

# **Componenti elettronici**

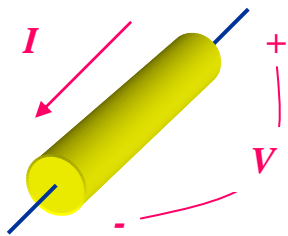
## **Resistori**

# Resistori

## 1ª Legge di Ohm

Il rapporto fra la d.d.p.  $V$  tra due punti di un conduttore metallico a temperatura costante e l'intensità di corrente  $I$  che fluisce in esso è costante.

Tale rapporto, caratteristico di ciascun conduttore, viene individuato dal simbolo  $R$  e prende il nome di **resistenza elettrica** del conduttore.



$$R = \frac{v(t)}{i(t)}$$



Unità di misura della resistenza: **ohm** ( $\Omega$ )

$$1 \Omega = \frac{1V}{1A}$$

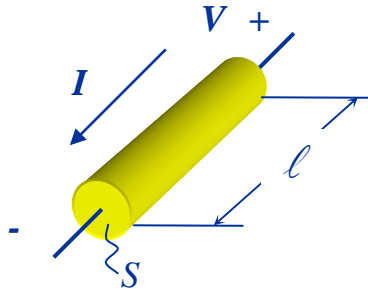
Conduttanza elettrica  $C=1/R$

Unità di misura:  $\Omega^{-1}$  o **Siemens** (S)

$$1 S = 1 \Omega^{-1}$$

- Un elemento circuitale che presenta una resistenza elettrica è detto **resistore**
- I conduttori che seguono la legge di Ohm sono detti **ohmici**.
- I semiconduttori **NON** sono conduttori ohmici.
- Nel caso di conduttori non ohmici, il rapporto  $R$  fra  $v(t)$  ed  $i(t)$  dipende dal valore della d.d.p., ovvero  $R=f(V)$

# Conduktivität und Resistivität



Densità di corrente

$$J = \frac{I}{S}$$

$$J = \sigma \cdot E$$

Campo elettrico

$$E = \frac{V}{l}$$

Per un dato conduttore,  $\sigma$  è una grandezza costante, dipendente dalla natura del materiale e dal suo stato fisico, e prende il nome di **conduttività** (unità di misura  $\Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1} = \text{S} \cdot \text{m}^{-1}$ )

$$R = \frac{E \cdot l}{J \cdot S} = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{l}{S} = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

La grandezza  $\rho$  è detta **resistività** del conduttore e si misura in  $\Omega \cdot \text{m}$ .

## 2<sup>a</sup> Legge di Ohm

A parità di ogni altra condizione, la resistenza  $R$  di un conduttore è direttamente proporzionale alla sua lunghezza e inversamente proporzionale alla sua sezione.

# Resistività e temperatura

Resistività elettrica a temperatura ambiente (20 °C)

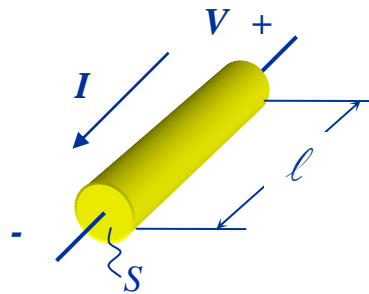
Metalli	$\rho$ ( $\Omega$ m )
Rame	$1,72 \cdot 10^{-8}$
Argento	$1,63 \cdot 10^{-8}$
Alluminio	$2,82 \cdot 10^{-8}$
Ferro	$6,54 \cdot 10^{-8}$
Tungsteno	$5,50 \cdot 10^{-8}$

Leghe	$\rho$ ( $\Omega$ m )
Manganina	$4,40 \cdot 10^{-7}$
Costantana	$4,90 \cdot 10^{-7}$
Nichel-cromo	$1 \cdot 10^{-6}$

Semiconduttori	$\rho$ ( $\Omega$ m )
Carbonio	$3,57 \cdot 10^{-5}$
Germanio	45,4
Silicio	$6,25 \cdot 10^4$

