominado electrólito y sobre ella una segunda lámina de aluminio que proporciona el contacto eléctrico al papel. Todo el conjunto se encuentra arrollado e introducido en un envase tubular de aluminio cerrado herméticamente y que, en la mayoría de los modelos, se utiliza como contacto eléctrico a la segunda lámina de aluminio y permite fijar en él (envase tubular de aluminio) uno de los terminales, estando el otro conectado a la otra lámina.

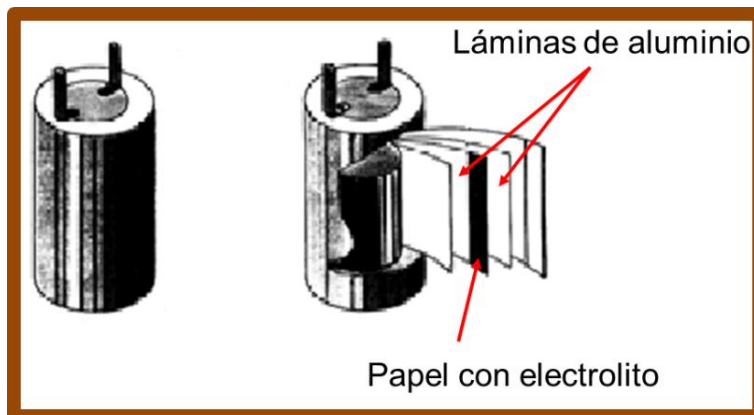


Figura 2.26

Este tipo de condensador es de polaridad fija, es decir, únicamente puede funcionar si es aplicada la tensión continua exterior con el positivo unido al ánodo correspondiente a la lámina de aluminio recubierta de óxido, y el negativo a la caja metálica o cátodo. No son aptos para C.A. Su uso fundamental es como filtro en los rectificadores de corriente alterna. En la Figura 2.26 se exponen detalles constructivos de estos condensadores. Observe que los terminales son radiales para colocarlos en circuitos impresos. Su principal cualidad es que se consiguen valores muy altos de capacidad en pequeños tamaños. Los valores comunes que se obtienen van desde  $1\mu\text{F}$  hasta  $5.000\mu\text{F}$ . Por supuesto que también se fabrican de valores mayores. La tensión de trabajo de los de aluminio es muy variada y va desde 16 hasta 400 Volt, pasando por varios valores intermedios. La tolerancia de estos componentes es muy pobre y puede llegar normalmente al 50%. Se fabrican algunos especialmente para ser utilizados en C.A., más particularmente en audiofrecuencias, en filtros pasa bajos de los sistemas reproductores (parlantes), y que son no-polarizados. Los valores normales son de  $2,2\mu\text{F}$  y de  $4,7\mu\text{F}$  con tensiones de trabajo normales de 63 Volt. Al ser no polarizados significa que sus terminales no están marcados: Es equivalente a conectar dos unidades en serie como se observa en la Figura 2.27. Se fabrican de  $2,2$  y  $4,7\mu\text{F}$  a 63 Volt.

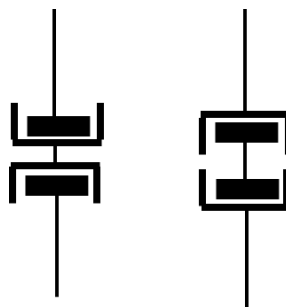
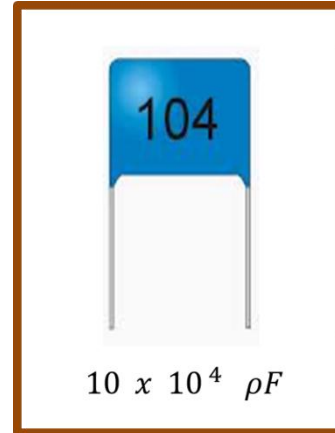


Figura 2.27

Esta conexión en la cual se conectan los dos terminales positivos entre sí o los dos negativos, se denomina espalda con espalda, y en caso de necesitarlos y no disponerlos se puede realizar esta configuración, teniendo cuidado de que para un valor determinado final, se deben colocar dos iguales del doble de su capacidad y la tensión de trabajo se incrementa al doble. Pero nuevamente se debe hacer una advertencia: son componentes para uso en audiofrecuencias y en bajas potencias. En cuanto a los capacitores de tántalo, su proceso de fabricación se muestra en la Figura 2.43 (b) y tienen una cierta similitud con los de aluminio, una mayor capacidad para un determinado tamaño. En lugar de aluminio se utiliza una lámina de tántalo y el electrolito suele ser seco. Posee un bajo factor de ruido eléctrico, en el que supera ampliamente al de aluminio. Además del tubular, también se fabrican en forma de gota, más popular. El valor se distingue de dos formas: por la colocación del mismo en el cuerpo en los tubulares, o por el uso del código de colores en los de gota, aunque también se coloca su valor. Respecto al código de colores, su marcación es la que se observa un capacitor de poliéster con la aplicación del código de colores, Figura 2.28. Respecto a la tensión de trabajo de los de tantalio, se fabrican para 3 V; 6,3 V; 10 V; 16 V; 25 y 35 V.



