

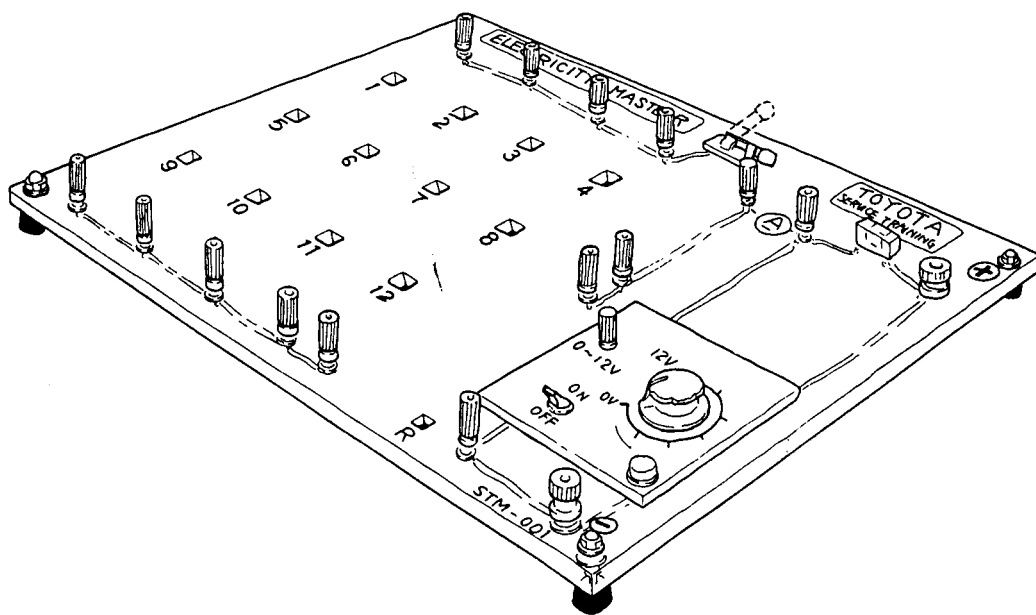
[VAI A INTRODUZIONE](#)

TOYOTA

ADDESTRAMENTO TECNICO

TECNICA DI ELETTRICITA'

Istruzioni di Addestramento Hi-Tech



TOYOTA MOTOR ITALIA

STM001ZY

INTRODUZIONE

I sistemi elettrici ed elettronici utilizzati sugli autoveicoli stanno diventando di anno in anno sempre più complicati, giocando un ruolo sempre più rilevante nel funzionamento complessivo degli autoveicoli. Tali nuovi sistemi richiedono da parte di tutto il personale preposto all'assistenza post-vendita una fondata conoscenza di base di elettrotecnica e di elettronica, ed una totale competenza nel condurre controlli ed ispezioni sui sistemi elettrici.

Il Pannello di Tecnica Elettrica ed il suo manuale sono stati preparati in qualità di materiale di addestramento per poter ulteriormente prestare aiuto a questo tipo di esigenza. Tramite gli esercizi qui contenuti, semplici e di facile comprensione, sarà possibile per il personale di assistenza non solo acquisire la conoscenza di base di elettricità ed elettronica richieste per fornire assistenza agli autoveicoli, ma saranno anche in grado di condurre i controlli elettrici richiesti utilizzando metodologie logiche e realizzare efficacemente gli interventi di riparazione necessari.

L'addestramento svolto utilizzando queste informazioni e componenti consente ai tecnici di conseguire una conoscenza approfondita dei sistemi elettrici ed elettronici basati sulla conoscenza e sui metodi di know-how ottenuti con tale tipo di addestramento, ed abilitandoli ad offrire assistenza di alta qualità a clienti in possesso di vetture Toyota.

TOYOTA MOTOR ITALIA

© 1997 TOYOTA MOTOR ITALIA

Tutti i diritti sono riservati. Questo manuale non può essere riprodotto, del tutto o in parte, senza il consenso scritto della Toyota.

CONTENUTI

| | Pagina |
|--|--------|
| OBIETTIVI DELL'ADDESTRAMENTO | 2 |
| COME UTILIZZARE IL PANNELLO DI TECNICA DI ELETTRICITA' | 3 |
| COMPOSIZIONE DEL PANNELLO DI TECNICA DI ELETTRICITA' | 4 |
| PRATICA | 7 |
| CONTROLLI | 75 |

OBIETTIVI DELL'ADDESTRAMENTO

L'obiettivo dell'addestramento che utilizza il Pannello di Tecnica di Elettricità è quello di poter acquisire una conoscenza fondamentale dell'elettricità, dell'elettronica e dei metodi di controllo dei sistemi elettrici.

1. Padronanza della specifica terminologia elettrica.
2. Padronanza delle relazione tra i circuiti elettrici e degli schemi elettrici espressi utilizzando i simboli.
3. Padronanza della configurazione di base dei circuiti elettrici ed elettronici e delle loro caratteristiche.
4. Perfezionamento dei metodi per la misurazione della tensione, della corrente e della resistenza.
5. Padronanza delle mutue relazioni tra tensione, corrente e resistenza (Utilizzando la legge di Ohm)
6. Perfezionamento del significato di "caduta di tensione" e l'apprendimento di come calcolarla.
7. Padronanza del funzionamento di base di relè e condensatori.
8. Padronanza delle caratteristiche dei componenti elettronici di base quali diodi e transistor, e di semplici circuiti elettronici che li utilizzano.
9. Perfezionamento dei metodi utilizzati per controllare interruzioni di circuito e cortocircuiti.

Le lettere riportate a destra di ciascun titolo, A o B, indicano il livello di addestramento cui la sezione si propone di arrivare.

A : Un argomento di base che deve essere perfezionato.

B : Un argomento che dovrebbe essere svolto in relazione al livello della classe di appartenenza.

L'istruttore deve selezionare gli argomenti da svolgere durante il corso in relazione al livello di preparazione tecnica dei partecipanti.

COME UTILIZZARE IL PANNELLO DI TECNICA DI ELETTRICITA'

1. I seguenti componenti devono essere disponibili mentre si utilizza il Pannello di Tecnica di Elettricità:

(1) Alimentazione da 12 V in corrente continua (DC), da 10 A (Batteria o simile).

(2) Multimetro o Tester per circuito elettrico

Per quanto possibile, dovrebbero essere utilizzati tester per i circuiti elettrici con le seguenti capacità di misurazione:


- Voltmetro.....0 ~ 25 V (DC)
- Amperometro.....0 ~ 20 A (DC)
- Ohmetro.....0 ~ 500 k Ω


2. Eseguire tutti gli esperimenti in accordo alle istruzioni descritte nel seguente manuale.


3. Accertarsi che l'interruttore principale sia posto su OFF e scollegare il cavo di massa della batteria dalla batteria stessa prima di eseguire connessioni tra i componenti elettrici.


(Dopo aver composto le connessioni tra i componenti elettrici, collegare dapprima il cavo di massa della batteria al polo negativo della batteria stessa, e quindi porre l'interruttore principale su ON.)

4. Su questo manuale sono adottati i seguenti simboli e contrassegni.

 : Domanda

 : Pratica

 : Risultato

 : Commento

 : Esame

Materiale correlato

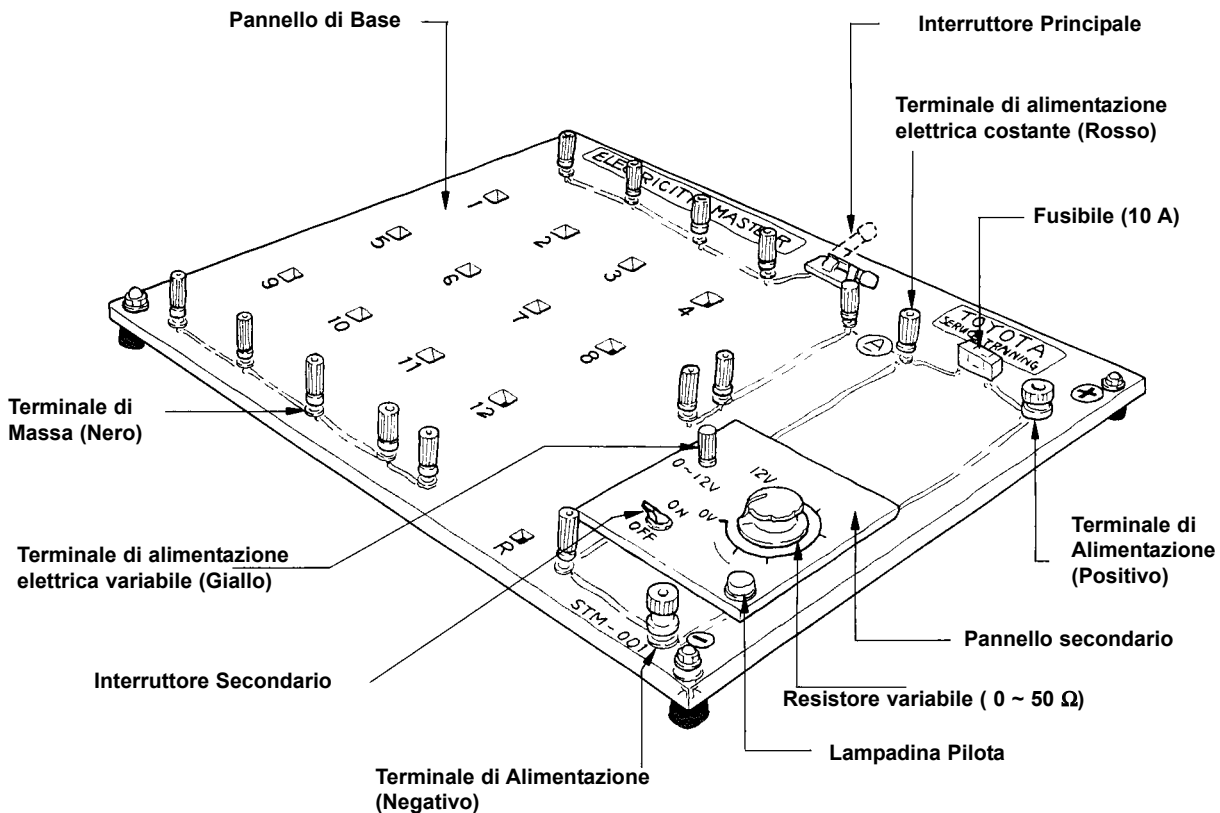
Il seguente materiale correlato è inoltre disponibile per poter utilizzare il Pannello di Tecnica di ELETTRICITA'.

- Manuale di Addestramento "NEW TEAM", Livello 2, Volume 14, "Fondamenti di Elettricità" (Pub. No. TTM214IT).
- Manuale di Addestramento "NEW TEAM", Livello 2, Volume 14, "Elementi Basilar di Elettronica" (Pub. No. TTM309IT).

COMPOSIZIONE DEL PANNELLO DI TECNICA DI ELETTRICITA'

Il Pannello di Tecnica di Elettricità è composto dai seguenti componenti:

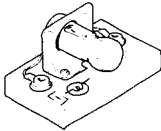
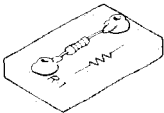
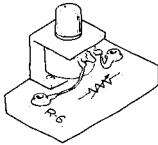
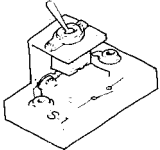
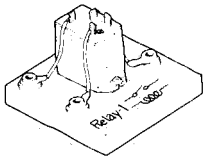
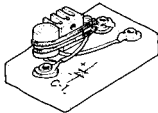
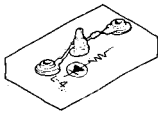
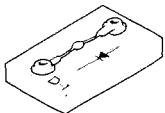
Pannello Di Base

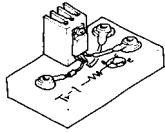
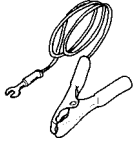
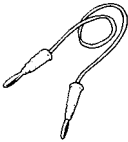


- NOTE -

- La lampadina pilota si accende quando una batteria o una sorgente di alimentazione equivalente è collegata ai terminali di alimentazione.
- Dopo la commutazione su ON dell'interruttore secondario (interruttore del circuito a tensione variabile), ruotare la manopola del resistore variabile per regolare la tensione (tra 0 e 12 V) uscente dal terminale di alimentazione variabile (giallo).
- Accertarsi che tutte le connessioni ai terminali di alimentazioni siano saldamente collegate.
- Evitare di tirare i cavi del pannello.

Componenti Elettrici

| NOME | ILLUSTRAZIONE | No. | SPECIFICHE | Q.TA' |
|---------------------|---|--------|---|-------|
| Lampadina |  | L-1 | 12V 10W | 1 |
| | | L-2 | 12V 5W | 2 |
| | | L-3 | 12V 1,4W | 1 |
| Resistore |  | R-1 | 100Ω 2W | 1 |
| | | R-2 | 200Ω 1W | 1 |
| | | R-3 | 300Ω 1W | 1 |
| | | R-4 | 100kΩ 1/4W | 1 |
| | | R-5 | 300kΩ 1/4W | 1 |
| Resistore Variabile |  | R-6 | 50kΩ, variabile | 1 |
| Interruttore |  | S-1 | Interruttore ON-OFF | 1 |
| Relè |  | Relè 1 | Relè di Attivazione (M4) (Normalmente Aperto) | 1 |
| | | Relè 2 | Relè di Interruzione (B4) (Normalmente Chiuso) | 1 |
| Condensatore |  | C-1 | Condensatore elettrolitico • 16 V 2200iF • 16 V 470iF | 1 |
| LED |  | L-4 | 12 V 1/4W (con resistore 100 Ω) | 1 |
| Diodo |  | D-1 | Diodo normale 12 V, 2,5 A | 1 |
| | | D-2 | Diodo Zener 12 V, Vz=5 ~ 7V | 1 |

| NOME | ILLUSTRAZIONE | No. | SPECIFICHE | Q.TA' |
|-----------------------|---|------|---|---|
| Transistor |  | Tr-1 | NPN, Con Resistore 200Ω 2A 30W IC/IB=140 | 1 |
| | | Tr-2 | PNP, Resistore 200Ω, 2A 30W IC/IB=140 | 1 |
| Cavo di Alimentazione |  | | | Rosso.....1 Nero.....1 |
| Cavo di Collegamento |  | | | Rosso.....8 Giallo.....6 Nero.....6 |

PRATICA

Pagina

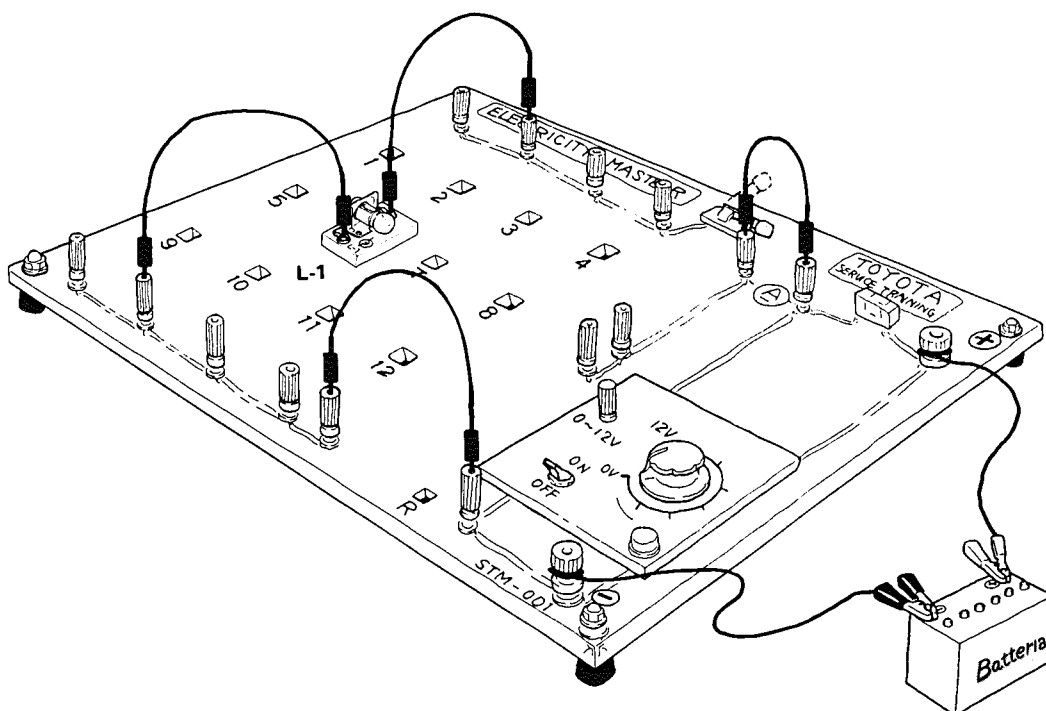
| | | |
|-----|--|----|
| 1. | CIRCUITI ELETTRICI | 8 |
| 2. | CIRCUITI IN PARALLELO | 12 |
| 3. | CIRCUITI IN SERIE | 14 |
| 4. | MISURAZIONE DELLA TENSIONE | 16 |
| 5. | MISURAZIONE DELLA CORRENTE | 18 |
| 6. | MISURAZIONE DELLA RESISTENZA | 20 |
| 7. | TENSIONE E CORRENTE | 24 |
| 8. | RESISTENZA E CORRENTE | 26 |
| 9. | RESISTENZA: CARICHI COLLEGATI IN PARALLELO | 28 |
| 10. | RESISTENZA: CARICHI COLLEGATI IN SERIE | 30 |
| 11. | TENSIONE: CARICHI COLLEGATI IN PARALLELO | 32 |
| 12. | TENSIONE: CARICHI COLLEGATI IN SERIE | 34 |
| 13. | CORRENTE: CARICHI COLLEGATI IN PARALLELO | 36 |
| 14. | CORRENTE: CARICHI COLLEGATI IN SERIE | 38 |
| 15. | LEGGE DI OHM | 40 |
| 16. | CADUTE DI TENSIONE | 42 |
| 17. | CADUTE DI TENSIONE: CALCOLO | 46 |
| 18. | FUNZIONI DEI RELÈ | 50 |
| 19. | POTENZA ELETTRICA | 52 |
| 20. | CORRENTE E WATT | 54 |
| 21. | FUNZIONAMENTO DEI CONDENSATORI | 56 |
| 22. | FUNZIONAMENTO DEI DIODI | 62 |
| 23. | FUNZIONAMENTO DEI DIODI ZENER | 66 |
| 24. | FUNZIONAMENTO DEI LED | 68 |
| 25. | FUNZIONAMENTO DEI TRANSISTOR | 70 |



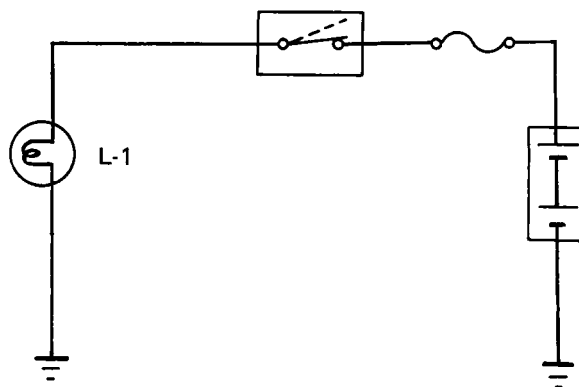
Cos'è un circuito elettrico?



Collegare la lampadina L-1 utilizzando i cavetti di collegamento come è rappresentato di seguito.



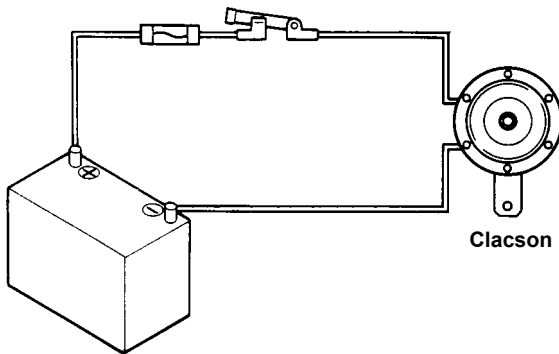
Quando il collegamento è completato, la corrente scorre dal terminale positivo della sorgente di alimentazione (batteria, ecc.) attraverso il cavo, il fusibile, l'interruttore principale, un altro cavo, la lampadina L-1, più cavi ed infine al terminale negativo della sorgente di alimentazione. La lampadina quindi si accende. Il percorso lungo il quale scorre la corrente è definito "circuito elettrico".