Isolanti	$\rho$ ( $\Omega$ m )
Vetro	da $10^{10}$ a $10^{14}$
Mica	da $10^{11}$ a $10^{15}$
Quarzo	$7,52 \cdot 10^{17}$
Paraffina	$2,94 \cdot 10^{16}$

$$R = \rho \cdot \frac{\ell}{S}$$



La resistività varia con la temperatura secondo la legge

$$\rho(T) = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot T)$$

$\alpha$  = coefficiente resistivo di temperatura  
 $\rho_0$  = resistività a 0°C

La resistenza varia con la temperatura secondo la legge

$$R(T) = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot T)$$

$R_0$  = resistenza a 0°C

Sostanza	$\alpha$ (°C <sup>-1</sup> )
Alluminio	$390 \cdot 10^{-5}$
Rame	$390 \cdot 10^{-5}$
Carbonio	$-50 \cdot 10^{-5}$
Ferro	$500 \cdot 10^{-5}$
Manganina	$1,0 \cdot 10^{-5}$
Nichel	$600 \cdot 10^{-5}$
Argento	$380 \cdot 10^{-5}$
Acciaio	$300 \cdot 10^{-3}$

# Potenza, Calore e Rumore

## Potenza Elettrica (Legge di Joule)

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

Unità di misura: **watt**

## Quantità di calore

$$Q = \frac{R \cdot I^2}{t \cdot j}$$

$j=4,18 \text{ J/cal}$

Unità di misura (caloria): **cal**

t=intervallo di tempo

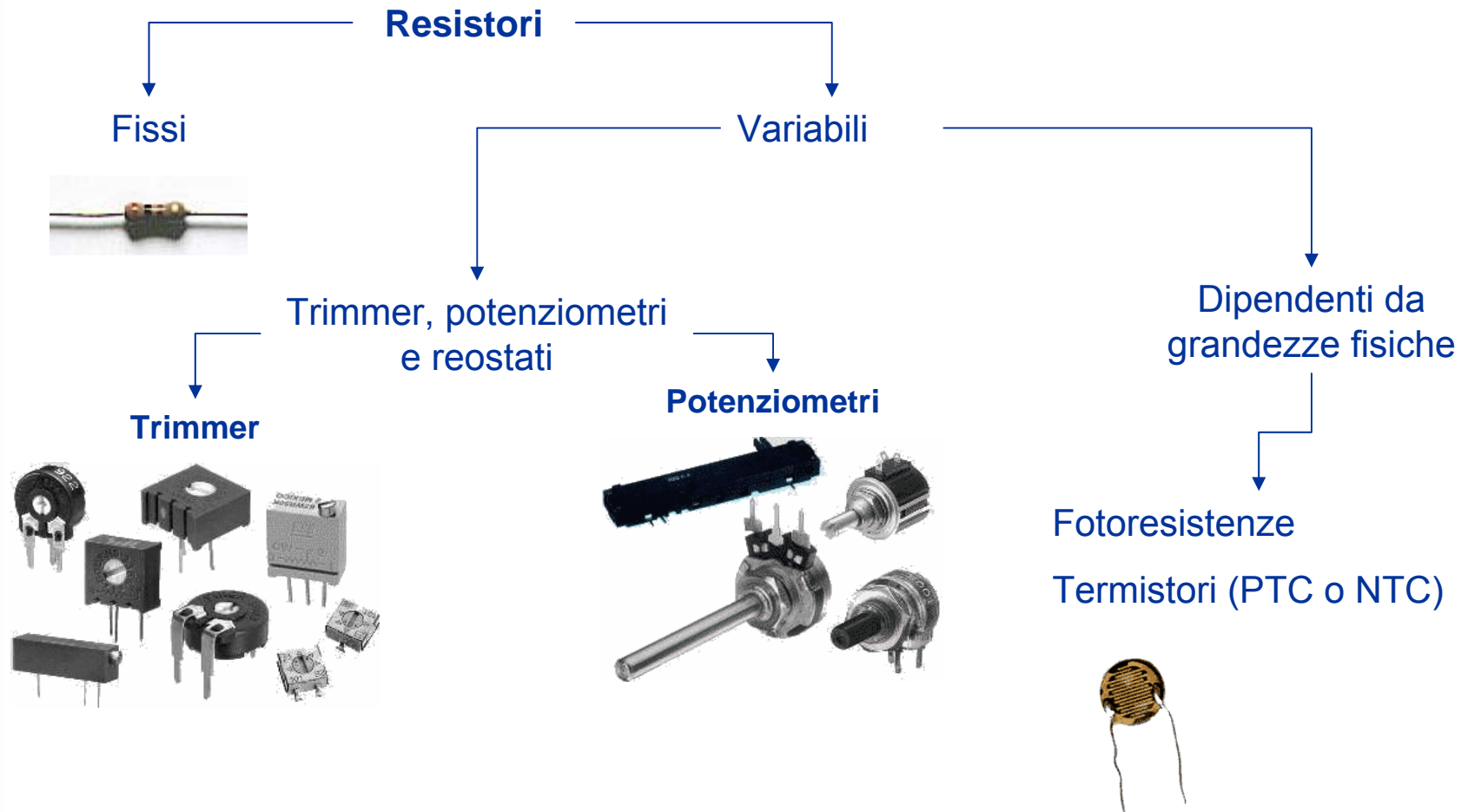
