



24. Resistencias



Presentan un comportamiento tensión/corriente lineal ($V=R \cdot I$).

Se construyen con materiales que tengan resistividad elevada.

$$R = \rho \cdot \frac{\text{long}}{S}$$

Cobre: $\rho_{Cu} = 1,72 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$

Aluminio: $\rho_{Al} = 2,83 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$

Oro: $\rho_{Au} = 2,44 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$

Níquel: $\rho_{Ni} = 7,24 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$

Características de una resistencia

- Valor resistivo (Ω)
- Tolerancia
- Potencia
- Estabilidad térmica
- Estabilidad a largo plazo



24. Resistencias



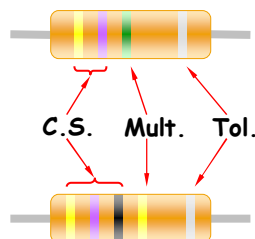
Valor resistivo

Hay varias series que definen los valores resistivos normalizados.

Tolerancia	Serie
10%	1,0 - 1,5 - 2,2 - 3,3 - 4,7 - 6,8
5%	1,0 - 1,2 - 1,5 - 1,8 - 2,2 - 2,7 - 3,3 - 3,9 - 4,7 - 5,6 - 6,8 - 8,2
2%	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

Tolerancia

Indica la precisión con la que se ha fabricado la resistencia.



Color	Cifras significativas	Multiplicador	Tolerancia
-	-	-	$\pm 20\%$
Plata	-	10^{-2}	$\pm 10\%$
Oro	-	10^{-1}	$\pm 5\%$
Negro	0	10^0	-
Marrón	1	10^1	$\pm 1\%$
Rojo	2	10^2	$\pm 2\%$
Naranja	3	10^3	$\pm 3\%$
Amarillo	4	10^4	$\pm 4\%$
Verde	5	10^5	-
Azul	6	10^6	-
Violeta	7	10^7	-
Gris	8	10^8	-
Blanco	9	-	-



24. Resistencias



Potencia

Potencia que puede disipar la resistencia sin deteriorarse.

Valores típicos: 0,25W, 0,50W, 1W, 2W, 6W, ...

Estabilidad con la temperatura

El valor de α_R depende del tipo y valor de la resistencia.

$$\frac{\Delta R}{R} = \alpha_R \cdot \Delta T$$

Capa de carbón:

$$\alpha_R = -200 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \div -1200 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

Capa metálica (Cr/Ni):

$$\alpha_R = \pm 15 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

Capa de metal fino:

$$\alpha_R = 200 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \div 350 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

Estabilidad a largo plazo

Variación del valor de la resistencia debido a procesos físico-químicos sufridos por las mismas (oxidación, corrosión, cristalización, ...)

Como todos estos procesos dependen de la temperatura, el fabricante suele indicar un valor máximo de temperatura de funcionamiento.



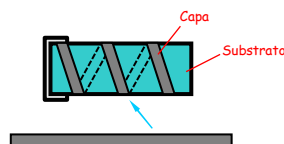
24. Resistencias



Resistencias de capa

Se clasifican en función del material que constituye la capa resistiva:

- De capa de carbón
- De capa de metal (Cr/Ni)
- De capa de metal fino
- Otros



Variaciones en su valor	{	Reversibles	{	Coeficiente de temperatura α_R
				Variación de humedad relativa
		Irreversibles	{	Oxidación de la capa resistiva
				Recristalización de la capa resistiva

Las variaciones irreversibles (o deriva) son mayores cuanto mayor es la temperatura de la capa (mayor potencia y mayor T_{amb}).



24. Resistencias



Elección de resistencias de capa

Criterio principal: valor y potencia a disipar.

Criterios de estabilidad y otras características eléctricas.

	Carbón	Metal	Metal fino
Muy alta estabilidad a largo plazo-		X	
Alta estabilidad a largo plazo	X		X
Coeficiente de temperatura pequeño		X	
Ruido de fondo muy bajo		X	X
No linealidad muy baja		X	X
Alta temperatura de servicio		X	X
Solicitud con impulsos aislados de gran potencia	X		
Funcionamiento con humedad extrema			X
Fiabilidad de servicio muy alta	X	X	X
Valores de resistencia muy bajos			X
Tensión térmica baja	X	X	



24. Resistencias



Resistencias de hilo

Cuerpos cilíndricos de cerámica sobre los que se arrollan hilos resistivos de Cr/Ni o Ni/Cu.

