

SISTEMA

ELETTROLOGIA 1

NTP9900-4D

OCULARE

Elettrologia 1 – NTP9160-4D

Circuiti elettrici – Elettrochimica

Elenco delle esperienze

E 0. Carica degli accumulatori da 1,2 V

E 1. – Il circuito elettrico

- E 1.1. Il circuito elettrico (fondamenti)
- E 1.2. Tensione e corrente elettriche
- E 1.3. Generatori in serie
- E 1.4. L'intensità di corrente elettrica
- E 1.5. Generatori in parallelo
- E 1.6. Conduttori ed isolanti
- E 1.7. La corrente elettrica nei liquidi

E 2. – La resistenza elettrica

- E 2.1. La prima legge di Ohm
- E 2.2. Applicazioni della legge di Ohm
- E 2.3. La seconda legge di Ohm
- E 2.4. Resistenza e temperatura
- E 2.6. Resistori ohmici
- E 2.6. Resistenza interna del voltmetro
- E 2.7. Resistenza interna dell'ampmetro
- E 2.8. Resistenze in serie
- E 2.9. Ripartizione della tensione in un circuito
- E 2.10. Ripartizione della tensione lungo un conduttore
- ★ E 2.11. Il potenziometro
- ★ E 2.12. Il reostato
- ★ E 2.13. Ampliamento del campo di misura di un voltmetro
- E 2.14. Resistenze in parallelo
- E 2.15. Collegamenti misti di resistenze
- ★ E 2.16. Ampliamento del campo di misura di un voltmetro
- ★ E 2.17. Potenziometro sotto carico
- E 2.18. Resistenza interna del generatore
- E 2.19. Estensione della legge di Ohm
- E 2.20. Le reti elettriche
- E 2.21. Il punto di Wheatstone

E 3. – Energia, lavoro e potenza elettrica

- E 3.1. Energia elettrica, termica e luminosa
- E 3.2. Lavoro elettrico e potenza elettrica
- E 3.3. Lavoro elettrico e calore
- ⚡ E 3.4. Legge di Joule
- ★ E 3.5. Potenza di un motore elettrico
- ★★ E 3.6. Lavoro elettrico e lavoro meccanico

E 4. – Elettrochimica

- E 4.1. Effetto chimico della corrente
- E 4.2. Il processo galvanico
- E 4.3. Le pile e la serie elettrochimica
- E 4.4. L'Accumulatore al piombo
- ★ Per la realizzazione delle esperienze contrassegnate, occorrono alcune piastrelle facenti parte della dotazione dei moduli Elettrologia 2 o ed Elettrologia 2
- ⚡ L'esperienza é realizzata con elementi facenti parte della dotazione del Modulo Termologia
- ★★ L'esperienza é realizzata con elementi facenti parte della dotazione del Modulo Statici e del Modulo Meccanica 2

E 0. CARICA DEGLI ACCUMULATORI da 1,2 V**Elementi occorrenti:**

1 El Piastra di base	1
Piastrille su spine per detta:	
3 El Conduttori ad ago	4
6 El Conduttori di collegamento al circuito	2
10 El Accumulatore 1,2 V	2
11 El Interruttore	1
13 El Resistenza 100 Ω	1
19 El Conduttore interrotto con due boccole	1
Amperometro	
Alimentatore	
Fili di collegamento	4

Con il Modulo elettrologie e 1 vengono forniti due accumulatori al nichel-cadmio (Ni-Cd) del tipo SAFT VR 0,25 ½ AA023, montati in piastrina con simbolo stampato e copia di spine collegate ai poli corrispondenti ai segni + e - impressi sulla custodia. Ogni accumulatore può fornire, a carica completa, una tensione massima di 1,2 V ed erogare una intensità di corrente di 0,250 Ah. Non si tratta, quindi, di comuni pile, il cui impiego si esaurisce, quando sono scariche, bensì di sorgenti di energia elettrica rigenerabili mediante l'opportuno processo di ricarica qui descritto.