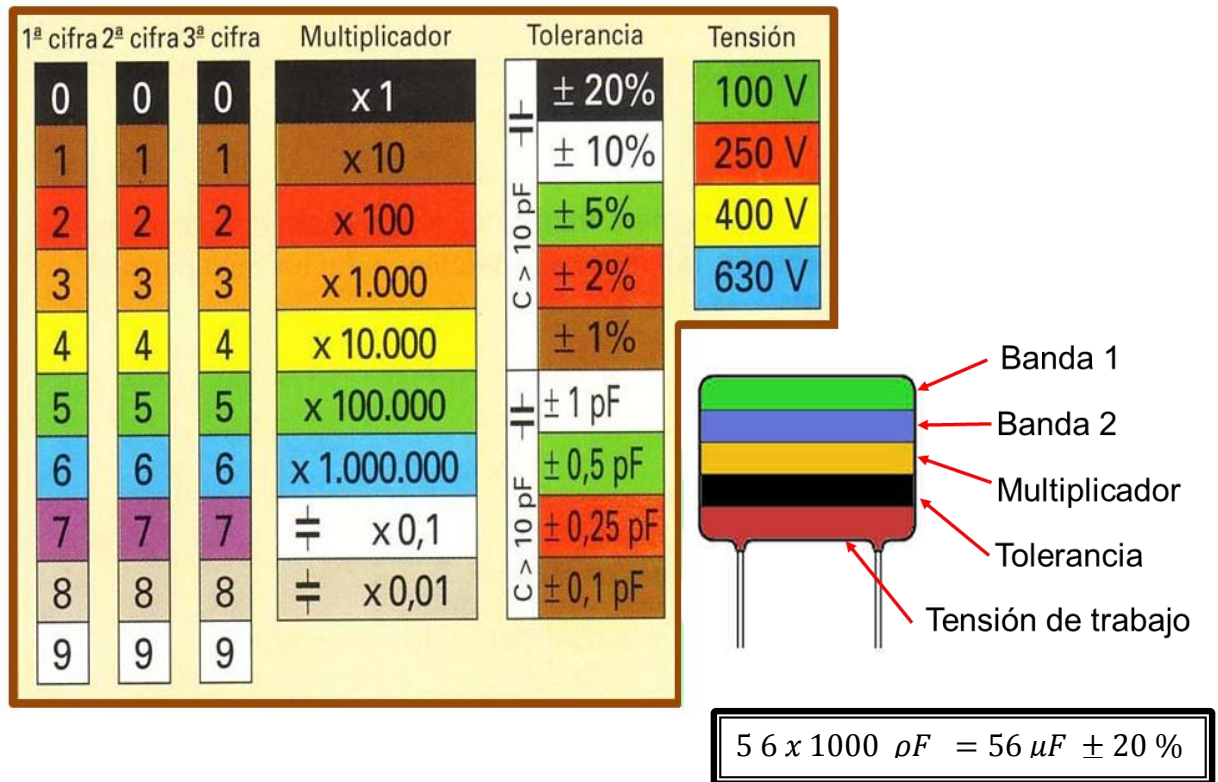


Figura 2.28

**Capacitores variables** : Finalmente, también se construyen condensadores variables del tipo con dieléctrico de aire o de poliéster. Se puede observar en la Figura 2.29 . Su aspecto consiste en una parte móvil y una fija. La parte móvil corresponde a una armadura compuesta de láminas o chapas de aluminio comandadas por un eje, y la parte fija es la otra armadura. El dieléctrico es de aire. Este modelo también se fabrica con dos o tres unidades en tándem, o sea comandadas por un solo eje que gira 180°. Es muy popular en los receptores de radio para sintonizar estaciones. Además la curva de capacidad con la rotación es logarítmica. Esta última condición está relacionada a la respuesta en resonancia de los circuitos paralelo, como se verá más adelante. En cuanto a las capacidades con que se fabrican, en general pueden ser de 465 pF; o de 175 pF cuando las placas móviles están totalmente introducidas en las fijas y poseen una mínima de 10 a 15 pF.





