

# PRIMA DI COMINCIARE

*Prima di iniziare ad addentrarci nel mondo dell'elettronica sperimentale è opportuno chiarire ed esplicitare alcune delle convenzioni e delle notazioni grafiche e analitiche che utilizzeremo nel corso dell'opera.*

**N**ei primi fascicoli abbiamo presentato alcuni semplici concetti che stanno alla base dell'elettronica pratica. Tuttavia, proseguendo nel nostro 'viaggio', ci troveremo sempre più spesso ad affrontare anche alcuni aspetti teorici per la cui comprensione sarà necessario stabilire alcune convenzioni grafiche e concettuali. Nelle pagine seguenti presenteremo in forma schematica le prime 'regole' a cui faremo ricorso nello sviluppo dei nostri esperimenti. Tienila sempre a portata di mano per sciogliere ogni dubbio.

## I SIMBOLI E LE FORMULE»»

In elettronica vi è un frequentissimo uso di formule e simboli, che sono particolarmente utili per descrivere e localizzare i circuiti elettrici e i componenti in maniera 'compatta' e immediata. Nel nostro caso identificheremo ogni singolo elemento attraverso l'uso di una o più lettere **maiuscole** che ne richiamano la natura (ad esempio R per i resistori, D per i diodi, IC per i circuiti integrati, ecc.). Qualora siano presenti più componenti della stessa famiglia, ricorreremo all'uso di un **pedice alfanumerico** per differenziarli o per attribuire significati specifici. Per ciò che concerne l'uso delle formule, esse saranno sviluppate in due fasi: nella prima si lavorerà in maniera 'simbolica', ossia utilizzando i nomi dei componenti elettronici coinvolti nel calcolo. Solo in un secondo tempo tali simboli verranno sostituiti con i rispettivi valori numerici, operazione che ci permetterà di calcolare il risultato finale. Due esempi di sviluppo di formule che utilizzano le variabili 'a' e 'b' sono i seguenti:

$$a=3; b=6; (a+b) = (3+6) = 9$$

$$a=2; b=3; (a+b)^{-1} = 1/(a+b) = 1/(2+3) = 1/5 = 0,2$$

pedice identificativo  
alfanumerico



## GLI ORDINI DI GRANDEZZA E LE UNITÀ DI MISURA»»

In elettronica e in fisica i numeri sono impiegati per quantificare 'proprietà' e 'fenomeni'. Una caratteristica di questi numeri è la **dimensionalità**, ossia l'essere contraddistinti da una **unità di misura**. Stabilire un'unità di misura significa 'confrontare' la proprietà o il fenomeno analizzato con un campione standardizzato (ad esempio il metro, il chilogrammo, il secondo, ecc.). Ogni formula, una volta esplicitati i valori numerici, sarà accompagnata dalle appropriate unità di misura (ad esempio 10 Ω, 20 S, 5 V, 1 A...). Poiché è molto frequente trovarsi di fronte a proprietà e misure il cui valore è molto più grande o più piccolo rispetto all'unità standard, è stata introdotta una simbologia compatta di rappresentazione degli **ordini di grandezza**, espressa attraverso l'uso delle potenze di 10. Nella tabella riportiamo i simboli a cui faremo più frequentemente ricorso. Ad esempio:  $10\text{ k} = 10 \cdot 10^3 = 10 \cdot 1000 = 10000$ , oppure  $5\ \mu = 5 \cdot 10^{-6} = 5 \cdot 0,000001 = 0,000005$ .

SIMBOLO	NOME PER ESTESO	MOLTIPLICATORE
p	pico	$10^{-12}$
n	nano	$10^{-9}$
μ	micro	$10^{-6}$
m	milli	$10^{-3}$
k	chilo	$10^3$
M	mega	$10^6$



**REALE E IDEALE»»**

In genere, per descrivere e illustrare i concetti alla base dei fenomeni fisici, si ricorre a **modelli matematici 'ideali'**. L'idealità di un modello è una forma di semplificazione dei fenomeni che trascura tutti quei fattori di 'dispersione' e 'disturbo' che invece sono presenti nel mondo reale. Ad esempio il valore resistivo dei resistori (nella foto a sinistra) è condizionato, seppure lievemente, oltre che dai processi di fabbricazione, anche da fattori atmosferici come la temperatura ambientale. Tuttavia, per le nostre analisi teoriche, supporremo che ogni componente utilizzato segua un comportamento di tipo ideale e quindi definito e costante, senza che questo influisca in maniera significativa o evidente sul risultato degli esperimenti.