Il circuito è stato predisposto per sette accumulatori collegati in serie (poiché gli alimentatori per la sperimentazione degli allievi forniscono tensioni continue di max 12 V) in modo da guadagnare tempo, se i gruppi di lavoro sono molti.

Montaggio: realizzare il circuito schematizzato nell'illustrazione, collegando in serie, sulla piastra di base, i sette accumulatori (attenzione ai segni di ciascun elemento), la resistenza di protezione da 100 Ω e l'amperometro con fondo scala 30 mA; sempre rispettando i segni come nella figura, allacciare il polo positivo ed il polo negativo della serie rispettivamente al polo positivo ed al polo negativo dell'alimentatore per corrente continua predisposto su circa 8 V=. Durata della carica 15 ore

Esecuzione: chiudere l'interruttore e, tenendo sotto controllo l'amperometro, aumentare lentamente la tensione applicata fino a che lo strumento indichi 25 mA. In queste condizioni lasciare gli accumulatori in carica per 16 ore; è possibile aumentare l'intensità di corrente a 30 mA (ma non andare oltre) onde ridurre a 12 ore il tempo di carica, qualora fosse necessario.

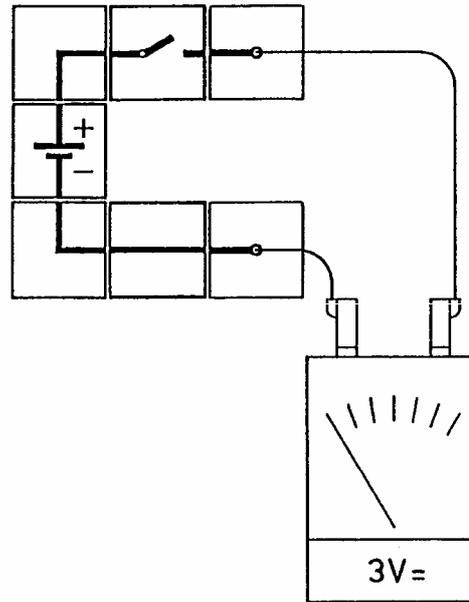
Utilizzando valori di tensione più bassi, tali da avere in ogni caso 25-30 mA, con il circuito indicato si può ricaricare un numero inferiore di accumulatori

Manutenzione: per quanto strutturalmente robusti questi accumulatori sono dispositivi elettrochimici da trattare con una certa cura, se si vuole che la loro integrità duri nel tempo. Allo scopo evitare di scaricarli completamente e di farli surriscaldare in scariche troppo rapide; cercare di mantenerli sempre carichi e, prima di riporli per lunghi periodi di inattività, controllare con attenzione il loro stato di carica ed eventualmente provvedere ad una ricarica totale.

E 1.2. TENSIONE E CORRENTO ELETTRICHE

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrelle con spine per detta:	
3 El Conduttore ad angolo	2
6 El Conduttore di collegamento al circuito,	2
7 El Conduttore diritto,	1
10 El Accumulatore 1,2 V	1
11 El Interruttore,	1
Voltmetro	
Fili di collegamento	2



Cosa succede quando si chiude un circuito elettrico? L'utilizzatore (ad esempio la lampadina) viene attraversato da un flusso di cariche elettriche, detto corrente elettrica, dalla quali l'utilizzatore trae l'energia necessaria al funzionamento (infatti la lampadina si accende): ma per quale ragione ciò si verifica? Scopo dell'esperimento è cercare a misurare la grandezza, alla quale è dovuto il movimento delle cariche elettriche.

Montaggio: innestare le piastrelle sul pannello di base in modo da realizzare il circuito schematizzato in figura; lo strumento di misura (il voltmetro) viene collegato ai poli della batteria come se si trattasse di un utilizzatore; l'interruttore serve per aprire o chiudere il circuito.

Esperimento: chiudere il circuito ed osservare l'indicazione dello strumento. Aprire nuovamente il circuito: l'indice ritorna a zero, ma, non appena si richiude l'interruttore, l'indicazione è la stessa di prima.