## Rumore

Un resistore non sottoposto a nessuna causa esterna presenta ai suoi capi una fluttuazione di tensione a media nulla. Tale fenomeno è dovuto al moto caotico degli elettroni liberi per agitazione termica. Il valore efficace di questo rumore dipende dalla banda di frequenze in uso e dalla temperatura secondo la relazione

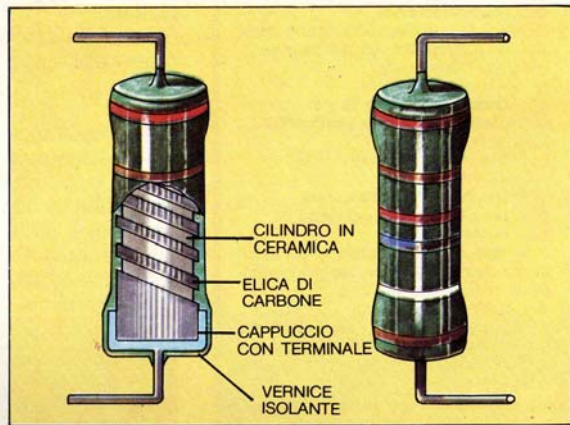
$$V_{eff} = \sqrt{4kTR \cdot \Delta f}$$

- k = Costante di Boltzmann  $1,38 \times 10^{-23} \text{ (J/°K)}$
- T = Temperatura assoluta in K alla quale si trova il resistore
- R = Resistenza nominale
- $\Delta f$  = Intervallo di frequenza considerato

# Classificazione dei resistori



# Tipi di resistori



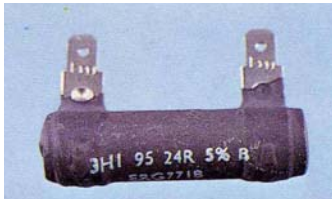
Struttura interna ed esterna di una comune resistenza del tipo a strato di carbone, a bassa potenza.

## A strato di carbone

Il valore ohmico di questa resistenza viene fissato asportando una quantità più o meno grande di carbone così da formare una spirale lungo il cilindro. Questo tipo di resistenza è disponibile sul mercato in differenti formati che corrispondono a potenze di 1/8, 1/4, 1/3, 1/2, 1 e 2 watt con tolleranza dell'1%, 2%, 5%, 10% e 20%.