( a )



( b )

Figura 2.29

La tensión máxima de trabajo de estos componentes comunes no es superior a los 600 Volt. Sin embargo, para equipos transmisores se fabrican hasta de 10.000 Volt con diferentes capacidades. Se fabrican también condensadores de preajuste, denominados TRIMMER, que pueden ser de diferentes formas. Uno de los modelos se presenta en la Figura 2.29 (b). Consiste en dos armaduras de hierro estañadas; una de las láminas es fija y la otra, elástica. Entre ambas está dispuesto el dieléctrico de mica o poliéster y mediante un tornillo se puede ajustar el valor de la capacidad. El máximo valor está en aproximadamente 30 pF. La tensión de trabajo es media.

#### 2.8.4 Características principales de los capacitores.

- **Tensión de trabajo** : Para un condensador dado, si sobrepasamos la TENSIÓN DE TRABAJO (Working Voltage, WV) para el que ha sido diseñado, se puede destruir el mismo al producirse un arco eléctrico (chispa) y perforar el dieléctrico. Por este motivo, todos los condensadores tienen asignada una tensión de trabajo.

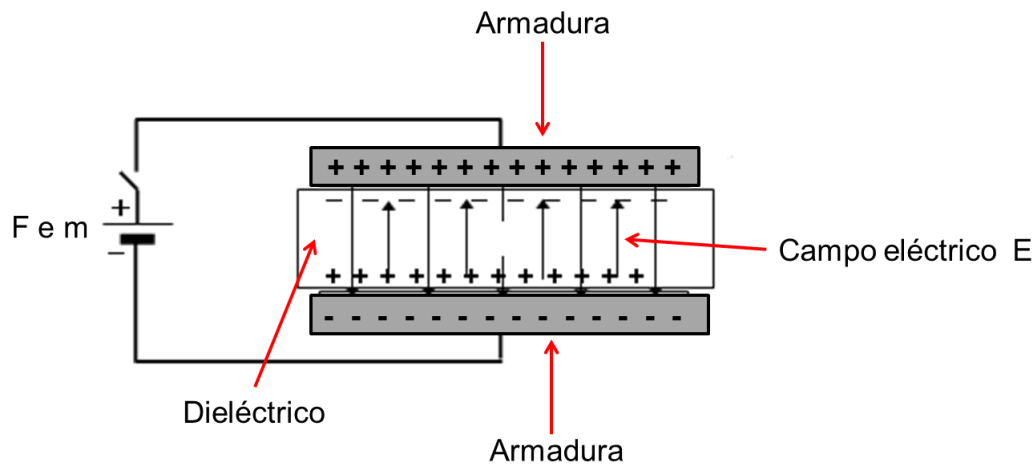
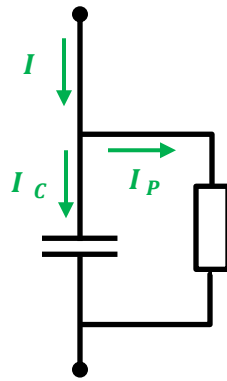


Figura 2.30

Debemos fijarnos si se refiere a tensión alterna o a tensión continua, y tener siempre presente este dato cuando trabajemos con tensiones eficaces, pues tendremos que convertir a tensiones de pico. La capacidad de un dieléctrico de soportar una tensión dada sin perforarse, se llama RIGIDEZ DIELECTRICA. En la Figura 2.30 se representa un condensador plano de placas paralelas; el dieléctrico se interpone entre ambas placas, evitando que éstas entren en contacto. Cada dieléctrico posee características diferentes, y es el que confiere las propiedades al condensador, por lo que los condensadores se clasifican por el tipo de dieléctrico que utilizan.

- **Pérdidas en un capacitor :** Otra consideración a tener en cuenta en aquellas aplicaciones en las cuales tenga importancia la calidad del dieléctrico, es su cualidad de aislador. La misma se puede materializar como una resistencia en paralelo que representa la pequeña corriente que se derivaría por ella, Figura 2.31. Es razonable pensar que si el dieléctrico es perfecto, el valor de dicha resistencia tendería a infinito. También se considera como las PÉRDIDAS DEL CONDENSADOR ya que el producto de dicha resistencia por la corriente circulante al cuadrado es la potencia que se disipa en el dieléctrico.



$$Pot_{dieléctrico} = R \cdot I_P^2$$

Figura 2.31

Sin lugar a dudas, así como se puede representar por una resistencia en paralelo, también vale la representación con una resistencia en serie. En ambos casos la potencia disipada por ellas debe ser mínima. Se puede razonar que en el caso de la resistencia en paralelo, la misma, como ya se expresó en párrafos anteriores debe ser muy grande, tendiendo a infinito; y en el caso de la resistencia en serie, la misma debe ser muy pequeña o tender a cero.