Invertire il collegamento della batteria allo strumento. chiudere il circuito (per breve tempo) con l'interruttore ed osservare il movimento dell'indice dello strumento.

Conclusioni: quando si chiude il circuito lo strumento indica la pressione (tensione elettrica), con la quale il generatore spinge le cariche elettriche nel circuito stesso: il voltmetro è un dispositivo costruito proprio per questo scopo.

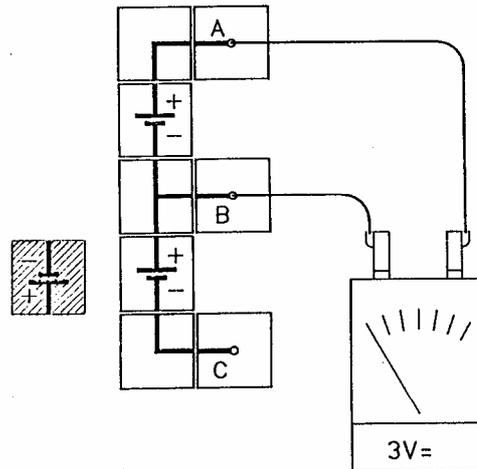
Si può quindi dire che la corrente elettrica (cioè un flusso stazionario di cariche elettriche) percorre un circuito, se nel circuito stesso è inserito un generatore, che produca con continuità una tensione tale da determinare il movimento delle cariche.

I generatori possono essere di vari tipi (pile, accumulatori, dinamo, ecc...): essi generano, a spese di diverse forme di energia (chimica, meccanica, ecc...) una forza elettromotrice (f.e.m.), che produce il lavoro di spostamento delle cariche. La forza elettromotrice, che è uguale alla differenza di potenziale presente ai poli del generatore a circuito aperto, viene misurata in Volt (V) nel sistema SI. Il voltmetro misura la f.e.m. in quanto, non assorbendo o quasi energia elettrica, vede il circuito come se fosse aperto.

E 1.3. GENERATORI IN SERIE

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrelle con spine per detta:	
2 El Conduttore a T	1
3 El Conduttori ad angolo	2
6 El Conduttori di collegamento al circuito	3
10 El Accumulatore 1,2 V	2
Volmetro	1
Fili di collegamento	2



In un circuito elettrico si possono inserire più generatori di energia elettrica e, a seconda del modo in cui essi vengono collegati, si ottengono effetti diversi.

Scopo del presente esperimento é studiare cosa si verifica, quando due pile vengono collegate **IN SERIE**, cioè quando, disponendole l'una di seguito all'altra, si collega un polo dell'una a un polo dell'altra e si misura la differenza di potenziale fra i due poli restanti.

Montaggio: innestare le piastrelle sul pannello di base in modo da realizzare il circuito schematizzato nella figura. L'esperimento si articola in tre prove: nella prima viene esaminato il circuito esattamente uguale all'illustrazione, nella seconda la pila in basso viene ruotata di 180° al fine di collegare fra loro i due poli negativi, nella terza le due pile vengono ruotate entrambe di 180° per collegare fra loro i due poli positivi.

Esperimento 1: predisporre il voltmetro con fondo scala 3 V= (il simbolo = indica la tensione continua). Inserire lo strumento in modo da rilevare dapprima la tensione di ciascuna batteria (cioé rispettivamente fra i punti **A – B** e **B – C**), quindi misurare la tensione complessiva fra i punti **A – C**; prendere nota dei valori delle tre misure effettuate:

Tensione della batteria 1	(punti A – B):	..... V
Tensione della batteria 2	(punti C – C):	..... V
Tensione complessiva	(punti A – C):	..... V

Esperimento 2: estrarre la piastrella della pila 2, ruotarla come nel particolare tratteggiato ed inserirla in circuito.

Effettuare le stesse misurazioni indicate nella precedente prova e riportarne i valori in una nuova tabella.

Esperimento 3: estrarre le piastrelle di entrambe le pile, ruotarle di 180° ed inserirle in circuito (saranno così collegati i due poli positivi).

