

TEMA 2

COMPONENTES PASIVOS

COMPONENTES ELECTRÓNICOS

▶ PASIVOS

Cumplen una determinada función eléctrica sin necesidad de polarización exterior y no producen incremento en la potencia de las señales a ellos aplicadas. La potencia absorbida es transformada en calor. Por ejemplo: resistores, condensadores, bobinas, etc.

▶ ACTIVOS

Son capaces de producir una cierta modificación de la señal que están procesando, bien aumentando su potencia (amplificación) o cambiando la información contenida en ella.

Por regla general tienen que estar polarizados.

Por ejemplo: transistores, diodos, etc.

COMPONENTES PASIVOS



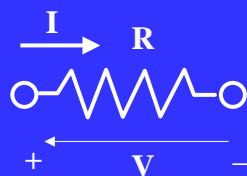
RESISTORES FIJOS

► RESISTOR:

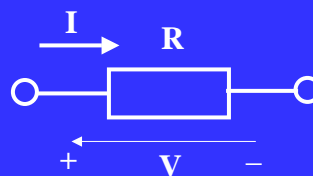
Componente realizado especialmente para que ofrezca una determinada resistencia eléctrica

► RESISTENCIA:

Propiedad física que se opone al paso de corriente y supone una pérdida de energía en forma de calor



$$R = \frac{V}{I} \quad (\Omega) \text{ óhmios}$$



$$G = \frac{1}{R} \quad (\Omega^{-1}) \text{ siemens o mhos}$$

CARACTERÍSTICAS GENERALES

► RESISTIVIDAD (ρ):

Tolerancia del resistor al paso de electrones a su través. Su valor depende del nº de electrones libres del material y de la estructura interna del mismo.

LEY DE OHM: $E = \rho \cdot J$

┌───► Densidad superficial de corriente
└───► Campo eléctrico

Unidades $\rho \Rightarrow (\Omega \cdot m)$ $\sigma = \frac{1}{\rho} \Rightarrow$ CONDUCTIVIDAD

Clasificación de los materiales

- Conductores ($\mu\Omega \cdot cm$): Ag, Cu, Al, Pt
- Semiconductores ($\Omega \cdot cm$): Si, Ge
- Aislantes (hasta $10^8 \Omega \cdot cm$): Mica, Cuarzo, cerámica

► COEFICIENTE DE TEMPERATURA (α):

Variación relativa de la resistividad en función de la temperatura.

Los valores del coeficiente de temperatura se suelen tabular en ppm/°C.

$$\rho = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) \left\{ \begin{array}{l} \text{Expresión lineal válida para la mayor} \\ \text{parte de los materiales y para } \Delta T \text{ no} \\ \text{muy grandes.} \end{array} \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} T_1 \Rightarrow \rho_1 = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot (T_1 - T_0)) \\ T_2 \Rightarrow \rho_2 = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot (T_2 - T_0)) \end{array} \right\} \rho_2 - \rho_1 = \rho_0 \cdot \alpha \cdot (T_2 - T_1)$$

$$\Delta \rho = \rho_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\Delta \rightarrow 0 \Rightarrow d\rho = \rho_0 \cdot \alpha \cdot dT \Rightarrow \alpha = \frac{1}{\rho_0} \frac{d\rho}{dT} \quad (\text{grado}^{-1})$$

Clasificación {
Coeficiente de temperatura positivo (PTC)
Coeficiente de temperatura negativo (NTC)

► COEFICIENTE DE TENSIÓN (β):

Variación relativa de la resistencia en función de la tensión aplicada.

La medida de este coeficiente no puede ser enmascarada por el coeficiente de temperatura => medida rápida de β .

$$R2 = R1 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta V) \quad \beta = \frac{R2 - R1}{R1 \cdot \Delta V} (\text{voltio}^{-1})$$

► RESISTENCIA:

Se obtiene en función de la resistividad del material empleado y de las características geométricas del resistor.

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} (\Omega) \quad \left\{ \begin{array}{l} \rho: \text{resistividad del material } (\Omega \cdot \text{m}) \\ L: \text{longitud (m)} \\ S: \text{sección (m}^2\text{)} \end{array} \right.$$

► ESTABILIDAD:

Capacidad del material para no sufrir variaciones permanentes en el valor de su resistividad con el tiempo, temperatura o tensión aplicada.

Su valor suele darse, en variación relativa ($\Delta R/R$), después de 1000 horas trabajando a 70 °C.