## 2.9 Resumen

### 2.9.1 Resumen de Resistencias

Las resistencias son uno de los componentes más utilizados en electrónica, ya que todos los equipos las utilizan. Su misión es producir caídas de tensión para lograr, a partir de una fuente de tensión fija producir un determinado valor. Las más comunes de valor fijo se fabrican del tipo pirolíticas de carbón o metalizadas. Ambas se construyen a partir de un cilindro de porcelana sobre la que se deposita grafito (carbón) o metal. Luego se le extrae parte de él formando una hélice, lo que fija el valor en ohm de la misma. Para su conexión con el resto del circuito, se le colocan casquillos metálicos en los extremos con conductores de hierro estañado. El tamaño de las mismas permite que circule más o menos corriente. A mayor corriente, mayor tamaño y disipación de mayor potencia. Se fabrican para potencias de: 1/10 ; 1/2 ; 1 ; 2 y 4 vatios. El valor de estos dispositivos se coloca de acuerdo a un código de colores

mediante bandas sobre el cuerpo. Se fabrican con cuatro o cinco bandas de colores. Las dos primeras (o tres) definen las dos (o tres) cifras significativas, y la tercera (o cuarta) el multiplicador. La última banda en ambas es la tolerancia. Las tolerancias normalizadas son del 5%, 10% (oro o plata) y para mayor tolerancia, se le coloca (1%, 2%) el color correspondiente. Es importante destacar ahora, que para el mismo tamaño el valor óhmico puede ser por ejemplo de  $1\Omega$  o de 1 millón de ohms. Los valores de resistencias además están normalizados. Cuando es necesario que circule mayor corriente en la resistencia (de acuerdo al circuito), se utilizan las de alambre bobinado sobre un cuerpo de porcelana. Ellas pueden ser de 5, 10, 25 o 50 vatios. En éstas, el valor se imprime en números sobre el cuerpo. Estas mismas resistencias pueden tener un tercer terminal o brida de metal, permitiendo esta última, fijar un valor deseado de resistencia. Por otro lado, también se fabrican resistencias variables y potenciómetros. Estos últimos pueden ser circulares o lineales. Así mismo, la variación de la resistencia con el giro del eje o el desplazamiento lineal del cursor, puede ser lineal o logarítmico.

Este último se utiliza para el control de volumen de receptores de radio y televisión o de equipos de audio. Ello es porque nuestro sistema auditivo funciona logarítmicamente. Finalmente, también se fabrican potenciómetros de pre ajuste para instrumentos.

## 2.9.2 Resumen de inductores

Otro componente muy común en electrónica es la inductancia. Este dispositivo actúa por la acción de campos magnéticos producidos por la circulación de corrientes en conductores. Este campo magnético hace que aparezca un efecto conocido en mecánica y que se denomina inercia. La inercia es el efecto que aparece al acelerar o desacelerar una masa que se desplaza con velocidad constante. Ello hace que la velocidad final no se alcance en forma instantánea si no que se produce un retardo entre el desplazamiento entre de la masa y su velocidad. Un efecto equivalente encontraron los investigadores Faraday y Henry: al circular corriente por los conductores se produce un campo magnético que retrasa la misma con respecto a la tensión aplicada. Así

entonces aparece la inercia eléctrica, responsable de fenómenos que se manifiestan en forma muy acentuada cuando circula corriente alterna. Esta inercia eléctrica se denomina Inductancia cuya unidad es el Henrio (Hy) y su signo es la letra " L ". La poseen todos los circuitos y su valor se incrementa realizando un arrollamiento de conductor tipo solenoide. Asimismo, si además si se le introduce a esta bobina un material permeable al campo magnético, se vuelve a incrementar su valor. En C.A. este fenómeno produce que la corriente se atrase permanentemente con respecto a la tensión aplicada en un valor próximo a los 90°. Por otro lado, la resistencia que le ofrece a la C.A. denominada reactancia inductiva, la que es directamente proporcional a la frecuencia; por ello en corriente continua, es un circuito de muy baja resistencia, limitada solamente por la resistencia que posee el alambre con que está construida. Por otro lado, si se construyen arrollamientos muy cercanos entre sí, también aparece la inductancia mutua (M).