**I FILI E I COLLEGAMENTI»»**

I circuiti elettronici sono reti interconnesse di componenti più o meno elementari. La connessione tra i singoli elementi avviene, normalmente, attraverso l'uso di fili elettrici o 'piste' in rame (nel caso dei circuiti stampati). Nella comune schematizzazione elettrica, i fili e più in generale le piste sono rappresentati attraverso semplici linee. Capita talvolta, per necessità grafiche, che due o più linee si incrocino senza che, in realtà, vi sia una connessione. Per distinguere questo caso dalla reale presenza di un punto di contatto elettrico, ricorremo alla seguente convenzione grafica: se due o più fili si intersecano in un punto, stabilendo un contatto, tale punto (detto anche 'nodo') sarà **evidenziato con un pallino** (figura B). In assenza di questo simbolo i fili andranno ritenuti isolati (figura A). Questa notazione ti sarà fondamentale per realizzare i circuiti proposti.

**I GENERATORI»»**

Per alimentare i circuiti elettrici sono necessarie opportune fonti di energia, i cosiddetti **generatori**. Nel corso

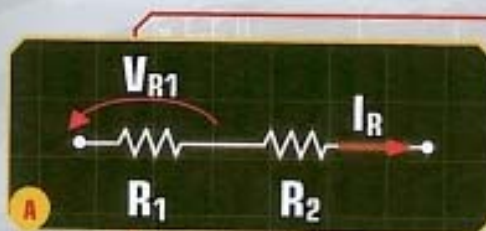
di quest'opera incontreremo principalmente tre tipologie di **generatori indipendenti in corrente continua**: i **generatori di tensione (g.d.t.)**, i **generatori di corrente (g.d.c.)** e le **pila**. Con il termine 'indipendenti' si indicano tutti quei generatori il cui valore di tensione o corrente non dipende da dispositivi esterni, ma è definito indipendentemente dal circuito in cui sono inseriti. I g.d.t. (rappresentati come in figura A) impongono una differenza di potenziale costante tra i capi + e - (il simbolo + indica il contatto a potenziale maggiore). I g.d.c., al contrario, forzano una corrente costante e definita lungo il ramo del circuito in cui sono inseriti e con verso concorde alla freccia posta accanto al loro simbolo elettrico (figura B). Le pile (figura C), infine, sono accumulatori di energia a livello pratico equivalenti ai generatori di tensione, tanto che nei circuiti le utilizzeremo proprio in sostituzione di questi componenti.

**GLI STRUMENTI DI MISURA»»**

Nei progetti sperimentali che proporremo nel corso dell'opera ci capiterà di dover effettuare misurazioni di grandezze elettriche in diversi punti di un circuito attraverso l'uso del tester. Questo strumento può essere rappresentato direttamente nello schema di una rete elettrica in diversi modi, a seconda del tipo di grandezza che si vuole rilevare. Per facilitare il corretto utilizzo del tester indicheremo con le lettere 'R' e 'N' rispettivamente la sonda rossa e quella nera. Nella figura A è definito il simbolo che impiegheremo per rappresentare il tester in configurazione **'amperometro'** (usato per la misurazione delle correnti), mentre in figura B compare il simbolo della configurazione **'voltmetro'** (necessario per la misurazione delle tensioni).