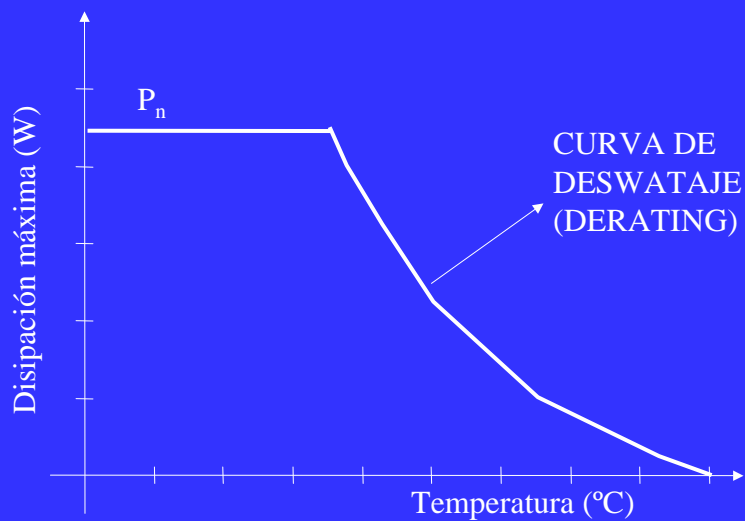
Cuantitativamente la estabilidad se mide por la deriva

$$\text{Deriva} = \frac{\Delta R}{R} \cdot 100 \quad (\%)$$

▶ POTENCIA DISIPADA:

$$P = I \cdot V = \frac{V^2}{R} = I^2 \cdot R \quad \text{Unidades -> Watos (W)}$$

- Potencia disipada en forma de calor
- Cuando se alcanza el equilibrio térmico entre resistor y medio, la temperatura en el resistor no debe sobrepasar la especificada por el fabricante
- Potencia máxima: Potencia nominal (P_n)
Potencia que se puede disipar sobre la resistencia de forma continuada, sin que el componente sufra deterioro, a una temperatura de trabajo y condiciones ambientales especificadas



► RESISTENCIA TÉRMICA:

Indica el incremento de temperatura del resistor en función de la potencia consumida.

Las unidades de la resistencia térmica (R_T) son °C/W.

$$T = T_A + R_T \cdot P$$

► TENSIÓN MÁXIMA DE TRABAJO:

$$P = I \cdot V = \frac{V^2}{R} \Rightarrow V = \sqrt{P \cdot R} \Rightarrow V_{MAX} = \sqrt{P_{MAX} \cdot R}$$

$$\text{TENSIÓN MÁXIMA DE TRABAJO} \left\{ \begin{array}{l} P_{MAX} \Rightarrow V_{MAX} = \sqrt{P_{MAX} \cdot R} \\ \text{Rigidez dieléctrica} \Rightarrow \text{Tensión máxima que soporta el aislante} \end{array} \right.$$

TENSIÓN MÁXIMA \Rightarrow Límite más restrictivo

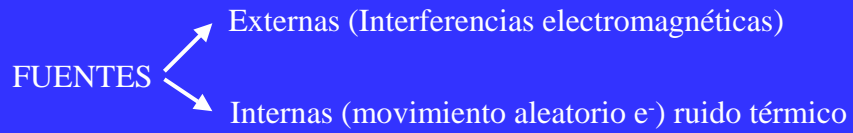
Ejemplo: $R=10K\Omega$, $P_{MAX}=1W \Rightarrow V_{MAX}=100V$

Si $V_{RD}=150V \Rightarrow V_{MAX_TR}=100V$

Si $V_{RD}=50V \Rightarrow V_{MAX_TR}=50V$

► RUIDO:

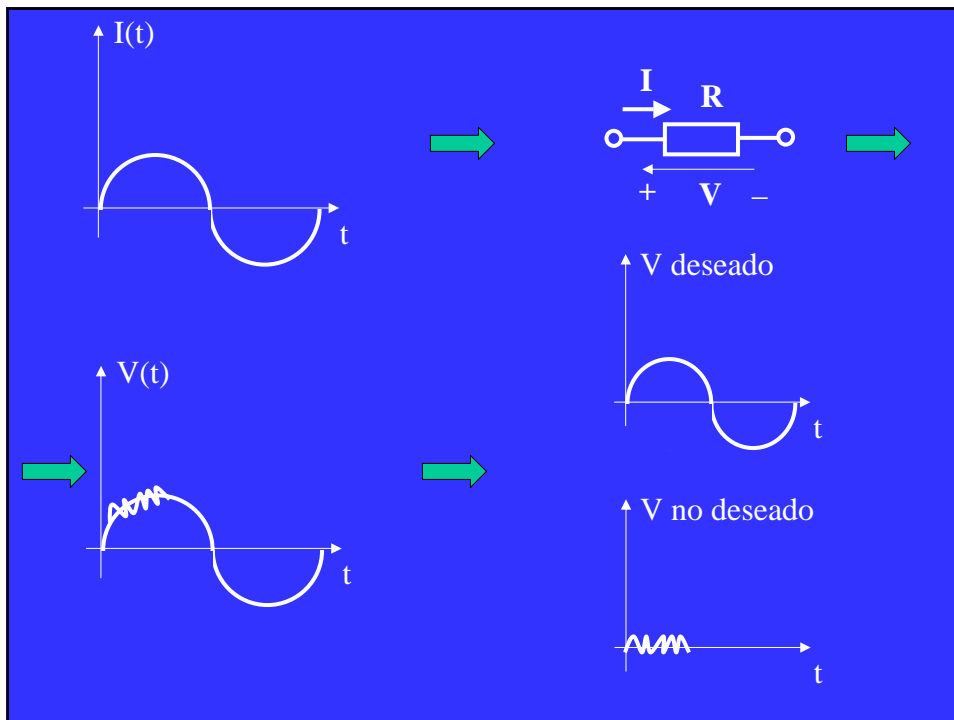
Señal espuria e indeseada de aparición y magnitud aleatoria que interfiere la verdadera señal que actúa sobre el componente. Habitualmente es del orden de μV .



