

I CIRCUITI PARTITORI

Esistono alcuni circuiti elettrici elementari per i quali è molto semplice prevedere il comportamento: stiamo parlando del partitore di tensione e di corrente, tra i più importanti e studiati in elettronica.

Nelle prossime pagine presenteremo due tipologie di circuiti che, nonostante la loro semplicità, sono di estrema importanza per comprendere alcuni concetti base dell'elettronica: il **partitore di tensione** e il **partitore di corrente**. Per capire appieno le nozioni trattate nelle uscite future, è opportuno avere acquisito una certa dimestichezza con i resistori, presentati nel secondo fascicolo, e con la legge di Ohm, trattata invece nel terzo. Sebbene i concetti presentati in questi primi numeri possano sembrare un po' noiosi e didattici, sono comunque molto importanti perché serviranno, in futuro, per comprendere i circuiti elettronici più complessi alla base della robotica sperimentale.

IL PARTITORE DI TENSIONE



Il primo circuito che analizzeremo è il **partitore di tensione**, rappresentato in **figura 1**. Si tratta di una semplice rete elettrica

costituita da due resistori in serie: R_1 e R_2 . Supponiamo inoltre che la resistenza di R_1 sia maggiore di quella di R_2 , senza preoccuparci, per il momento, di assegnare dei valori numerici ai due elementi. Torniamo al nostro circuito: se applichiamo una differenza di potenziale V_{AB} tra i punti A e B, nei due resistori scorrerà una corrente elettrica. Essendo questi due elementi collegati in serie, entrambi saranno percorsi dalla stessa corrente I_{AB} . La tensione V_{AB} , invece, si "ripartirà" in maniera differente sui due resistori R_1 e R_2 : avremo una tensione V_{R1} sul resistore R_1 e una tensione V_{R2} (minore di V_{R1}) sul resistore R_2 . La somma di queste due differenze di potenziale, però, sarà pari a V_{AB} . Per quale motivo avviene questa ripartizione di tensione e perché la differenza di potenziale sul resistore R_1 è maggiore rispetto a quella su R_2 ? La spiegazione è molto semplice e risiede nella legge di Ohm. Per avere un riscontro più immediato e diretto e per una maggiore chiarezza, assegniamo dei semplici valori numerici ai resistori e alla

differenza di potenziale V_{AB} , come nella tabella seguente:

$$R_1 = 40 \Omega$$

$$R_2 = 10 \Omega$$

$$V_{AB} = 10 \text{ V}$$

Abbiamo detto che, essendo in serie, nei due resistori scorre la medesima corrente I_{AB} . La legge di Ohm ci permette di calcolare esattamente il valore di questa corrente: sarà sufficiente sostituire ai due resistori la resistenza a loro equivalente e, in seguito, applicare la suddetta legge. Prima di procedere al calcolo



vero e proprio, sostituiamo a R_1 e R_2 un unico resistore R_{eq} (come nel circuito di **figura 2**) avente resistenza equivalente alla somma di entrambi. Il valore del resistore equivalente sarà quindi pari a 50Ω , calcolato con la formula:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 = (40 + 10) \Omega = 50 \Omega$$

Secondo la legge di Ohm la corrente che scorre in un resistore è pari alla tensione

applicata ai suoi capi divisa per il valore resistivo ($I = V / R$). Nel nostro caso abbiamo quindi:

$$I_{AB} = \frac{V_{AB}}{R_{eq}} = \frac{10}{50} \text{ A} = 0,2 \text{ A}$$

Nota la corrente circolante nei due resistori, possiamo ora passare al calcolo delle differenze di potenziale presenti ai loro capi. Torniamo al circuito in **figura 1** e, sfruttando la legge di Ohm nella formulazione $V = I \cdot R$, calcoliamo la tensione sul primo resistore, R_1 :

$$V_{R1} = I_{AB} \cdot R_1 = (0,2 \cdot 40) \text{ V} = 8 \text{ V}$$

Per il secondo resistore troviamo invece una resistenza di potenziale elettrico pari a:

$$V_{R2} = I_{AB} \cdot R_2 = (0,2 \cdot 10) \text{ V} = 2 \text{ V}$$

Abbiamo quindi dimostrato quanto affermato in precedenza: la tensione V_{AB} si ripartisce sui resistori in maniera differente, assumendo un valore maggiore sul resistore avente una più alta resistenza (R_1). Inoltre, se sommiamo le tensioni presenti ai capi dei due resistori (V_{R1} e V_{R2}), otteniamo la tensione V_{AB} :

$$V_{R1} + V_{R2} = (8 + 2) \text{ V} = 10 \text{ V} = V_{AB}$$

Il discorso presentato vale anche nel caso in cui vi siano più di due resistori: la tensione presente agli estremi del circuito si ripartisce sui singoli componenti in maniera proporzionale al loro valore resistivo. Nel primo dei due step by step previsti nelle prossime pagine sperimentiamo in maniera concreta le nozioni che abbiamo appena illustrato.

IL PARTITORE DI CORRENTE

Un discorso analogo a quello affrontato in precedenza vale anche per il circuito in **figura 3**, chiamato **partitore di corrente**. In questo caso il circuito è composto da una coppia di resistori in parallelo. Applicando una differenza di potenziale V_{AB} tra i punti A e B, nei due resistori scorre una corrente elettrica. Questa volta, però, la corrente I_{AB} si 'divide', perché R_1 e R_2 sono in parallelo (pensiamo a una sorta di 'ramificazione'). La tensione,



al contrario, è uguale su entrambi i resistori. Come si ripartisce in questo caso la corrente? La risposta è molto semplice: dove c'è minore resistenza (in R_2) scorre una maggiore corrente. Anche questa volta la spiegazione risiede nella legge di Ohm. Immaginiamo di utilizzare gli stessi valori di tensione e resistenza usati per il partitore di tensione. Applichiamo la legge di Ohm al circuito in **figura 4**, dove abbiamo sostituito i due resistori in parallelo con un unico resistore equivalente. In questa situazione, per il calcolo del valore della resistenza equivalente dobbiamo applicare le proprietà della somma in parallelo. Ricordiamo in questo caso che per quanto riguarda i resistori in parallelo non dobbiamo sommare il loro valore di resistenza, bensì quello di conduttanza (l'inverso della

resistenza). Calcoliamo quindi il valore numerico di R_{eq} :

$$R_{eq} = R_1 \parallel R_2 = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{40} + \frac{1}{10} \right)^{-1} \Omega = 8 \Omega$$

Possiamo ora calcolare il valore della corrente I_{AB} che scorre nel resistore equivalente, utilizzando la legge di Ohm:

$$I_{AB} = \frac{V_{AB}}{R_{eq}} = \frac{10}{8} \text{ A} = 1,25 \text{ A}$$

Non ci resta infine che tornare al circuito originale (**figura 3**) e calcolare le due correnti I_{R1} e I_{R2} che scorrono nei resistori. Applicando anche in questo caso la legge di Ohm, troviamo che:

$$I_{R1} = \frac{V_{AB}}{R_1} = \frac{10}{40} \text{ A} = 0,25 \text{ A}$$

$$I_{R2} = \frac{V_{AB}}{R_2} = \frac{10}{10} \text{ A} = 1 \text{ A}$$

Abbiamo quindi dimostrato che la corrente I_{AB} si 'ramifica' nelle due correnti I_{R1} e I_{R2} . Nel resistore R_1 scorre una corrente minore rispetto a R_2 : questo è intuitivo, poiché se le cariche elettriche incontrano una resistenza minore, possono scorrere con maggiore facilità, originando quindi un flusso di corrente più intenso. Le due correnti I_{R1} e I_{R2} , inoltre, se sommate danno un valore pari a quello della corrente I_{AB} , come ulteriore prova che quest'ultima si 'ramifica'. Verifichiamolo sostituendo i valori numerici:

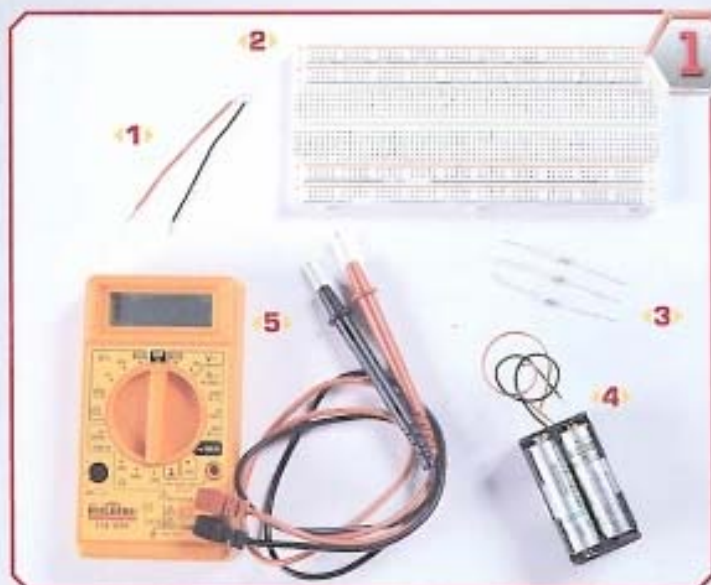
$$I_{R1} + I_{R2} = (0,25 + 1) \text{ A} = 1,25 \text{ A} = I_{AB}$$



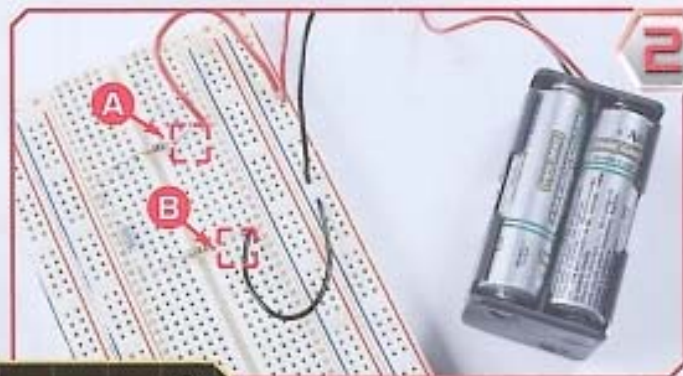
STEPbySTEP

IL PARTITORE DI TENSIONE

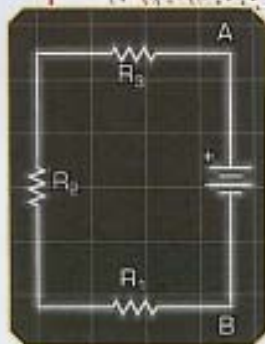
Con questo esperimento verificheremo concretamente quanto spiegato a proposito del partitore di tensione. Prima di procedere, procuriamoci gli elementi necessari per la realizzazione del nostro circuito elettrico.



- 1 fili elettrici per breadboard
- 2 una breadboard
- 3 tre resistori, $10\text{ k}\Omega$ (R_1), $4,7\text{ k}\Omega$ (R_2), $1\text{ k}\Omega$ (R_3)
- 4 un portatile da 4 stilo con relative pile incluse
- 5 un tester (multimetro)

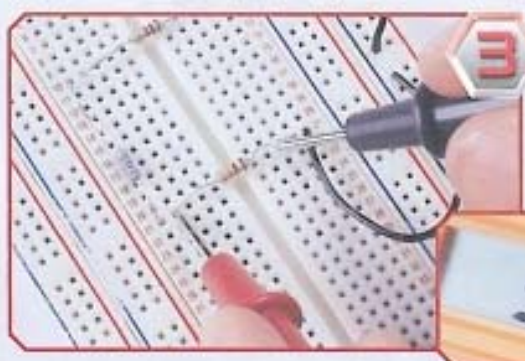


Il circuito da realizzare è molto semplice. Si tratta di collegare i tre resistori in serie e applicare ai capi del circuito una differenza di potenziale, fornita dal pacco di batterie stilo. A differenza del circuito partitore



