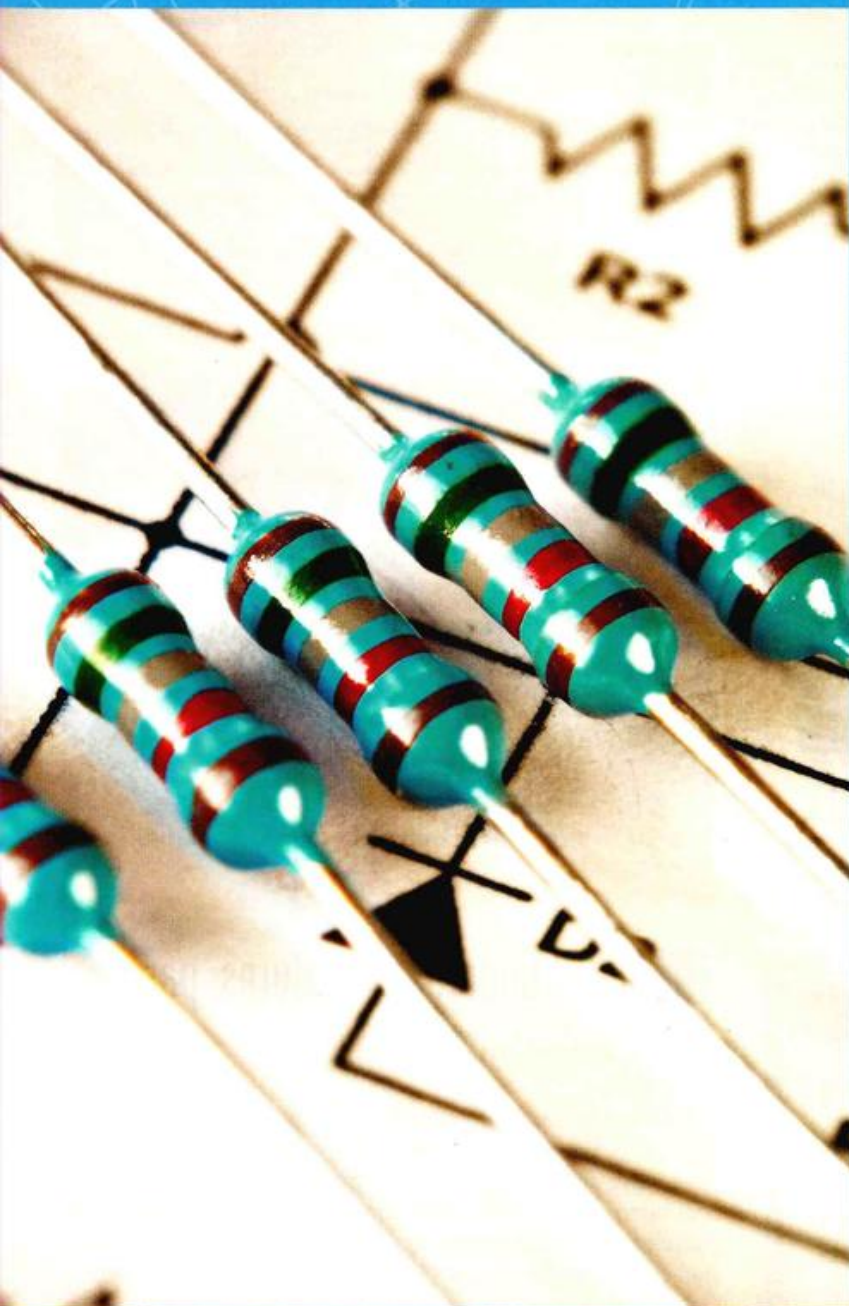


Componentes pasivos



Dentro de los componentes que se utilizan en la electrónica, existen dos claramente diferenciados: los pasivos y los activos. En esta unidad daremos un repaso a los componentes pasivos básicos, como son las resistencias fijas y variables, y los condensadores. El estudio de los componentes activos basados en los semiconductores serán objeto de estudio en posteriores unidades.

6

Contenidos™

- 6.1. Resistencias para circuitos electrónicos
- 6.2. Tolerancia de una resistencia
- 6.3. Código de colores para resistencias
- 6.4. Potencia de disipación de una resistencia
- 6.5. Clasificación de las resistencias
- 6.6. Resistencias fijas
- 6.7. Resistencias variables
- 6.8. Resistencias dependientes
- 6.9. Los condensadores
- 6.10. Tipos de condensadores
- 6.11. Identificación de los valores de los condensadores

Objetivos

- Identificar los diferentes tipos de resistencias y condensadores que se utilizan como componentes en circuitos electrónicos, así como conocer sus aplicaciones y características más significativas.

6.1. Resistencias para circuitos electrónicos

En electricidad, las resistencias cumplen una misión que ya todos conocemos, la de oponerse al paso de la corriente y transformar la energía eléctrica en calor. En unos casos este efecto es beneficioso (resistencias calefactoras de estufas y cocinas eléctricas, filamentos de lámparas incandescentes, etc.) y en otros perjudicial (calentamiento de conductores y pérdida de potencia).

En los circuitos electrónicos, las resistencias cumplen un papel mucho más especial: permiten distribuir adecuadamente la tensión y la corriente eléctrica en los diferentes puntos del circuito. Para realizar esta correcta distribución se basan, en todo momento, en la ley de Ohm.



Figura 6.1. Resistencias para circuitos electrónicos.

En los circuitos electrónicos, estas corrientes y tensiones suelen ser muy pequeñas y, por tanto, las potencias que deben disipar también lo serán. Estas bajas potencias permiten construir las resistencias de pequeños tamaños con otro tipo de materiales más baratos y sencillos de manejar, tales como el carbón finamente troceado.

6.2. Tolerancia de una resistencia

Como ya sabemos, la unidad de medida que caracteriza a una resistencia es el ohmio. Las resistencias se construyen con diferentes valores óhmicos, pero, ¿son exactos los valores que, según los fabricantes, poseen las resistencias?

Obtener, en un proceso de fabricación, una resistencia con un valor exacto es muy difícil. Es más, cuanto mayor sea la exactitud que se puede asegurar que tiene una resistencia, más se encarece el producto. De aquí nace el concepto de tolerancia. Este indica los valores máximo y mínimo entre

los que estará comprendida la resistencia. Estos valores se expresan como un porcentaje del valor en ohmios asignado teóricamente.

Actividad resuelta 6.1

Se quieren determinar los valores en que puede estar comprendida una resistencia de $100\ \Omega$, si el fabricante asegura que esta posee una tolerancia del $\pm 8\%$.

Solución: El 8% de $100\ \Omega$ es exactamente $8\ \Omega$. Los valores buscados son:

$$100 + 8 = 108\ \Omega \quad \text{y} \quad 100 - 8 = 92\ \Omega$$

Si nosotros realizásemos ahora una verificación del valor óhmico de esta resistencia con un óhmetro de precisión y obtuviésemos un resultado menor que $92\ \Omega$ o mayor que $108\ \Omega$, la medida mostraría que dicha resistencia no cumple con la tolerancia marcada.

