

# Resistenze

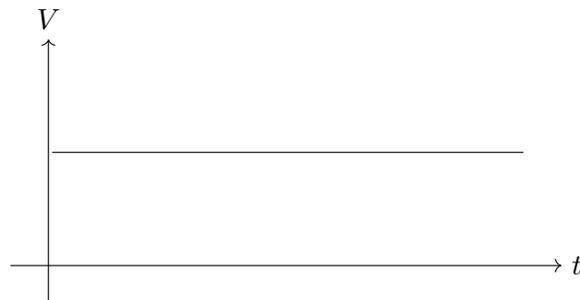
## 1 Corrente e tensione

La **corrente**, indicata tipicamente con la lettera  $I$ , è la quantità di elettroni che scorrono in un punto di un circuito nell'unità di tempo. La sua unità di misura è l'**ampere** (il cui simbolo è A).

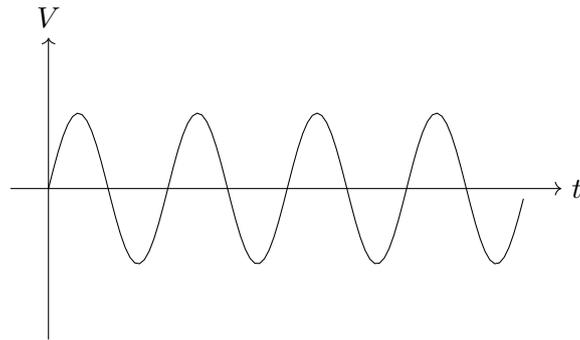
La **tensione**, che tipicamente viene indicata con la lettera  $V$ , è sostanzialmente la differenza tra l'energia che hanno gli elettroni in due punti del circuito, e misurata in **volt** (il cui simbolo è ancora la lettera V).

## 2 Corrente continua e corrente alternata

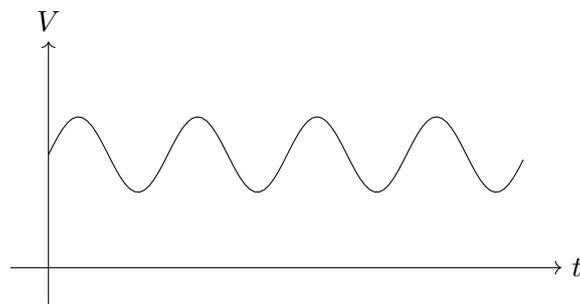
Si parla di **corrente continua** (*DC, Direct Current*) quando la tensione rimane costante nel tempo.



Si ha invece una **corrente alternata** (*AC, Alternating Current*) se il valore di tensione varia nel tempo, diventando ripetutamente positivo e negativo.



Infine, per indicare una tensione che varia nel tempo, ma mantenendo lo stesso segno (è sempre positiva o sempre negativa), si usa talvolta il termine “corrente pulsante”.



Matematicamente, quest'ultimo tipo di corrente corrisponde alla somma di una corrente continua e una alternata (dunque ha un comportamento intermedio tra le due, ma tendenzialmente più simile alla corrente alternata che a quella continua). Il principale ambito in cui la si incontra è quello degli alimentatori, quando si effettua la trasformazione di una corrente alternata in una corrente continua.

### 3 Componenti passivi e attivi

I componenti elettronici possono essere classificati in:

- componenti **passivi**: resistenze, condensatori, ecc.
- componenti **attivi** (che in genere sono basati su semiconduttori): diodi, transistori, circuiti integrati, ecc.

## 4 Resistenze

Una **resistenza** (o **resistore**) è un componente elettronico passivo nel quale la corrente che lo attraversa e la tensione ai suoi estremi sono legate da una formula chiamata **legge di Ohm**,

$$V = IR$$

dove  $R$  è il valore di **resistenza** (appunto) che caratterizza il componente, misurato in **ohm** ( $\Omega = \frac{V}{A}$ ).