CARICO

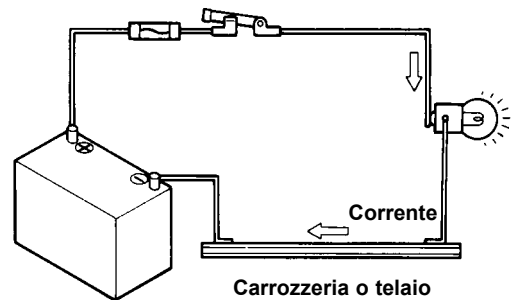
L'illustrazione di seguito mostra un avvisatore acustico (clacson) al posto di una lampadina. Un dispositivo che consuma elettricità (lampadina, avvisatore acustico o motorino dei tergi) è definito carico. In un circuito elettrico, tutti i carichi sono considerati come resistenze.



CIRCUITI ELETTRICI AUTOMOBILISTICI

In un circuito elettrico automobilistico, una estremità del cavo collegato a ciascun carico che ritorna alla batteria è collegato alla carrozzeria del veicolo o al telaio. Perciò, la carrozzeria del veicolo o il telaio stesso funziona come conduttore, consentendo alla corrente di scorrere attraverso la carrozzeria o il telaio e ritornare alla batteria. Alla carrozzeria o al telaio è quindi attribuita la definizione di massa o terra del circuito (stabilita come quella sezione di circuito che restituisce la corrente alla batteria)

Per questo pur essendo i due schemi elettrici rappresentati sotto di medesimo contenuto, essi saranno rappresentati in questo manuale, come delineato dallo schema elettrico sulla destra.

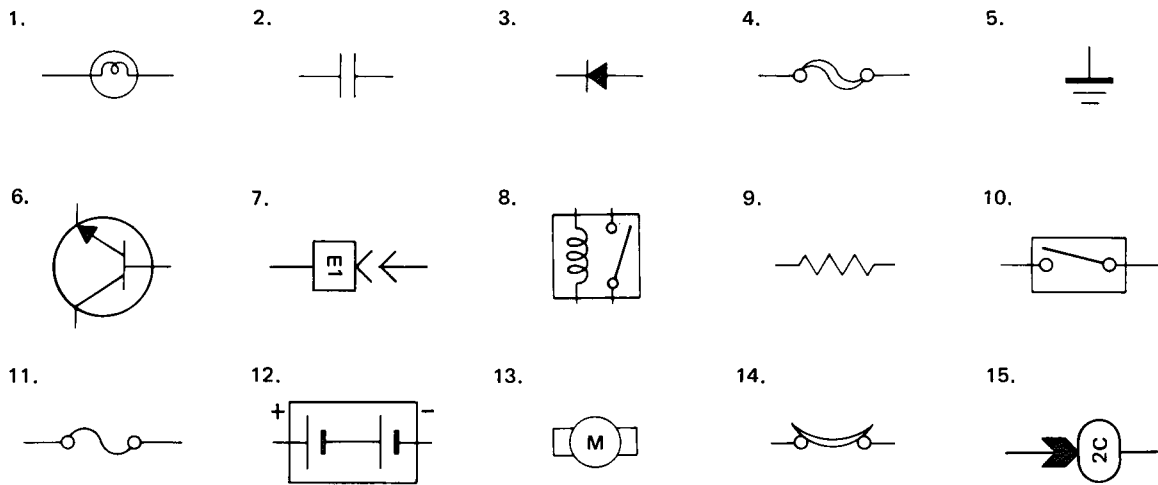


1. Compilare le caselle vuote delle seguenti domande utilizzando i termini descritti sotto:

| | | | | |
|--------|--------|-------------|----------|---------------|
| APERTO | CHIUSO | CONTINUITA' | COMPLETO | ALIMENTAZIONE |
| CARICO | MASSA | | | |

- ① Una sorgente _____ produce tensione, o potenziale elettrico.
- ② Il flusso di corrente compie un lavoro quando scorre attraverso un _____ .
- ③ Quando un carico è attivato "ON", il circuito risulta _____ .
- ④ Quando l'interruttore è "OFF", l'interruttore risulta _____ .
- ⑤ Se un cavo è interrotto o scollegato, il circuito è privo di _____ .
- ⑥ Il percorso di ritorno della sorgente di alimentazione è definito _____ .
- ⑦ Si può affermare che un circuito è _____ quando è composto da alimentazione, un interruttore, un carico elettrico ed i conduttori per rendere operativo il carico.

2. I circuiti sono rappresentati utilizzando diversi simboli che raffigurano componenti elettrici e cavi.



- Identificare i simboli elettrici numerati indicando il numero corretto corrispondente alla definizione del particolare descritto di seguito.

| | | |
|--------------------------------|-----------------|----------------------------|
| _____ Resistore | _____ Batteria | _____ Motore |
| _____ Interruttore | _____ Relè | _____ Blocco di Giunzione |
| _____ Interruttore di Circuito | _____ Fusibile | _____ Transistor |
| _____ Diodo | _____ Massa | _____ Condensatore |
| _____ Connettore | _____ Lampadina | _____ Connessione Fusibile |

- Collocare quindi il numero corrispondente alla corretta definizione del particolare in base alla frase che lo descrive.

- _____ Semiconduttore che consente il flusso di corrente in una sola direzione.
- _____ Dispositivo che converte energia elettrica in energia meccanica.
- _____ Immagazzina energia chimica, e la converte in energia elettrica.
- _____ Dispositivo che converte energia elettrica in calore e luminosità.
- _____ Dispositivo utilizzato per il provvisorio accumulo di cariche elettriche.
- _____ Un fusibile riutilizzabile – si interrompe se sottoposto ad un flusso di corrente eccessivo.
- _____ Riduce la tensione ad un livello specifico.
- _____ Fornisce al circuito un percorso di ritorno della corrente.

- _____ Sottile stringa metallica che fonde per proteggere il circuito da sovraccarico.
- _____ Un buon punto per effettuare misurazioni di controllo.
- _____ Riduce il numero dei cavi elettrici, fornendo un utile punto di verifica per fusibili e relè.
- _____ Interrompe e chiude i circuiti manualmente.
- _____ Un interruttore azionato elettricamente.
- _____ Un relè di tipo compatto.
- _____ Cavo di consistente spessore posto in circuiti ad alto amperaggio, che protegge il circuito sottoposto a sovraccarico.

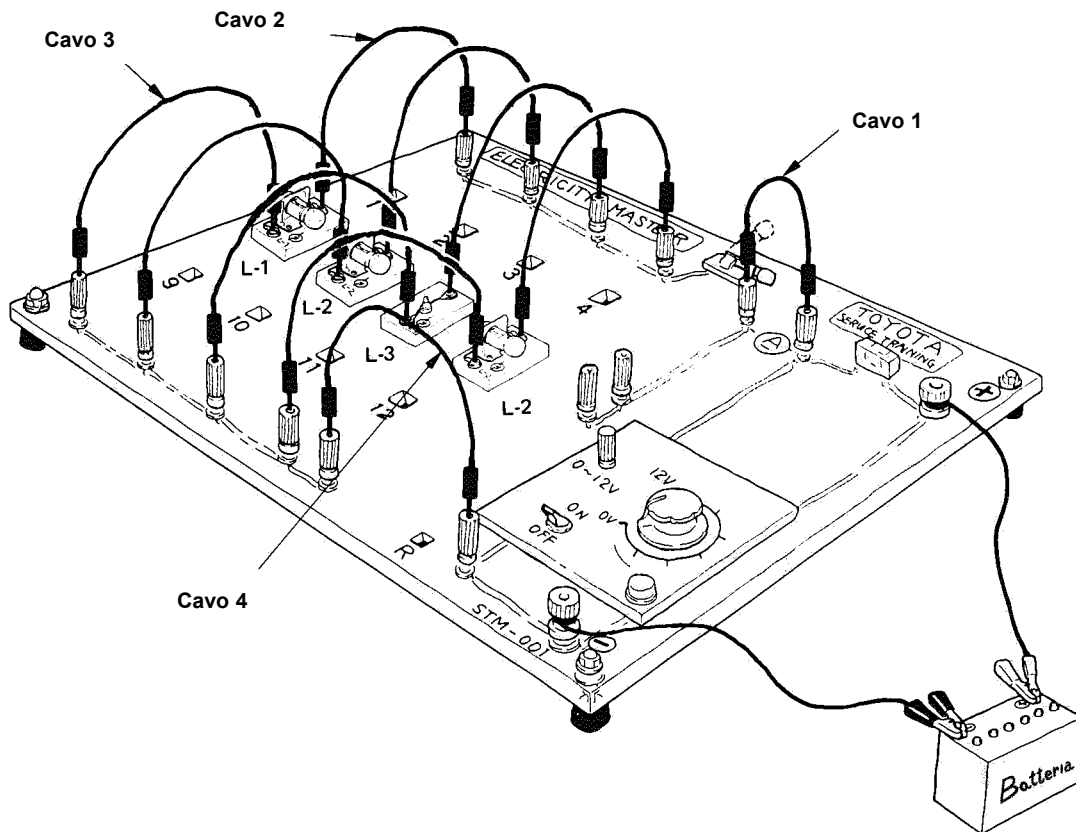
- MEMO -



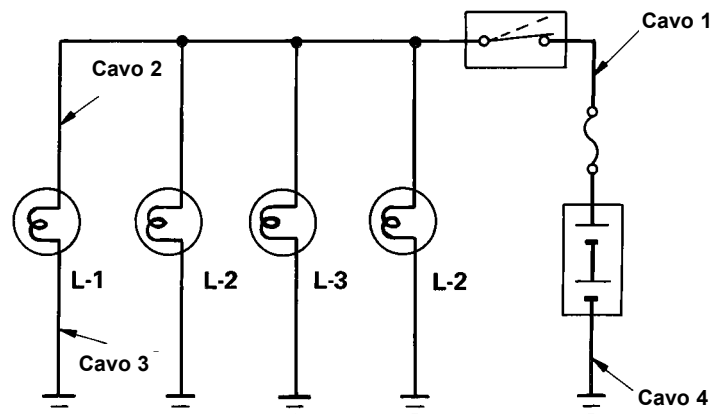
Cos'è un circuito in parallelo?



Collegare le lampadine L-1, L-2 ed L-3 utilizzando i cavetti di collegamento come è rappresentato nella figura sottostante.



1. Cosa accade alle altre lampadine quando una sola lampada è rimossa?
2. Cosa accade a ciascuna lampadina se uno dei cavi è scollegato (1, 2, 3 o 4)?





1 Anche se si rimuove una delle lampadine, i circuiti delle altre lampadine si mantengono completi (chiusi) cosicché le altre lampadine rimangono attivate.

2-1 Scollegando il cavo 1 si esclude l'alimentazione a tutte le lampadine, quindi queste si spegneranno tutte. Condizione "OFF".

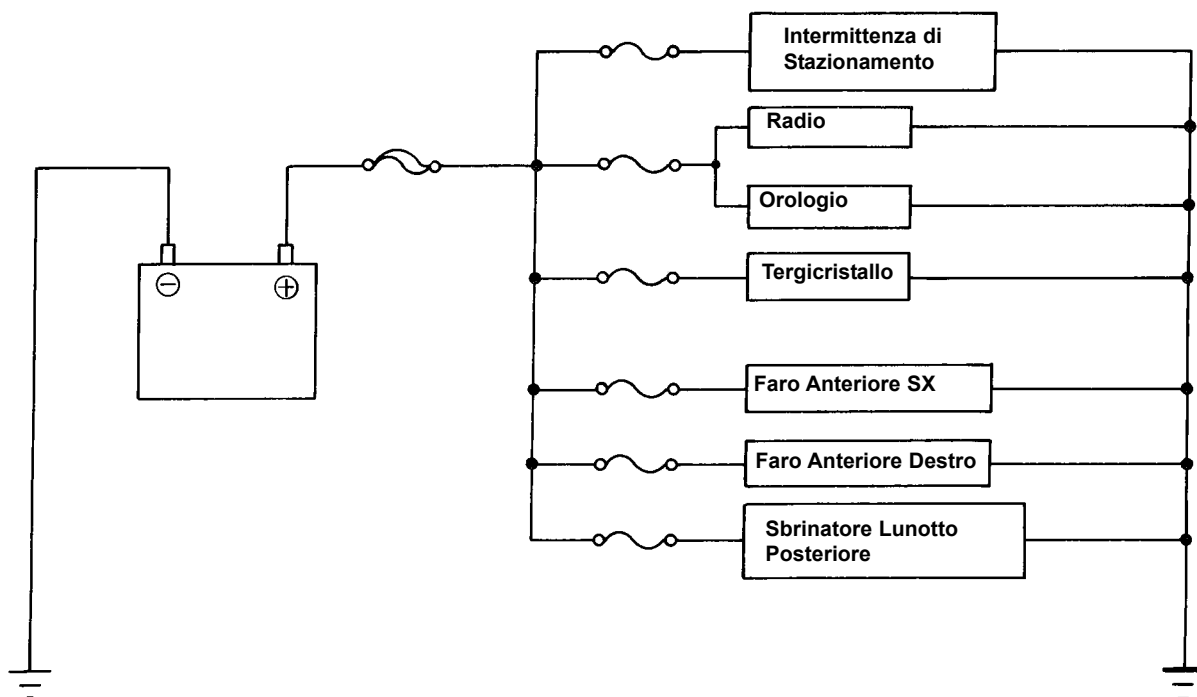
2-2 Scollegando il cavo 2 si esclude l'alimentazione alla sola lampadina L-1 (si interrompe il circuito di L-1), quindi si spegnerà "OFF" solo la lampadina L-1.

2-3 Scollegando il cavo 3 si esclude il collegamento a massa alla sola lampadina L-1 (si interrompe il circuito di L-1), quindi si spegnerà "OFF" solo la lampadina L-1.

2-4 Scollegando il cavo 4 si esclude il collegamento a massa per tutte le lampadine, interrompendo l'intero circuito e causando lo spegnimento di tutte le lampadine.



I circuiti di quasi tutti i dispositivi o sistemi elettrici utilizzati sugli autoveicoli sono collegati in parallelo. Perciò, se uno solo tra questi sistemi non è funzionante, siamo consapevoli che il circuito di alimentazione potrebbe avere qualche dispositivo fuori uso (fusibile, cavo elettrico, ecc.) oppure un'interruzione della linea di massa per quel circuito, o il dispositivo stesso potrebbe essere guasto. Tuttavia, quando due o più sistemi non stanno funzionando contemporaneamente, possiamo concludere che tutti i circuiti elettrici (fusibile, cavo elettrico, massa, ecc.) utilizzati in comune da tali sistemi sono probabilmente interrotti.

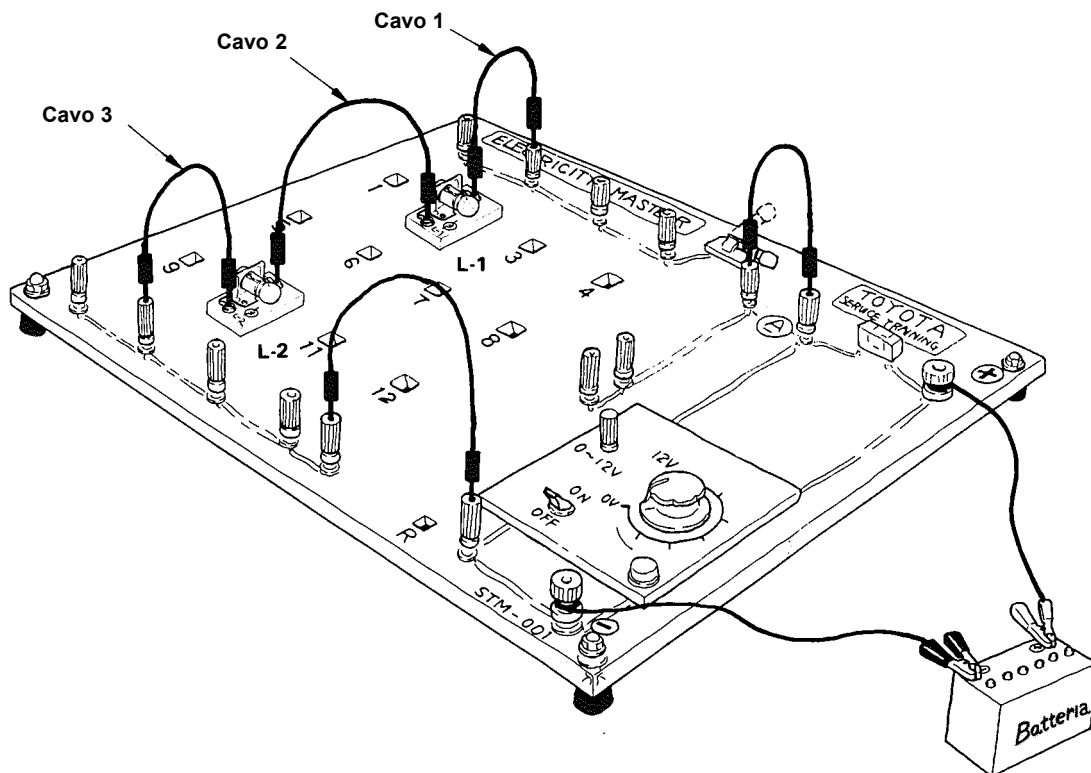




Cos'è un circuito in serie?

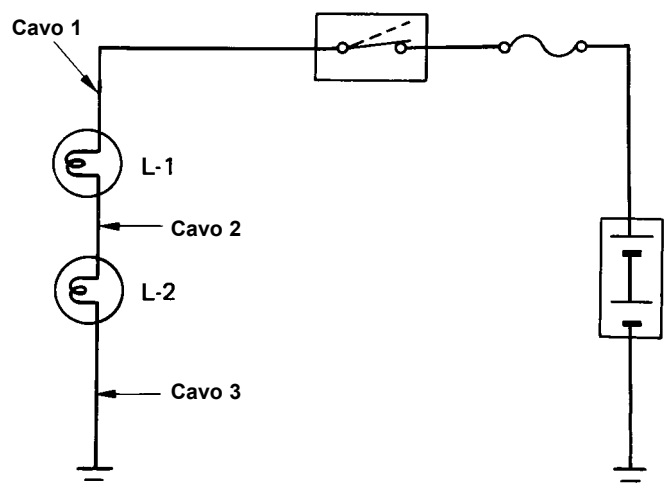


Collegare le lampadine L-1 ed L-2 utilizzando i cavetti di collegamento come è rappresentato nella figura sottostante.



1. Cosa accade ad una lampadina quando l'altra lampada è scollegata?

2. Cosa accade a ciascuna lampadina quando uno dei cavi di collegamento è scollegato (1, 2 o 3)?





- 1 Rimuovendo una delle lampadine, si interrompe il circuito elettrico.
I circuiti delle altre lampadine si mantengono completi (chiusi) cosicché le altre lampadine rimangono attivate.

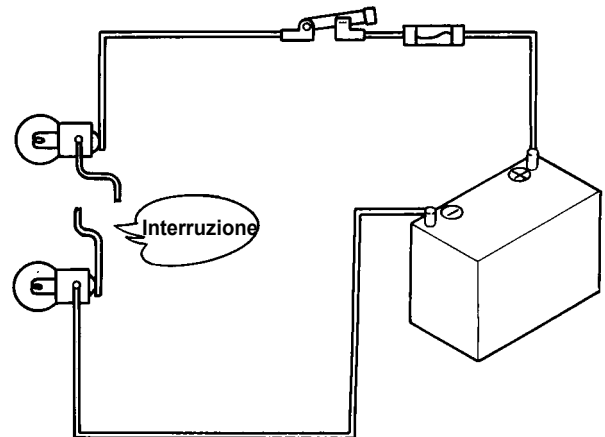
- 2-1 Il circuito compreso fra l'interruttore principale ed L-1 è interrotto quando si scollega il cavo (1).
Ciò esclude l'alimentazione di L-1, per cui L-1 si spegne. Si esclude anche l'alimentazione di L-2, che attraversa attraverso L-1 ed il cavetto (2), per cui anche L-2 si spegne Condizione "OFF".