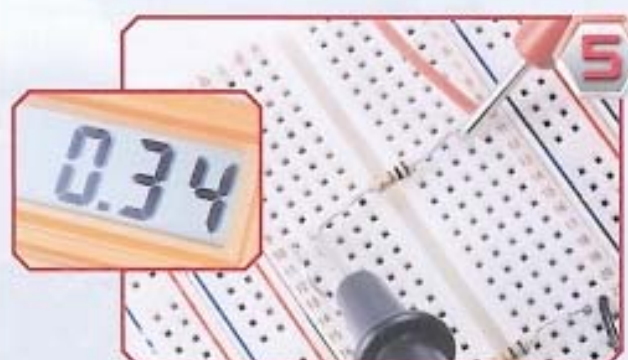
presentato nella sezione teorica, il nostro sarà formato da tre resistori anziché da due: come abbiamo già detto, però, i concetti valgono anche per circuiti con più di due resistori collegati in serie. Realizziamo quindi il circuito sulla breadboard, facendo riferimento allo schema elettrico in figura. Dopo l'assemblaggio non faremo altro che misurare con il tester la tensione ai capi di ciascun resistore e verificare come la somma di queste tensioni sia pari a quella presente tra i punti A e B, analogamente a quanto discusso nella sezione teorica nel caso di due resistori. Per semplicità non calcoleremo la corrente circolante nel circuito, ma ci

limiteremo a constatare sperimentalmente che la differenza di potenziale fornita dalle batterie si ripartisce proporzionalmente sui resistori in base al loro valore resistivo.



3 Prendiamo il tester e, dopo averlo impostato per la misura di tensioni in corrente continua (come abbiamo già avuto modo di vedere più volte nei precedenti fascicoli), andiamo a disporre le sonde lungo le estremità del primo resistore (R_1 , $10\text{ k}\Omega$). Nel nostro caso il tester rileva una caduta di tensione pari a **3,46 V**.

Passiamo ora al resistore R_2 , quello da $4,7\text{ k}\Omega$. Misurando la differenza di potenziale sui due estremi del componente otteniamo un valore pari a **1,62 V**. Notiamo subito come la differenza di potenziale su questo resistore sia minore rispetto a quella misurata sul resistore da $10\text{ k}\Omega$, come ci aspettavamo.



5 A questo punto misuriamo la differenza di potenziale presente sui capi del resistore da $1\text{ k}\Omega$. Nel nostro caso il tester restituisce un valore pari a **0,34 V**. Notiamo come la tensione su questo resistore sia pari a circa un decimo rispetto a quella misurata nel passo 3 sul resistore da $10\text{ k}\Omega$.

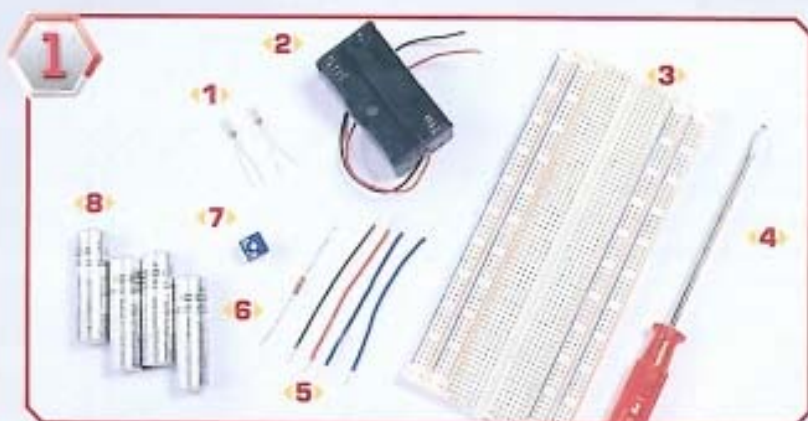
Non ci resta infine che misurare la differenza di potenziale tra i punti A e B. Collochiamo le due sonde del tester in quei punti e leggiamo il valore sul display, che risulta essere di **5,43 V**. A questo punto possiamo verificare come questo valore sia molto vicino alla somma delle singole tensioni misurate sui resistori che risulta essere pari a $(3,46 + 1,62 + 0,34)\text{ V} = 5,42\text{ V}$.