### LE CORRENTI E LE TENSIONI»»»

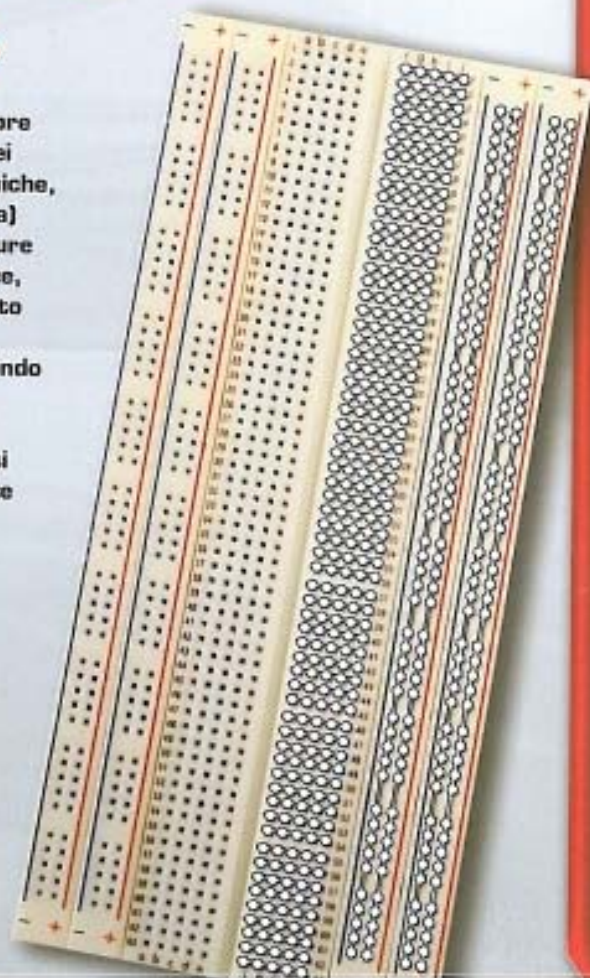
Nell'analisi dei circuiti elettrici sarà spesso necessario visualizzare l'andamento delle correnti e delle differenze di potenziale. A tale proposito ci baseremo su due distinte convenzioni per indicare la tensione ai capi di un componente elettrico e la corrente che lo attraversa. Le **tensioni** verranno rappresentate con una **freccia 'curva'** posta a lato dell'elemento analizzato (a sinistra in figura A il voltaggio sul resistore  $R_1$ ). Volendo creare un'analogia con l'uso del voltmetro, la base della freccia costituisce il punto in cui viene posizionata la sonda nera (potenziale di riferimento), la testa, invece, quello in cui si inserisce la sonda rossa. La tensione indicata dalla freccia (detta anche **caduta di tensione**) corrisponde alla differenza di potenziale tra la punta e la coda. La **corrente**, al contrario, è indicata con una **freccia posta direttamente sul circuito**, il cui verso corrisponde a quello stabilito convenzionalmente dalla fisica (figura A a sinistra). Nel caso dei generatori, i versi delle tensioni e delle correnti a essi associate sono concordi (figura B) poiché le cariche si spostano dal polo con potenziale maggiore a quello con potenziale minore, mentre per altri tipi di componenti, che 'utilizzano' l'energia dei generatori (come i resistori e gli altri componenti passivi), tali versi sono opposti (figura C).



## F O C U S O N

### LA BREADBOARD»»»

Nell'elettronica hobbistica e sperimentale vi è sempre la necessità di testare il corretto funzionamento dei circuiti realizzati. Per questioni pratiche ed economiche, però, non sempre c'è la possibilità (o la convenienza) di realizzare i propri progetti con le comuni procedure di stampa su rame e saldatura. Si può usare, invece, la **breadboard**, uno strumento tanto semplice quanto utile. Si tratta fondamentalmente di una basetta ricoperta da una fitta griglia di fori distanziati secondo un passo standard di 2,54 mm. I fori (detti anche **socket**) sono collegati per **righe** e **colonne** (come mostrato nell'elaborazione grafica a lato) e suddivisi da una **scanalatura centrale**, che viene normalmente utilizzata per il montaggio dei circuiti integrati e dei componenti che hanno una disposizione dei reofori su due file simmetriche. Per effettuare un collegamento è sufficiente innestare i fili o i pin dei componenti elettronici: il sistema di molle metalliche situato all'interno della basetta si stringerà attorno agli elementi inseriti, stabilendo così un contatto elettrico. Tramite la breadboard si può collaudare in pratica ogni genere di circuito, anche se la sua particolare struttura fisica può creare anomalie e interferenza quando si realizzano progetti che prevedono segnali elettrici variabili nel tempo a elevate frequenze.