$$\text{Indice_ruido} = 20 \cdot \log \left(\frac{V_{\text{ruido}} (\mu\text{V})}{V_{\text{señal}} (\text{V})} \right) (\text{dB})$$

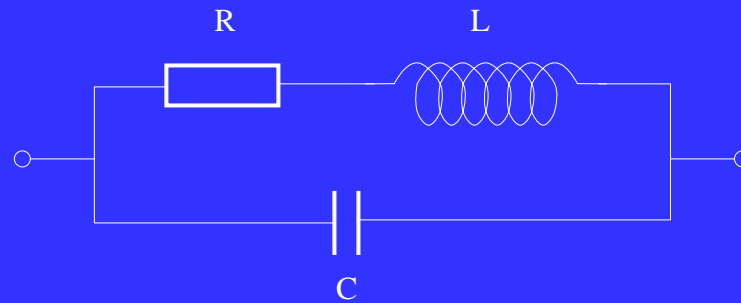
$$0 \text{ dB} \Rightarrow 1 \mu\text{V/V}$$

El ruido es importante cuando las señales son débiles



► RESPUESTA EN FRECUENCIA:

Comportamiento del resistor en función de la frecuencia de trabajo, cuando se le aplican señales variables con el tiempo



$$Z = (R+L) // C$$

L, C => Parámetros parásitos. Valores muy pequeños (nH, pF).
Dependen de los materiales de fabricación.

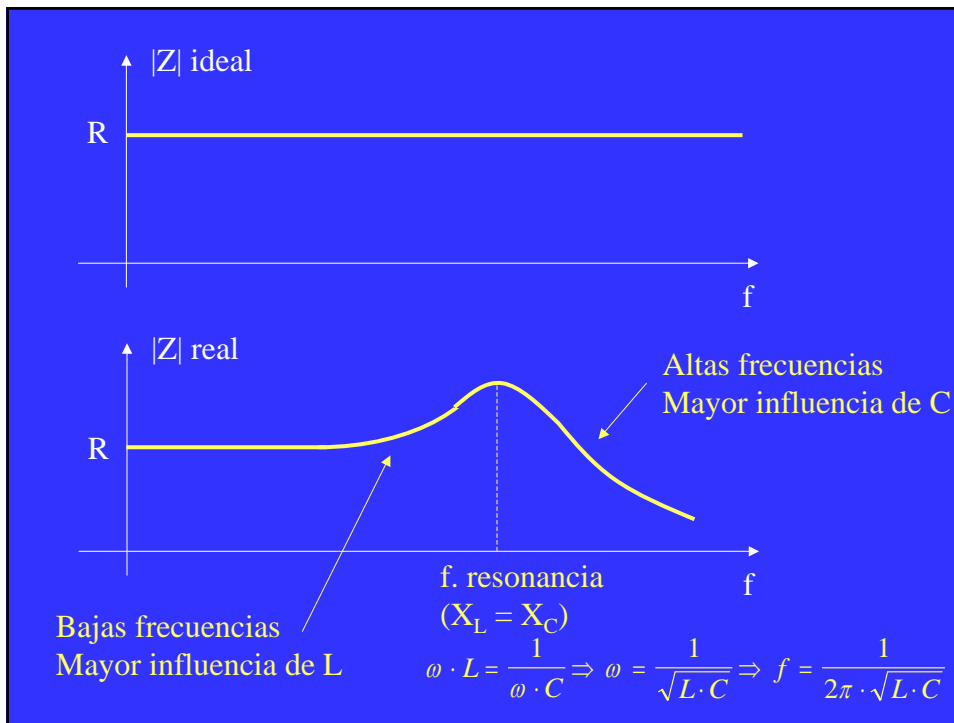
$$Z = (R + Z_L) // Z_C \Rightarrow Z = \frac{(R + Z_L) \cdot Z_C}{R + Z_L + Z_C}$$

$$Z_L = j \cdot \omega \cdot L = j \cdot X_L$$

$$Z_C = \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C} = -j \cdot X_C$$

$$\omega = 2\pi \cdot f$$

$$Z = \frac{R + j \left(X_L - \frac{R^2 + X_L^2}{X_C} \right)}{\frac{R^2 + (X_L - X_C)^2}{X_C}}$$



► TOLERANCIA

Tanto por ciento alrededor del cual se encuentra con toda certeza el valor real del resistor.