Graficamente, negli schemi elettrici, una resistenza si indica con il simbolo



oppure



## 5 Potenza

La **potenza** ( $P$ ) è data dal prodotto di tensione e corrente,

$$P = VI$$

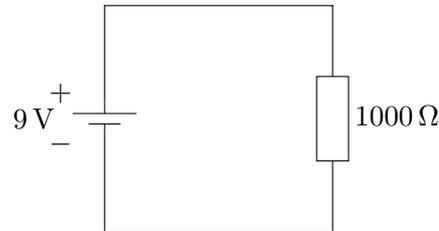
ed è misurata in **watt** ( $W = V A$ ).

Quando una resistenza è attraversata da una corrente, viene dissipata dell'energia sotto forma di calore. La quantità di energia dissipata (ovvero di calore prodotto) nell'unità di tempo è data proprio dalla potenza. Questo fatto è importante perché una resistenza deve essere selezionata non solo in base al suo valore di resistenza, ma anche in base alla potenza che è in grado di dissipare senza bruciarsi: ad esempio, si trovano comunemente in commercio resistenze da  $\frac{1}{8} W$ ,  $\frac{1}{4} W$ ,  $\frac{1}{2} W$ ,  $1 W$ , fino a  $10 W$  e anche oltre.

Una resistenza che può dissipare più calore è tipicamente più costosa e ingombrante di una che ne può dissipare meno. Ciò nonostante, soprattutto quando si costruiscono circuiti a scopo didattico, è una buona idea scegliere resistenze che siano in grado di dissipare un po' più di potenza del necessario, in modo da evitare di bruciarle anche nel caso si sia commesso qualche piccolo errore di calcolo.

## 6 Esempi di calcolo

Il seguente schema elettrico rappresenta un circuito composto da una batteria da 9 V (il simbolo a sinistra, nel quale la linea più lunga rappresenta il lato positivo della batteria) collegata a una resistenza da  $R = 1000 \Omega$ :



Per la legge di Ohm, la corrente nella resistenza è

$$I = \frac{V}{R} = \frac{9 \text{ V}}{1000 \Omega} = 0.009 \text{ A} = 9 \text{ mA}$$

e, di conseguenza, la potenza che la resistenza deve dissipare è

$$P = VI = 0.009 \text{ A} \cdot 9 \text{ V} = 0.081 \text{ W} = 81 \text{ mW}$$

Allora, sarebbe sufficiente una resistenza da  $\frac{1}{8} \text{ W} \approx 143 \text{ mW}$ .

Se invece si avesse  $R = 10 \Omega$ , allora la corrente sarebbe

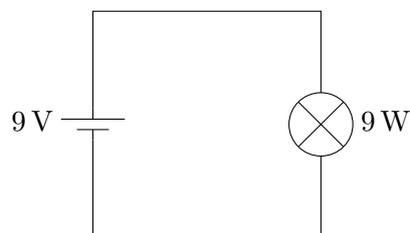
$$I = \frac{9 \text{ V}}{10 \Omega} = 0.9 \text{ A}$$

e la potenza diventerebbe dunque

$$P = 0.9 \text{ A} \cdot 9 \text{ V} = 8.1 \text{ W}$$

rendendo necessaria una resistenza da 10 W.

Come altro esempio, si consideri un circuito in cui una batteria, ancora da 9 V, viene collegata a una lampadina<sup>1</sup> da 9 W.



---

<sup>1</sup>Una lampadina (a incandescenza) è semplicemente una resistenza che, per l'energia dissipata, si scalda fino a diventare incandescente.

Conoscendo la tensione e la potenza, si ricava la corrente,

$$I = \frac{P}{V} = \frac{9 \text{ W}}{9 \text{ V}} = 1 \text{ A}$$

e con questa si può a sua volta determinare la resistenza della lampadina:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{9 \text{ V}}{1 \text{ A}} = 9 \Omega$$

## 7 Codice colore

Il valore di una resistenza è solitamente indicato da quattro o cinque bande colorate disposte sul suo corpo. Se ci sono quattro bande:

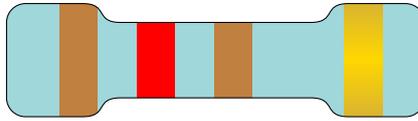
- le prime due indicano le cifre decimali del valore di resistenza;
- la terza indica un fattore per il quale deve essere moltiplicato il numero definito dalle prime due bande;
- la quarta e ultima, che si può distinguere in quanto situata a una certa distanza dalle altre, rappresenta la *tolleranza* della resistenza, cioè quanto il valore reale può variare rispetto a quello indicato.