- 2-2 Scollegando il cavo (2) si esclude l'alimentazione tra la lampadina L-1 ed L-2. Di conseguenza il circuito di massa di L-1 ed il circuito di alimentazione di L-1 è incompleto, per cui entrambe L-1 ed L-2 si spengono.

- 2-3 Scollegando il cavo (3) si esclude il collegamento elettrico tra L-2 ed il terminale di massa, interrompendo in tal modo il flusso di corrente alla sola lampadina L-2 e provocandone lo spegnimento.



Allo stesso tempo L-1 non risulta più collegato a massa e quindi si spegnerà "OFF" insieme ad L-2.
In un circuito in serie, la corrente può scorrere attraverso un solo percorso. Per cui interrompendo la linea in un punto qualsiasi, si provoca l'interruzione del flusso di corrente nell'intero circuito.

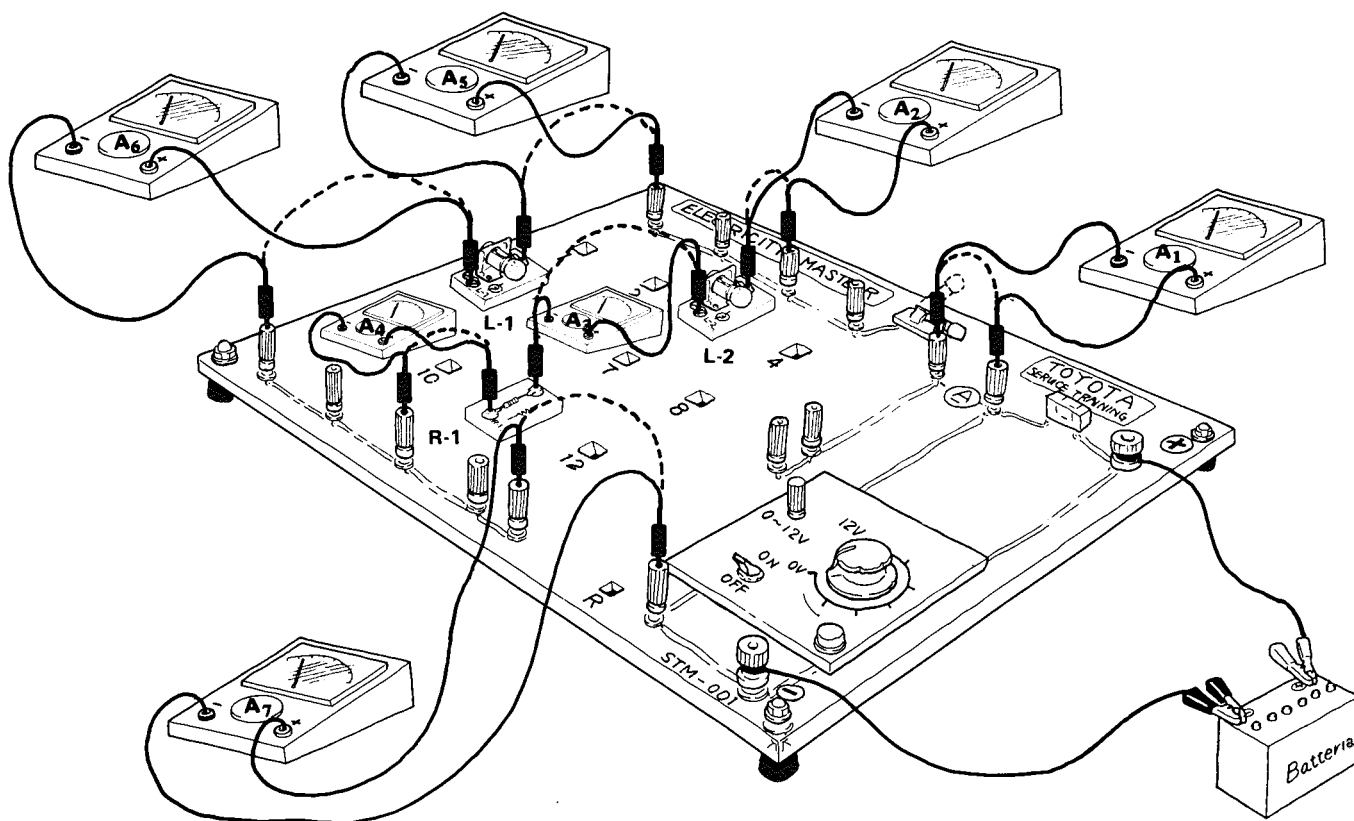




Come si misura la tensione?

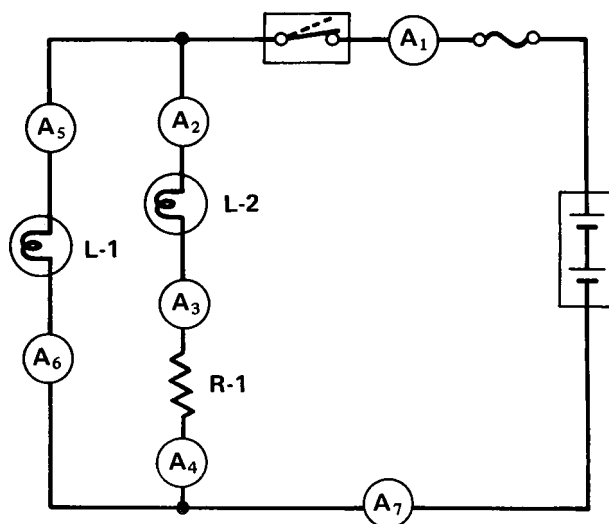


Comporre un circuito corrispondente allo schema del circuito elettrico rappresentato di seguito, collegando L-1, L-2 ed R-1 tramite i cavetti di collegamento.



1. Misurare le tensioni V1 ~ V6 utilizzando un multimetro.

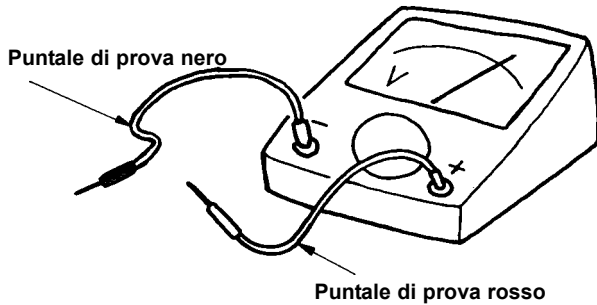
| | | | | | |
|----------------|--|---|----------------|--|---|
| V ₁ | | V | V ₄ | | V |
| V ₂ | | V | V ₅ | | V |
| V ₃ | | V | V ₆ | | V |





COME MISURARE LA TENSIONE

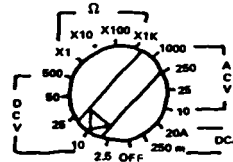
1. Collegare il puntale del cavo di prova rosso al terminale positivo del tester, e il puntale del cavo di prova nero al terminale negativo del tester.



2. Selezionare l'appropriato intervallo di misurazione in relazione al massimo valore di tensione che deve essere misurato.

Per misurare la tensione di batteria, la migliore impostazione dell'intervallo di misurazione del tester è quella fino a 25V.

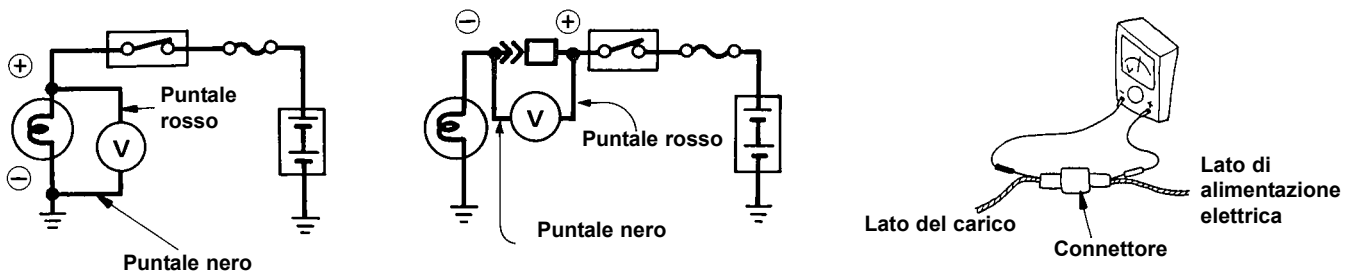
Intervallo di misurazione in Volt: 2,5; 10; 25; 50; 500.



- NOTA -

Tutti i veicoli Toyota utilizzano alimentazione in corrente continua (c.c.), accertarsi di impostare il selettore sull'intervallo di misurazione DCV.

3. Collegare i puntali di prova in parallelo rispetto al carico. In questo esempio, comporre la connessione in modo tale che il flusso di corrente dal puntale di prova positivo (rosso) al puntale di prova negativo (nero). Ciò significa che il cavo di prova positivo dovrebbe essere più vicino al terminale positivo della sorgente di alimentazione, mentre il cavo di prova negativo deve essere più distante da questo.

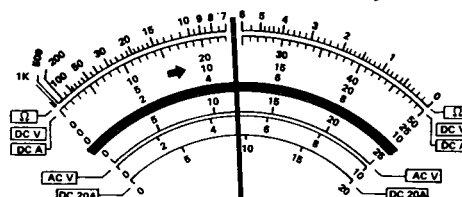


- NOTA -

Poiché il voltmetro ha una grande resistenza interna, la tensione non sarà misurata correttamente se collegato in serie alla sorgente di alimentazione.

4. Leggere il valore di tensione sulla scala appropriata.

Letture = 12 V. Intervallo di misurazione selezionato DC 25V.

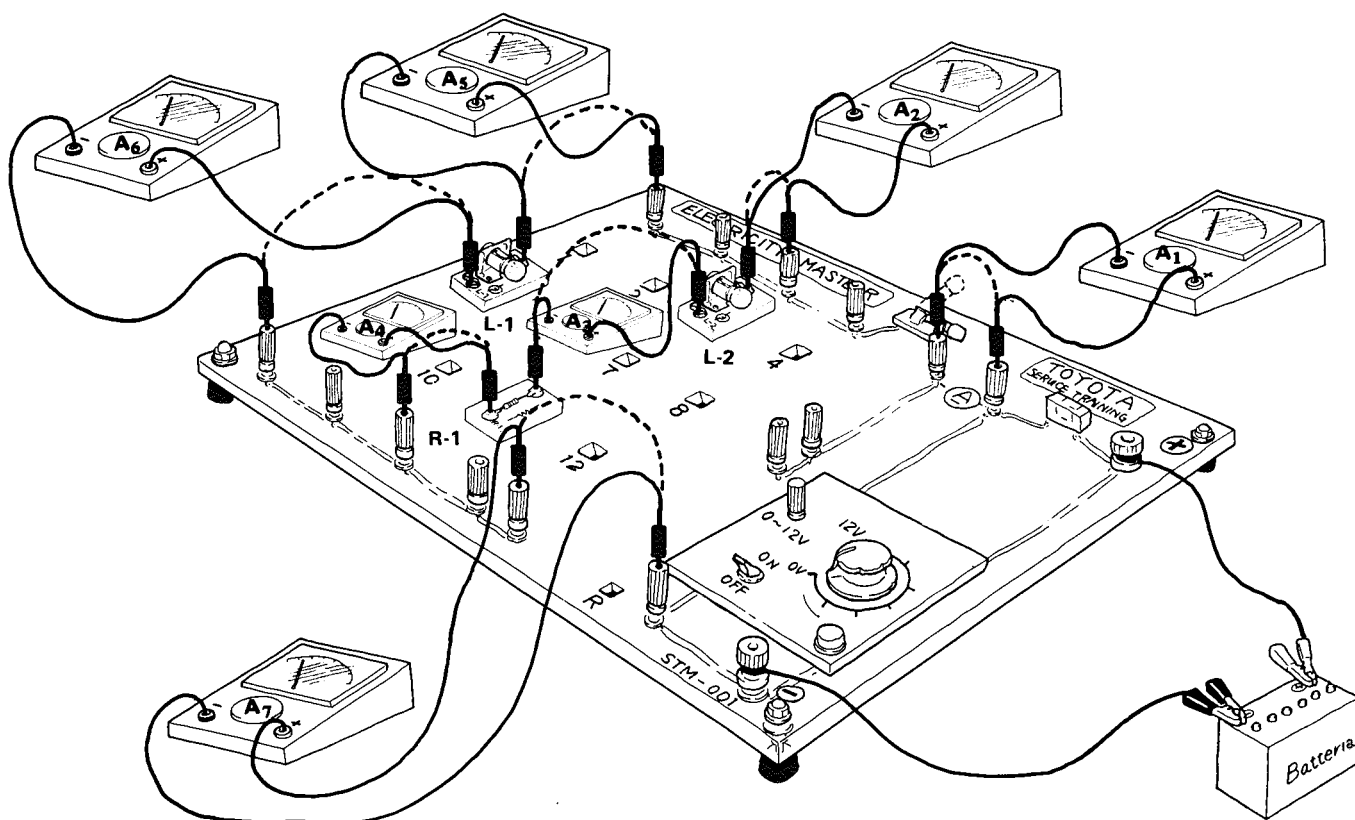




Come si misura la corrente?

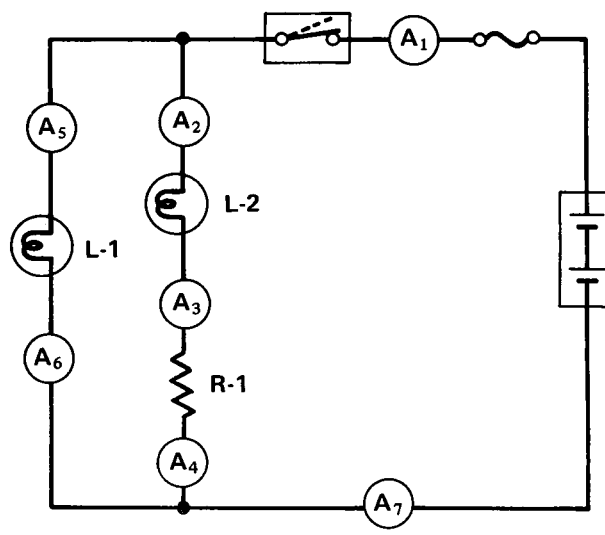


Comporre un circuito corrispondente allo schema del circuito elettrico rappresentato di seguito, collegando L-1, L-2 ed R-1 tramite i cavetti di collegamento.



1. Misurare la quantità di corrente (A1 ~ A7) utilizzando un multimetro.

| | | | |
|----------------|---|----------------|---|
| A ₁ | A | A ₅ | A |
| A ₂ | A | A ₆ | A |
| A ₃ | A | A ₇ | A |
| A ₄ | A | | |

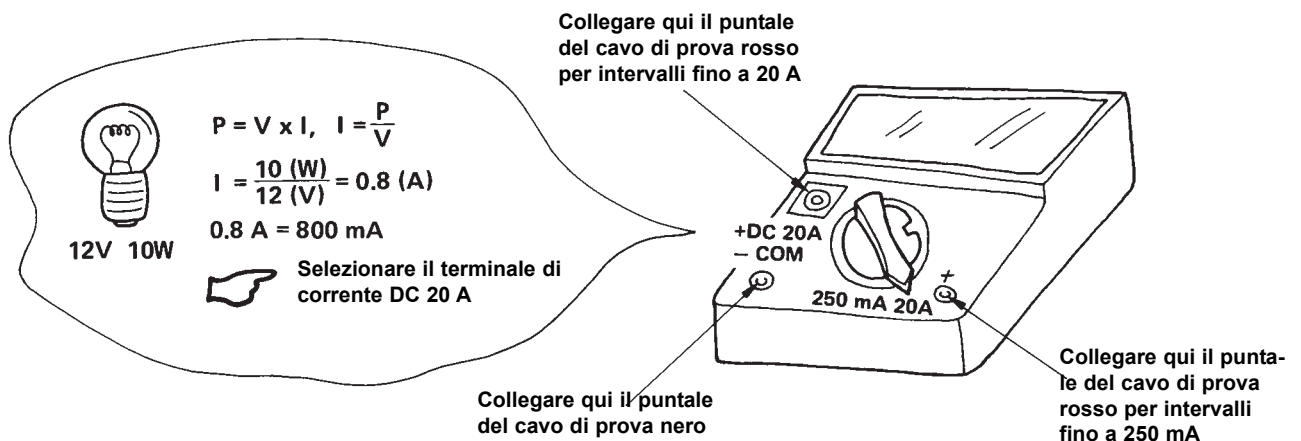




COME MISURARE LA CORRENTE

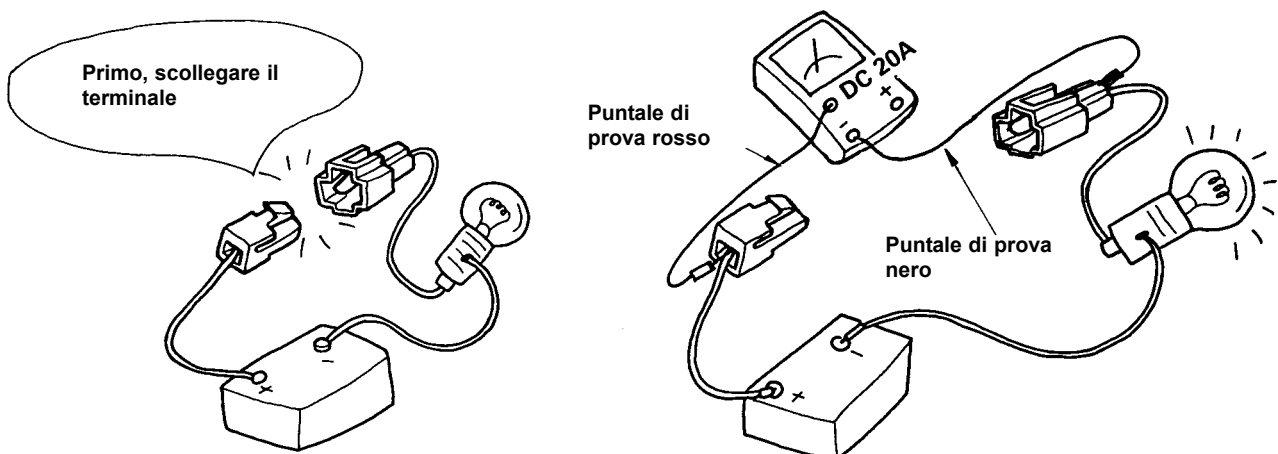
1. Selezionare l'intervallo di misurazione appropriato per la corrente continua (DC A) che deve essere misurata. (Selezionare dapprima l'intervallo più ampio, quindi regolare il selettore sull'intervallo di misurazione appropriato).

Se il tester ha i terminali definiti DC A per due o più intervalli, accertarsi di collegare i cavi con i puntali di prova ai terminali corretti.

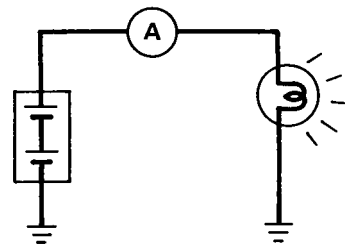
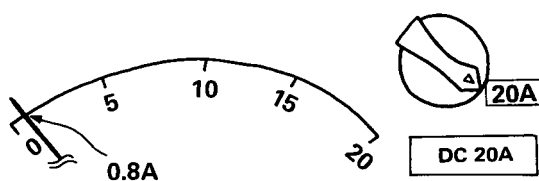


2. Interrompere il circuito che deve essere misurato, quindi collegare il tester tra quei due terminali. Ciò implica che il tester deve essere collegato in serie all'alimentazione elettrica ed i carichi.

In questo esempio, eseguire le connessioni in modo tale che la corrente possa scorrere dal puntale di prova positivo (rosso) al puntale di prova negativo (nero). (Il puntale di prova positivo sarà più vicino al terminale positivo della sorgente di alimentazione, mentre il puntale di prova negativo deve essere più distante da questo).



3. Leggere il valore di tensione sulla scala appropriata.



6.