Effettuare le consuete misurazioni ed annotarne i valori in una terza tabella.

Conclusioni: quando si collegano **IN SERIE** due generatori, unedo il polo positivo di uno al polo negativo dell'altro, restano liberi un polo negativo ed un polo positive; se si misura la differenza di potenziale fra questi due poli, si osserva che essa é uguale alla somma delle differenze di potenziale dei due generatori.

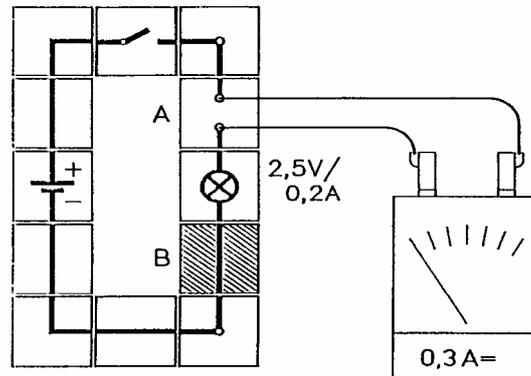
Se il collegamento fra i due generatori viene effettuato usando poli dello stesso segno (esperimenti 2 e 3) ed i generatori presentano la stessa differenza di potenziale (d.d.p.), la tensione complessiva risulta uguale a zero; se invece le d.d.p. sono diverse, il risultato non sarà zero, bensì sarà uguale alla differenza fra le due d.d.p.

Nota: l'inserimento del voltmetro nel circuito, per le misurazioni, va fatto in modo che l'indice dello strumento si muova da sinistra verso destra; occorre, tuttavia annotare il verso iniziale del moto in quanto nel collegamento in serie le tensioni si sommano algebricamente.

E 1.4. L'INTENSITA' DI CORRENTE ELETTRICA

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrelle con spine detta:	
3 El Conduttore ad angolo	2
5 El Conduttore ad angolo, con boccola	2
7 El Conduttore diritto	3
10 El Accumulatore 1,2 V	1
11 El Interruttore	1
18 El Portalampada E 10	1
19 El conduttore interrotto, con due boccole	1
23 El Lampada E 10 2,5 V/0,2 A	1
Amperometro	1
Fili di collegamento	2



Nel discorso comune si usa impropriamente dire che gli utilizzatori (ad esempio le lampadine) “consumano corrente”; se così fosse, alla quantità di corrente, che entra in un utilizzatore, dovrebbe corrispondere in uscita una quantità minore o addirittura nulla.

Scopo di questo esperimento è misurare la quantità di corrente che percorre un circuito elettrico in ogni secondo e verificare se essa varia o no in diversi punti del circuito stesso. Questa grandezza fisica è detta **INTENSITA' DI CORRENTE**; la sua unità di misura, nel sistema SI, è l'Ampere (A) e lo strumento di misura usato allo scopo, è definito “Amperometro”.

Montaggio: innestare nel pannello di base le varie piastrelle in modo da realizzare il circuito elettrico rappresentato in figura.

L'Amperometro va collegato, tramite due cavetti con banane, alle due boccole della piastrella con “conduttore interrotto”, dopo aver fissato il fondo scala 0,3 A=.

Esperimento: chiudere il circuito, agnendo sull'interruttore, quindi leggere sulla scala dell'amperometro il valore dell'intensità di corrente, che attraversa il dispositivo di misura ed entra nella lampadina. Annotare il valore rilevato (indicando che lo strumento è collegato nella posizione A):

Intensità di corrente (posizione A): A

Scambiare le posizioni della piastrella, alla quale resta collegato l'amperometro, e della piastrella tratteggiata: in tal modo l'amperometro, inserito in circuito nella posizione B, risulta dopo la lampadina (se si immagina di percorrere la linea che va dal + al - all'esterno della pila): chiudere il circuito con l'interruttore, quindi leggere ed annotare l'indicazione dell'amperometro:

Intensità di corrente (posizione B): A

Conclusioni: i valori dell'intensità di corrente, misurati prima e dopo l'utilizzatore, coincidono; ciò significa che in un circuito semplice come quello esaminato l'intensità di corrente è uguale in tutti i punti e che, pertanto lo utilizzatore non “consuma corrente”.