STEP by STEP

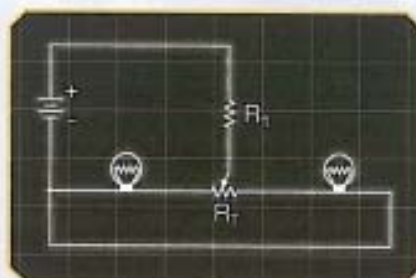
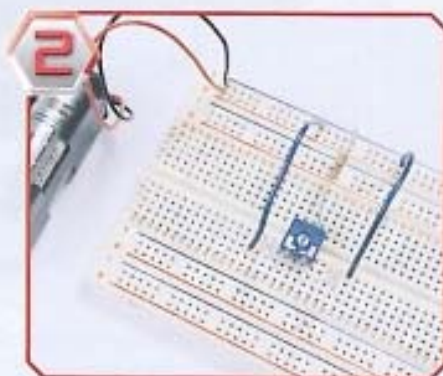
IL PARTITORE DI CORRENTE

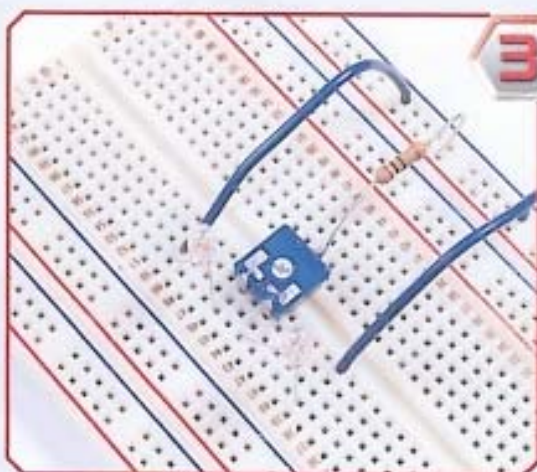
In questo esperimento cercheremo di 'visualizzare' il concetto di partizione di corrente tramite due semplici lampadine elettriche. Prima di procedere, procuriamoci gli elementi necessari per la realizzazione del circuito elettrico.



- 1 due microlampadine da 6 V (circa 0,5 W)
- 2 un portatile da 4 stilo
- 3 una breadboard
- 4 un piccolo cacciavite a lama
- 5 fili elettrici per breadboard
- 6 un resistore da 10Ω (R_1)
- 7 un trimmer resistivo da 470Ω (R_T)
- 8 quattro pile stilo