Esta construcción le permitió a Faraday formular las leyes de la fuerza electromotriz inducida. Apoyándose en ellas, se construyen los transformadores.

### 2.9.3 Resumen de capacitores

Los capacitores o condensadores son también dispositivos pasivos y lineales. El término capacidad aparece como la habilidad que poseen dos conductores o láminas de metal para adquirir cargas eléctricas. De allí entonces que si a esos conductores o láminas (armaduras) se los conecta a una fuente de corriente continua, en un instante algunas cargas de la fuente se desplazarán a las armaduras y ellas quedarán polarizadas. Una adquirirá el potencial mayor de la fuente, y la otra el menor. En ese instante, cesa el flujo de cargas y las armaduras poseen el mismo potencial que la fuente. Si se desconecta la fuente, las cargas se mantienen, ya que aparece un campo electroestático que las mantiene. En el interior de las armaduras existe un aislador o el aire o el vacío. Este, se denomina dieléctrico y es un aislante. Por ello las cargas no migran del positivo al negativo. Por otro lado, el dieléctrico también se polariza en forma inversa a las armaduras. Este dispositivo se denomina condensador y

posee innumerables aplicaciones en los circuitos electrónicos. Su función, es mantener potenciales constantes. Se obtiene la capacidad a partir de la siguiente expresión:  $q = C \cdot V$ ; la cantidad de cargas acumuladas en las armaduras es directamente proporcional al voltaje por una constante de proporcionalidad,  $C$  que es quien define a la capacidad. Se define de la siguiente manera:  $C = \epsilon S/d$ ; dónde " $\epsilon$ " es la constante dieléctrica del dieléctrico, " $S$ " el área de las armaduras y " $d$ " la separación entre ellas. Es importante destacar en este momento que el equivalente mecánico de la capacidad  $C$  es la constante de deformación de un resorte  $k$ . El resorte acumula energía potencial al igual que el condensador acumula energía electrostática. Su unidad es el Faradio y dado que ésta es muy grande se utilizan los siguientes submúltiplos: microfaradio:  $10^{-6} \text{ F} = \mu\text{F}$ ; nanofaradio:  $10^{-9} \text{ F} = \text{nF}$  y el picofaradio:  $10^{-12} \text{ F} = \text{pF} = \mu\mu\text{F}$ . Un factor importante en los capacitores es su tensión o voltaje de trabajo. Ello define el mayor potencial a aplicar entre sus armaduras. Así entonces, se fabrican capacitores para voltajes altos (mayor tamaño) y para voltajes bajos (menor tamaño). Los dieléctricos utilizados más comúnmente son los siguientes: poliéster, cerámica y mica. Estos dispositivos son bipolares o sea que se pueden conectar a la C.C. independientemente de los potenciales. Es importante destacar que se comportan como un circuito abierto a la C.C.; sin embargo, a la C.A. poseen una cierta resistencia denominada reactancia capacitiva. Se aclara que en C.A. por el interior del condensador no circula la misma. En el circuito externo conectado circula la misma pero es por la carga y descarga cíclica e este dispositivo. Además produce que la corriente se adelante a la tensión. Cuando se necesitan capacitores de valores muy grandes, especialmente en la transformación C.A. a C.C. se fabrican los denominados condensadores electrolíticos. Estos son polarizados, lo que indica que se debe conectar el terminal positivo al positivo de la fuente o circuito y el negativo también al negativo. No se pueden usar en C.A. El área de las armaduras se fabrica de aluminio y se incrementa porque las mismas son rugosas. El dieléctrico es el óxido de aluminio y se forma por la acción del potencial aplicado. No son estables en sus valores. Cuando se necesita estabilidad se utilizan los

electrolíticos de tantalio, pero son más caros. Finalmente, para aplicaciones en audiofrecuencias, a la salida de los amplificadores, se utilizan los electrolíticos no polarizados en valores muy bajos de capacidad, por ejemplo 4,7 $\mu$ F.