▶ VALORES NORMALIZADOS

Los valores de los resistores se generan por una progresión geométrica que tiene la característica de repetir sus valores en todas las décadas.

$$N = a \cdot r^{n-1}$$

↖ Primer término
↘ Razón

$$\left. \begin{array}{l} a = 1 \\ r = \sqrt[K]{10} \end{array} \right\} N = 10^{\frac{n-1}{K}}$$

K es la serie. Indica el nº de valores por década

| | | | | | | |
|------|----|-----|-----|-------|----|------|
| K= 3 | 6 | 12 | 24 | 48 | 96 | 192 |
| ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | | | ↓ |
| E3 | E6 | E12 | E24 | ————— | | E192 |

| SERIES | E24 | E12 | E6 |
|---|-----|------|------|
| TOLERANCIAS (Elegidas para cubrir toda la gama de valores) | ±5% | ±10% | ±20% |
| VALORES POR DÉCADA | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| | 1,1 | | |
| | 1,2 | 1,2 | |
| | 1,3 | | |
| | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| | 1,6 | | |
| | 1,8 | 1,8 | |
| | 2,0 | | |
| | 2,2 | 2,2 | 2,2 |
| | 2,4 | | |
| | 2,7 | 2,7 | |
| | 3,0 | | |
| | 3,3 | 3,3 | 3,3 |
| | 3,6 | | |
| | 3,9 | 3,9 | |
| | 4,3 | | |
| | 4,7 | 4,7 | 4,7 |
| | 5,1 | | |
| | 5,6 | 5,6 | |
| 6,2 | | | |
| 6,8 | 6,8 | 6,8 | |
| 7,5 | | | |
| 8,2 | 8,2 | | |
| 9,1 | | | |

► RESISTENCIA CRÍTICA DE UNA SERIE

La resistencia crítica de la serie se define como aquel valor de resistencia para el cual, aplicando la tensión nominal de la serie, se disipa la potencia nominal de la serie

$$R_c = \frac{V_{N_s}^2}{P_{N_s}}$$

Si $R < R_c \Rightarrow P_{m\acute{a}x} = P_{N_s}$

$$V_{m\acute{a}x} = \sqrt{R \cdot P_N}$$

Si $R > R_c \Rightarrow V_{m\acute{a}x} = V_{N_s}$

$$P_{m\acute{a}x} = \frac{V_N^2}{R}$$

► IDENTIFICACIÓN DE RESISTORES



Después se añade la tolerancia con una letra

F = ±1%

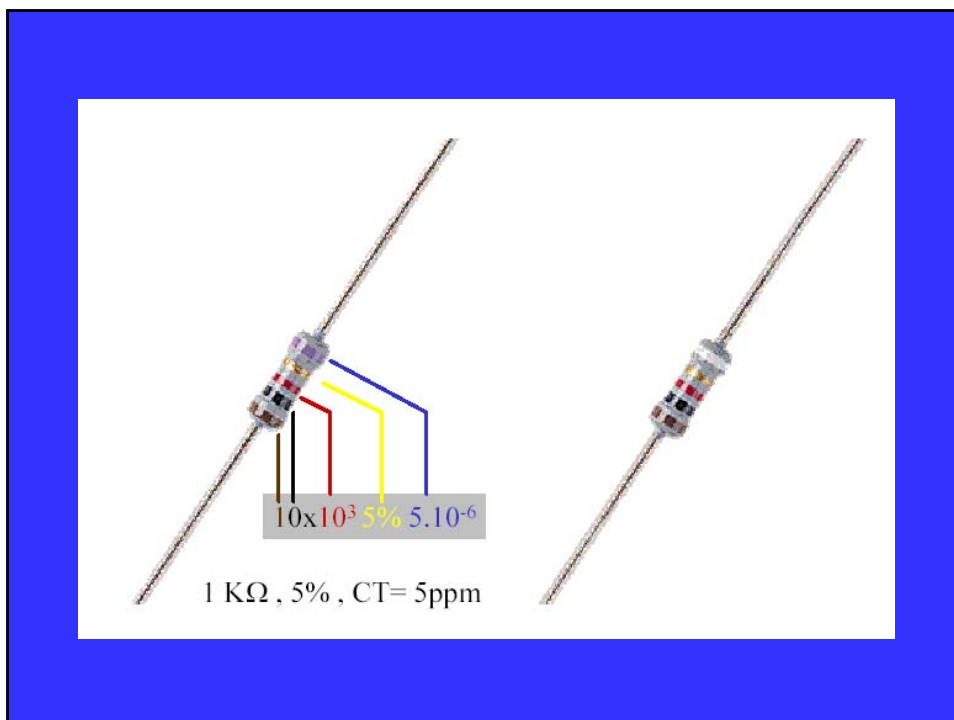
G = ±2%

J = ±5%

K = ±10%

M = ±20%

| | | | | |
|----------|------------------|------------------|------------------|------------|
| Plata | | | $\times 10^{-2}$ | 10% |
| Oro | | | $\times 10^{-1}$ | 5% |
| Negro | | 0 | $\times 10^0$ | |
| Marrón | 1 | 1 | $\times 10^1$ | 1% |
| Rojo | 2 | 2 | $\times 10^2$ | 2% |
| Naranja | 3 | 3 | $\times 10^3$ | |
| Amarillo | 4 | 4 | $\times 10^4$ | |
| Verde | 5 | 5 | $\times 10^5$ | |
| Azul | 6 | 6 | $\times 10^6$ | |
| Violeta | 7 | 7 | $\times 10^7$ | |
| Gris | 8 | 8 | $\times 10^8$ | |
| Blanco | 9 | 9 | $\times 10^9$ | |
| | Primera cifra | Segunda cifra | Multiplicador | Tolerancia |