Las tolerancias están normalizadas, de tal forma que solo existen en el mercado resistencias con los siguientes valores:

$\pm 0,5\%$, $\pm 1\%$, $\pm 2\%$, $\pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 20\%$, $\pm 50\%$

$\pm 0,5\%$ y $\pm 1\%$ para resistencias de gran precisión.

$\pm 2\%$, $\pm 5\%$ y $\pm 10\%$ son las más utilizadas en la práctica.

$\pm 20\%$ y $\pm 50\%$ están prácticamente en desuso.

6.3. Código de colores para resistencias

La forma de inscribir el valor de una resistencia para que sea fácilmente identificable a simple vista, es la de utilizar una serie de anillos de colores pintados sobre la superficie del cuerpo de la resistencia, que, mediante un código, permite cubrir toda la gama de valores de resistencias existentes en el mercado.

La razón de utilizar este sistema es debido a que el reducido tamaño de estas impide que sobre ellas puedan inscribirse cifras que sean legibles.

Toma una resistencia y obsérvala. Aprenderás que existen tres anillos de diferentes colores y un cuarto un poco más separado de estos. Los tres primeros anillos que vamos a denominar: A, B y C dan la clave del valor óhmico y el cuarto representa la tolerancia (Figura 6.2).

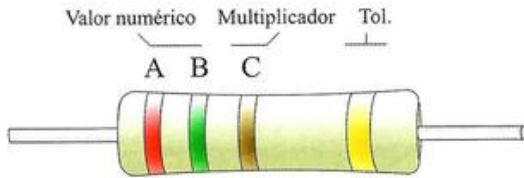


Figura 6.2. Las resistencias poseen una serie de anillos de color que nos indican el valor óhmico.

En la Tabla 6.1 está representado el código de colores:

Tabla 6.1. Código de colores para resistencias.

| Color | A 1ª cifra | B 2ª cifra | C Multiplicador | Tolerancia |
|-----------|---------------|---------------|--------------------|------------|
| Negro | 0 | 0 | × 1 | |
| Marrón | 1 | 1 | × 10 | ± 1 % |
| Rojo | 2 | 2 | × 100 | ± 2 % |
| Naranja | 3 | 3 | × 1000 | |
| Amarillo | 4 | 4 | × 10000 | |
| Verde | 5 | 5 | × 100000 | ± 0,5 % |
| Azul | 6 | 6 | × 1000000 | |
| Violeta | 7 | 7 | × 10000000 | ± 0,1 % |
| Gris | 8 | 8 | × 100000000 | |
| Blanco | 9 | 9 | × 1000000000 | |
| Oro | — | — | × 0,1 | ± 5 % |
| Plata | — | — | × 0,01 | ± 10 % |
| Sin color | — | — | | ± 20 % |

Actividad resuelta 6.2

Determina el valor óhmico y la tolerancia de una resistencia que aparece con los colores: Rojo-Azul-Naranja-Plata.

Solución: Situamos las cifras que van asociadas a los colores en el orden en que aparecen inscritos:

$$\begin{array}{cccc}
 \text{A} & \text{B} & \text{C} & \text{Tol.} \\
 \text{Rojo} - \text{Azul} - \text{Naranja} - \text{Plata} \\
 (2) & (6) & (\times 1.000) & (\pm 10 \%) \\
 26 \cdot 1.000 = 26.000 \Omega = 26 \text{ k}\Omega \pm 10 \%
 \end{array}$$

El código de colores puede incluir 4, 5 y hasta 6 anillos de color.

En el caso de 5 anillos, los tres primeros (A, B, C) dan el valor numérico, el cuarto (D) el multiplicador y el quinto (E) la tolerancia (Figura 6.3).

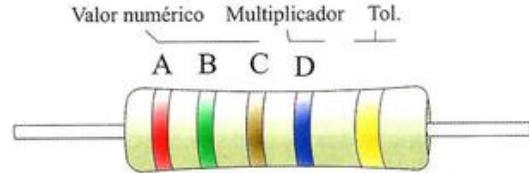


Figura 6.3. Resistencia con 5 anillos de color.

En el caso de las resistencias que se identifican con 6 anillos, el último de estos nos indica el coeficiente de temperatura α .

Actividad resuelta 6.3

Determina el valor óhmico y la tolerancia de una resistencia que aparece con los colores: Amarillo-Azul-Rojo-Naranja-Marrón.

Solución: Situamos las cifras que van asociadas a los colores en el orden en que aparecen inscritos:

$$\begin{array}{ccccc}
 \text{A} & \text{B} & \text{C} & \text{D} & \text{Tol.} \\
 \text{Amarillo} - \text{Azul} - \text{Rojo} - \text{Naranja} - \text{Marrón} \\
 (4) & (6) & (2) & (\times 1.000) & (\pm 1 \%) \\
 462 \cdot 1.000 = 462.000 \Omega = 462 \text{ k}\Omega \pm 1 \%
 \end{array}$$

Actividad propuesta 6.1

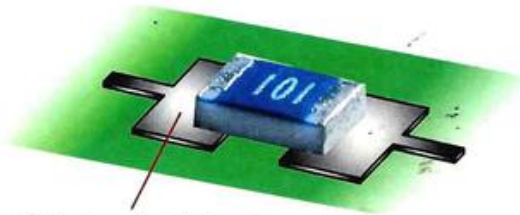
Resuelve los ejercicios planteados en la Tabla 6.2.

Tabla 6.2.

| Ejerc. | Colores | | | | Valores | |
|--------|----------|------|---------|--------|---------|------|
| | A | B | C | Tol. | R | Tol. |
| 1 | Violeta | Rojo | Rojo | Plata | ? | ? |
| 2 | ? | ? | ? | ? | 250 kΩ | 1 % |
| 3 | Verde | Azul | Naranja | Rojo | ? | ? |
| 4 | ? | ? | ? | ? | 100 kΩ | 5 % |
| 5 | Amarillo | Rojo | Verde | Oro | ? | ? |
| 6 | ? | ? | ? | ? | 100 Ω | 2 % |
| 7 | Naranja | Azul | Marrón | Marrón | ? | ? |

6.3.1. Identificación de resistencias para montaje superficial (SMD)

La tendencia a reducir cada vez más el tamaño de los circuitos electrónicos, ha llevado a la industria a producir resistencias de pequeño tamaño conocidas por el nombre de SMD o para montaje superficial. La característica principal de estos componentes es que se conectan directamente a la superficie del circuito impreso a través de soldadura sin necesidad de realizar taladros en la placa. Los componentes SMD hacen posible un alto grado de automatización en la construcción de circuitos.



Soldadura sin taladros

Figura 6.4. Montaje de resistencia SMD.

El tamaño de estas resistencias puede llegar a ser menor que 1 mm, por lo que no queda suficiente espacio para imprimir las bandas de colores, por lo que para su identificación se utiliza un código alfanumérico de tres o cuatro dígitos (Figura 6.5).



Figura 6.5. Marcado alfanumérico de resistencias SMD.