## Bobinata

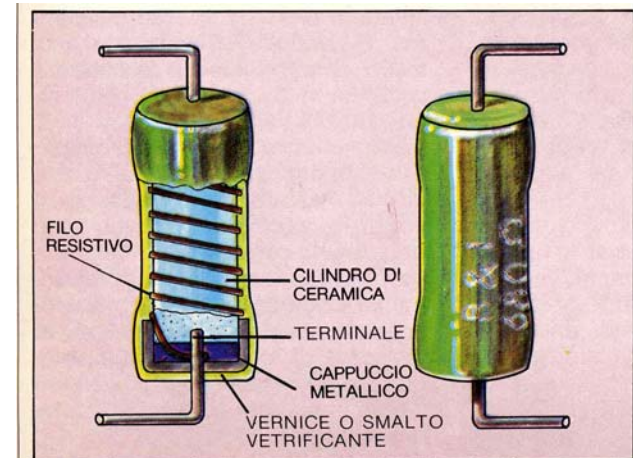
Viene utilizzata esclusivamente nei casi in cui si prevede una forte dissipazione di calore (potenze nell'ordine dei 100 watt) e non si richiede una grande precisione del valore ohmico (tolleranza tipica 10%).



$R=24\Omega \pm 5\%$

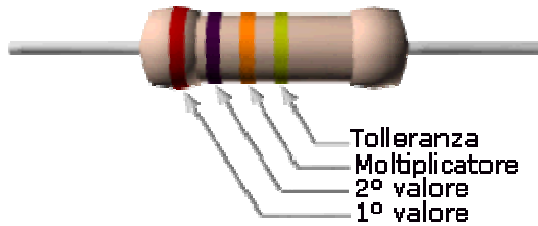


$R=0.1k\Omega \pm 10\%$



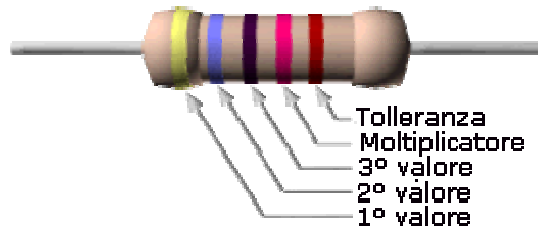
Resistenza bobinata. Il disegno in sezione ne mostra dettagliatamente la struttura interna.

# Codice colori delle resistenze



## Esempio 4 Anelli

(Marrone=1), (Nero=0), (Arancio=3)  
 $10 \times 10^3 = 10k \text{ ohm}$   
 Tolleranza (Oro) =  $\pm 5\%$



## Esempio 5 Anelli

(Giallo=4), (Violetto=7), (Nero=0),  
 (Rosso=2)  
 $470 \times 10^2 = 47k \text{ ohm}$   
 Tolleranza (Marrone) =  $\pm 1\%$

Colore	Valore	Moltiplicatore	Tolleranza (%)
Nero	0	0	-
Marrone	1	1	$\pm 1$
Rosso	2	2	$\pm 2$
Arancio	3	3	$\pm 0.05$
Giallo	4	4	-
Verde	5	5	$\pm 0.5$
Blue	6	6	$\pm 0.25$
Violetto	7	7	$\pm 0.1$
Grigio	8	8	-
Bianco	9	9	-
Oro	-	-1	$\pm 5$
Argento	-	-2	$\pm 10$
Niente	-	-	$\pm 20$

$$R = R_n \cdot (1 \pm \Delta R)$$



# Valori standard

E6	10	15	22	33	47	68						
E12	10	12	15	18	22	27	33	39	47	56	68	82
E24	10	11	12	13	15	16	18	20	22	24	27	30
	33	36	39	43	47	51	56	62	68	75	82	91
E48	100	105	110	115	121	127	133	140	147	154	162	169
	178	187	196	205	215	226	237	249	261	274	287	301
	316	332	348	365	383	402	422	442	464	487	511	536
	562	590	619	649	681	715	750	787	825	866	909	953
E96	100	102	105	107	110	113	115	118	121	124	127	130
	133	137	140	143	147	150	154	158	162	165	169	174
	178	182	187	191	196	200	205	210	215	221	226	232
	237	243	249	255	261	267	274	280	287	294	301	309
	316	324	332	340	348	357	365	374	383	392	402	412
	422	432	442	453	464	475	487	499	511	523	536	549
	562	576	590	604	619	634	649	665	681	698	715	732
	750	768	787	806	825	845	866	887	909	931	953	

La serie totale di tutti i valori di tutta la gamma si ottiene moltiplicando per 10, 100, 1.000, 10.000, 100.000, 1.000.000 le cifre della tavola precedente.