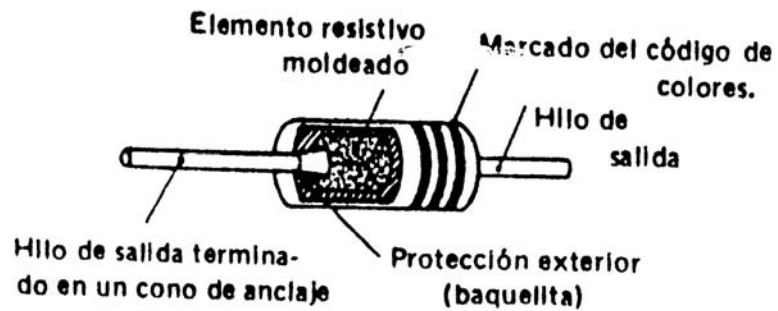
CLASIFICACIÓN DE LOS RESISTORES FIJOS



RESISTORES NO BOBINADOS

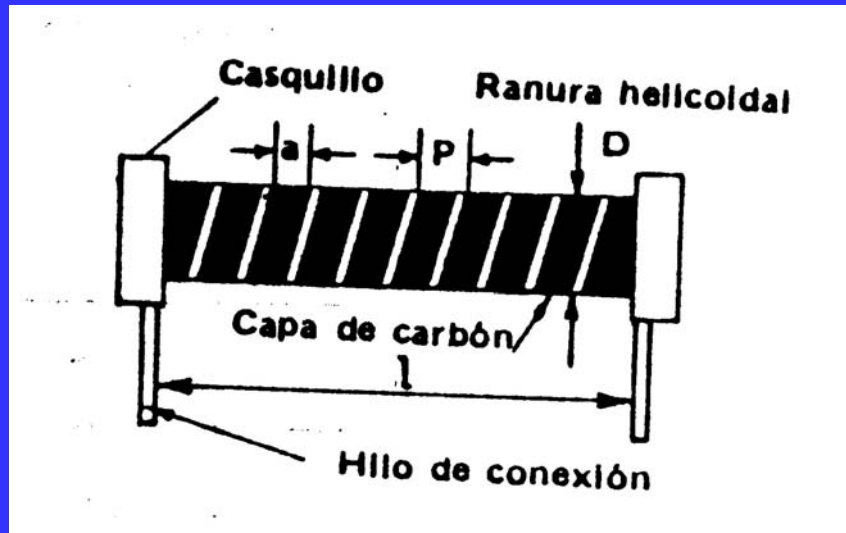
▶ AGLOMERADOS O DE COMPOSICIÓN ($1\Omega < R_n < 100M\Omega$, $P_n < 2W$)

- Constituidos por una mezcla de carbón, materia aislante (la más empleada es la Sílice: SiO_2), y resina aglomerante
- Se recubre por una capa de baquelita alojándose en sus extremos los terminales de salida
- Ventajas: Robustez mecánica
Sobrecargas eléctricas (transitorios tensión elevados)
Baratos
- Inconvenientes: Tensión de ruido elevada (2 a 6 $\mu V/V$)
Dependencia de la frecuencia (capacidades parásitas)
Coeficiente temperatura alto (>500 ppm/ $^{\circ}C$)
Bajas precisión y estabilidad (tolerancia 5 ÷ 20%)
Sensibles a la humedad (R disminuye)



▶ CAPA DE CARBÓN o PIROLÍTICOS

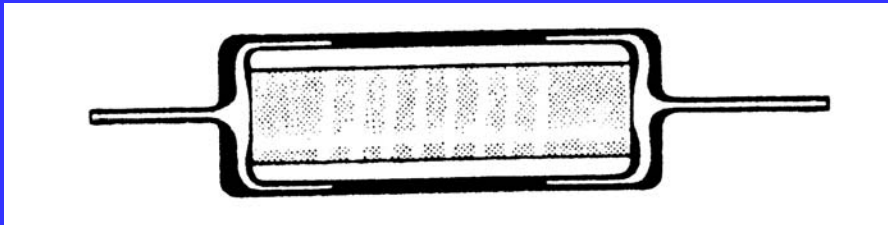
- Constituidos por un núcleo de cerámica sobre el que se deposita una capa de carbón => Pirólisis o Cracking del carbón
- Pirólisis: Deposición de películas de carbón puro sobre una varilla metálica o de cerámica a altas temperaturas
- Se procede al espiralado, se sueldan los terminales y se aísla el conjunto
- Características:
 - Menos robustos (capa depositada es frágil)
 - P_n hasta 2W
 - Baratos
 - Tensión de ruido inferior ($1 \mu V/V$)
 - Más inductivos (inductancias parásitas)
 - Coefficiente temperatura más bajo ($>200 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$)