MISURAZIONE DELLA RESISTENZA

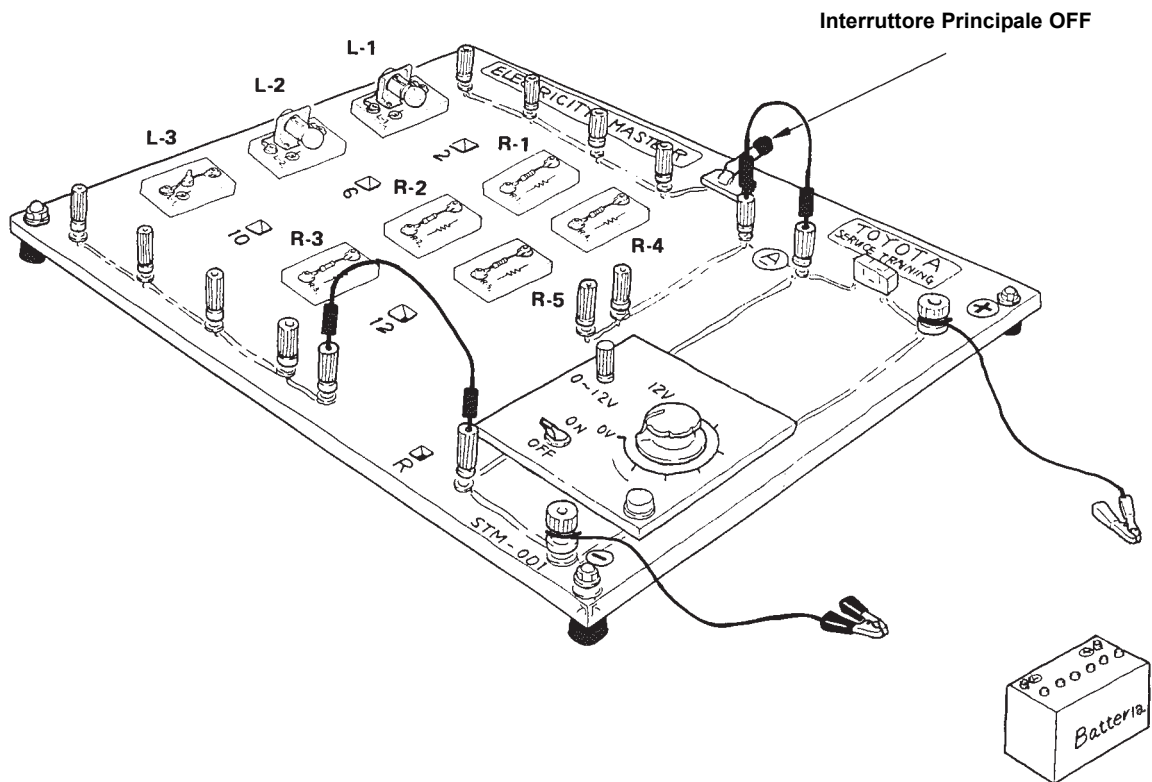
A



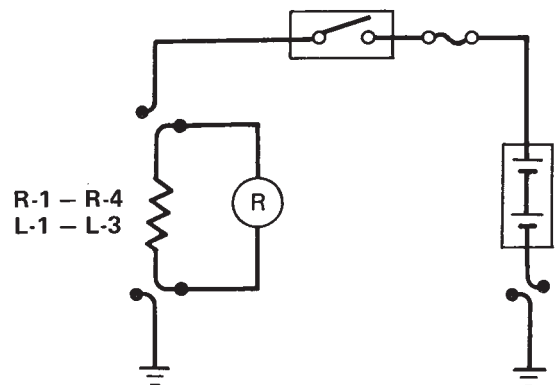
Come si misura la resistenza?



Misurare la resistenza di ciascun resistore (R-1 ~ R-5) e di ciascuna lampadina (L-1 ~ L-3).



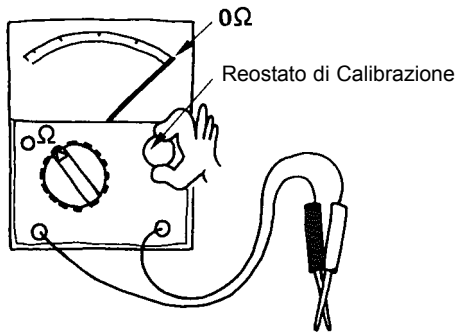
| | | | | | |
|-----|--|----------|-----|--|----------|
| R-1 | | Ω | R-5 | | Ω |
| R-2 | | Ω | L-1 | | Ω |
| R-3 | | Ω | L-2 | | Ω |
| R-4 | | Ω | L-3 | | Ω |



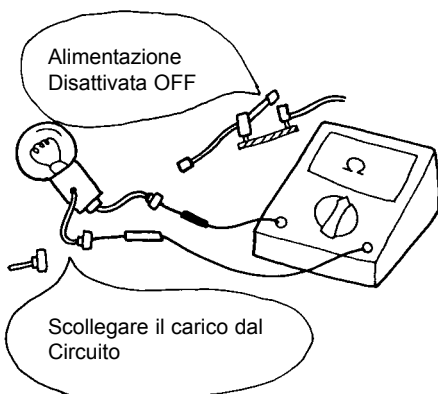


COME MISURARE LA RESISTENZA

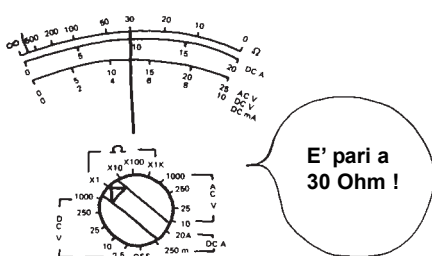
1. Collegare i puntali di prova al tester, e porre in contatto i puntali tra loro e regolare il reostato di calibrazione fino a quando l'ago non indichi 0 Ω.



3. Scollegare il carico che deve essere misurato, e collegare quindi i puntali di prova ad entrambi i terminali del carico. Ciascun terminale del tester deve risultare ben collegato ad entrambe le estremità del carico. La polarità non è determinante.



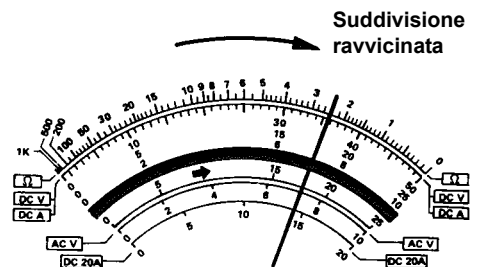
4. Leggere la scala corrispondente all'intervallo di misurazione selezionato.



2. Selezionare l'appropriato intervallo di regolazione.

Da notare che la suddivisione della scala di misurazione non è uniforme, ma essa tende ad essere più ravvicinata all'aumento del valore di resistenza.

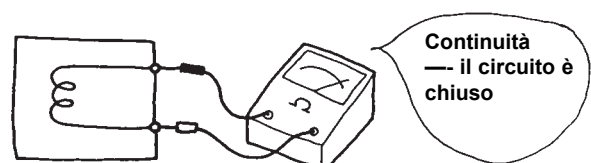
Per questo motivo, quando si rende necessario misurare la resistenza con maggior precisione, si deve selezionare l'intervallo di misurazione in modo tale che l'ago si muova entro il settore posto a destra rispetto al centro scala.



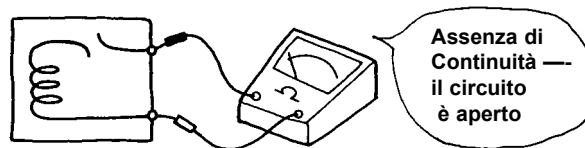
Prova di continuità'

La prova di continuità verifica se il circuito (cavi elettrici, contatti, ecc.) che costituisce un dispositivo elettrico o un sistema risulta scollegato (interrotto) oppure connesso (chiuso). Impostare il selettore del tester sull'intervallo di misura di resistenza x 1 Ω per eseguire la prova di continuità.

- L'ago del tester si muove in presenza di continuità (e ciò indica normalmente un valore standard).



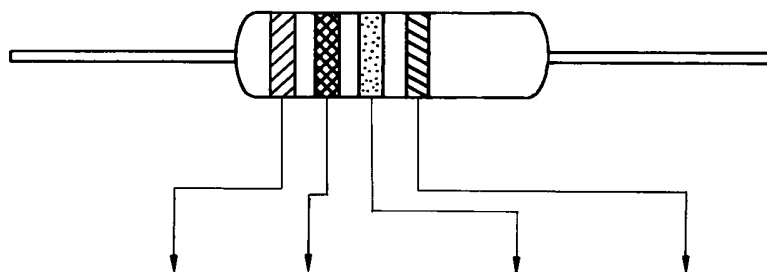
- L'ago del tester non si muove, la continuità è assente (∞ Ohm ... indica circuito interrotto).



CODICE DI COLORE DEI RESISTORI

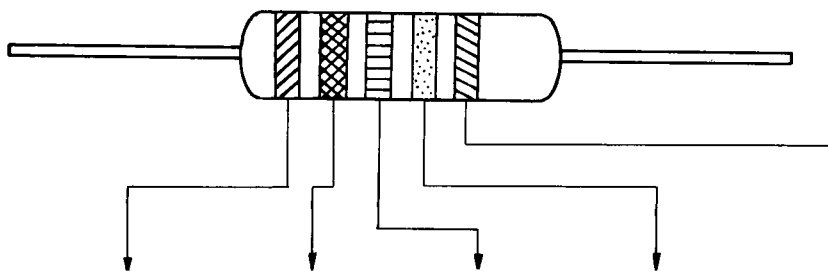
I resistori, elementi compatti, sono marcati da un codice di colore che ne indica il rispettivo valore di resistenza.

1. Resistore a Quattro colori



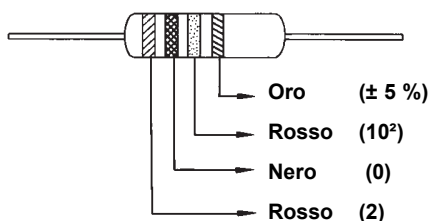
| COLORE | 1 ^a Stringa | 2 ^a Stringa | Moltiplicatore | Tolleranza |
|---------|------------------------|------------------------|----------------|-------------|
| Nero | 0 | 0 | 10^0 | $\pm 1 \%$ |
| Marrone | 1 | 1 | 10^1 | $\pm 2 \%$ |
| Rosso | 2 | 2 | 10^2 | — |
| Arancio | 3 | 3 | 10^3 | — |
| Giallo | 4 | 4 | 10^4 | — |
| Verde | 5 | 5 | 10^5 | — |
| Blu | 6 | 6 | 10^6 | — |
| Porpora | 7 | 7 | 10^7 | — |
| Grigio | 8 | 8 | 10^8 | — |
| Bianco | 9 | 9 | 10^9 | — |
| Oro | — | — | 10^{-1} | $\pm 5 \%$ |
| Argento | — | — | 10^{-2} | $\pm 10 \%$ |
| Nessuno | — | — | — | $\pm 20 \%$ |

2. Resistore a Cinque colori

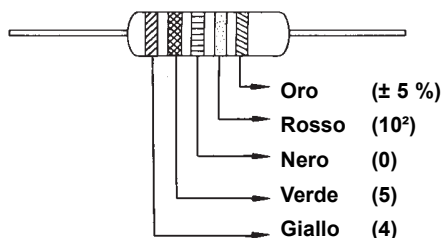


| COLORE | 1 ^a Stringa | 2 ^a Stringa | 3 ^a Stringa | Moltiplicatore | Tolleranza |
|---------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------|------------|
| Nero | 0 | 0 | 0 | 10 ⁰ | ± 1 % |
| Marrone | 1 | 1 | 1 | 10 ¹ | ± 2 % |
| Rosso | 2 | 2 | 2 | 10 ² | - |
| Arancio | 3 | 3 | 3 | 10 ³ | - |
| Giallo | 4 | 4 | 4 | 10 ⁴ | - |
| Verde | 5 | 5 | 5 | 10 ⁵ | - |
| Blu | 6 | 6 | 6 | 10 ⁶ | - |
| Porpora | 7 | 7 | 7 | 10 ⁷ | - |
| Grigio | 8 | 8 | 8 | 10 ⁸ | - |
| Bianco | 9 | 9 | 9 | 10 ⁹ | - |
| Oro | - | - | - | 10 ⁻¹ | ± 5 % |
| Argento | - | - | - | 10 ⁻² | ± 10 % |
| Nessuno | - | - | - | - | ± 20 % |

Esempio



$$\begin{aligned}
 R &= 20 \times 10 \\
 &= 2000 \, \Omega \\
 &= 2 \, \text{k}\Omega \pm 5 \%
 \end{aligned}$$



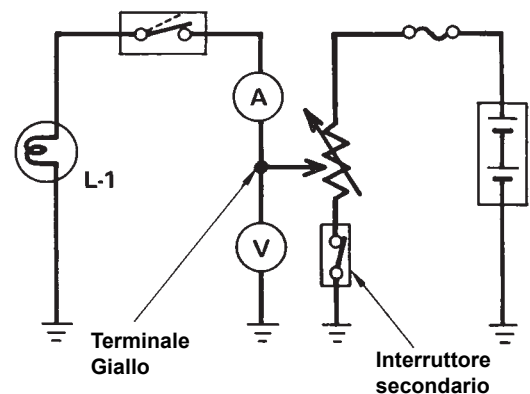
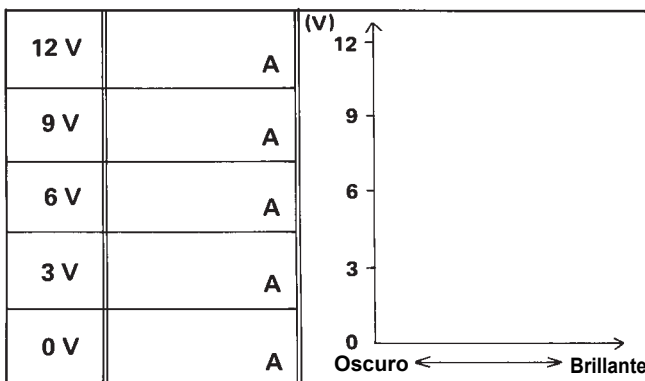
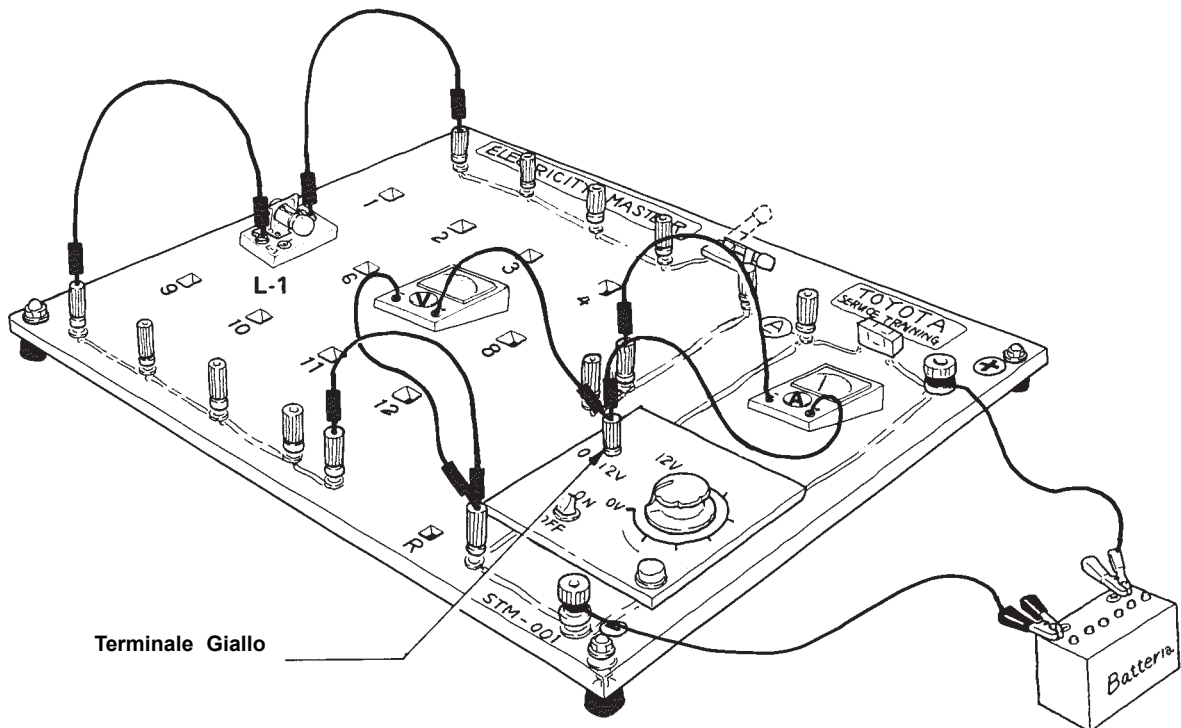
$$\begin{aligned}
 R &= 450 \times 10^2 \\
 &= 45000 \, \Omega \\
 &= 45 \, \text{k}\Omega \pm 5 \%
 \end{aligned}$$



Come cambia la corrente in relazione alla tensione?



1. Comporre un circuito corrispondente allo schema del circuito elettrico rappresentato di seguito, utilizzando la lampadina L-1, i cavi di collegamento, ed un amperometro (multimetro).
2. Porre l'interruttore secondario su ON, e regolare la tensione di uscita su un valore pari a 0 V, 3 V, 6 V, 9 V e 12 V ruotando la manopola del resistore variabile. (Utilizzare il terminale giallo per l'alimentazione).
3. Misurare gli amperaggi corrispondenti a ciascuna variazione di tensione applicata al terminale giallo, e confrontare la brillantezza della lampadina.



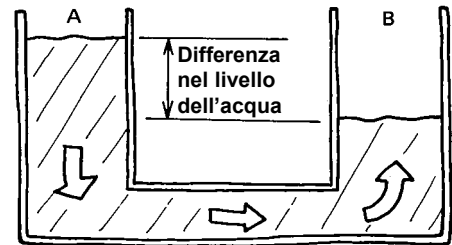


Maggiore è la tensione, più elevata è la corrente che attraversa il circuito e la lampadina brilla in maggior misura.



Molte proprietà ed azioni dell'elettricità sono in qualche modo simili a quelle dell'acqua, per questo è più semplice comprendere i concetti relativi all'elettricità equiparandoli all'acqua.

Se si collegano due contenitori di acqua, A e B, mediante un tubo, l'acqua scorrerà dal contenitore A, con il livello di acqua superiore, al contenitore B, che ha il livello di acqua inferiore. La forza del flusso dell'acqua è determinata dalla differenza nei livelli di acqua tra contenitore A e contenitore B, espressa dalla differenza di pressione nell'acqua.

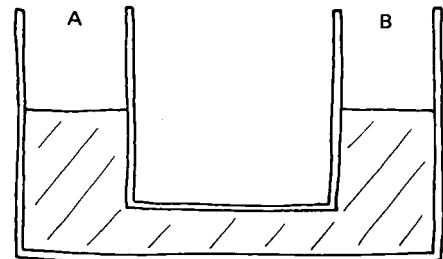


Poiché esiste una differenza di livello (corrispondente alla pressione dell'acqua) l'acqua potrà scorrere.



Maggiore è la pressione dell'acqua, più acqua potrà scorrere.

Se si raffronta il flusso dell'acqua a quello dell'elettricità, quindi il livello dell'acqua è equivalente al **potenziale elettrico** mentre la pressione dell'acqua generata dalla differenza di livello del liquido è equivalente alla **tensione (differenza di potenziale)**. Il flusso dell'acqua è equivalente alla **corrente elettrica**.

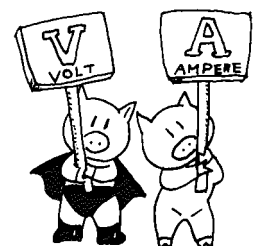


Poiché non esiste una differenza di livello (pressione dell'acqua) l'acqua non potrà scorrere.