# STEPbySTEP

## VERIFICA DELLA LEGGE DI OHM▶▶▶

Prima di procedere, procuriamoci gli elementi necessari:

- 1 una breadboard
- 2 un tester (multimetro)
- 3 un portapile per 4 stilo con fili per il collegamento
- 4 un resistore da 4,7 k $\Omega$
- 5 fili elettrici per breadboard
- 6 quattro pile stilo (meglio se ricaricabili, così in futuro potrai riutilizzarle)

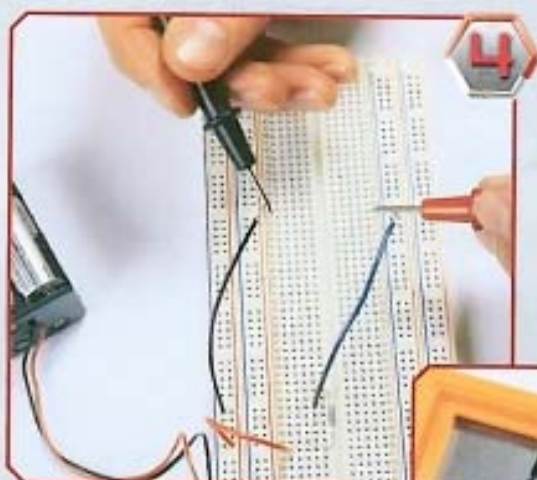


**2** Costruiamo ora, con l'uso della breadboard, il circuito mostrato a lato. Colleghiamo il portapile utilizzando le due file laterali della bassetta: il cavo rosso (polo positivo) dovrà essere inserito nella fila contraddistinta dal '+', quello nero (polo negativo) in quella contraddistinta dal '-'. Inseriamo ora il resistore e, utilizzando un filo elettrico, colleghiamo una delle sue estremità al polo positivo della breadboard. Con altri due tratti di filo elettrico colleghiamo le sonde del tester: la sonda rossa (indicata con R in figura) dovrà essere messa in contatto con il reoforo libero del resistore, quella nera (N) dovrà essere collegata direttamente al polo negativo della breadboard.



**3** Impostiamo il tester per la misura di intensità di corrente con correnti continue, come mostrato in figura. Nel nostro caso abbiamo deciso di utilizzare una scala di 20 mA.





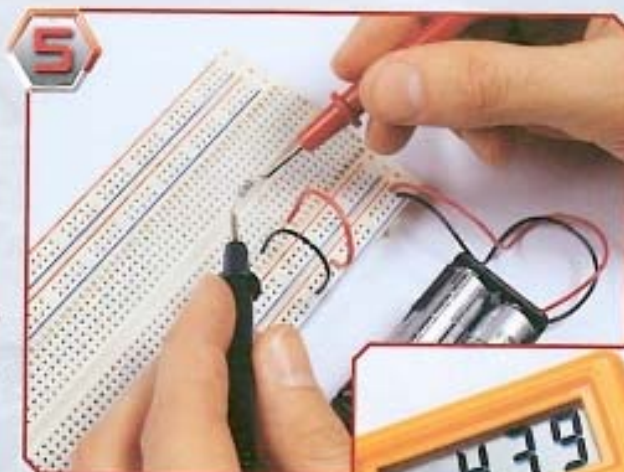
4

Non appena ultimeremo la costruzione del circuito vedremo che il display del tester visualizzerà un valore numerico. Nel nostro caso sono stati misurati **0,94 mA** di corrente. Dopo aver rilevato tale valore, si può affermare che è rispettata la legge di Ohm? Se ipotizziamo che il tester posto all'interno del circuito offra una resistenza trascurabile (circa 0 ohm),

possiamo rimuoverlo e sostituirlo con un filo elettrico senza che questa operazione alteri la rete elettrica.



Una volta che abbiamo escluso il tester dal circuito e lo abbiamo sostituito con il filo elettrico procediamo con la misura della **caduta di tensione**. Ricordando ciò che abbiamo sperimentato nei fascicoli precedenti, impostiamo il tester per la misurazione di un voltaggio in corrente continua e portiamo le sonde a contatto con i reofori del resistore. Il tester ci restituisce una misura di **4,39 V**.



5



6

Rimuoviamo ora il resistore dal circuito e dopo aver impostato correttamente il tester misuriamo il suo **valore resistivo**. Il display fornisce una lettura di **4,60 kΩ**. Applicando la legge di Ohm, quindi, la corrente dovrebbe essere di  $I = 4,39 \text{ V} / 4,60 \text{ k}\Omega \approx 0,95 \text{ mA}$ , un valore di poco superiore agli **0,94 mA** misurati in precedenza, ma comunque a esso vicinissimo. La legge di Ohm è, di conseguenza, verificata da questo esperimento.