En la Tabla 6.3 se muestran varios ejemplos para códigos de tres dígitos.

Tabla 6.3. Ejemplos de resistencias SMD con tres dígitos.

| | | |
|--|---|---|
| | 1ª Cifra = 1ª: número 2ª Cifra = 2ª: número 3ª Cifra = Multiplicador | En este ejemplo la resistencia tiene un valor de: $1.500 \Omega = 1,5 \text{ k}\Omega$ |
| | 1ª Cifra = 1ª: número La «R» indica la coma decimal 3ª Cifra = 2ª: número | En este ejemplo la resistencia tiene un valor de: $1,8 \Omega$ |
| | La «R» indica «0» 2ª Cifra = 2ª: número 3ª Cifra = 3ª: número | En este ejemplo la resistencia tiene un valor de: $0,33 \Omega$ |

Para tolerancias más bajas, como por ejemplo el 1 %, se utilizan códigos con 4 dígitos, en los que las tres primeras cifras indican los tres primeros dígitos del valor, y el cuarto dígito indica el multiplicador.

Así, por ejemplo, si en una resistencia SMD apareciera la leyenda: 1783, el valor de la resistencia sería de $178 \cdot 10^3 \Omega = 178 \text{ k}\Omega$.

6.3.2. Series de resistencias normalizadas

¿Se puede encontrar en el mercado un valor cualquiera de resistencia, como por ejemplo una resistencia de valor 14.487Ω ? La respuesta es no. Los valores de resistencia que se fabrican son limitados y vienen fijados por una norma, consiguiendo así reducir los costes de producción.

Además, si por ejemplo, tenemos una resistencia de $10 \text{ k}\Omega$ con un 5 % de tolerancia, su valor podría estar comprendido entre $9,5 \text{ k}\Omega$ y $10,5 \text{ k}\Omega$. ¿Qué sentido tendría fabricar, por ejemplo, resistencias de $9,3 \text{ k}\Omega$ al 5 %, si con la de 10 ya se cubre ese rango de resistencia. Así que para evitar el solapamiento de valores, se fabrican resistencias con series numéricas que contengan a todos los posibles valores de resistencias.

Cada una de las series normalizadas se corresponde con un valor de tolerancia diferente, de tal forma que cuanto menor sea la tolerancia mayor será el número de valores de la serie.

En la Tabla 6.4 se indican las series normalizadas y los valores que aparecen se corresponden con los múltiplos de los valores a formar.

Tabla 6.4. Series normalizadas de resistencias.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| E6 | 1,0 | | 1,5 | | 2,2 | | 3,3 | | 4,7 | | 6,8 | | | | | | | | | | | | | |
| E12 | 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 | 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 | 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 | | | | | | | | | | | | |
| Tolerancias de las series : E6 20 % - E12 10 % - E24 5 % - E48 2 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Valores de las resistencias en Ω, kΩ, MΩ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Actividad resuelta 6.4

Comprueba si se pueden encontrar en el mercado los siguientes valores de resistencias:

a) 15 kΩ ± 5 %.

Esta resistencia pertenece a la serie normalizada E24 5 %. Consultando en la Tabla 6.4, encontramos el valor «1,5», por lo que sí podemos obtener nuestro valor: $1,5 \cdot 10^4 = 15.000 \Omega$.

b) 165 Ω ± 5 %.

Al consultar la tabla para la serie E24, comprobamos que no aparece el valor «165», por lo que esta resistencia no se fabrica para esta tolerancia.

c) 1.690 Ω ± 2 %.

Al consultar la tabla para la serie E48 2 %, comprobamos que aparece el valor «1,69», por lo que sí podemos obtener nuestro valor: $1,69 \cdot 10^3 = 1.690 \Omega$

Cuanto mayor sea la potencia a la que deba trabajar una resistencia, mayor será el calentamiento, por lo que se corre el riesgo de que se queme, si no se diseña de forma adecuada.

Lógicamente, cuanto mayor sea el tamaño de la resistencia, mejor podrá evacuar o disipar el calor que produce. Es por esta razón que se fabrican resistencias de varios tamaños. De tal forma que las resistencias aumentan de tamaño de acuerdo con la potencia a disipar.

En el mercado existen resistencias que van desde 1/8 de vatio (0,125 W) hasta más de 100 W (Figura 6.6).

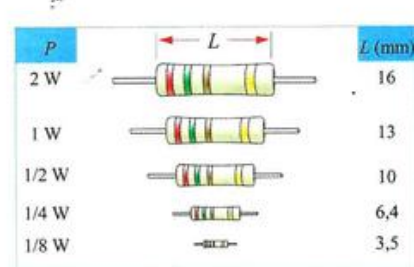


Figura 6.6. Tamaño de las resistencias en función de su potencia.

6.4. Potencia de disipación de una resistencia

La misión de una resistencia en un circuito electrónico no es precisamente la de calentarse, pero resulta inevitable que se produzca este fenómeno. Este calentamiento dependerá de la mayor o menor potencia a que esta resistencia trabaje. Dicha potencia, a su vez, dependerá de los valores de tensión e intensidad a que esté sometida.

6.5. Clasificación de las resistencias

Existen en el mercado varios tipos de resistencias confeccionadas con diferentes procesos de fabricación. Esta amplia gama permite la elección del tipo más idóneo para cada aplicación específica.

En la Tabla 6.5 se muestra una clasificación de los diferentes tipos de resistencias.

Tabla 6.5. Clasificación de las resistencias.

| Fijas | Variables | Resistencias dependientes |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Aglomeradas - De película de carbón - De película metálica - Bobinadas | <ul style="list-style-type: none"> - Potenciómetros de capa de carbón - Potenciómetros bobinados - Potenciómetros multivuelta - Potenciómetros miniatura | <ul style="list-style-type: none"> - NTC - PTC - LDR - VDR - MDR - Bandas extensiométricas |

6.6. Resistencias fijas

Como su nombre indica, poseen un valor de resistencia fijo.

Resistencias aglomeradas: están constituidas por una mezcla de grafito (o carbón), y un material aislante (resina, talco, etc.), en las proporciones adecuadas para obtener una determinada gama de valores.

En los extremos del cilindro se colocan unos casquillos a presión donde van soldados los hilos. Por último, se recubre el conjunto por una resina o se plastifica y se pintan los colores que indicarán el valor de la resistencia.

El inconveniente que presentan es que su valor cambia en exceso con la temperatura, por lo que son poco empleadas.

Resistencias de película de carbón: son las más usadas para pequeñas potencias. Consisten en un cilindro aislado en el que se deposita una delgada película de carbón con dos casquillos metálicos en los extremos (Figura 6.7).

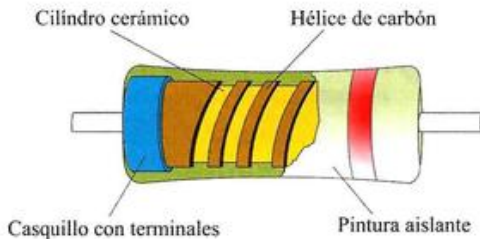


Figura 6.7. Resistencia de película de carbón.