## 2.10 Preguntas de autoevaluación

- 34) ¿Qué implica que un componente sea lineal y pasivo?
- 35) ¿Cuáles son los símbolos utilizados para indicar una resistencia en un circuito?
- 36) ¿Cuáles son las características distintivas de una resistencia común y para qué se utilizan?
- 37) ¿Cuáles son los tipos de resistencias utilizadas más comunes?
- 38) ¿Cómo se construyen las resistencias pirolíticas?
- 39) ¿Qué características tienen las resistencias pirolíticas y para qué se utilizan?
- 40) ¿Cómo se construyen las resistencias metalizadas?
- 41) ¿Qué características tienen las resistencias metalizadas y para qué se utilizan?
- 42) ¿Cómo se construyen las resistencias de alambre?
- 43) ¿Qué características tienen las resistencias de alambre y para qué se utilizan?
- 44) ¿Qué es el código de colores de las resistencias pirolíticas? ¿ para qué se

utiliza?

- 45) ¿Con qué colores se indican los números 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 en el código de colores de las resistencias?
- 46) ¿Cómo se utilizan las bandas de colores para indicar el valor de una resistencia? ¿Qué indica cada banda de color?
- 47) ¿Qué indica la tolerancia de una resistencia? ¿Cómo se indica con la tolerancia que la resistencia tiene mayor precisión?
- 48) ¿Cómo se indica con el código de colores que una resistencia tiene una tolerancia del 20%, del 10%, del 5%, del 2% y del 1%?
- 49) ¿Por qué la separación entre los valores normalizados de las resistencias varía de acuerdo a la tolerancia de las mismas?
- 50) ¿Cómo son las resistencias ajustables para grandes potencias? ¿Para qué se utilizan?
- 51) ¿Cómo son los potenciómetros de pre ajuste? ¿Cuál es el nombre comúnmente usado?
- 52) ¿Cómo son los Preset y para qué se utilizan?
- 53) ¿Cómo son los Trimpot y para que se utiliza?
- 54) ¿Cómo son y para que se utilizan los potenciómetros de ajuste para uso continuo?
- 55) ¿Cómo son y para que se utilizan los potenciómetros de alambre?
- 56) ¿Cómo son y para que se utilizan los Reóstatos?
- 57) ¿Qué diferencias existen entre los potenciómetros de ajuste lineal y los de



ajuste logarítmico?

58) ¿Qué es un inductor y como se construye?

59) ¿Qué sucede con la corriente de un inductor cuando se conecta a corriente continua? ¿Cómo se obtiene el valor de régimen?

60) ¿Qué sucede con tensión y la corriente en un inductor cuando estaba circulando una corriente y de repente se interrumpe?

61) ¿La corriente parece que se atrasa o parece que se adelanta cuando se conecta un inductor a una fuente de tensión? ¿Por qué?

62) ¿Con qué unidades se mide la inductancia del Sistema Internacional?  
¿Cuál es la equivalencia con otras unidades del Sistema Internacional?

63) ¿De qué depende la inductancia de una bobina? ¿Cuál es la fórmula general que se utiliza?

64) ¿Cuáles son los símbolos de la inductancia con núcleo de aire y de la inductancia con núcleo de hierro?

65) ¿Cuál es la diferencia de una inductancia con núcleo de hierro, con núcleo de aire y con núcleo de ferrita? ¿Cuáles son los usos?

66) ¿Qué sucede con el valor de la inductancia de un inductor si tiene un núcleo de aire y se le agrega un núcleo de hierro?

67) ¿Cómo se calcula la inductancia equivalente de inductores en serie?

68) ¿Cómo se calcula la inductancia equivalente de inductores en paralelo?

69) ¿Cómo está formado un capacitor? ¿Qué es la armadura y el dieléctrico?

70) ¿Qué sucede en un capacitor cuando se conecta a una fuente de tensión

continua, luego de un tiempo se desconecta la fuente y posteriormente se cortocircuitan los terminales?

- 71) ¿Qué es la capacidad de un capacitor? ¿Cómo se define?
- 72) ¿Qué características tiene que tener el dieléctrico de un capacitor?
- 73) ¿Cómo se relaciona la capacidad con las dimensiones de la armadura y el dieléctrico?
- 74) ¿Cuál es la equivalencia entre un capacitor y un elemento mecánico?
- 75) ¿Qué sucede cuando un capacitor se conecta a una corriente alterna?
- 76) ¿Cuál es la unidad de capacidad eléctrica en el Sistema Internacional?  
¿Cuáles son sus múltiplos y divisores más comunes?
- 77) ¿Cómo están contruidos los capacitores cerámicos? ¿Qué características destacables tienen?
- 78) ¿Cómo están contruidos los capacitores de poliéster? ¿Qué características destacables tienen?
- 79) ¿Cómo están contruidos los capacitores de mica? ¿Qué características destacables tienen?
- 80) ¿Cómo están contruidos los capacitores electrolíticos? ¿Qué características destacables tienen?
- 81) ¿Cómo están contruidos los capacitores de tantalio? ¿Qué características destacables tienen?
- 82) ¿Cómo están contruidos los capacitores variables? ¿Qué características destacables tienen?