► **CAPA METÁLICA** (alta calidad)

* **ÓXIDOS METÁLICOS**

- Constituidos por un soporte de vidrio, porcelana o cuarzo, sobre el que se deposita una capa de óxido de estaño y antimonio
- Se procede al espiralado, se sueldan los terminales y se aísla
- Características: Gran estabilidad
 - Bajo nivel de ruido (centésimas de $\mu V/V$)
 - Bajo coeficiente de temperatura
 - Alta tensión máxima
 - Aplicación en circuitos exigentes
(amplificadores bajo nivel de ruido)

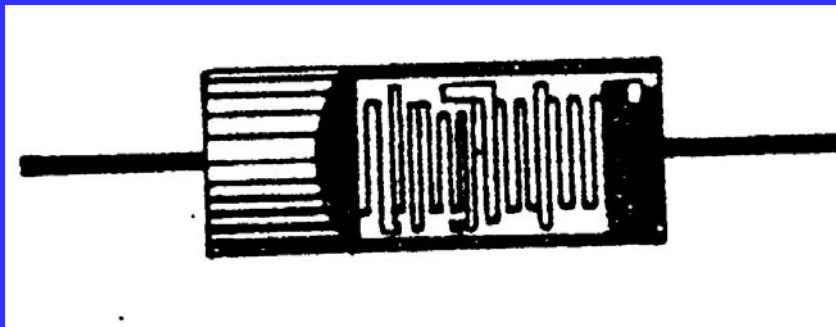
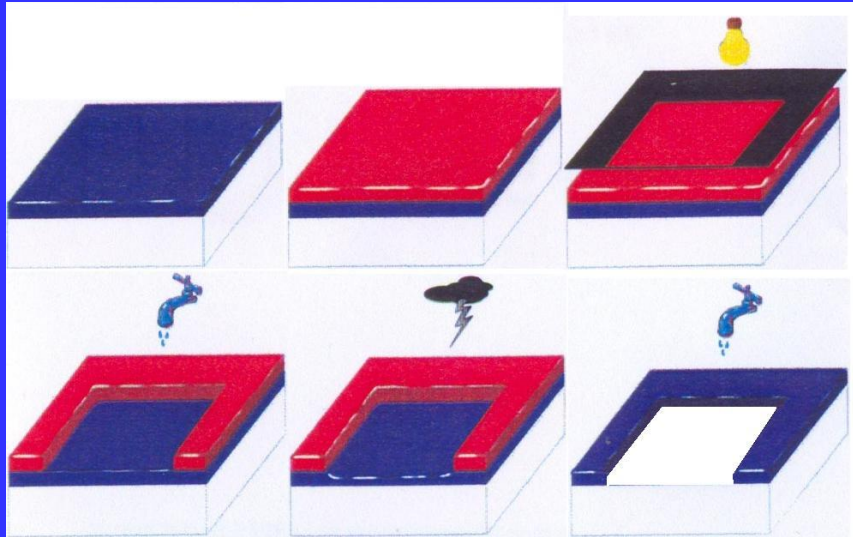


► CAPA METÁLICA (alta calidad)

* PELÍCULA DELGADA

- Constituidos por un soporte de cerámica sobre el que se deposita un metal precioso (Au, Pt) o inoxidable (Cr, Ti, Ni), o una aleación (Ni-Cr), eliminando el sobrante mediante fotograbado
- Fotograbado (fotolitografía): Se cubre la película con resina fotosensible, se pone una máscara y se ilumina. La parte iluminada se elimina con ácido.
- Se fijan los los terminales y se protegen con resina
- Características: Gran estabilidad
Tensión de ruido muy baja

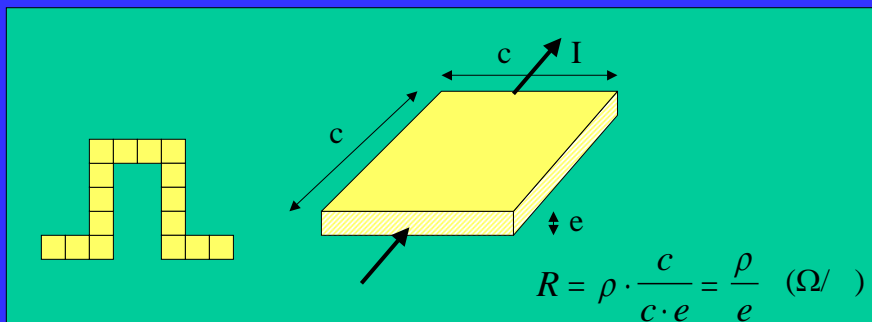
FOTOLITOGRAFÍA



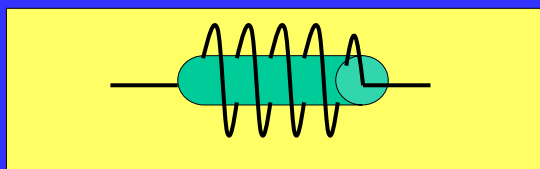
► CAPA METÁLICA (alta calidad)