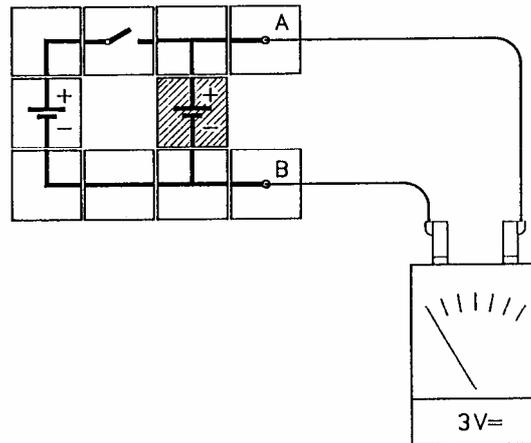
L'utilizzatore in realtà consuma l'energia (traformandola) corrispondente al lavoro eseguito dal generatore per “spingere” la corrente nel circuito.

Per misurare l'intensità di corrente l'amperometro deve essere collegato in serie come un conduttore metallico che non consuma energia (o che ne consuma una frazione piccolissima di quella dissipata dall'utilizzatore).

E 1.5. GENERATORI IN PARALLELO

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrille con spine per detta:	
2 El Conduttore a T	2
3 El Conduttore ad angolo	2
6 El Conduttore di collegamento al circuito	2
7 El Conduttore diritto	1
10 El Accumulatore 1,2 V	2
11 El Interruttore	1
Voltmetro	1
Fili di collegamento	2



Oltre al modo esaminato nella scheda E 1.3. i generatori possono essere inseriti in un circuito elettrico, collegando tra loro i poli positivi ed i poli negativi; il circuito schematizzato nella figura, è detto **COLLEGAMENTO IN PARALLELO**. Gli effetti di un simile collegamento nel circuito saranno studiati nel presente esperimento attraverso misurazioni di tensione.

Montaggio: inserire nel pannello di base le piastrille che realizzano il circuito elettrico presentato nell'illustrazione.

All'inizio della prova la piastrilla tratteggiata non fa parte del montaggio; il voltmetro, sempre allacciato nei punti A e B, viene predisposto con il fondo scala 3 V=.

Esperimento: postando l'interruttore su "EIN", chiudere il circuito e misurare la tensione della pila di sinistra mediante il voltmetro, inserito nel circuito nei punti A e B; annotare il valore $V_1 = \dots\dots\dots$ V.

Montare la piastrilla con la seconda pila nella posizione tratteggiate e misurare la tensione $V_2 = \dots\dots\dots$ V con l'interruttore aperto.

Chiudere l'interruttore e misurare la tensione totale $V_t = \dots\dots\dots$ V

Conclusioni: nel collegamento in parallelo di due generatori uguali si osserva che la tensione complessiva del sistema è uguale alle tensioni singole dei due generatori.

Se le tensioni dei generatori sono diverse, nel collegamento in parallelo la tensione complessiva è uguale al valore più elevato delle due sorgenti. Se si considera ciascuna pila come un serbatoio di energia, è semplice comprendere che nel collegamento in parallelo si sommano le intensità di corrente dei generatori, mentre resta invariata la tensione.