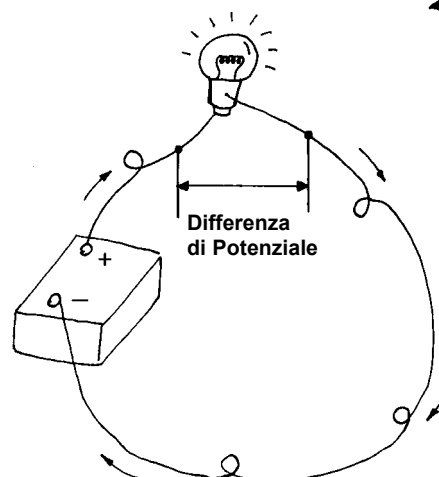


- Tensione (differenza di potenziale) è la "forza" della corrente elettrica rilevata al suo scorrere.
- Maggiore è la tensione, più elevato è il flusso di corrente (amperaggio).
- La corrente scorre da un terminale a potenziale più elevato ad un terminale di potenziale inferiore.

Il volt è utilizzato come unità di misura per la differenza di potenziale, e la sua dimensione o forza è indicata dal simbolo V.



La dimensione o quantità della corrente (amperaggio) è misurata in ampere, simboleggiata da A, mentre il concetto della corrente stessa è indicato dal simbolo I.

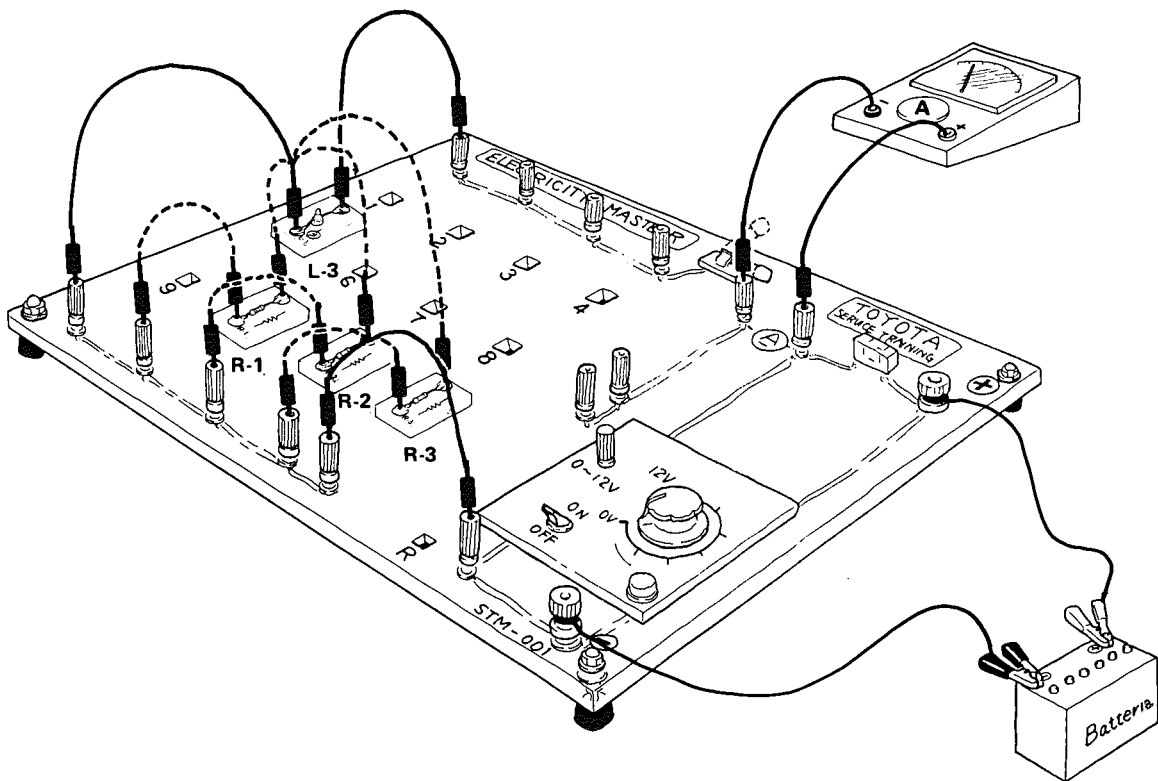




Come cambia la corrente in relazione alla quantità di resistenza?

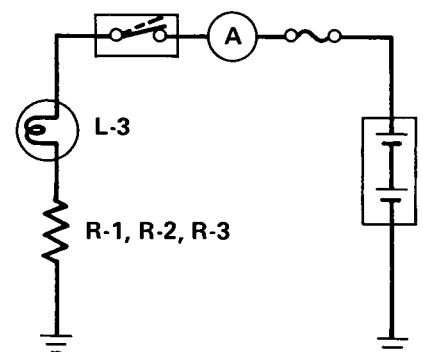


1. Comporre un circuito corrispondente allo schema del circuito elettrico rappresentato di seguito, collegando la lampadina L-3 con i cavi di collegamento.
2. Misurare la quantità di corrente che scorre nel circuito.
3. Comporre un circuito utilizzando la resistenza R-1 collegata in serie con L-3, e misurare il valore di corrente, quindi confrontare la brillantezza di L-3 con quella rilevata quando era collegata nel circuito descritto al punto 1.
4. Comporre un circuito utilizzando R-2, quindi R-3 al posto di R-1, quindi misurare i rispettivi amperaggi. Confrontare inoltre la brillantezza di L-3 in ciascun caso.



| | | | |
|---|------------------|--|---|
| ① | L-3 | | A |
| ② | L-3, R-1 (100 Ω) | | A |
| ③ | L-3, R-2 (200 Ω) | | A |
| ④ | L-3, R-3 (300 Ω) | | A |

Corrente



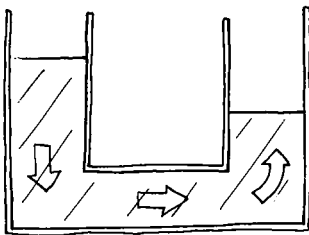


Maggiore è la resistenza, minore sarà la corrente che potrà scorrere nel circuito.

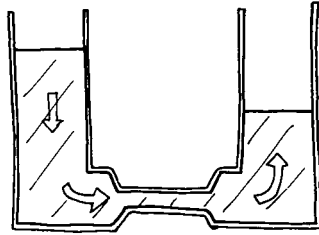


Anche in presenza della pressione dell'acqua, se si restringe il tubo che collega il contenitore A con il contenitore B, sarà comunque difficile per l'acqua scorrere. E se il diametro del tubo rimane lo stesso, se lo si allunga, sarà altrettanto difficile per l'acqua scorrere.

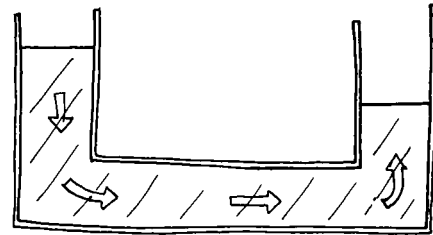
La ragione è che sia restringendo oppure allungando il tubo, la resistenza opposta al flusso dell'acqua aumenta.



L'acqua scorre se c'è differenza nei livelli del liquido.



Restringendo la sezione del tubo di collegamento si rende più difficile il flusso dell'acqua



Allungando il tubo di collegamento si rende altrettanto difficile il flusso dell'acqua

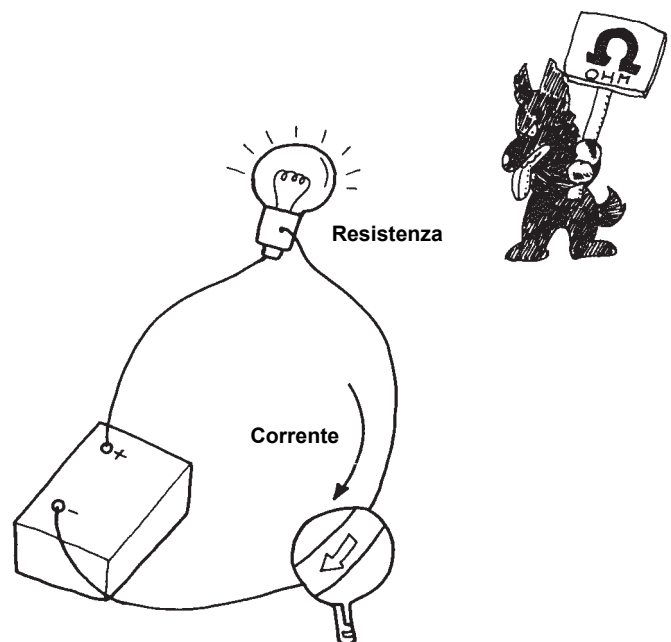
Nello stesso modo, ogni elemento che si oppone al flusso di elettricità (corrente) che attraversa un circuito elettrico è definito **resistenza elettrica**, o più generalmente, **resistenza**.

- Più ampia è l'area di sezione trasversale del conduttore (cavo elettrico, ecc.) inferiore sarà la resistenza opposta al flusso della corrente elettrica.
- Più corta è la lunghezza del conduttore, inferiore sarà la resistenza e più semplice sarà reso il flusso della corrente elettrica.

La resistenza elettrica è misurata in ohm (Ω), e il concetto stesso di resistenza elettrica è indicato dal simbolo R.

Un ohm si riferisce alla resistenza elettrica incontrata da un ampere di corrente elettrica che scorre alla tensione di un volt.

Lampadine, motori elettrici, ecc. utilizzati nei circuiti elettrici automobilistici resistono al flusso di corrente che li attraversa. Oltretutto essi consumano elettricità nel compiere il loro lavoro. Un dispositivo elettrico attivato in un circuito è conseguentemente definito come "carico elettrico", o più semplicemente "carico".



Più un conduttore è spesso e/oppure corto, inferiore è la sua resistenza.

9.

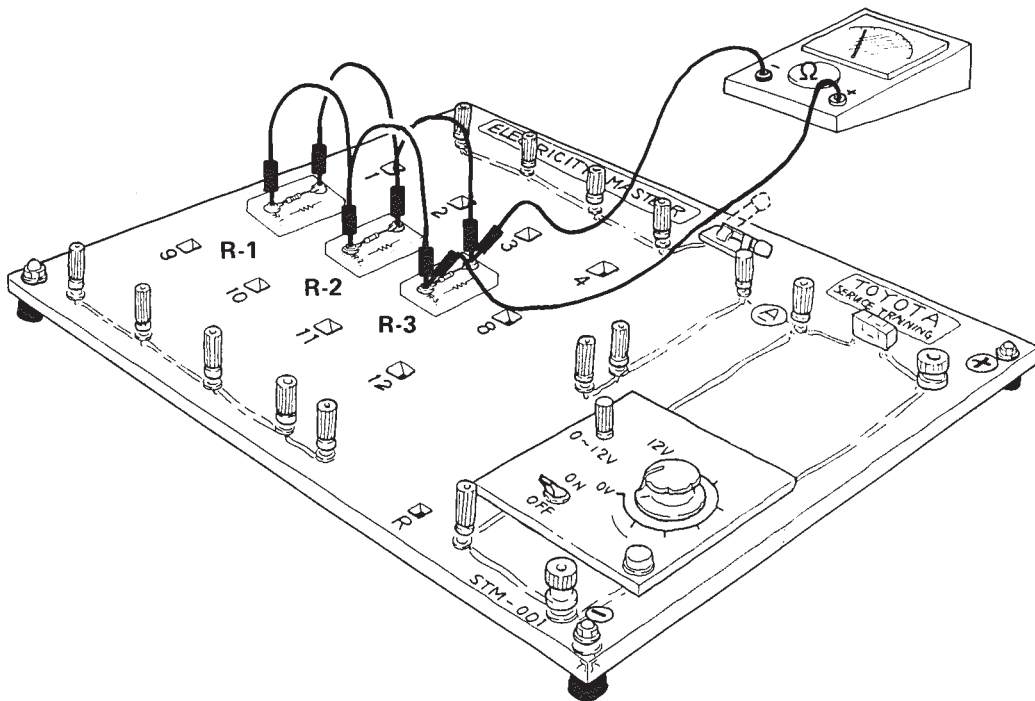
RESISTENZA: CARICHI COLLEGATI IN PARALLELO A/B



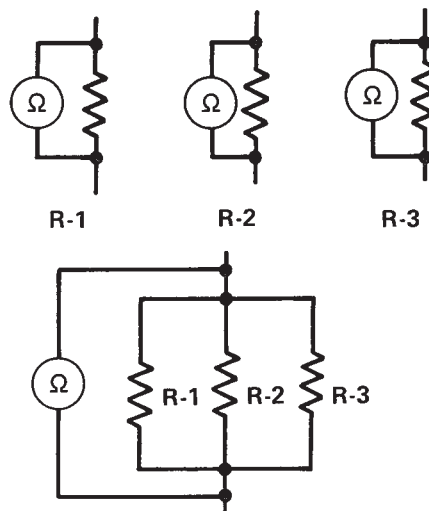
Quando dei resistori sono collegati in parallelo, cosa si riscontra nel valore di resistenza complessiva (resistenza combinata) ?



- Misurare le resistenze di R-1, R-2 ed R-3.
- Collegare R-1, R-2 ed R-3 in parallelo come illustrato nella figura rappresentata di seguito e misurare la loro resistenza combinata.



| | | |
|---------------|--|----------|
| R-1 | | Ω |
| R-2 | | Ω |
| R-3 | | Ω |
| R-1, R-2, R-3 | | Ω |





Quando due o più resistori sono collegati in parallelo, la somma delle resistenze (resistenza combinata) in quel circuito è inferiore al valore di resistenza di ciascun resistore utilizzato.



Collegando i resistori in parallelo, riduce il valore di resistenza complessiva del circuito.



La resistenza combinata (R_0) con due o più resistori (R_1, R_2, \dots, R_n) collegati in parallelo è determinata dalla seguente formula.

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

o

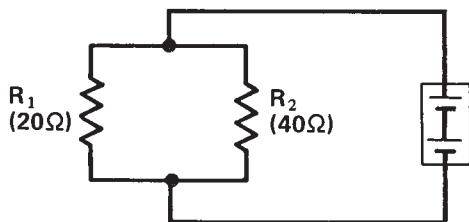
$$R_0 = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

Ossia, quando si hanno resistori collegati in parallelo, la resistenza combinata è uguale al reciproco della somma dei reciproci delle resistenze dei resistori collegati.

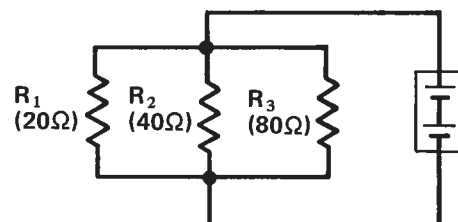
(Il reciproco di un numero è quel numero diviso da 1)



Determinare la resistenza combinata (R_0) dei seguenti circuiti.



| | | |
|-------|--|----------|
| R_0 | | Ω |
|-------|--|----------|



| | | |
|-------|--|----------|
| R_0 | | Ω |
|-------|--|----------|

10.

RESISTENZA: CARICHI COLLEGATI IN SERIE

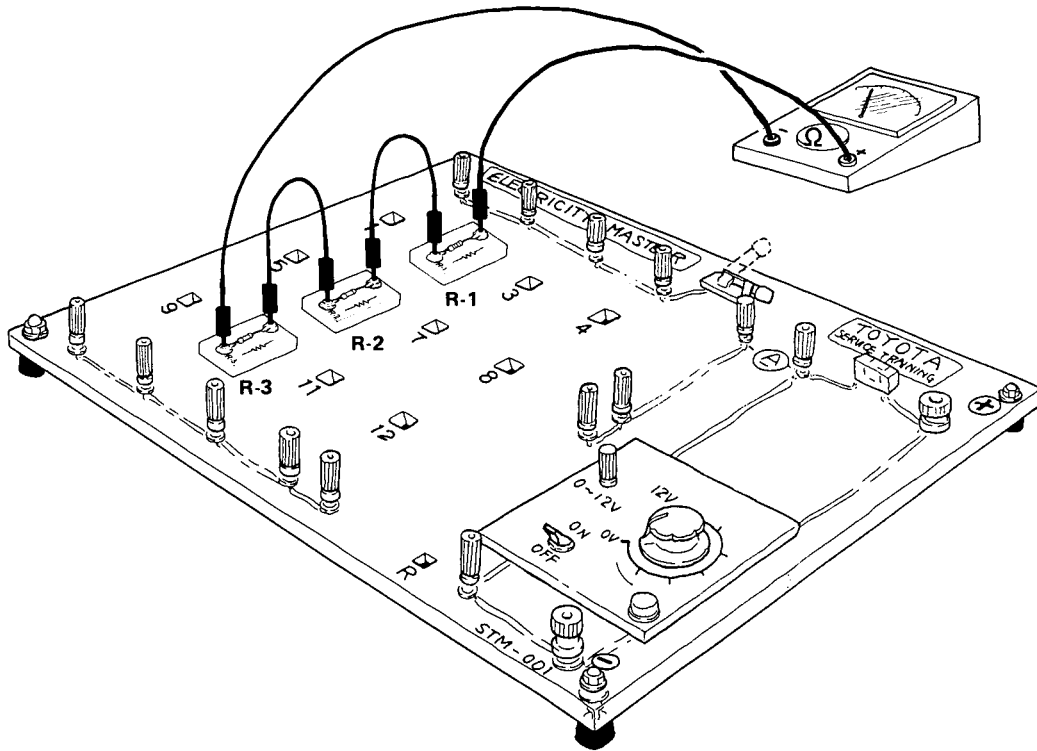
A/B



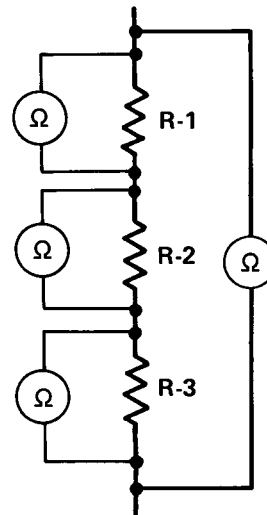
Quando dei resistori sono collegati in serie, cosa si riscontra nel valore di resistenza complessiva (resistenza combinata) ?



1. Misurare le resistenze di R-1, R-2 ed R-3 separatamente.
2. Collegare R-1, R-2 ed R-3 in serie come illustrato nella figura rappresentata di seguito e misurare la loro resistenza combinata.



| | | |
|---------------|--|---|
| R-1 | | Ω |
| R-2 | | Ω |
| R-3 | | Ω |
| R-1, R-2, R-3 | | Ω |





Quando due o più resistori sono collegati in serie, la somma delle resistenze (resistenza combinata) in quel circuito è maggiore del valore di resistenza di ciascun resistore utilizzato.



Collegando i resistori in serie, aumenta il valore di resistenza complessiva del circuito.



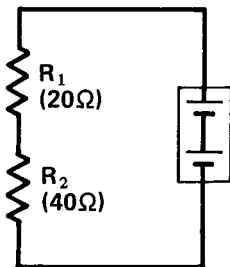
La resistenza combinata (R_0) con due o più resistori (R_1, R_2, \dots, R_n) collegati in serie è determinato dalla seguente formula.

$$R_0 = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

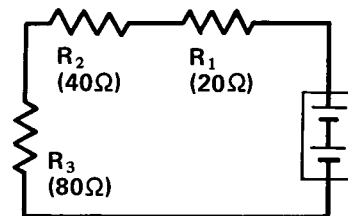
Ossia, quando si hanno resistori collegati in serie, la resistenza combinata è uguale alla somma delle resistenze dei resistori collegati.