Se invece ci sono cinque bande, allora anche la terza rappresenta una cifra, mentre il moltiplicatore è la quarta banda e la tolleranza è la quinta.

Colore	Cifra	Moltiplicatore	Tolleranza
Argento		$10^{-2} = 0.01$	$\pm 10 \%$
Oro		$10^{-1} = 0.1$	$\pm 5 \%$
Nero	0	$10^0 = 1$	
Marrone	1	$10^1 = 10$	$\pm 1 \%$
Rosso	2	$10^2 = 100$	$\pm 2 \%$
Arancione	3	$10^3 = 1 \text{ k}$	$\pm 0.05 \%$
Giallo	4	$10^4 = 10 \text{ k}$	$\pm 0.02 \%$
Verde	5	$10^5 = 100 \text{ k}$	$\pm 0.5 \%$
Blu	6	$10^6 = 1 \text{ M}$	$\pm 0.25 \%$
Viola	7	$10^7 = 10 \text{ M}$	$\pm 0.1 \%$
Grigio	8	$10^8 = 100 \text{ M}$	$\pm 0.01 \%$
Bianco	9	$10^9 = 1 \text{ G}$	

## 7.1 Esempi

- Si consideri una resistenza con quattro bande, di colori marrone, rosso, marrone e oro:



I significati delle bande sono

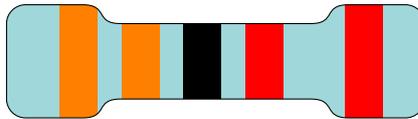
1. marrone: cifra 1,
2. rosso: cifra 2,
3. marrone: moltiplicatore 10,
4. oro: tolleranza  $\pm 5\%$ ,

quindi il valore della resistenza è

$$(12 \cdot 10) \Omega \pm 5\% = 120 \Omega \pm 5\%$$

(ovvero un valore compreso tra  $114 \Omega$  e  $126 \Omega$ ).

- Si consideri una resistenza con cinque bande, di colori arancione, arancione, nero, rosso e rosso:



Le cinque bande significano rispettivamente

1. arancione: cifra 3,
2. arancione: cifra 3,
3. nero: cifra 0,
4. rosso: moltiplicatore 100,
5. rosso: tolleranza  $\pm 2\%$ ,

dunque indicano il valore

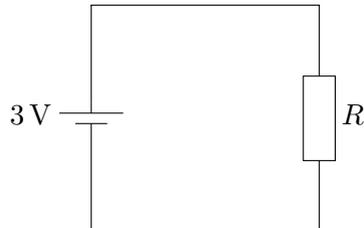
$$(330 \cdot 100) \Omega \pm 2\% = 33\,000 \Omega \pm 2\% = 33 \text{ k}\Omega \pm 2\%$$

(ovvero un valore compreso tra  $32\,340 \Omega$  e  $33\,660 \Omega$ ).

## 8 Selezione del valore di resistenza

In commercio, si trovano solo resistenze di alcuni valori standard, e la gamma di valori disponibili varia in base alla fascia di tolleranza. Perciò, quando si progetta un circuito, bisogna scegliere il valore standard che più si avvicina a quello calcolato.

Ad esempio, data una resistenza collegata a una batteria da 3 V,



se si vuole una corrente  $I = 10 \text{ mA}$  bisogna porre

$$R = \frac{V}{I} = \frac{3 \text{ V}}{0.01 \text{ A}} = 300 \Omega$$

- alla tolleranza del 10% non è prevista una resistenza da  $300 \Omega$ , e bisogna quindi scegliere tra i valori più vicini,  $270 \Omega$  e  $330 \Omega$ ;
- al 5% esistono resistenze standard da  $300 \Omega$ ;
- al 2% di nuovo non sono previste resistenze da  $300 \Omega$ , ma ci sono invece da  $301 \Omega$ ;
- ecc.