E 1.6. CONDUTTORI ED ISOLANTI

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base 1

Piastrelle con spine per detta:

3 El Conduttore ad angolo 4

10 El Accumulatore 1,2 V 1

11 El Interruttore 1

18 El Portalampada E 10 1

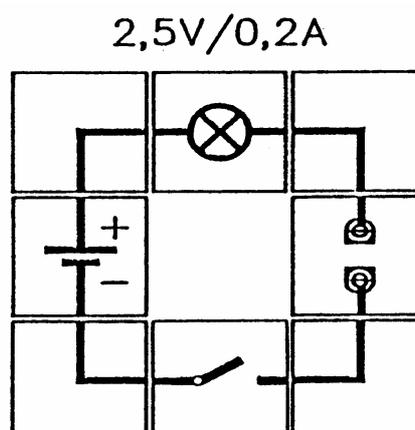
19 El Conduttore interrotto,
con due boccole 1

17 El Morsetti a bocca di
coccodrillo con spina 2

20 El Serie di elettrodi a piastra 1

22 El Materiali conduttori e
non conduttori 1

23 El Lampadina E 10
2,5 V/0,2 A 1



Con il circuito elettrico schematizzato nella figura é possibile studiare se tutte le sostanze conducono la corrente: fili e laminette di diversi materiali vengono successivamente inseriti fra due morsetti a bocca di coccodrillo, montati nelle boccole di una piastrina con “conduttore interrotto” in modo da completare la linea che unisce l’utente al generatore. L’accensione o meno della lampadina prova, se esiste continuit  nel circuito o se esso é aperto. Le sostanze che non conducono la corrente elettrica sono dette “**non conduttori**” o “**isolanti**”.

Montaggio: inserendo le varie piastrelle nel pannello di base, predisporre il circuito secondo l’illustrazione; nelle boccole della piastrina “conduttore interrotto” devono essere inserite le astine di supporto dei due morsetti a bocca di coccodrillo.

Esperimento: montare in successione fra le ganasce dei due morsetti su pezzo di funicella, un fiammifero di legno, una cannuccia da bibita, un filo di rame, una lastrina di rame, una di zinco, un carboncino, ecc...

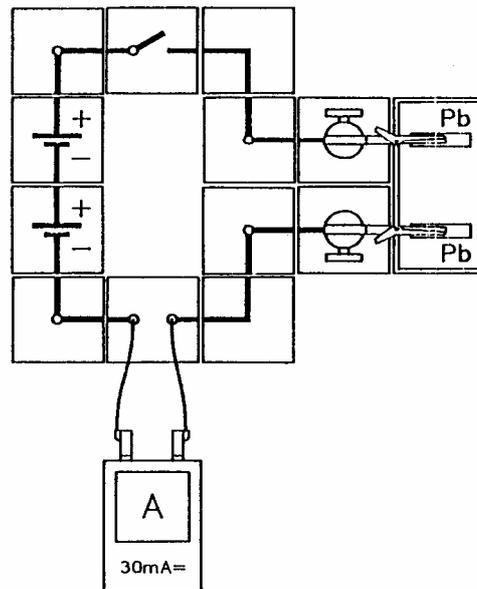
Osservare ed annotare per quali sostanze la lampadina si accende.

Conclusioni: i metalli ed il carbone sono buoni conduttori di elettricit  mentre il vetro, la plastica, la carta, il cotone, la juta ecc.... sono “non conduttori” o “isolanti”.

E 1.7. LA CORRENTE ELETTRICA NEI LIQUIDI

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrelle con spine per detta:	
3 El Conduttore ad angolo	2
5 El Conduttore ad angolo con boccola	4
10 El Accumulatore 1,2 V	2
11 El Interruttore	1
15 El Piastrina con boccola metallica	2
16 EL Supporto con fenditura e foro, per morsetti	2
17 El Morsetti a bocca di coccodrillo, su astina	2
20 El Elettrodi a piastra	1
21 El Vaschetta di plastica	1
Amperometro	
Fili di collegamento	2
Acqua – Sale da cucina	



Scopo del presente esperimento é studiare se i liquidi conducono o no la corrente.

Montaggio: Realizzare sulla piastra di base, mediante le piastrelle e gli altri elementi di dotazione, il circuito elettrico schematizzato nella figura. Riempire, ma non fino all'orlo, la vaschetta di plastica con acqua e disporla a lato del circuito. Nelle due piastrelle con boccola metallica infilare i supporti per i morsetti a bocca di coccodrillo destinati a sorreggere gli elettrodi dei carbone, che dovranno essere immersi nell'acqua della vaschetta.

come generatori vengono usate due batterie collegate in serie; l'amperometro con fondo scala 30 mA= deve essere collegato in serie all'utilizzatore.