Determinare la resistenza combinata (R_0) dei seguenti circuiti:



| | | |
|-------|----------------------|----------|
| R_0 | <input type="text"/> | Ω |
|-------|----------------------|----------|



| | | |
|-------|----------------------|----------|
| R_0 | <input type="text"/> | Ω |
|-------|----------------------|----------|

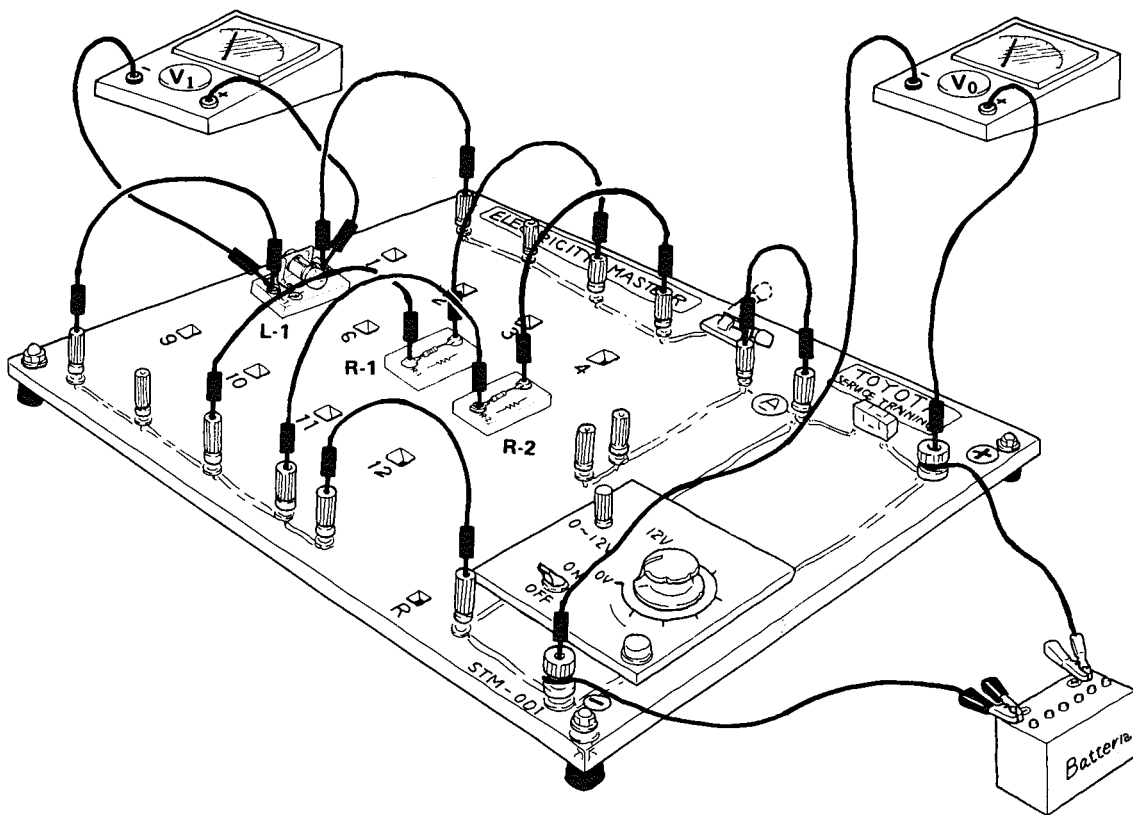
11. TENSIONE: CARICHI COLLEGATI IN PARALLELO A



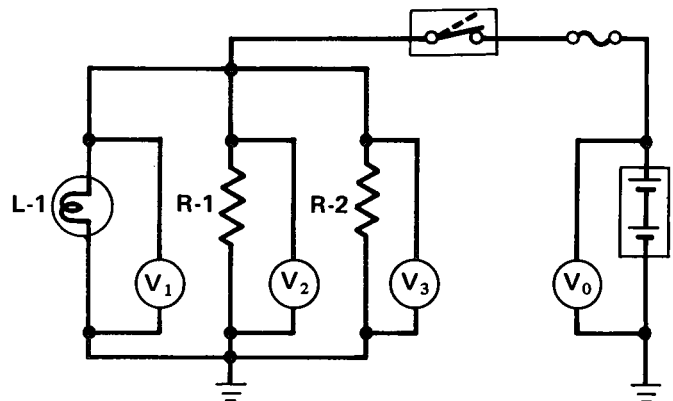
Nei collegamenti in parallelo, quale sarà l'effetto sulla tensione applicata a ciascun carico?



1. Comporre un circuito corrispondente allo schema del circuito elettrico rappresentato di seguito.
2. Misurare le tensioni a L-1, R-1 ed R-2 rispettivamente.
3. Misurare la tensione di alimentazione.

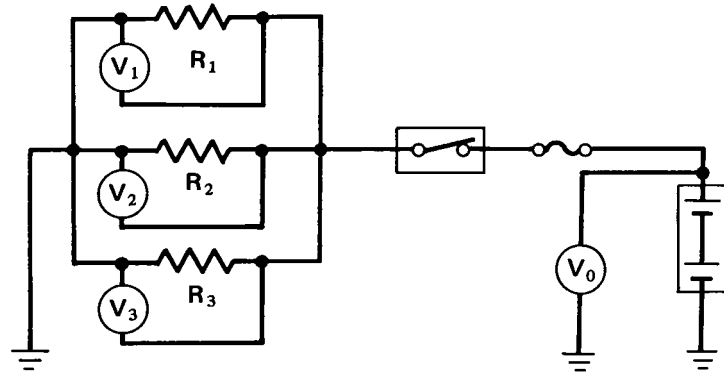


| | | | |
|----------------|--|---------------|---|
| V ₁ | | L-1 | V |
| V ₂ | | R-1 | V |
| V ₃ | | R-2 | V |
| V ₀ | | Alimentazione | V |





In un circuito in parallelo, la tensione applicata a ciascun carico è la stessa, e quella tensione è uguale alla tensione di alimentazione.



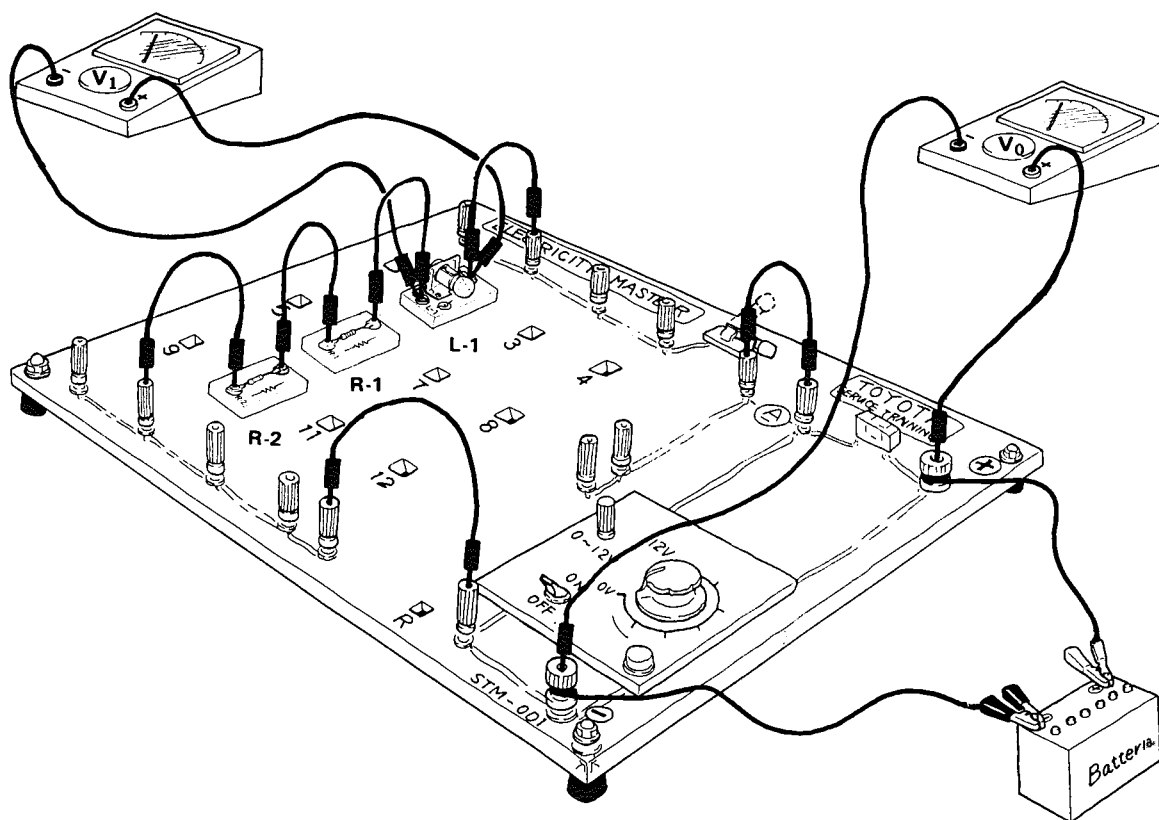
$$V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_0$$



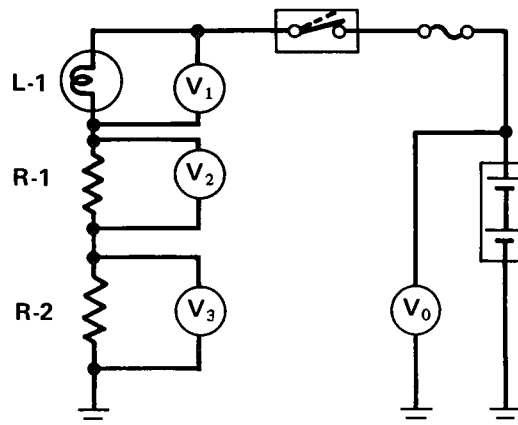
Come è la tensione applicata a resistori collegati in serie?



1. Comporre un circuito corrispondente allo schema del circuito elettrico rappresentato di seguito.
2. Misurare le tensioni applicate a L-1, R-1 ed R-2 rispettivamente.
3. Misurare la tensione di alimentazione.

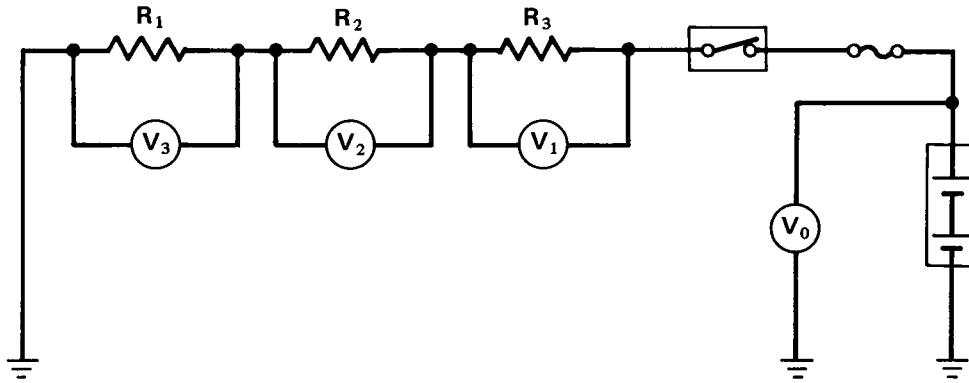


| | | | | |
|----------------|----------------|---------------|--|---|
| V ₁ | V ₁ | L-1 | | V |
| V ₂ | V ₂ | R-1 | | V |
| V ₃ | V ₃ | R-2 | | V |
| V ₀ | V ₀ | Alimentazione | | V |





1. La tensione applicata a ciascun carico è proporzionale alla tensione di alimentazione.
2. La somma delle tensioni applicate a ciascun carico equivale alla tensione di alimentazione.



$$V_0 = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$



Quando la corrente attraversa un circuito con due o più resistori collegati in serie, la tensione di alimentazione è ripartita in proporzione alla dimensione dei valori di resistenza dei resistori corrispondenti. Ciò si definisce “suddivisione di tensione”, e ciascuna riduzione di tensione è definita “caduta di tensione”.

13.

CORRENTE: CARICHI COLLEGATI IN PARALLELO

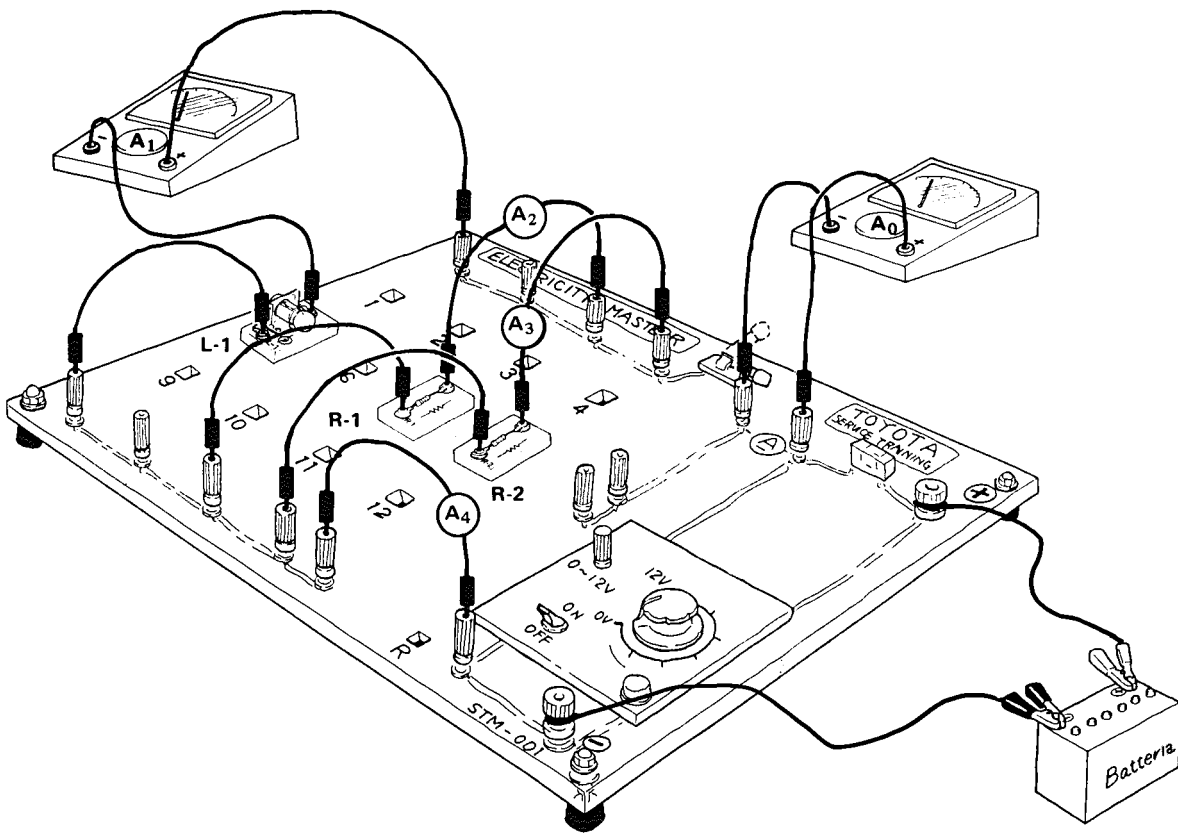
A



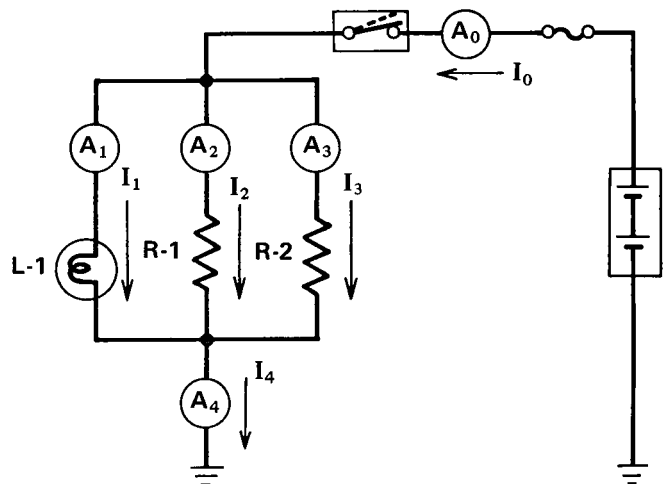
Come scorrerà la corrente se differenti carichi sono collegati in parallelo.



1. Comporre un circuito corrispondente allo schema del circuito elettrico rappresentato di seguito.
2. Misurare la corrente che si dirama ed attraversa i differenti carichi L-1, R-1 ed R-2 rispettivamente.
3. Misurare la corrente che scorre dalla sorgente di alimentazione e la corrente che ritorna alla batteria.



| | | | |
|-------|-------|---------------|---|
| I_0 | A_0 | L-1, R-1, R-2 | A |
| I_1 | A_1 | L-1 | A |
| I_2 | A_2 | R-1 | A |
| I_3 | A_3 | R-2 | A |
| I_4 | A_4 | L-1, R-1, R-2 | A |

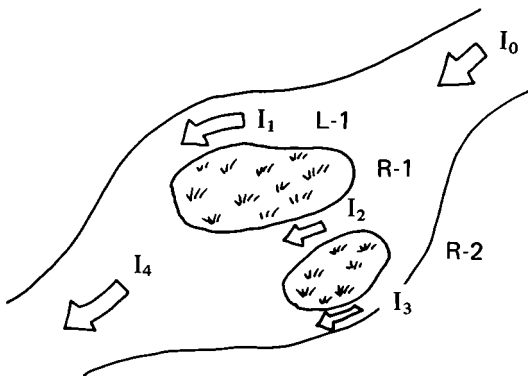




1. La corrente che scorre dalla sorgente di alimentazione è suddivisa tra ciascun carico
2. La somma delle correnti che attraversano ciascun carico è uguale al valore della corrente che scorre dalla sorgente di alimentazione.



Quando due o più carichi risultano collegati in parallelo, la corrente che li attraversa è una proporzione alla corrente totale che attraversa il circuito dalla sorgente di alimentazione. Ciò si definisce “suddivisione della corrente” o “in cascata”. Se facciamo riferimento al circuito rappresentato nella pagina precedente confrontandolo ad un fiume, potremmo immaginare l'esempio nella figura sottostante.



L'acqua a monte (I_0) si ripartisce diramandosi in tre canali (I_1 , I_2 e I_3), per poi ricongiungersi più a valle, divenendo pari a I_4 .

In un circuito in parallelo, la somma totale delle correnti che attraversa ciascun carico è uguale alla corrente erogata dalla sorgente di alimentazione.

$$I_0 = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

14.

CORRENTE: CARICHI COLLEGATI IN SERIE

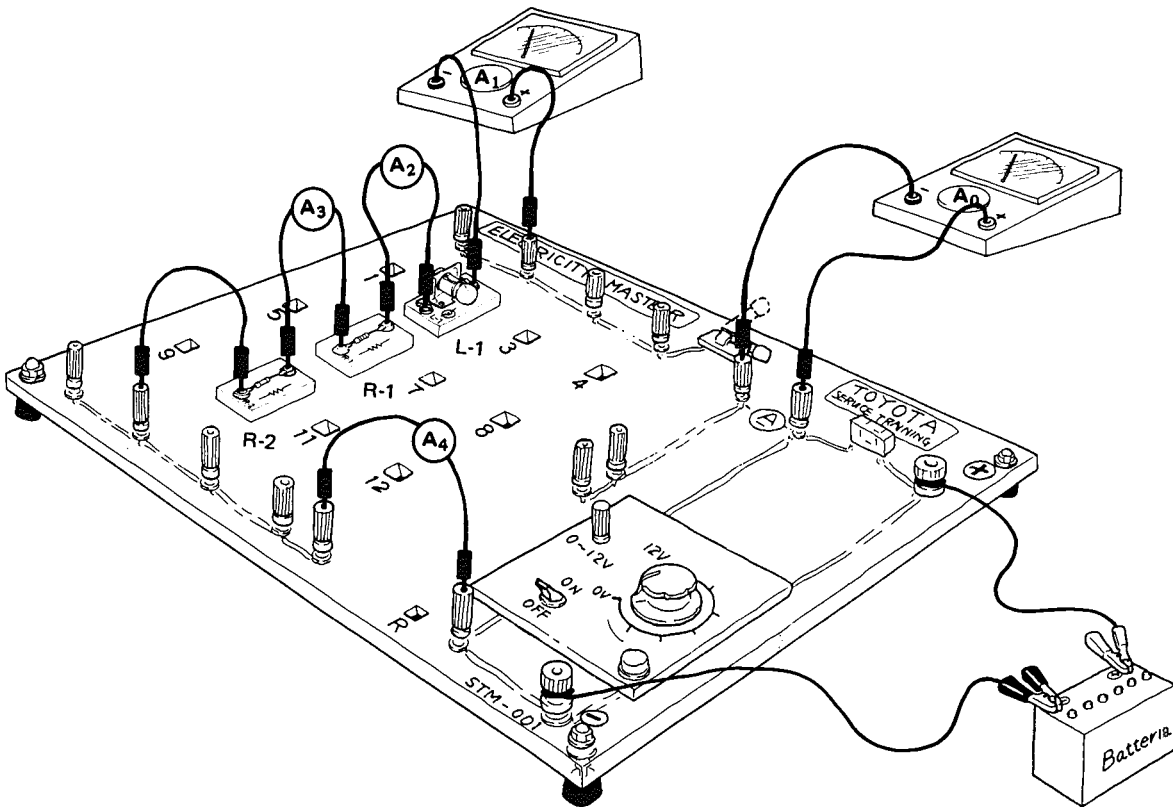
A



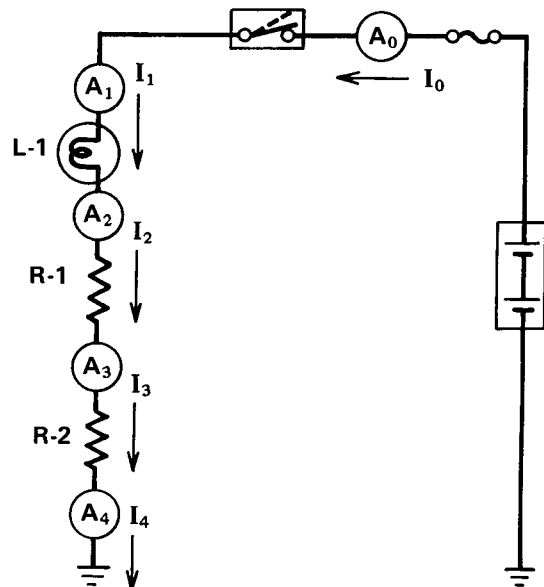
Come scorrerà la corrente se alcuni carichi sono collegati in serie?