83) ¿Qué es la tensión de trabajo en un capacitor? ¿Qué pasa si se supera?

84) ¿Qué son las pérdidas en un capacitor? ¿Cuándo se tienen que tener especialmente en cuenta?

85) ¿Cómo se calcula la capacidad equivalente de capacitores en serie?

86) ¿Cómo se calcula la capacidad equivalente de capacitores en paralelo?

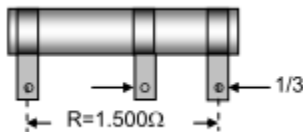
## 2.11 Ejercicios propuestos

8) Dados los siguientes colores: amarillo, violeta, plata y plata en una resistencia de cuatro bandas, determinar su valor y tolerancia.

9) Si se conectan dos resistencias en paralelo que poseen cuatro bandas y tienen los siguientes colores: una: marrón, verde, naranja, oro y la otra: rojo, verde, rojo, oro, cuál será el valor equivalente?

10) Se dispone de una resistencia de 1W con cuatro bandas con los colores: amarillo, violeta, oro y plata. ¿Cuál es la máxima corriente que admite?

11) Se posee una resistencia fija ajustable de  $1500\Omega$ , y la brida de ajuste se coloca en la tercera parte de la misma a partir de la derecha, qué valor se obtendrá entre el terminal fijo de la izquierda y la brida ajustable?



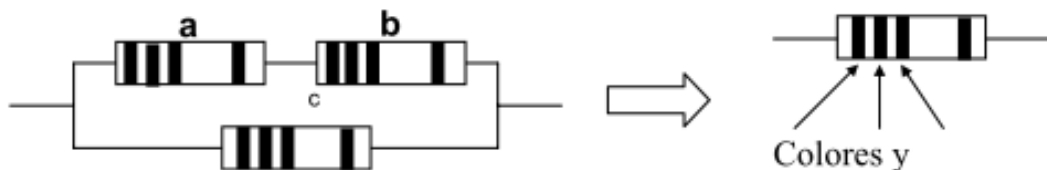
12) Si cuatro resistencias que poseen el mismo valor e igual potencia se

conectan en paralelo ¿Cuál es el valor final y la potencia de la resistencia equivalente?

13) Sea un potenciómetro ajustable del tipo trimpot. El tornillo de ajuste tiene 10 vueltas para todo el recorrido. El valor total es de 100 K $\Omega$ . Si se le conecta una resistencia fija de 50 K $\Omega$  en paralelo con los extremos del trimpot; y si este está en la mitad del recorrido, ¿cuál es el valor final entre cualquiera de los extremos y la mitad del recorrido? ¿Cuál es el valor final entre los extremos del trimpot?

14) Dadas dos resistencias de 100  $\Omega$  cada una, pero una de 1W y la otra de 2W. Están conectadas formando un circuito en paralelo. ¿Cómo será la corriente que circulará por cada una? ¿Cuál es la tensión máxima que admite el circuito? ¿Cuál es la corriente máxima total que admite el circuito?

15) Dado el circuito compuesto por tres resistencias con sus correspondientes colores: a: verde-naranja y rojo; b: amarillo-azul y rojo; c: marrón-negro y naranja, y todas de la misma tolerancia. Determine el valor final y coloque los colores y multiplicador.



16) Se necesita una resistencia de 500 $\Omega$  y que admita una potencia de 5W. No

se dispone de la misma y solo se disponen de resistencias de  $\frac{1}{2}$  W de cualquier valor. Determine un circuito con las resistencias disponibles (en paralelo o en serie) de manera de lograr la resistencia con el valor y la potencia que se necesitan.

- 17) Completa la siguiente tabla con los valores de las resistencias según el código de colores

1º Banda	2º Banda	3º Banda	Valor ( $\Omega$ )
Rojo	Rojo	Negro	
Amarillo	Verde	Naranja	
Violeta	Azul	Negro	
Negro	Naranja	Negro	
Verde	Verde	Verde	
Marrón	Blanco	Marrón	

- 18) Completa la siguiente tabla con los colores que deben aparecer en el cuerpo de la resistencia.