Esperimento 1: chiudere il circuito, agendo sull'interruttore; l'amperometro segnalerà un'intensità di corrente molto piccola od anche nulla. Riaprire il circuito.

Esperimento 2: aggiungere nell'acqua della vaschetta un po' di sale da cucina e farlo sciogliere, poi chiudere il circuito ed osservare l'amperometro. Ripetere la prova sostituendo l'acqua con l'aggiunta di altre sostanze.

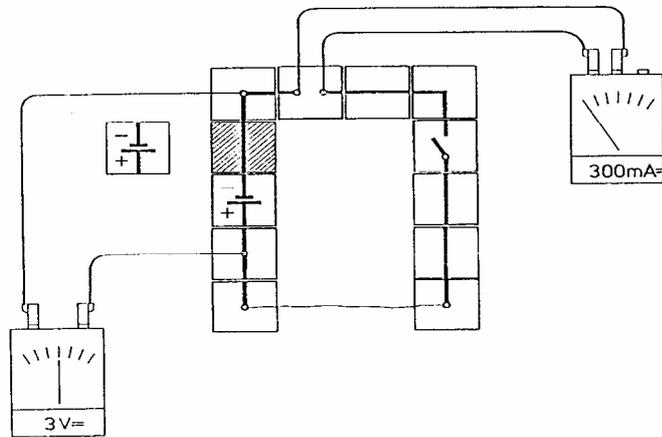
Conclusioni: l'acqua non é un buon conduttore di corrente, anzi l'acqua distillata é un isolante; soluzioni di sali, acidi e basi sono conduttori migliori al punto che, se si inserisce una lampadina da 2,5 V nel circuito, questa si accende.

Il fatto che l'acqua con piccole quantità di sali minerali possa condurre la corrente elettrica, costituisce un pericolo, quando si maneggiano in sua presenza (ad esempio nel bagno) apparecchi elettrici.

E 2.1. LA PRIMA LEGGE DI OHM

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrelle con spine per detta:	
3 El Conduttore ad angolo	1
5 El Conduttore ad angolo con boccola	1
6 El Conduttore di collegamento al circuito	2
7 El Conduttore diritto	4
8 El Conduttore diritto con boccola	1
10 El Accumulatore 1,2 V	1
11 El Interruttore	1
19 El Conduttore interrotto	1
17 El Morsetti a bocca di coccodrillo, su astina	2
25 El Filo conduttore \varnothing mm 0,1	1
Amperometro – Voltmetro	
Fili di collegamento	4



Quando in un circuito elettrico, al quale sia applicata una tensione costante, si inseriscono uno alla volta utilizzatori diversi, si notano valori diversi dell'intensità di corrente, come se el cariche elettriche incontrassero una diversa difficoltà, cioè una diversa **RESISTENZA**, nel fluire attraverso ciascuno di essi.

Scopo dell'esperimento é studiare se, per un determinato utilizzatore, esiste una proporzionalità fra la tensione applicate e l'intensità di corrente, ovvero, se la resistenza che l'utilizzatore usato oppone al passaggio della corrente sia una caratteristica dell'utilizzatore stesso e, quindi, misurabile.

Montaggio: innestando le piastrelle sul pannello di base, realizzare il circuito schematizzato in figura; quindi nelle due boccole delle piastrelle esterne infilare due morsetti a bocca di coccodrillo, fra le gagasce dei quali verrà pinzato il filo conduttore \varnothing mm 0,1, che rappresenta l'utilizzatore. Come generatore nello schema sono indicate prima una e poi due pile, tuttavia in loro vece può essere impiegato un alimentatore per corrente continua. Il voltmetro (con fondo scala 3 V= e 10 V=) misura la tensione applicata al circuito, l'amperometro (con fondo scala 300 mA=) indica l'intensità di corrente, che lo percorre.