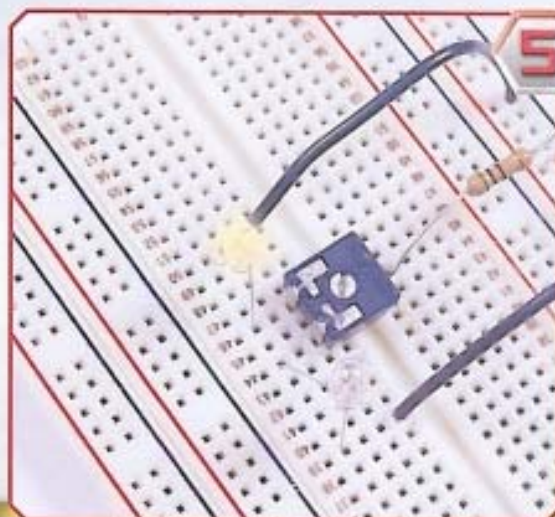
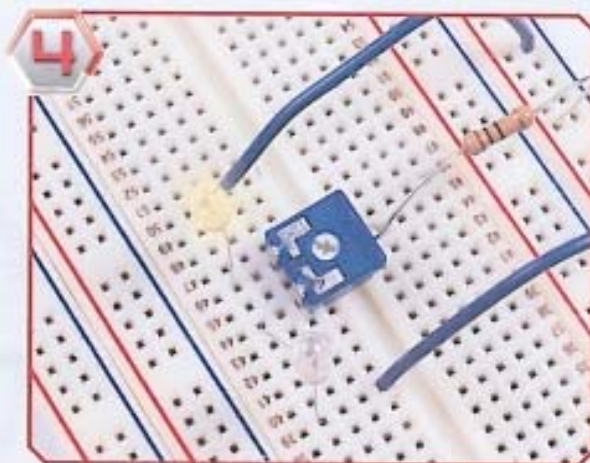
Facendo riferimento allo schema elettrico in figura, assembliamo il circuito. Una volta montato sulla breadboard dovrebbe apparire simile a quello nella foto. Ti consigliamo vivamente di posizionare il trimmer a cavallo della scanalatura centrale della breadboard. Il trimmer resistivo rappresenta l'elemento chiave del nostro esperimento: si può pensare a esso come a una coppia di resistori in parallelo, il cui valore è regolato dalla posizione della vite centrale, che funge da 'valvola', distribuendo la resistenza tra i due elementi. Ognuno di questi due 'resistori virtuali' regola la corrente che scorre nelle due lampadine: quando la vite di regolazione del trimmer è sbilanciata verso sinistra, nella lampadina presente su quel ramo scorre una corrente più intensa e viceversa. A una corrente più intensa corrisponderà ovviamente una maggiore luminosità della lampadina. Il resistore da 10Ω (R_1) ha uno scopo precauzionale, per garantire una resistenza minima anche nel caso in cui il trimmer sia completamente sbilanciato.



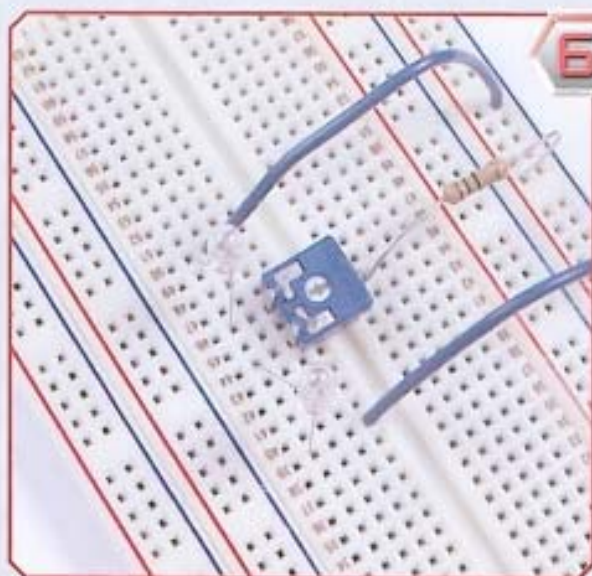


3 Cambiando la posizione della vite del trimmer con il cacciavite, andremo a variare la corrente elettrica circolante nei due rami del circuito e, di conseguenza, nelle due lampadine. Tale ripartizione nei due rami sarà facilmente visualizzabile 'a occhio': come conseguenza della legge di Ohm, infatti, diminuendo la resistenza aumenta l'intensità di corrente e, per effetto Joule, l'incandescenza della lampadina (ossia la sua luminosità).