Para obtener el valor óhmico de la resistencia, se practican unos surcos en espiral a lo largo de la película de carbón. Con un control preciso del paso de la espiral, se fabrican resistencias de muchos valores y de buena precisión.

Sobre este conjunto se deposita la capa de esmalte y se pintan los anillos de colores.

Resistencias de película metálica: estas resistencias son básicamente iguales que las anteriores, con la diferencia de que utilizan una película de una aleación metálica que las hace muy estables con la temperatura. Con ellas se consiguen unas tolerancias muy bajas.

Resistencias bobinadas: están fabricadas a base de bobinar hilo resistivo (generalmente una aleación de Ni-Cr-Al) sobre un cilindro aislante hasta obtener el valor óhmico deseado. Se utilizan para grandes potencias, por lo que el recubrimiento exterior es de porcelana o esteatita. La tolerancia habitual es del 10 % y son capaces de disipar potencias por encima de los 100 vatios (Figura 6.8).



Figura 6.8. Resistencias bobinadas.

6.7. Resistencias variables

Son resistencias a las que se les puede modificar su valor óhmico desde cero hasta su valor nominal.

Estas resistencias, también llamadas potenciómetros, se utilizan para ajustar las magnitudes eléctricas de los circuitos, o bien como control externo de aparatos electrónicos de uso general, tales como control de volumen, luminosidad de una pantalla de televisión, etc.

La estructura de estas resistencias consiste en una resistencia fija (que puede ser de película de carbón o bobinada) construida sobre un soporte circular por el cual se desplaza un contacto móvil o cursor (Figura 6.9). Este contacto está unido a un tercer terminal de conexión. De esta forma, puede obtenerse el valor óhmico que se desee entre cualquiera de los extremos del potenciómetro y el punto móvil.

6.8. Resistencias dependientes

Existen algunas aplicaciones prácticas en las que es de gran utilidad el disponer de componentes cuya resistencia



Figura 6.9. Resistencias variables.

óhmica se modifique bajo la acción de una variable física, como la temperatura, la luz, la tensión, la presión, la tracción mecánica, etc.

6.8.1. Resistencias dependientes de la temperatura

Por lo general, las resistencias fabricadas con materiales metálicos modifican su valor óhmico con la temperatura. En la mayoría de los metales, el coeficiente de temperatura es positivo, lo que significa que la resistencia tiende a aumentar un poco con la temperatura. Pues bien, se pueden fabricar resistencias a base de óxidos semiconductores que exageren esta dependencia del valor óhmico con la temperatura. De esta forma, se pueden construir resistencias con coeficiente de temperatura negativo (NTC) y resistencias con coeficiente de temperatura positivo (PTC).

Este tipo de resistencias será de gran utilidad para aplicaciones en las que sea necesario el control, la compensación, la regulación y la medida de la temperatura.

Actividad experimental 6.1

Consigue una resistencia NTC y, mediante el óhmetro, mide su valor óhmico a temperatura ambiente. A continuación, y sin desconectar el aparato de medida, acerca paulatinamente a la superficie de la NTC una lámpara incandescente encendida, para conseguir así aumentar su temperatura (Figura 6.10). Comprueba cómo el valor óhmico de la resistencia se hace más pequeño con los aumentos de la temperatura.

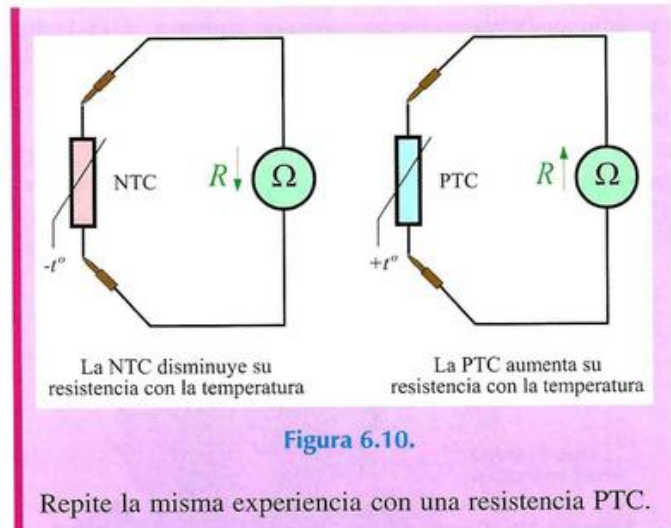


Figura 6.10.

Como sus siglas nos indican (*NTC, Negative Temperature Coefficient*), las NTC (Figura 6.11) son resistencias que poseen un coeficiente de temperatura negativo, lo que significa que su valor óhmico disminuye rápidamente cuando aumenta la temperatura.



Figura 6.11. Resistencias NTC.

El valor nominal de la resistencia de estos componentes se especifica habitualmente para una temperatura de 25 °C. En la Figura 6.12, se puede apreciar la dependencia del valor óhmico de una NTC y de una PTC en función de la temperatura.

La sensibilidad de las resistencias NTC es bastante más elevada que la de los termómetros y termopares convencionales. Se pueden fabricar resistencias NTC que modifiquen su valor óhmico en varios miles de ohmios por cada grado centígrado de temperatura, por lo que son ideales para la construcción de termómetros de precisión en los que sea importante la medición de pequeñas variaciones de temperatura.

Las aplicaciones prácticas que se hacen de las resistencias NTC son, por ejemplo, la construcción de termómetros de

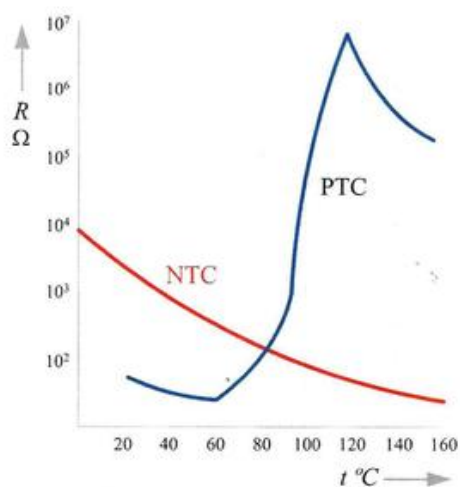


Figura 6.12. Característica de una NTC y de una PTC.

resistencia, la compensación térmica de instrumentos de medida, las alarmas, la construcción de sistemas de regulación y control, etc.

Al contrario que las NTC, las **PTC** son resistencias que poseen un coeficiente de temperatura positivo (*PTC, Positive Temperature Coefficient*). Estas resistencias aumentan rápidamente su valor óhmico al aumentar la temperatura.

Las aplicaciones prácticas de las resistencias PTC son similares a las de las NTC.

6.8.2. Resistencias dependientes de la luz (LDR)

Las resistencias LDR (*Light Dependent Resistor*) (Figura 6.13) son componentes que modifican su resistencia eléctrica de acuerdo con la intensidad luminosa que incide sobre su superficie. Esta interesante propiedad es de gran utilidad para la fabricación de dispositivos de control, regulación y medida, que estén relacionados con la luz, como son: regulación automática del contraste y brillo de los televisores en función de la intensidad de la luz de la estancia, medida de la intensidad luminosa para cámaras fotográficas (fotómetros), conexión y desconexión de la iluminación urbana según la intensidad de la luz solar, detectores para alarmas, etc.