* PELÍCULA GRUESA

- Constituidos por una mezcla de polvo de vidrio, metales preciosos y pasta aglutinante, que se deposita por métodos serigráficos en un soporte de alumina (Al_2O_3)
- Características: Gran precisión (hasta 50 ppm)



RESISTORES BOBINADOS



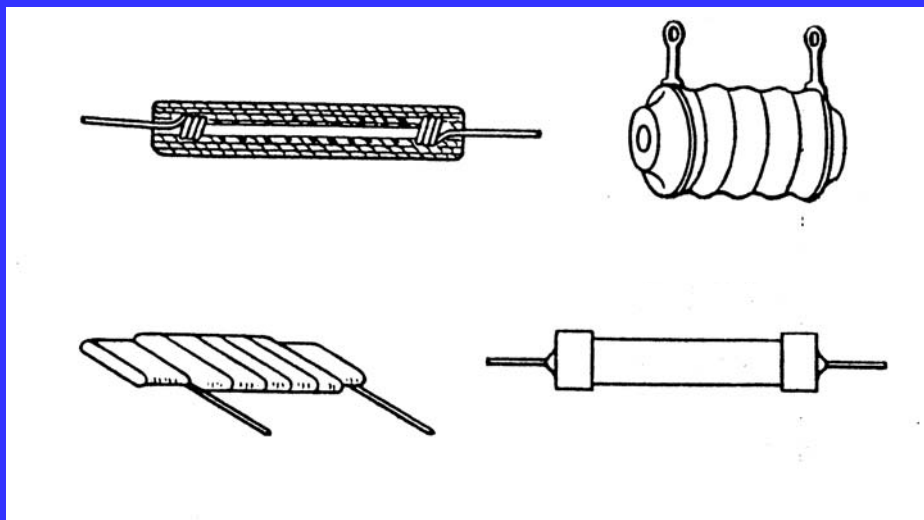
► POTENCIA

- Constituidos por un núcleo (porcelana) sobre el que se enrolla un hilo metálico. Se colocan los terminales y se recubren con pintura secada al horno, cemento incombustible, o se vitrifica
- Características:
 - Ruido despreciable
 - Robustos y alta temperatura
 - Efecto inductivo elevado
 - Altos valores de disipación (hasta 1500W)
 - Tolerancia < 10%
 - Aplicación en circuitos DC o de baja frecuencia

RESISTORES BOBINADOS

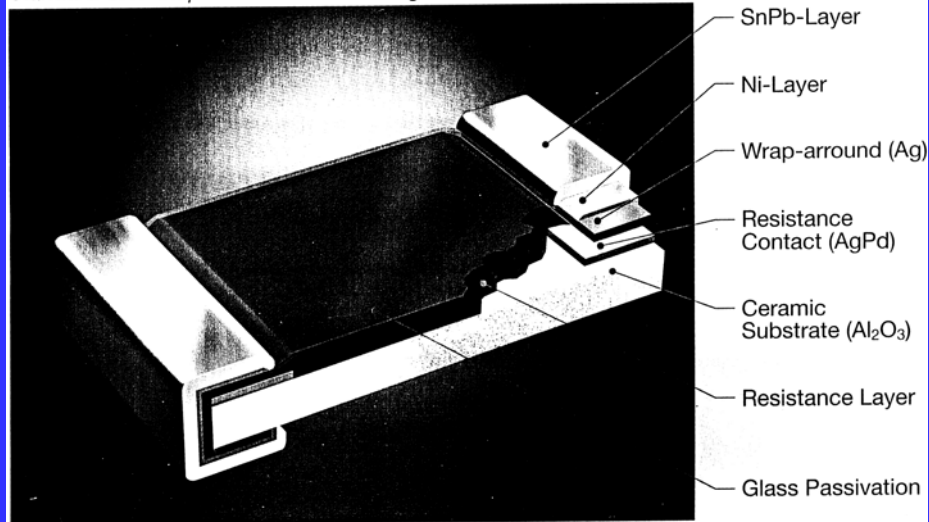
► PRECISIÓN

- Constituidos por aleaciones especiales (Cu-Ni, Cr-Ni)
- Características: Gran precisión
Tolerancia $0,05 \div 0,25\%$
Gran estabilidad
Ruido despreciable
Bobinados especiales para reducir efecto inductivo
Coeficientes temperatura muy bajos ($< 1 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$)
Con respecto a los de capa metálica de precisión:
 - * Mayor disipación pero mayor volumen
 - * Menor rango de valores óhmicos



SURFACE MONTAGE DEVICE (SMD)