Per prima cosa ruotiamo la vite del trimmer in senso antiorario, sino a raggiungere la posizione più estrema. In questo caso nel ramo di sinistra la resistenza è nulla, quindi la relativa lampadina è molto luminosa. L'altra, al contrario, è spenta, poiché a causa dell'elevato valore resistivo presente sul suo ramo, non circola una sufficiente corrente elettrica per accenderla.



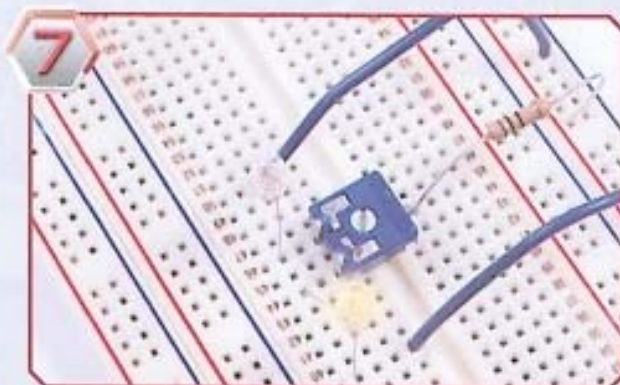
5 Se ora ruotiamo leggermente la vite del trimmer in senso orario, come nella foto accanto, la lampadina diventa meno luminosa. Il motivo, ancora una volta, è da ricercare nella legge di Ohm. Infatti variando la posizione della vite si è venuto a creare un piccolo valore di resistenza sul ramo della lampadina e, conseguentemente, è diminuita l'intensità di corrente. La lampadina di destra risulta ancora spenta anche se il valore resistivo sul suo ramo è diminuito.



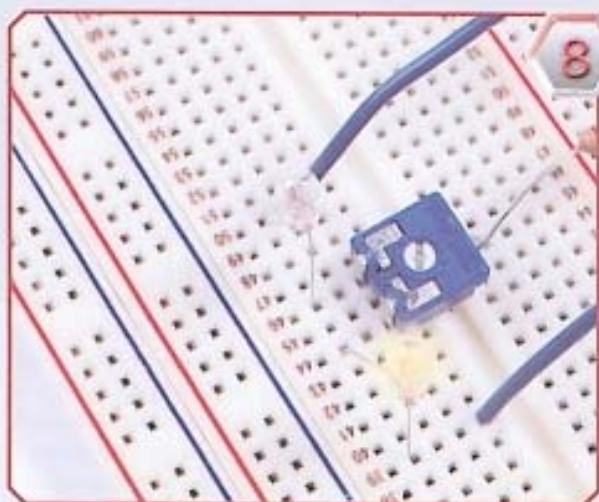
6

Se posizioniamo la ruota del trimmer resistivo in posizione intermedia, i due rami del circuito sono caratterizzati dal medesimo valore resistivo. Come possiamo notare dalla foto, in questa particolare situazione entrambe le lampadine sono spente: questo non significa, tuttavia, che in esse non scorre corrente. Una debole corrente elettrica è comunque presente, ma la sua intensità non è sufficiente a rendere incandescente il filamento presente all'interno di ciascuna lampadina.

Ruotiamo ancora leggermente la vite in senso orario, come mostrato nella foto. La situazione, stavolta, è speculare a quella vista nel passo 4: in questo caso, però, è la lampadina di destra a essere accesa, mentre quella di sinistra resta spenta poiché in essa non scorre una sufficiente corrente elettrica.



7



8

Per concludere ruotiamo la vite del trimmer resistivo all'estremo di destra. Ora la lampadina è molto luminosa, poiché i valori resistivi nei due rami sono completamente sbilanciati: massimo in quello di sinistra (quindi poca corrente circolante), minimo in quello di destra (molta corrente circolante). È molto probabile che ripetendo l'esperimento si possano ottenere delle situazioni leggermente diverse, a causa del comportamento non ideale dei componenti,

che possono presentare lievi scostamenti rispetto ai valori dichiarati dal produttore. Il comportamento complessivo dovrebbe comunque essere simile a quello presentato.