Figura 6.13. LDR.

Actividad experimental 6.2

Consigue una resistencia LDR y, mediante el óhmetro, mide su valor óhmico, procurando que no llegue nada de luz. A continuación, y sin desconectar el aparato de medida, somete a la LDR a intensidades de luz creciente (Figura 6.14). Comprueba cómo el valor óhmico de la resistencia cambia con las diferentes iluminaciones.

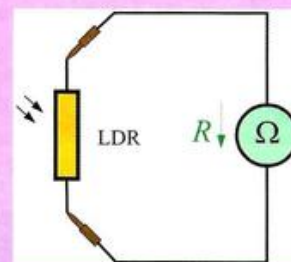


Figura 6.14. La LDR disminuye su resistencia con la intensidad de la luz.

En conclusión, una resistencia LDR posee una resistencia muy elevada en completa oscuridad y su resistencia eléctrica disminuye según se aumenta la intensidad luminosa (lux). En la Figura 6.15, se muestra la curva característica de una LDR.

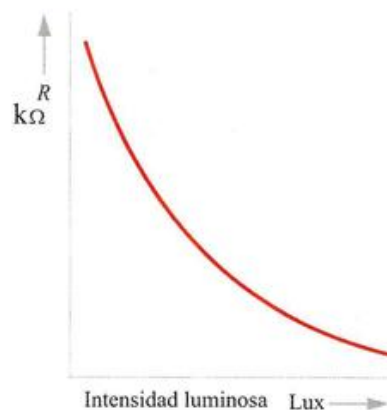


Figura 6.15. Característica de una LDR.

6.8.3. Resistencias dependientes de la tensión (VDR)

Las resistencias VDR (*Voltage Dependent Resistor*) son componentes que modifican su resistencia eléctrica de acuerdo con la tensión que se aplica entre sus extremos. El valor de la resistencia disminuye al aumentar la tensión aplicada entre los extremos de la VDR, tal como se puede apreciar en la curva característica de la Figura 6.16.

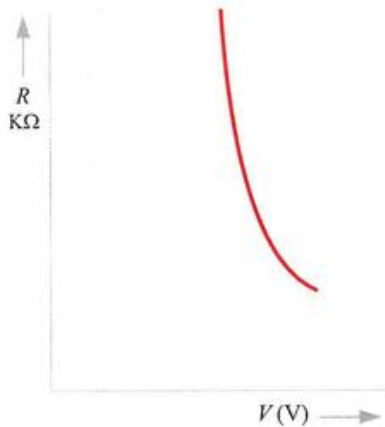


Figura 6.16. Característica de una VDR.

Las resistencias VDR se utilizan para la estabilización de tensiones; pueden evitar las chispas que se producen en los contactos de los elementos de accionamiento cuando estos se abren con cargas inductivas, y con ello, el desgaste irregular que esto produce.

En la Figura 6.17, se muestra el circuito correspondiente a la extinción de arcos en contactos mediante una VDR. Cuando se abre el contacto del interruptor, la bobina desarrolla una fuerza electromotriz elevada debido al fuerte coeficiente de autoinducción que esta posee; esta elevada tensión provoca un arco entre los contactos que, con el tiempo, se acaba deteriorando; la VDR disminuye su valor óhmico drásticamente cuando se produce esta sobre-tensión, canalizando la energía producida por la bobina a través de la VDR, con lo que se evita así dicho arco.

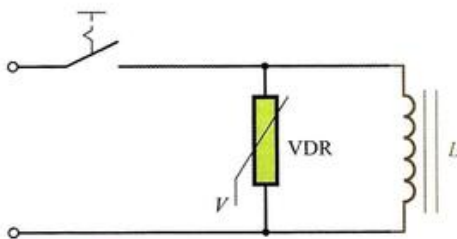


Figura 6.17. Extinción de arcos mediante VDR.

6.8.4. Magnetorresistores (MDR) y galgas extensiométricas

Por último, queda por indicar que las resistencias MDR o magnetorresistores son componentes en los que su resistencia depende del valor de la inducción magnética a la que son sometidos. Esto puede tener aplicaciones como: elementos sensibles o detectores de campos magnéticos, detectores de proximidad magnéticos, etc. Así, por ejemplo, la cabeza lectora del disco duro de un ordenador per-

sonal está compuesta por un conjunto de elementos con propiedades magnetorresistivas, de tal forma que su resistencia eléctrica depende del campo magnético que las atraviese. Dado que las unidades de información (bits) se almacenan en el disco duro como si de un pequeño imán se tratase, al pasar la cabeza lectora magnetorresistiva por encima de un bit, esta varía su resistencia y puede enviar la información leída al procesador (Figura 6.18).

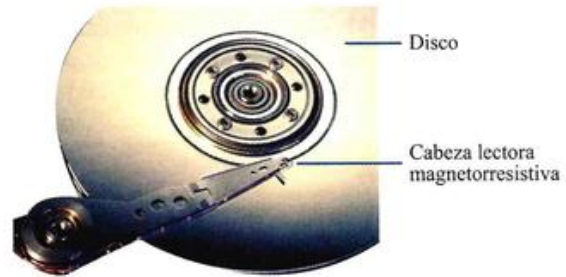


Figura 6.18. Disco duro para PC con magnetorresistencia.

Por otro lado, las galgas extensiométricas modifican su valor óhmico en función de las deformaciones y tensiones mecánicas a las que son sometidas.

¿Se te ocurre alguna aplicación práctica más que se pueda llevar a cabo con estas dos últimas resistencias dependientes?

6.9. Los condensadores

El condensador es un dispositivo muy utilizado en electricidad, sobre todo en aplicaciones de circuitos electrónicos. Pero, ¿qué función cumple el condensador en un circuito? Se puede decir que un condensador es un elemento capaz de almacenar pequeñas cantidades de energía eléctrica para devolverla cuando sea necesaria.

Las aplicaciones de los condensadores son muy amplias. A continuación, se indican algunas de ellas:

- Aprovechando el tiempo que tardan en cargarse se pueden construir circuitos de acción retardada (temporizadores electrónicos, etc.).
- Como ya estudiaremos más adelante, se utilizan como filtros en los rectificadores (dispositivos que convierten la C.A. en C.C.). Con ellos se consigue que la tensión obtenida sea más continua.
- Realización de los circuitos llamados oscilantes y del fenómeno de resonancia. Sintonía en radiodifusión.

- Supresión de parásitos en radiodifusión (ruidos que producen los motores de explosión de los automóviles).
- Corrección del factor de potencia en los sistemas de corriente alterna.

6.9.1. Funcionamiento de un condensador

Los fundamentos del condensador se estudian con más profundidad en el módulo de Electrotecnia, repasaremos aquí su característica más relevante como componente electrónico.