Per quanto riguarda invece la scelta della tolleranza, in generale conviene scegliere la più grossolana possibile, dato che le resistenze con tolleranze più fini (cioè valori più precisi) hanno costi maggiori, e nella maggior parte dei casi piccole variazioni di resistenza non sono problematiche.

## 9 Resistenze in serie e in parallelo

Se è proprio necessaria una resistenza di un valore non standard, la si può ottenere mettendo più resistenze in serie e/o in parallelo.

- Collegando due o più resistenze **in serie**,

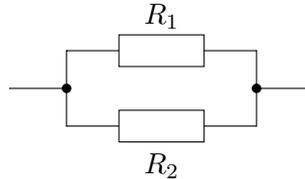


i loro valori si sommano:

$$R_{TOT} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

(dove  $R_1, R_2, \dots, R_n$  sono i valori delle singole resistenze);

- Mettendo invece due o più resistenze **in parallelo**,



si ottiene un valore totale che segue la relazione:

$$\frac{1}{R_{TOT}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Come caso particolare, se le resistenze collegate sono solo due, si può semplificare il calcolo mediante il denominatore comune:

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_{TOT}} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \\ \frac{1}{R_{TOT}} &= \frac{R_2 + R_1}{R_1 R_2} \\ R_{TOT} &= \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \end{aligned}$$

## 9.1 Esempi di calcolo

Siano  $R_1 = 1000 \Omega$  e  $R_2 = 5000 \Omega$  due resistenze collegate in parallelo. La loro resistenza totale è:

$$R_{TOT} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1000 \Omega \cdot 5000 \Omega}{1000 \Omega + 5000 \Omega} = \frac{1000 \Omega \cdot 5000 \Omega}{6000 \Omega} = \frac{5000}{6} \Omega \approx 833 \Omega$$

Si osserva che la resistenza totale è inferiore sia a  $R_1$  che a  $R_2$ . Questa è una proprietà che vale sempre: il valore totale di delle resistenze collegate in parallelo è minore di tutti i singoli valori di queste resistenze. Come altro esempio, se si considerano  $R_1 = R_2 = 1000 \Omega$ :

$$R_{TOT} = \frac{1000 \Omega \cdot 1000 \Omega}{1000 \Omega + 1000 \Omega} = \frac{1000 \Omega \cdot 1000 \Omega}{2000 \Omega} = \frac{1000}{2} \Omega = 500 \Omega$$

## 10 Resistenze variabili

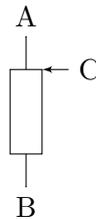
Un'altra opzione per ottenere un valore di resistenza non standard è usare una **resistenza variabile**, chiamata anche **potenziometro** o **trimmer**, il cui simbolo è:



Una resistenza variabile è dotata di un terzo terminale collegato a un cursore (rappresentato nel simbolo dalla freccia) che può essere spostato (solitamente tramite una manopola o una vite) per variare la resistenza tra  $0\ \Omega$  e un qualche valore massimo.

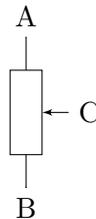
Solitamente, la relazione tra posizione del cursore e valore di resistenza è lineare (ma esistono anche resistenze variabili logaritmiche, comuni ad esempio nelle apparecchiature audio). Ciò significa che, ad esempio, considerando una resistenza variabile da  $1000\ \Omega$ :

- Se il cursore viene spostato fino al lato del terminale A,



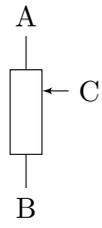
si ha una resistenza di  $0\ \Omega$  tra A e C, e una resistenza di  $1000\ \Omega$  tra B e C; l'opposto accade se si sposta il cursore dal lato del terminale B.

- Se il cursore è esattamente al centro,



si ha una resistenza di  $500\ \Omega$  sia tra A e C che tra B e C.

- Se il cursore è posizionato a un quarto della sua escursione totale, più vicino al terminale A che al terminale B,



si ottiene una resistenza di  $250\ \Omega$  tra A e C, e di  $750\ \Omega$  tra B e C.