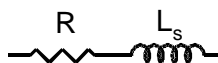
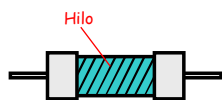
Comparación con las resistencias de capa

Ventajas

- Alta capacidad de carga en poco espacio
- Deriva mínima
- Máxima resistencia a impulsos
- Ruido y distorsión mínimos
- Tolerancias muy estrechas (0,1%)
- Valores óhmicos bajos



Presencia de inductancia parásita relativamente importante



- > Posibles problemas en alta frecuencia
- > Hay resistencias de hilo poco inductivas
- Método de arrollamiento



24. Resistencias



Resumen (I)

Clase y características	α_R (K ⁻¹)	Temp. (°C)	Aplicación
<u>Capa de carbón</u> Poca deriva, pequeña tasa de fallos.	$(-200 \div -1200) \cdot 10^{-6}$	-55 a 155	Técnica de la conmutación, técnica de datos, técnica de tráfico a larga distancia.
<u>Capa metálica (Cr/Ni)</u> Coeficiente de temperatura pequeño.	$(0 \pm 50) \cdot 10^{-6}$	-65 a 175	Solicitaciones climáticas y eléctricas extremas, aviación y satélites, instrumentos de medida, amplificadores de cables submarinos.



24. Resistencias



Resumen (y II)

Clase y características	α_R (K ⁻¹)	Temp. (°C)	Aplicación
<u>Capa de metal fino (Au/Pt)</u> Baja resistencia óhmica, coeficiente de temperatura definido, buen comportamiento anti-humedad. Capa interior o exterior.	$(200 \div 350) \cdot 10^{-6}$	-65 a 155	Compensación de temperatura en circuitos de transistores. Resistencias de mucha carga y de protección.
<u>Hilo</u> Soportan fuertes cargas (de 0,25W a 200W), poca deriva, coeficiente de temperatura pequeño, intervalo de valores pequeño, inductancia parásita.	Cr/Ni $<250 \cdot 10^{-6}$ Constantán $<100 \cdot 10^{-6}$	No crítica	Técnicas de las comunicaciones, metrología, fuerza, resistencias reguladoras.

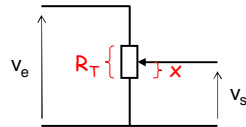


24. Resistencias



Potenciómetros

Elementos resistivos de tres terminales que permiten ajustar la resistencia presente entre el cursor y cualquiera de los extremos.

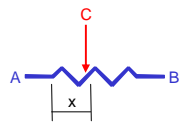


$$V_s = f(x) \cdot V_e$$

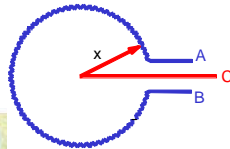


Clasificación según desplazamiento del cursor

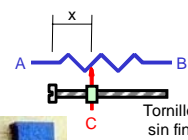
De desplazamiento lineal



De desplazamiento angular



Multivuelta (ajustes finos)



24. Resistencias



Clasificación según la función f(x)

Lineales

$$f(x) = \frac{x}{x_{TOT}}$$

Logarítmicos

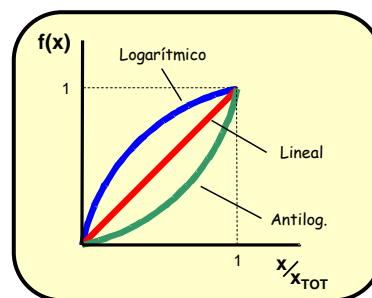
$$f(x) = \frac{\log\left(A \cdot \frac{x}{x_{TOT}} + 1\right)}{\log(A+1)}$$

Antilogarítmicos

$$f(x) = \frac{(A+1)^{\frac{x}{x_{TOT}}} - 1}{A}$$

Potenciómetro logarítmico
Ajuste fino por arriba.

Potenciómetro antilogarítmico
Ajuste fino por abajo.

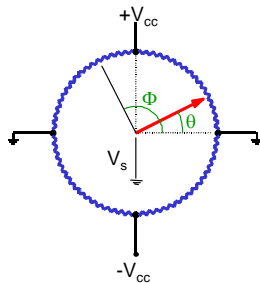




24. Resistencias



Trigonométricos

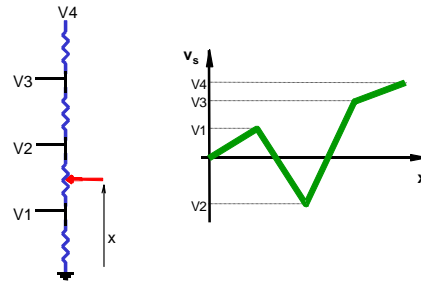


$$f(\theta) = \text{sen}(\theta)$$

$$f(\Phi) = \text{cos}(\Phi)$$

Material resistivo
adecuadamente distribuido.

Por puntos



Permiten definir la función
deseada punto a punto.



24. Resistencias



Clasificación según su forma constructiva

De capa de carbón

Capa de carbón tratada térmicamente para endurecerla.
Valores normalizados entre 50Ω y $10M$ (tolerancias del 10-20%).
Potencias inferiores a los 2W.

Bobinados

Hilo resistivo arrollado alrededor de un anillo base.
Aplicaciones de potencia elevada (desde varios vatios hasta kW).

Simbología normalizada