Actividad experimental 6.3

Toma una pila de 9 V y conéctala a un condensador electrolítico de $2.200 \mu\text{F}$ (microfaradios) o más, teniendo cuidado en no equivocarte con las conexiones de los polos (Figura 6.19).

Seguidamente, separa el condensador de la pila y mide la tensión entre sus terminales. Podrás comprobar que el voltímetro indica una tensión de 9 V.

A continuación, conecta el condensador a los terminales de un diodo LED (diodos que emiten una pequeña radiación luminosa cuando son recorridos por una pequeña intensidad de corriente eléctrica), cuidando de respetar las polaridades. Podrás comprobar que el LED se enciende durante un instante.



Figura 6.19.

La primera parte de la Actividad experimental 6.3 demuestra que al conectar la pila con el condensador, este se carga de energía eléctrica y que la tensión con que ha sido cargado dicho condensador coincide con la tensión de la pila. La segunda parte de esta experiencia hace patente la descarga del condensador a través del diodo LED que se enciende durante el pequeño instante que dura la descarga.

Para construir un condensador basta con montar dos placas metálicas conductoras separadas por un material aislante, denominado dieléctrico, como aire, papel, cerámica, mica, plástico, etc. (Figura 6.20).



Figura 6.20. Constitución de un condensador.

Normalmente, este dieléctrico se dispone en forma de lámina muy fina para conseguir que las placas metálicas, denominadas armaduras, se encuentren lo más próximas unas de otras.

El condensador se carga de electricidad, según los siguientes fundamentos. Si conectamos las armaduras de un condensador como se indica en el circuito de la Figura 6.21, los electrones en exceso del polo negativo de la pila se dirigirán a la armadura A, cargándola negativamente. A su vez, en la parte interna de la armadura B se producirá una acumulación de cargas positivas por inducción electrostática (recuerda que las placas están muy próximas y, que por tanto, existe una gran atracción entre las cargas eléctricas de ambas armaduras debido a la acción del campo eléctrico). Por otro lado, la carga negativa acumulada en la parte externa de la armadura B es atraída por el polo positivo de la pila, lo que completa la carga del condensador. Una vez que esto suceda, ya no habrá más movimiento de electrones, a no ser que se aumente la tensión de la pila.

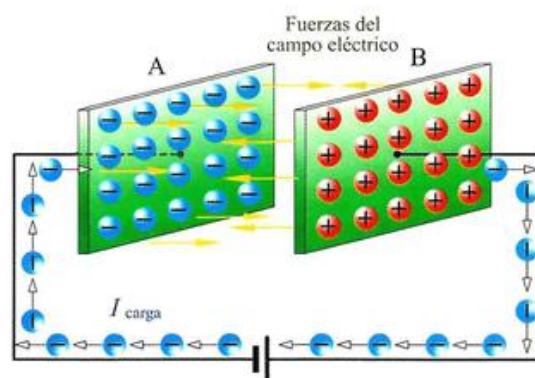


Figura 6.21. Carga de un condensador.

Una vez cargado el condensador, si se le desconecta de la fuente de energía eléctrica, la acumulación de cargas se mantiene gracias a que sigue existiendo la fuerza de atracción entre las armaduras cargadas debido a la diferencia de cargas (Figura 6.22).

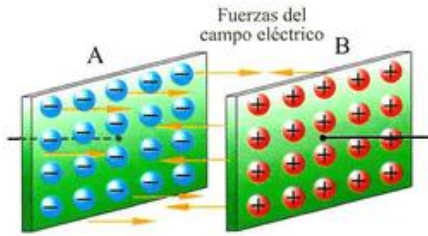


Figura 6.22. Condensador cargado.

6.9.2. Capacidad de un condensador

Se denomina capacidad de un condensador a la propiedad que este posee de almacenar mayor o menor cantidad de electricidad.

La cantidad de cargas que puede almacenar un condensador depende, fundamentalmente, de la tensión aplicada entre sus armaduras y de sus características constructivas.

Si llamamos Q a la cantidad de carga almacenada por el condensador, C a la capacidad del condensador y V a la tensión entre las armaduras, resulta que:

$$Q = C \cdot V$$

Q = Culombios

C = Faradios

V = Voltios

La unidad de capacidad es el faradio (F). Se puede decir que un condensador posee la capacidad de un faradio cuando almacena una carga de un culombio al aplicar una tensión de un voltio entre sus placas.

El faradio es una unidad muy grande, por lo que se utilizan submúltiplos, correspondientes a su millonésima parte, milmillonésima parte y billonésima parte, que reciben los nombres de:

Microfaradio (μF)

$$1 \mu\text{F} = \frac{1}{1.000.000} = 0,000001 = 10^{-6}$$

Nanofaradio (nF)

$$1 \text{nF} = \frac{1}{1.000.000.000} = 0,000000001 = 10^{-9}$$

Picofaradio (pF)

$$1 \text{pF} = \frac{1}{1.000.000.000.000} = 0,000000000001 = 10^{-12}$$

6.9.3. Especificaciones técnicas de los condensadores

Los condensadores, al igual que cualquier otro componente electrónico, vienen definidos por una serie de características. Estas siempre se pueden encontrar en las hojas de especificaciones que nos facilita el fabricante:

- **Capacidad nominal:** El valor de la capacidad de un condensador puede cambiar con la frecuencia de trabajo (Hz) y con la temperatura ambiente, por lo que los fabricantes facilitan la capacidad junto con estos últimos parámetros.
- **Tensión de perforación del dieléctrico o tensión pico (V_p):** ¿Recuerdas cómo el globo descrito anteriormente estallaba en pedazos al aumentar la presión? De igual forma, si un condensador es sometido a una tensión excesiva, el dieléctrico no podrá soportarlo y se perforará. Téngase en cuenta que las armaduras están muy próximas y un aumento de la tensión produce, a su vez, un aumento de atracción entre las cargas de ambas armaduras.

De aquí surge el concepto de tensión de perforación, que se define como la tensión máxima que es capaz de soportar un condensador sin que se destruya su dieléctrico.

- **Tensión de trabajo o nominal (V_n):** Por supuesto, no es recomendable que la tensión a la que trabaja un condensador sea mayor que la de perforación. De aquí nace el concepto de **tensión de trabajo**, que se define como la tensión a la que puede funcionar un condensador de forma permanente sin sufrir daños. Esta tensión es la que se encuentra indicada en la superficie de los condensadores (Figura 6.23).

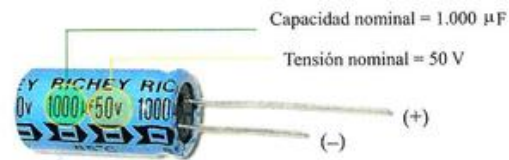


Figura 6.23. Características de un condensador electrolítico.

La tensión de trabajo de un condensador tiene una gran incidencia en las dimensiones de estos. Cuanta más tensión de trabajo posea el condensador, mayor tiene que ser el espesor del dieléctrico, lo que hace que haya que aumentar, en estos casos, la superficie de las placas para conseguir una capacidad considerable. De tal forma que podremos encontrar condensadores de baja tensión y elevada capacidad que presenten un tamaño similar al de otros de elevada tensión y pequeña capacidad.