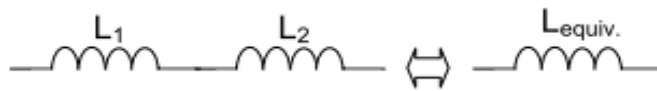
1º Banda	2º Banda	3º Banda	Valor ( $\Omega$ )
			100 $\Omega$
			2500 $\Omega$
			1.500.000 $\Omega$
			78 $\Omega$

19) Se han comprobado varias resistencias de la serie E24 (cuatro bandas de color) y se han puesto sus colores en la siguiente tabla. Completa con los valores de resistencias y de tolerancia que tiene cada una.

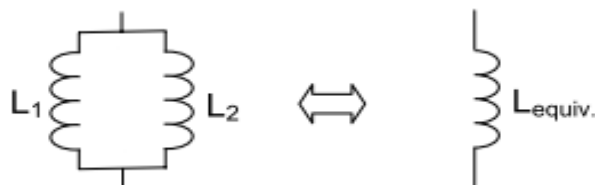
1º Banda	2º Banda	3º Banda	4º Banda	Valor ( $\Omega$ )	Tolerancia(%)
Amarillo	Azul	Azul	Plata		
Marrón	Negro	Naranja	Oro		
Verde	Marrón	Marrón	Ninguna		
Violeta	Azul	Rojo	Oro		
Blanco	Gris	Amarillo	Plata		
Azul	Blanco	Verde	Ninguna		

20) Determinar cuál es el máximo valor que se puede determinar por el código de colores.

21) Si se conecta dos inductancias en serie, ¿cuál será su valor final o equivalente? ¿Por qué?



22) Si se conectan dos inductancias en paralelo ¿cuál será su valor equivalente? ¿Por qué?



23) Determine la capacidad de un condensador con dieléctrico de aire en el

cual  $\epsilon = 1$ . Las armaduras poseen una superficie de  $0,1 \text{ m}^2$  cada una y están separadas  $0,001 \text{ m}$ .

- 24) Demuestre el equivalente de dos capacitores en serie en forma genérica. Realice lo mismo para dos unidades en paralelo. Si todos los capacitores utilizados son para la misma tensión de trabajo, ¿qué tensión admitirán en cada equivalente?
- 25) Dado un condensador de  $0,1 \mu\text{F}$ , cuál será su valor en  $\text{pF}$ ?
- 26) Dado un capacitor de  $10 \text{ nF}$ , cuál será su valor en  $\mu\text{F}$ ?
- 27) Dado un condensador de  $100 \text{ pF}$ , cuál será su valor en  $\text{nF}$ ?
- 28) Se desea conectar un condensador de  $200 \mu\text{F}$  para arranque de un motor monofásico de una tensión eficaz de  $110\text{V}$ . Qué tensión de trabajo deberá tener el mismo?
- 29) Se necesita un capacitor de  $2.200 \mu\text{F}$  para conectar a la salida de un rectificador de C.A. en C.C. cuya tensión de pico de C.A. es de  $40\text{V}$ . Para qué tensión de trabajo debe ser el condensador?
- 30) Para una aplicación en audiofrecuencia, se necesita un condensador no polarizado de  $5 \mu\text{F}$ . No se posee el mismo. Cómo se puede construir a partir de polarizados?
- 31) Es necesario para activar un dispositivo temporizador, un capacitor de  $100 \mu\text{F}$ . Por su estabilidad, qué capacitor elige?

## 2.12 Bibliografía

- [1] Knowlton, A. E.; "Manual Estándar del Ingeniero Electricista"; Editorial LABOR; 1956.
- [2] Pueyo, Héctor, Marco, Carlos y QUEIRO, Santiago; "Circuitos Eléctricos: Análisis de Modelos Circuitales 3ra Ed. Tomo 1"; Editorial Alfaomega ; 2009.
- [3] Pueyo, Héctor, Marco, Carlos y QUEIRO, Santiago; "Circuitos Eléctricos: Análisis de Modelos Circuitales 3ra Ed. Tomo 2"; Editorial Alfaomega ; 2011.
- [4] Terman, Frederick E.; "Ingeniería en Radio"; Editorial ARBÓ; 1952.
- [5] PACKMAN, Emilio; "Mediciones Eléctricas"; Editorial ARBO; 1972.
- [6] CASTEJÓN, Agustín y SANTAMARIA, Germán; "Tecnología Eléctrica"- Editorial Mc GRAW HILL; 1993.
- [7] SANJURJO NAVARRO, Rafael; "Maquinas Eléctricas"; Editorial Mc GRAW HILL; 1989.
- [8] POLIMENI, Héctor G.; "Documentos de Cátedra"; 2009.