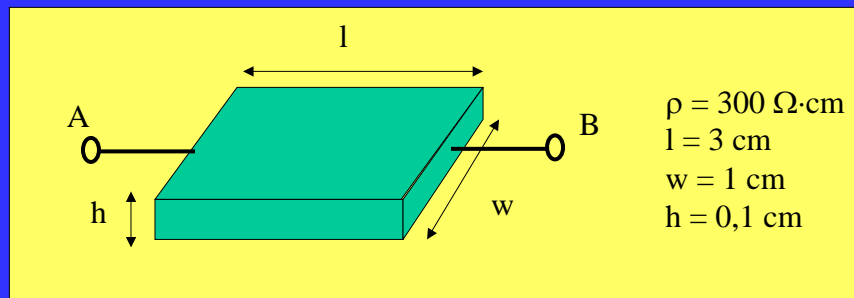
Picture 1:
Standard SRT-Chip Resistor for soldering



CÁLCULO DE LA RESISTENCIA

► RESISTOR NORMAL

$$R = \rho \frac{L}{S} (\Omega)$$



$$R = \rho \frac{L}{S} = \rho \frac{l}{w \cdot h} = 300 \Omega \cdot \text{cm} \frac{3 \text{ cm}}{0,1 \text{ cm} \cdot 1 \text{ cm}} = 9000 \Omega = 9 \text{ K}$$

► RESISTOR BOBINADO

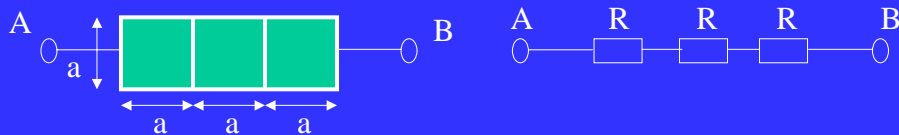
$$R = \rho \frac{L}{S} (\Omega)$$

El elemento resistivo es en este caso un hilo del cual, en general, se conoce la sección, la longitud de una espira, y el número de espiras

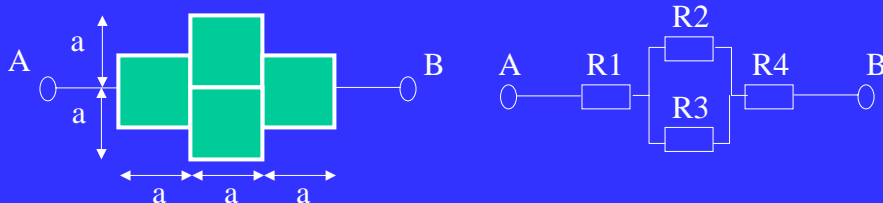
$$R = \rho \frac{L}{S} = \rho \frac{n \cdot l_e}{s} (\Omega)$$

$$\left. \begin{array}{l} \rho = 10 \Omega \cdot \text{cm} \\ s = 0,03 \text{ cm}^2 \\ n = 100 \\ l = 3 \text{ cm} \end{array} \right\} R = \rho \frac{n \cdot l_e}{s} = 10 \Omega \cdot \text{cm} \frac{100 \cdot 3 \text{ cm}}{0,03 \text{ cm}^2} = 100 \text{ K}$$

► RESISTENCIA POR CUADRO

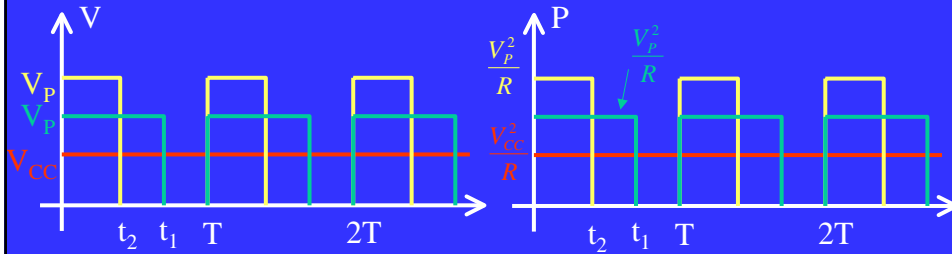


$$200 \Omega / \Rightarrow R_{AB} = R + R + R = 3 \cdot 200 \Omega / = 600 \Omega$$



$$R_{AB} = R1 + R2 // R3 + R4$$

RÉGIMEN CONTINUO Y VARIABLE



$$\text{Régimen continuo} \Rightarrow E = P \cdot t = \frac{V_{CC}^2}{R} \cdot T \Rightarrow E_{MAX} = \frac{V_{MAX}^2}{R} \cdot T = P_n \cdot T$$

$$\text{Régimen variable} \Rightarrow E = P \cdot t = \frac{V_P^2}{R} \cdot t_1$$

$$\text{Equilibrio} \Rightarrow \frac{V_{MAX}^2}{R} \cdot T = \frac{V_P^2}{R} \cdot t_1 \Rightarrow V_P = \left(R \cdot P_n \cdot \frac{T}{t_1} \right)^{\frac{1}{2}}$$