- **Coefficiente de temperatura (T_c):** Al igual que ocurría con las resistencias, la capacidad de un condensador puede variar con la temperatura. Este coeficiente puede ser positivo o negativo, aunque en la mayoría de los condensadores resulta negativo.
- **Tolerancia (%):** Nos indica en tantos por ciento los valores en los que se encuentra la capacidad indicada por el fabricante. Las tolerancias más comunes son del 5, el 10 y el 20 % para todos los modelos de condensadores.

Por último, vamos a dar unos consejos para conseguir que los condensadores tengan una larga vida, una vez estén conectados al circuito:

- Procurar que no queden expuestos a fuentes de calor (resistencias de mucha potencia, transformadores, etc.).
- Evitar dañar la envolvente del condensador, ya que, de debilitarse su estanqueidad, podría penetrar la humedad ambiente en el dieléctrico. Esto suele producir muchos fallos en los condensadores por perforación del dieléctrico. Dicha estanqueidad puede verse afectada simplemente al realizar una manipulación o soldadura incorrecta durante el montaje en la placa del circuito impreso.
- No someter al condensador a sobretensiones.
- No conviene almacenar los condensadores con carga.
- Para descargarlos, hacerlo siempre a través de una resistencia, evitando las descargas mediante cortocircuitos.

6.10. Tipos de condensadores

Existe una gran variedad de tipos de condensadores en el mercado, de los que conviene conocer sus principales características, con objeto de poder utilizarlos para la aplicación más idónea.

Al igual que las resistencias, existen condensadores variables a los que se les puede modificar su valor capacitivo. Estudiaremos aquí algunos de los condensadores fijos, que son los de más extendida aplicación.

6.10.1. Condensadores de papel impregnado

Se fabrican enrollando dos láminas delgadas de aluminio de unos 0,006 mm de espesor (armaduras), separadas por otras dos de un papel impregnado con cera o aceite (dieléctrico) (Figura 6.24). De esta forma se consigue aumentar la superficie de las armaduras sin aumentar excesivamente el tamaño del condensador. La tensión de trabajo depende del espesor del papel.

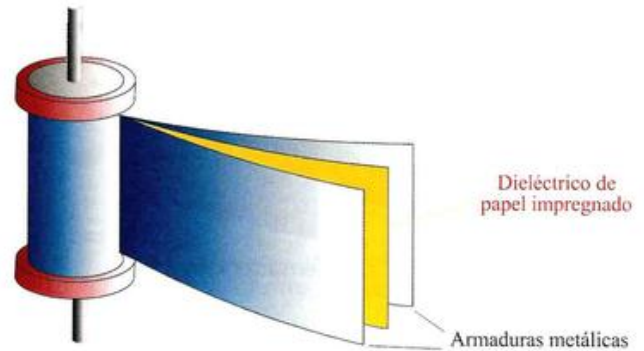


Figura 6.24. Condensador de papel impregnado.

6.10.2. Condensadores de papel metalizado

En este caso, el papel es metalizado con el fin de evitar que se formen vacíos entre las placas y el dieléctrico. De esta forma se consigue reducir su tamaño. Además poseen la propiedad de «auto-regeneración» del dieléctrico después de sufrir una perforación del mismo. También se fabrica una versión similar de este condensador utilizando plástico en vez de papel, lo que da como resultado **condensadores de plástico metalizado (condensadores film o MK)**, que mejoran las características de los de papel (Figura 6.25).



Figura 6.25. Condensador film (0,27 μ F/100 V).

6.10.3. Condensadores de plástico

Actualmente son muy utilizados. Estos condensadores utilizan normalmente como dieléctrico el poliéster, policarbonatos, estiroflex, etc. Su utilización tiene la ventaja de conseguir capacidades relativamente elevadas a tensiones que lleguen hasta 1.000 V y capacidades desde un nanofaradio hasta algunos microfaradios (Figura 6.26).



Figura 6.26. Condensadores de plástico.

6.10.4. Condensadores cerámicos

Estos condensadores utilizan como dieléctrico compuestos cerámicos de una constante dieléctrica muy elevada. Con ellos se consiguen valores desde los pocos picofaradios hasta los 100 nF. Soportan poca tensión (Figura 6.27).



Figura 6.27. Condensadores cerámicos.

6.10.5. Condensadores de mica

Aprovechando la facilidad con la que se pueden fabricar láminas de mineral de mica de pequeño espesor uniforme, se pueden construir condensadores, intercalando láminas de mica como dieléctrico y láminas de estaño o aluminio como placas. Se suelen emplear en circuitos de transmisión y recepción de radio (radiofrecuencia «RF»).

6.10.6. Condensadores electrolíticos de aluminio

Estos condensadores se diferencian bastante del resto por sus características constructivas. Están constituidos por una lámina de aluminio y otra de plomo sumergidas en una solución de cloruro de amonio (electrolito) (Figura 6.28).

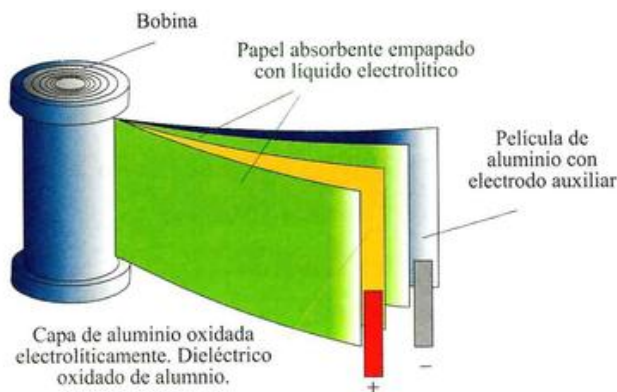


Figura 6.28. Condensador electrolítico seco.

Son condensadores con los que se consiguen capacidades elevadas en un volumen reducido (desde 1 μF hasta decenas de miles de microfaradios). Una de las características que diferencia a los condensadores electrolíticos de los demás es que tienen polaridad, es decir, no pueden invertirse las conexiones indicadas en la superficie del componente,

ni por tanto, aplicarse corriente alterna. En caso contrario, el condensador se perfora. En la actualidad, se fabrican **condensadores electrolíticos de tántalo** que reducen el tamaño para la misma capacidad que uno de aluminio. Además, el electrolito suele ser seco (Figura 6.29).

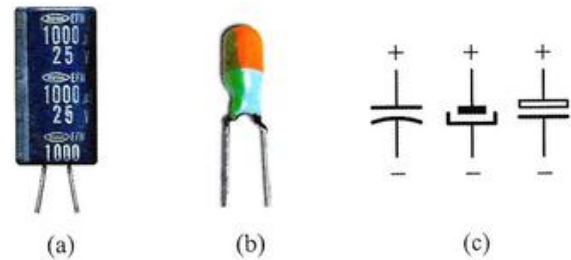


Figura 6.29. Condensadores electrolíticos: (a) de aluminio, (b) de tántalo, (c) símbolos.