1. Comporre un circuito corrispondente allo schema del circuito elettrico rappresentato di seguito.
2. Misurare la corrente che attraversa i differenti carichi L-1, R-1 ed R-2 rispettivamente.
3. Misurare la corrente che scorre dalla sorgente di alimentazione e la corrente che ritorna alla batteria.



| | | | |
|-------|-------|---------------|---|
| I_0 | A_0 | L-1, R-1, R-2 | A |
| I_1 | A_1 | L-1 | A |
| I_2 | A_2 | R-1 | A |
| I_3 | A_3 | R-2 | A |
| I_4 | A_4 | L-1, R-2, R-3 | A |

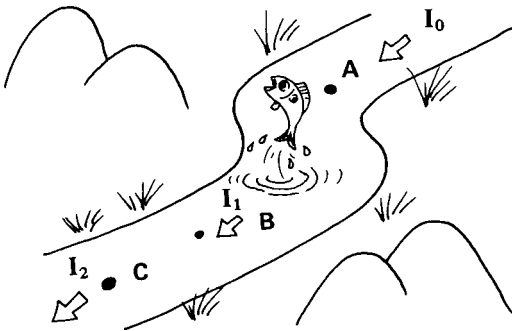




1. La corrente che attraversa ciascun carico ha lo stesso valore.
2. La quantità della corrente che attraversa ciascun carico è uguale al valore della corrente che scorre dalla sorgente di alimentazione.



La corrente che attraversa due o più carichi collegati in serie è la stessa in qualsiasi parte del circuito, così confrontandolo ad un fiume, potremmo immaginare il flusso in un singolo canale.



La stessa quantità di acqua sta attraversando i punti A, B e C.

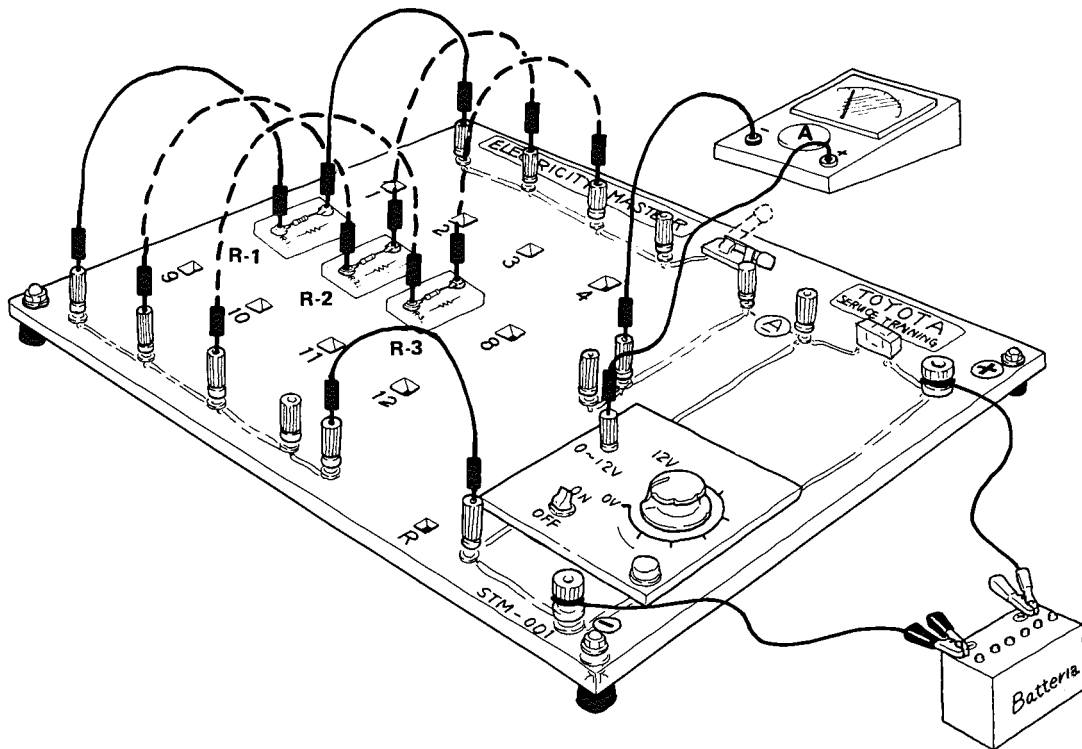
$$I_0 = I_1 = I_2 = \dots = I_n$$



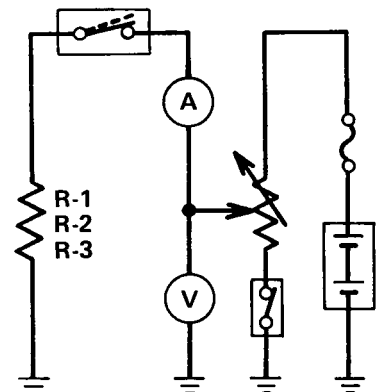
La relazione complessiva che stabilisce il legame tra corrente e tensione, e tra corrente resistenza, è comprensibile dai capitoli 8 e 9, ma cosa si intende esattamente, per la loro relazione.



1. Comporre un circuito corrispondente allo schema del circuito elettrico rappresentato di seguito.
2. Ruotando la manopola del resistore variabile misurare la corrente quando la tensione di uscita sul terminale giallo è pari ad un valore di 0 V, 2,0 V, 6,0 V, e 12 V.
3. Eseguire la stessa procedura per i resistori R-2 ed R-3.



| | 0 V | 1.0 V | 2.0 V | 4.0 V | 6.0 V | 12.0 V |
|------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|--------|
| R-1 (100 Ω) | A | A | A | A | A | A |
| R-2 (200 Ω) | A | A | A | A | A | A |
| R-3 (300 Ω) | A | A | A | A | A | A |





1. La quantità totale di corrente raddoppia quando la tensione raddoppia e triplica quando la tensione triplica.
2. La quantità totale di corrente si dimezza quando la resistenza raddoppia e si riduce ad 1/3 quando la resistenza triplica.



1. LEGGE DI OHM

Quando la tensione è applicata ad un circuito elettrico, la corrente scorre nel circuito. La seguente speciale relazione è quella che si stabilisce in un circuito tra tensione, corrente e resistenza.

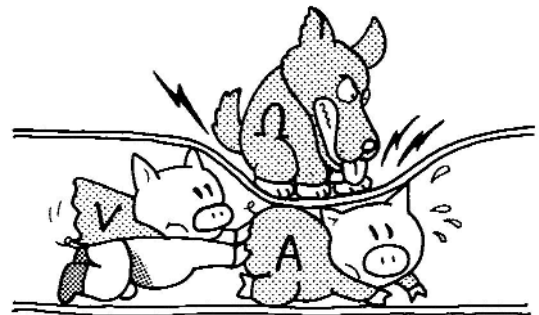
“La quantità di corrente che attraversa un circuito è direttamente proporzionale alla tensione applicata a tale circuito, ma è inversamente proporzionale alla resistenza attraverso cui essa deve passare.”

Questa relazione è definita **LEGGE DI OHM** e può essere espressa come segue:

$$I = V / R \text{ ossia } \text{Corrente} = \frac{\text{Tensione}}{\text{Resistenza}}$$

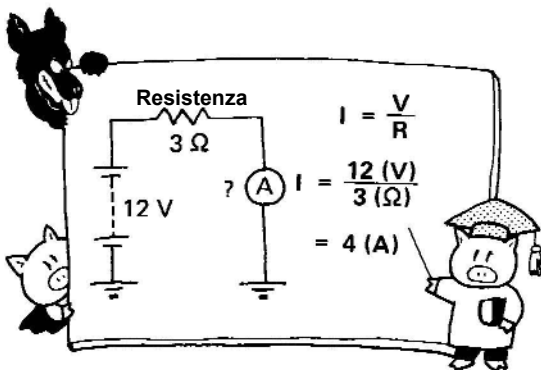
Dove ;

- I: Corrente che attraversa il circuito, in ampere (A)
- V: Tensione applicata al circuito, in volts (V)
- R: Resistenza nel circuito, in ohm (Ω).



2. APPLICAZIONE DELLA LEGGE DI OHM

Qualsiasi valore rappresentato da tensione V, corrente I o resistenza R in un circuito elettrico può essere determinato senza eseguire una misurazione diretta, se gli altri due valori sono conosciuti.



ESERCITAZIONE

Utilizzando la formula $I = V/R$, calcolare il risultato della misurazione prevista in base al precedente esercizio.

$$I = V / R$$



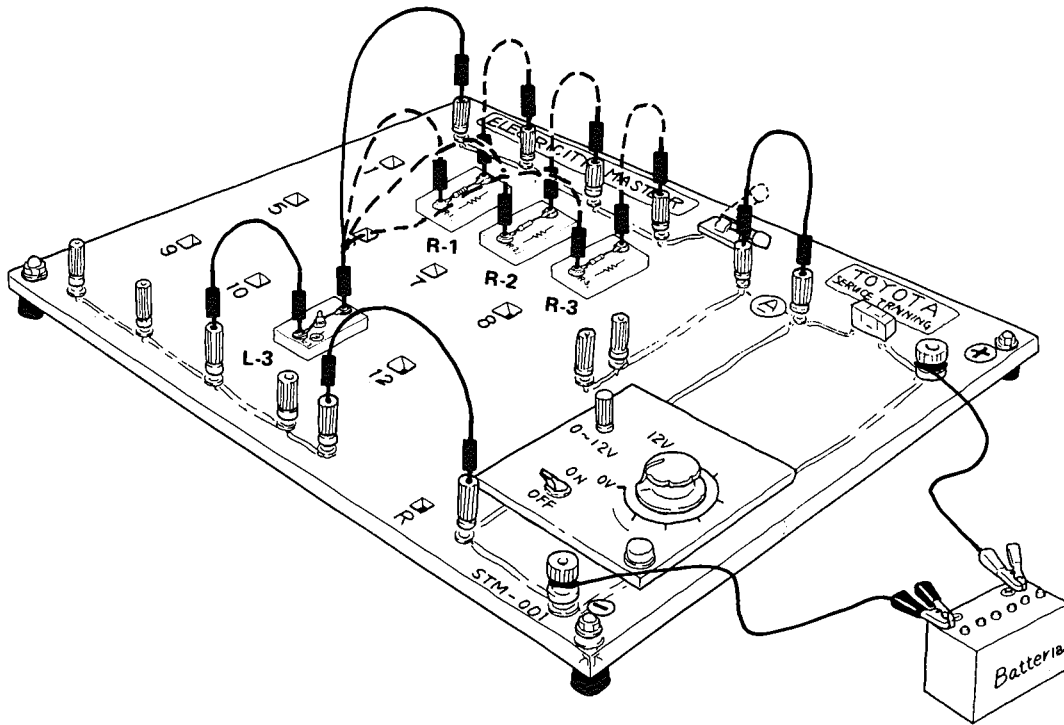
Cosa è la caduta di tensione

Cosa determina la caduta di tensione?

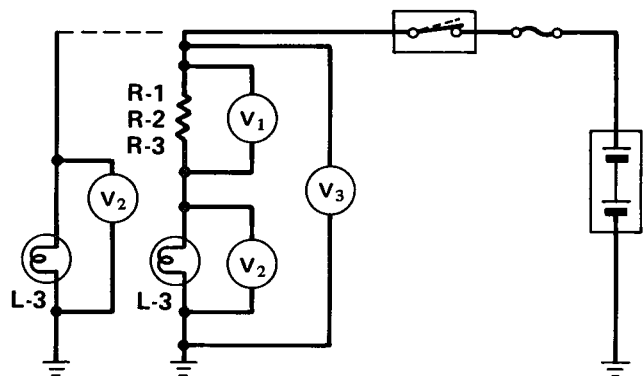


Misurazione 1

1. Comporre un circuito corrispondente allo schema del circuito elettrico rappresentato di seguito.
2. Collegare R-1 in serie con L-3.
3. Misurare le tensioni a R-1 ed L-3 separatamente, misurare quindi la tensione combinata su R-1 ed L-3 insieme.
4. Sostituire R-1 con R-2 e successivamente con R-3, misurare quindi le tensioni come richiesto nella fase 3 precedente.



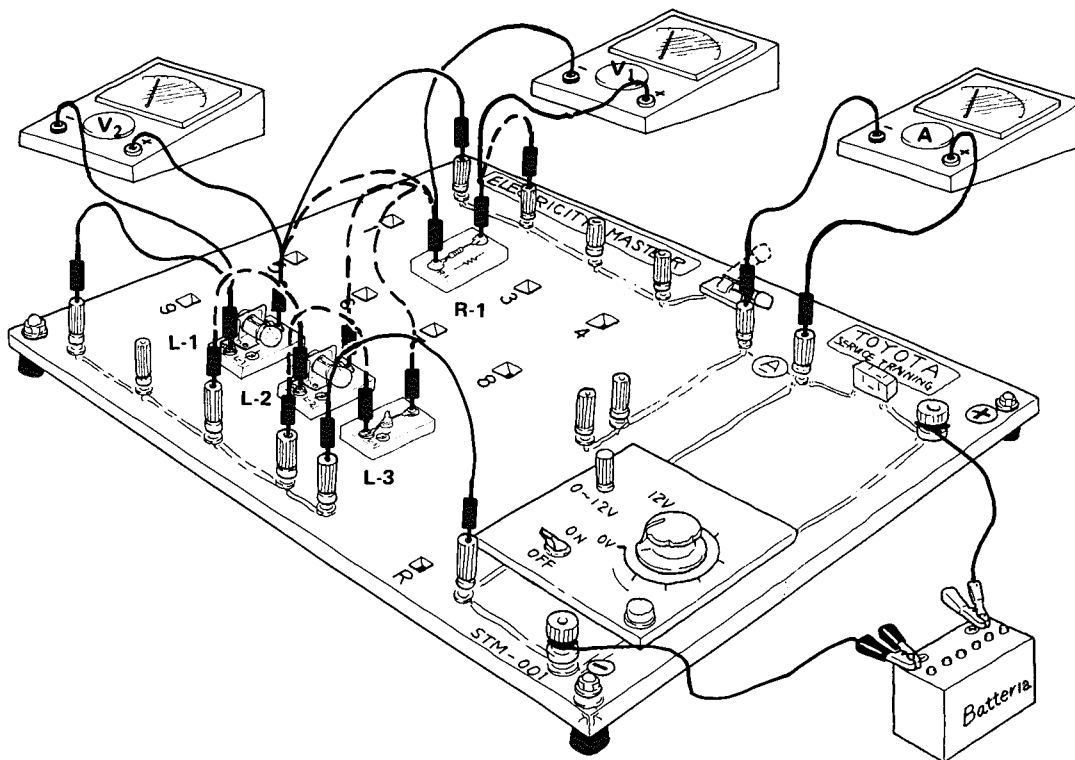
| | V ₁ | V ₂ | V ₃ |
|-----------|----------------|----------------|----------------|
| L-3 | | | |
| R-1 E L-3 | V | V | V |
| R-2 E L-3 | V | V | V |
| R-3 E L-3 | V | V | V |



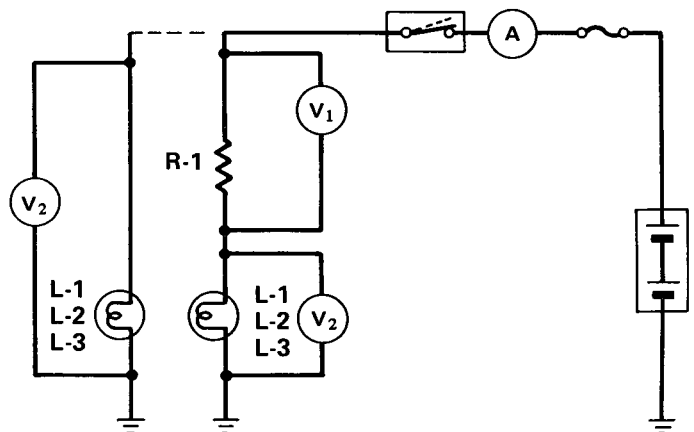


Misurazione 2

1. Comporre un circuito utilizzando L-1, misurare quindi la tensione applicata ad L-1 e la corrente che scorre nel circuito elettrico rappresentato di seguito.
2. Collegare R-1 in serie con L-1.
3. Misurare le tensioni a L-1 ed R-1 separatamente, misurare quindi la corrente che attraversa il circuito.
4. Sostituire L-1 con L-2 e successivamente con L-3, e ripetere le fasi da 1 a 3 descritte sopra.