6.10.7. Condensadores variables

Son condensadores que se los puede variar la capacidad. Estos componentes se fabrican con unas armaduras fijas y otras móviles que pueden desplazarse en sentido circular, consiguiendo el efecto de variación de capacidad según estén más o menos enfrentadas las superficies de ambas armaduras (Figura 6.30).

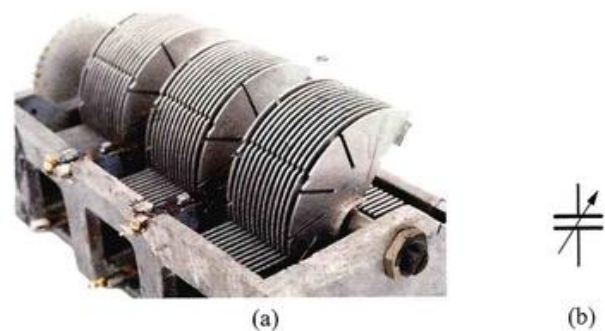


Figura 6.30. (a) Condensador variable. (b) Símbolo.

Al igual que ocurría con las resistencias, también se fabrican condensadores ajustables o *trimmers*, los cuales vienen provistos de un mecanismo de ajuste de la capacidad a través de un pequeño tornillo (Figura 6.31).

Los condensadores variables y ajustables se utilizan en los receptores de radio y antenas.



Figura 6.31. (a) Condensadores ajustables. (b) Símbolo.

6.11. Identificación de los valores de los condensadores

Por lo general, los valores de capacidad y tensión de trabajo aparecen inscritos en la superficie del condensador.

Cuando se trata de valores de capacidad con decimales no se marca la coma, sino que en su lugar se pone la letra *p* (pico) o *n* (nano). Así, por ejemplo, un condensador de 3,9 nF se puede identificar como 3n9 y uno de 0,56 pF como p56.

En otras ocasiones se marca solo la letra K, que significa 1.000 picofaradios, es decir, 1 nF. Por ejemplo, un condensador de 100 K se identifica como 100 nF.

Otra forma de identificación consiste en utilizar un código de colores similar al de las resistencias, pero incluyendo una banda de color adicional para marcar la tensión de trabajo.

En la Tabla 6.6 se muestran los códigos de colores para condensadores en pF.

Nota: Cuando en un condensador no se utiliza el código de colores, la tolerancia se suele indicar con un código de una letra tal como se indica en la Tabla 6.7.

Así por ejemplo, si encontramos un condensador con la indicación 100 J, nos indicará una capacidad de 100 pF y una tolerancia del 5 %.

En la Figura 6.32 incluimos para los diferentes tipos de condensadores el significado de cada banda de color. La banda marcada con la letra F nos indica el coeficiente de temperatura del condensador.

Tabla 6.6. Código de colores para condensadores.

| Color | A-B Cifras significativas | C Multiplicador | D Tolerancia | | E Tensión | | |
|----------|---------------------------------|--------------------|-----------------|-----------|--------------|-----------|---------|
| | | | C < 10 pF | C > 10 pF | Poliéster | Styroflex | Tántalo |
| Negro | 0 | × 1 | 2 ± pF | ± 20 % | | 630 V | 10 V |
| Marrón | 1 | × 10 | 0,1 ± pF | ± 1 % | | | |
| Rojo | 2 | × 100 | | ± 2 % | 250 V | 160 V | 4 V |
| Naranja | 3 | × 1.000 | | ± 3 % | | | 40 V |
| Amarillo | 4 | × 10.000 | | | 400 | 63 V | 6,3 V |
| Verde | 5 | × 100.000 | 0,5 ± pF | ± 5 % | | | 18 V |
| Azul | 6 | × 1.000.000 | | | 630 V | 25 V | |
| Violeta | 7 | × 10.000.000 | | | | | |
| Gris | 8 | × 0,01 | 0,25 ± pF | | | | 25 V |
| Blanco | 9 | × 0,1 | 1 ± pF | ± 10 % | | | 2,5 V |

Tabla 6.7. Valor de la tolerancia.

| | Letra | A | B | D | F | G | H | J | K | M |
|------------|----------------|-----|------|-----|---|---|-----|---|----|----|
| Tolerancia | C < 10 pF ± pF | 0,1 | 0,25 | 0,5 | 1 | 2 | | | | |
| | C > 10 pF ± % | | | 5,5 | 1 | 2 | 2,5 | 5 | 10 | 20 |

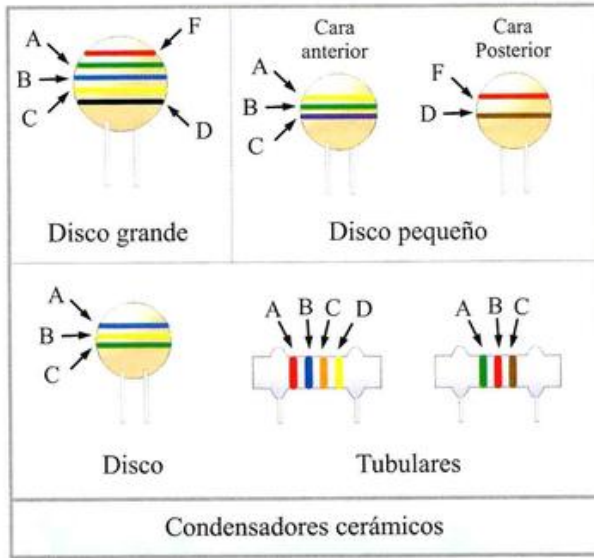


Figura 6.32. Códigos para diferentes tipos de condensadores.

Actividad resuelta 6.4

Determina las características del condensador de poliéster metalizado que aparece en la Figura 6.33.



Figura 6.33.

Solución: Situamos las cifras que van asociadas a los colores en el orden en que aparecen inscritos:

(A) (B) (C) (D) (E)
 Amarillo - Azul - Rojo - Blanco - Rojo
 (4) (6) (× 100) (± 10 %) (250 V)

$46 \cdot 100 = 4.600 \text{ pF} = 4,6 \text{ nF}, \pm 10 \%, 250 \text{ V}$

Actividad resuelta 6.5

¿Cuáles son las características del condensador de tántalo de la Figura 6.34?



Figura 6.34.

Solución: Siguiendo la disposición de las cifras según la Figura 6.34.

(A) (B) (C)
 Rojo (2) - Negro (0) - Azul (× 1.000.000)
 $20 \cdot 1.000.000 = 20.000.000 \text{ pF} = 20 \text{ } \mu\text{F}$
 (E)
 Tensión nominal = (Verde) = 18 V

Actividad propuesta 6.2



Busca en el MATERIAL WEB el documento con el nombre «Ejemplos prácticos de identificación de condensadores». Aquí podrás encontrar multitud de casos prácticos de identificación de condensadores que te ayudarán a entender mejor esta difícil tarea. Además también se añade el documento «Código JIS para identificación de condensadores» en el que se explica los códigos utilizados por los fabricantes japoneses.