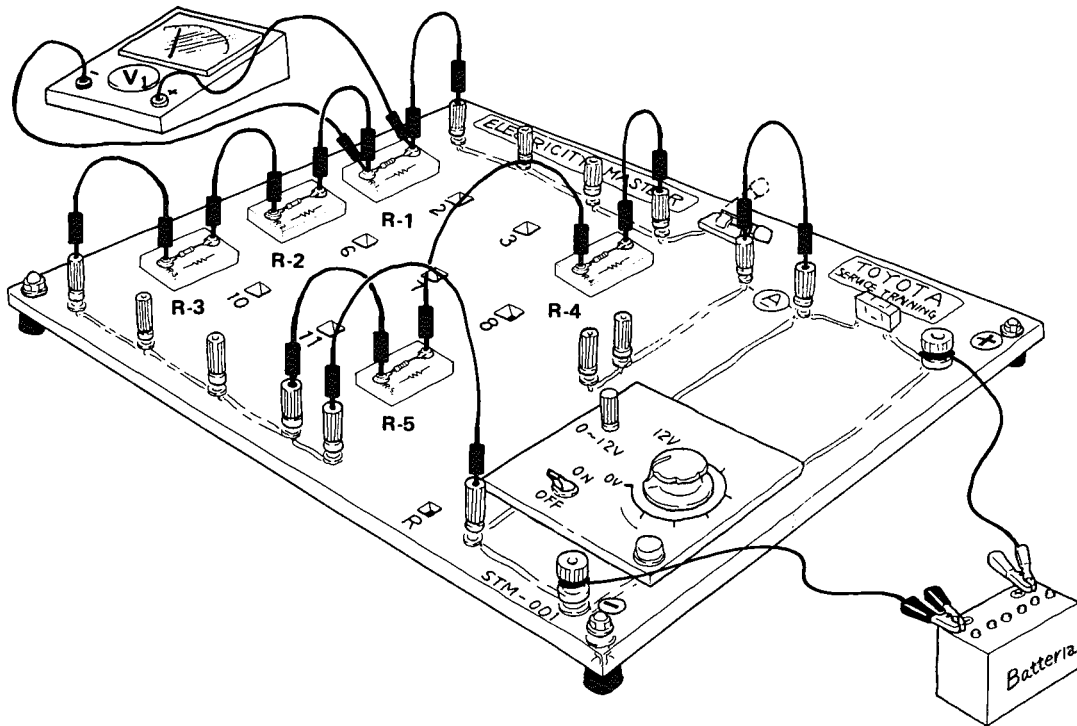
| | (A) | (V ₁) | (V ₂) |
|----------|-----|-------------------|-------------------|
| L-1 | A | / | V |
| L-2 | A | / | V |
| L-3 | A | / | V |
| L-1, R-1 | A | V | V |
| L-2, R-1 | A | V | V |
| L-3, R-1 | A | V | V |





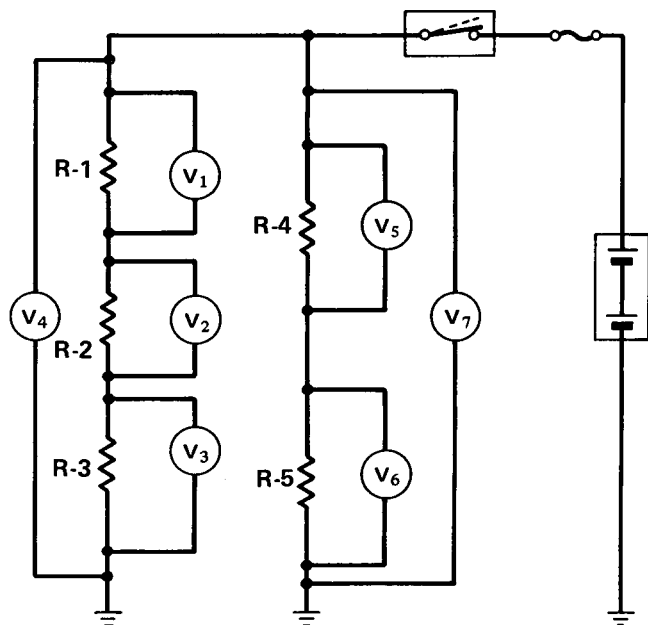
Misurazione 3

1. Comporre un circuito corrispondente allo schema del circuito elettrico rappresentato di seguito, utilizzando R-1, R-2, ... R-5.
2. Misurare le tensioni applicate rispettivamente a ciascun resistore. (Misurare R-4 ed R-5 entro gli intervalli di 25 V oppure di 50 V e misurarli quindi entro l'intervallo dei 10 V).



| | | | |
|----------------|---------------------------|--|---|
| V ₁ | R-1 (100 Ω) | | V |
| V ₂ | R-2 (200 Ω) | | V |
| V ₃ | R-3 (300 Ω) | | V |
| V ₄ | R-1 R-2 (600 Ω) R-3 | | V |

| | | 25 V | 10 V |
|----------------|---------------------|------|------|
| V ₅ | R-4 (100 kΩ) | V | V |
| V ₆ | R-5 (300 kΩ) | V | V |
| V ₇ | R-4 R-5 (400 kΩ) | V | |





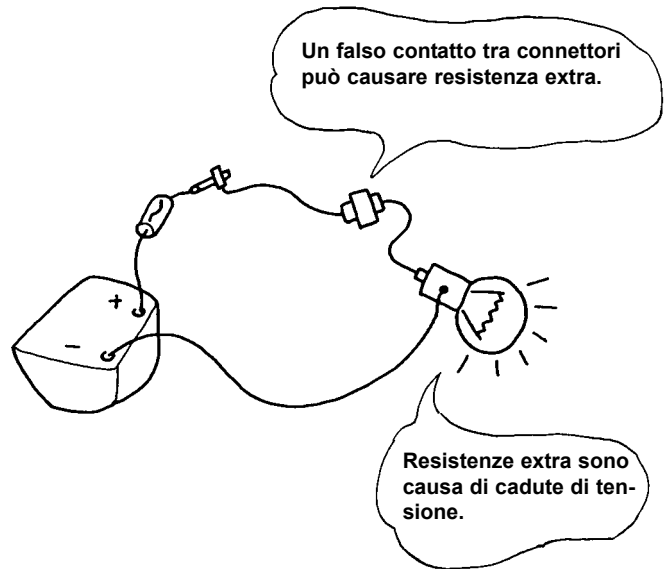
Misurazione 1

Quando il flusso di corrente attraversa un circuito in cui un resistore è collegato in serie con il carico (esempio, una lampadina) la tensione applicata ai carichi si riduce.

Più il valore di resistenza di un resistore collegato in serie ad un carico è elevato, maggiore sarà la caduta di tensione applicata al carico stesso.



Quando la corrente attraversa un circuito, la presenza di una resistenza posta in quel circuito determinerà la caduta della tensione al suo passaggio attraverso la resistenza. La differenza risultante nel valore di tensione misurato ai capi della resistenza è definita caduta di tensione.



Misurazione 2

Anche se il valore della resistenza extra è lo stesso, maggiore è la corrente che attraversa il circuito, maggiore risulta la caduta di tensione applicata al carico.



Misurazione 3

Quando la corrente attraversa un circuito composto da resistori (carichi) collegati in serie, la tensione di alimentazione è suddivisa per ciascun resistore in proporzione alla dimensione della resistenza dei resistori corrispondenti.



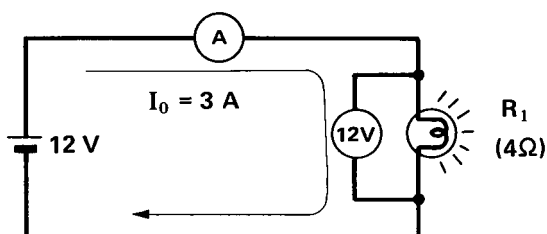
- Se la resistenza è elevata, la caduta di tensione è grande.
- Se la resistenza è minima, la caduta di tensione è ridotta.

Se viene rilevata una misura di tensione applicata ad un resistore ad elevata resistenza (1 k Ω o superiore), il risultato della misurazione potrà essere errato, perché l'effetto dei resistori interni al tester genera una caduta di tensione. Più l'intervallo di misurazione del tester sarà elevato (esempio, maggiore sarà la resistenza del tester), minore risulterà lo scarto di errore.

Esempio 1 : Cadute di Tensione

Se si compone un circuito come quello mostrato nella figura, con una lampadina avente una resistenza di 4Ω (R_1), risulterà applicata alla lampadina una tensione pari a 12 V . Per la legge di Ohm, si definisce che il flusso di corrente che attraversa il circuito (I_0) è il seguente.

$$I_0 = \frac{V}{R} = \frac{12(\text{V})}{4(\Omega)} = 3\text{ A}$$

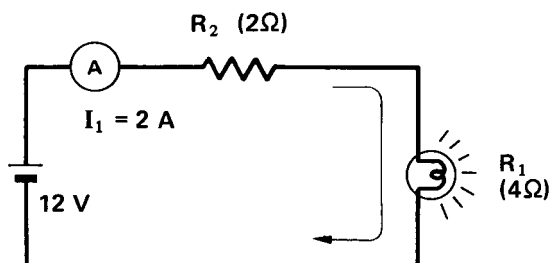


In seguito, si collega in serie un resistore di 2Ω in questo circuito, e la resistenza combinata di tale circuito (R_0) è:

$$R_0 = R_1 + R_2 = 4 + 2 = 6(\Omega)$$

La corrente che attraversa interamente il circuito (I_1) è pertanto come segue:

$$I_1 = \frac{12}{R_0} = \frac{12(\text{V})}{6(\Omega)} = 2\text{ A}$$



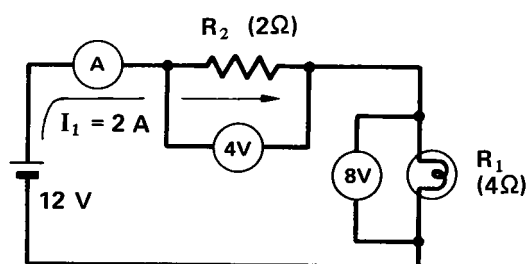
Ossia, quando un resistore è collegato in serie con la lampadina, la corrente che scorre nella lampadina decresce da 3 A a 2 A . Ciò causa l'affievolimento della luminosità della lampadina.

La tensione applicata alla lampadina prima che il resistore da 2Ω fosse collegato era pari a 12 V , quindi dopo l'avvenuto collegato in serie di R_2 , il flusso di corrente diviene pari a 2 A . Si deduce che utilizzando la legge di Ohm, è possibile calcolare la tensione (V_1) applicata ad R_2 , come segue:

$$V_1 = I_1 \times R_2 = 2(\text{A}) \times 2(\Omega) = 4\text{ V}$$

D'altro lato, la tensione (V_2) applicata alla lampadina è calcolata come segue:

$$V_2 = I_1 \times R_1 = 2(\text{A}) \times 4(\Omega) = 8\text{ V}$$

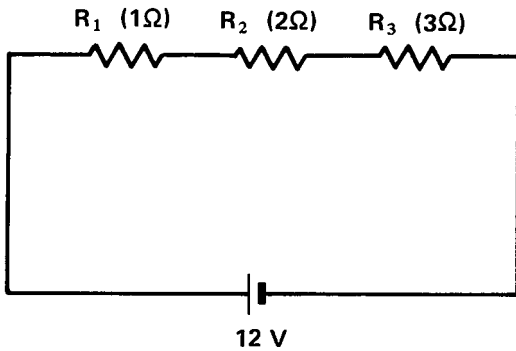


Ossia collegando in serie alla lampadina un resistore di 2Ω (R_2), la tensione applicata alla lampadina decresce da 12 V ad 8 V .

Quando una corrente scorre attraverso un resistore, si genera una caduta di tensione.

Esempio 2 : Relazione tra resistenza e cadute di tensione

Esaminiamo la caduta di tensione su ciascun resistore (R_1 , R_2 e R_3) nel circuito rappresentato di seguito.

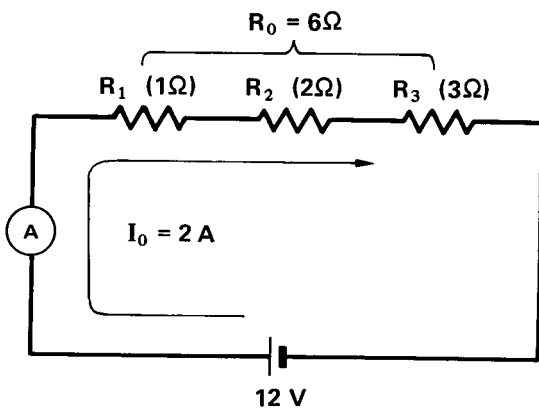


La resistenza combinata di tale circuito (R_0) è la seguente:

$$\begin{aligned} R_0 &= R_1 + R_2 + R_3 \\ &= 1(\Omega) + 2(\Omega) + 3(\Omega) \\ &= 6(\Omega) \end{aligned}$$

Da ciò si deduce che utilizzando la legge di Ohm, possiamo calcolare la corrente che scorre nel circuito come descritto di seguito:

$$I_0 = \frac{12}{R_0} = \frac{12(V)}{6(\Omega)} = 2 A$$

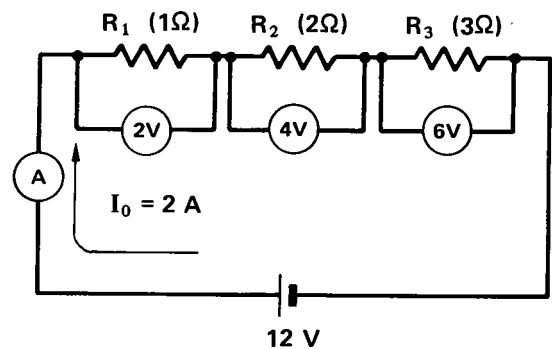


Poiché una corrente di 2 A sta attraversando R_1 , R_2 ed R_3 , la tensione applicata a ciascun resistore (V_1 , V_2 , V_3) è calcolata utilizzando la legge di Ohm come descritto di seguito:

$$V_1 = I_0 R_1 = 2(A) \times 1(\Omega) = 2 V$$

$$V_2 = I_0 R_2 = 2(A) \times 2(\Omega) = 4 V$$

$$V_3 = I_0 R_3 = 2(A) \times 3(\Omega) = 6 V$$

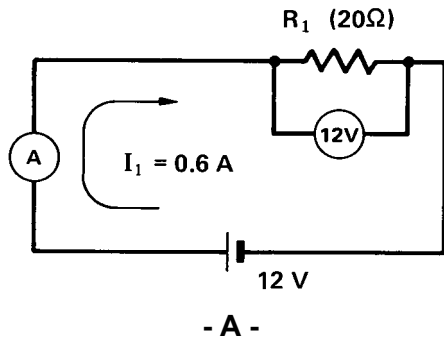


Dai risultati di cui sopra, possiamo comprendere i seguenti punti:

- Quando la corrente scorre attraverso i resistori collegati in serie, la tensione di alimentazione è suddivisa tra i differenti resistori in proporzione alla resistenza di ciascun resistore corrispondente.
- Maggiore è la resistenza, più elevata sarà la caduta di tensione.

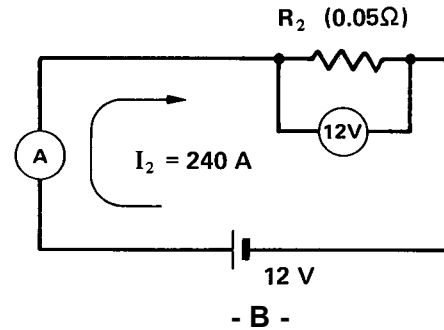
Esempio 3 : Relazione tra corrente e cadute di tensione

Esaminiamo la caduta di tensione nei due circuiti rappresentati di seguito.



12 V sono applicati a R 1. Tramite la legge di Ohm, si può calcolare la corrente (I_1) che scorre nel circuito, come descritto di seguito:

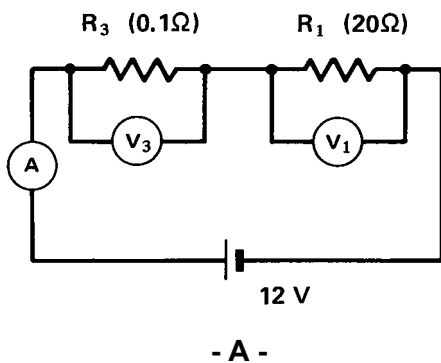
$$I_1 = \frac{12}{R_1} = \frac{12(V)}{20(\Omega)} = 0,6 \text{ A}$$



12 V sono applicati a R 2. Tramite la legge di Ohm, si può calcolare la corrente (I_2) che scorre nel circuito, come descritto di seguito:

$$I_2 = \frac{12}{R_2} = \frac{12(V)}{0,05(\Omega)} = 240 \text{ A}$$

Poiché la resistenza del circuito B è inferiore a quella del circuito A, una corrente più elevata sta attraversando il circuito B. Colleghiamo ora un resistore da 0,1 Ω (R_3) in serie ad entrambi i circuiti.



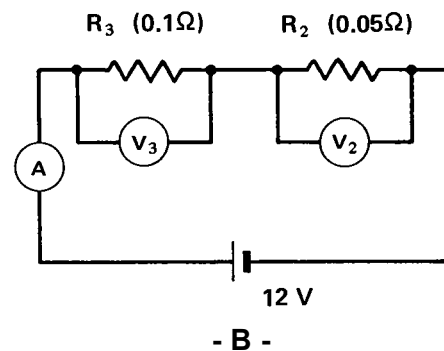
La corrente (I_1) che scorre nel circuito A è calcolata come descritto di seguito:

$$I_1 = \frac{12}{R_1 + R_3} = \frac{12(V)}{20(\Omega) + 0,1(\Omega)} = 0,597 \text{ A}$$

Perciò le tensioni (V_1 , V_3) applicate a R 1 ed R 3 sono calcolate come segue:

$$V_1 = 0,597 \text{ (A)} \times 20 \text{ (}\Omega\text{)} = 11,94 \text{ V}$$

$$V_3 = 0,597 \text{ (A)} \times 0,1 \text{ (}\Omega\text{)} = 0,06 \text{ V}$$



La corrente (I_2) che scorre nel circuito B è calcolata come descritto di seguito:

$$I_2 = \frac{12}{R_2 + R_3} = \frac{12(V)}{0,05(\Omega) + 0,1(\Omega)} = 80 \text{ A}$$

Perciò le tensioni (V_2 , V_3) applicate a R 2 ed R 3 sono calcolate come segue:

$$V_2 = 80 \text{ (A)} \times 0,05 \text{ (}\Omega\text{)} = 4 \text{ V}$$

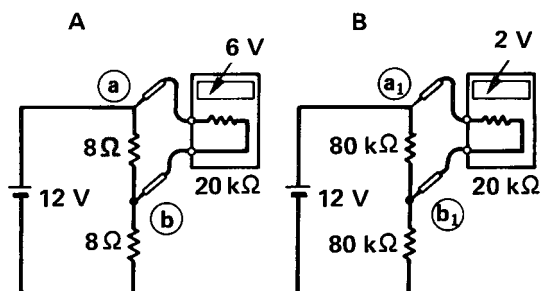
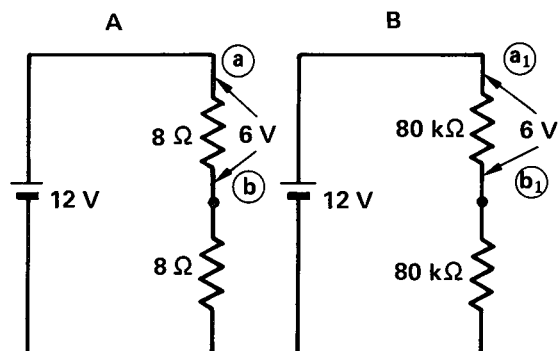
$$V_3 = 80 \text{ (A)} \times 0,1 \text{ (}\Omega\text{)} = 8 \text{ V}$$

Dai risultati ottenuti, è possibile ricavare la seguente definizione.

Una resistenza benché minima può produrre un'elevata caduta di tensione in un circuito attraversato da corrente elevata (come per il circuito del motorino di avviamento).

Esempio 4: Effetti della resistenza interna del voltmetro.

Per esempio, se la tensione dei circuiti seguenti viene misurata con un voltmetro con un resistore da 20 kΩ, ci si aspetterebbe logicamente che la caduta di tensione tra "a" e "b" nel circuito A sia la stessa che tra i punti "a₁" e "b₁" nel circuito B; e cioè 6 V.



Nel caso in cui si volesse realmente misurare tali cadute di tensione con un voltmetro avente un resistore interno da 20 kΩ, troveremmo che la caduta di tensione nel circuito "A" è di circa 6 V, mentre quella nel circuito "B" è soltanto di 2 V circa. La seconda misura sarebbe quindi non corretta. Questo perché nel secondo caso, collegando il voltmetro al circuito, si collegherebbe anche il resistore interno del voltmetro in parallelo alla resistenza di 80 kΩ presente nel circuito, riducendo quindi in maniera rilevante la resistenza fra i punti "a₁" e "b₁".

Ciò diminuisce a vicenda la caduta di tensione tra i punti "a₁" e "b₁".

Per questa ragione per poter misurare le tensioni presenti in un circuito elettronico, si dovrebbe usare un voltmetro con resistori aventi diversi MΩ di resistenza, in quanto la corrente che scorre nei circuiti elettronici è molto bassa.

DETERMINAZIONE DELLE RESISTENZE INTERNE DEI VOLTMETRI

I quadranti dei voltmetri sono spesso etichettati con contrassegni che indicano 2 kΩ/V, 4000 Ω/V, etc. Da queste grandezze è possibile ricavare la resistenza interna del voltmetro in ohm. Per calcolare la resistenza interna di un voltmetro, per una particolare portata, moltiplicare il valore Ω/V (Es. 4000) per la lettura totale di quell'intervallo di misurazione (Es. 250 per l'intervallo di 250 V).

In questo caso la resistenza interna relativa all'intervallo di misurazione dei 250 V sarà $4000 \times 250 = 1000.000 = 1 \text{ M}\Omega$.