Esperimento: se si opera con le pile, usarne inizialmente una sola ed inserire nel circuito una piastrella con conduttore diritto (quella tratteggiata), che sarà successivamente sostituita con una seconda pila. Se si usa un alimentatore, inserire al posto della pila una piastrella con conduttore interrotto, alle cui boccole vanno allacciati i poli + e - dell'alimentatore.

Fissare la tensione al 1 V=, chiudere l'interruttore e misurare l'intensità di corrente I in Ampere, annotare i valori in una tabella come quella sottoindicata.

Aumentare la tensione a 2 V=, poi a 3 V=, ecc..., riportando ogni volta i valori di V e di I in tabella:

Tensione V	Intensità di corrente I	Rapporto V/I
1 V	..... mA = A	..... Ω
2 V	..... mA = A	..... Ω
3 V	..... mA = A	..... Ω
4 V	..... mA = A	..... Ω
5 V	..... mA = A	..... Ω

Calcolare i rapporti **V/I** per ogni prova e riportare i risultati nella terza colonna della tabella. Cosa si nota?

Conclusioni: l'esperienza dimostra che, nei limiti degli errori sperimentali, il rapporto **V/I** é costante e che, quindi, l'intensità di corrente é proporzionale alla tensione applicata all'utilizzatore:

$$V = R \cdot I$$

Legge di OHM

La costante di proporzionalità **R** é detta **RESISTENZA ELETTRICA** ed é una grandezza che caratterizza ciascun utilizzatore.

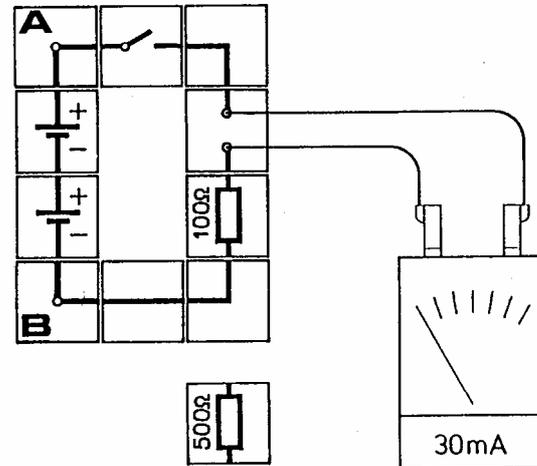
Nel Sistema SI essa viene misurata in **OHM (Ω)**.

Anche i fili di collegamento presentano una propria resistenza, per quanto piccola, della quale occorre tenere conto quando si eseguono misure di precisione

E 2.2. APPLICAZIONI DELLA LEGGE DI OHM

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrelle con spine per detta:	
3 El Conduttore ad angolo	2
5 El Conduttore ad angolo con boccola	2
6 El Conduttore di collegamento al circuito	2
7 El Conduttore diritto	1
10 El Accumulatore 1,2 V	2
11 El Interruttore	1
13 El Resistenza 100 Ω	1
14 El Resistenza 500 Ω	1
19 El Conduttore interrotto	1
17 El Morsetti a bocca di coccodrillo su astina	2
25 El Filo conduttore Ø mm 0,1	1
Voltmetro - Amperometro	2
Fili di collegamento	2



La legge di Ohm lega fra loro le tre grandezze fisiche, tensione, intensità di corrente e resistenza, che caratterizzano ogni circuito elettrico; con il suo ausilio si può calcolare in anticipo il valore di una qualsiasi delle tre grandezze, noti i valori delle altre due.

Scopo dell'esperimento è eseguire delle misurazioni esemplificative delle applicazioni sopra indicate, mediante le quali verrà determinata l'intensità di corrente, la tensione e la resistenza, essendo rispettivamente note la tensione e la resistenza, essendo rispettivamente note la tensione e la resistenza, l'intensità di corrente e la resistenza, la tensione e la intensità di corrente.

Montaggio: realizzare il circuito schematizzato in figura: esso servirà, con piccole varianti, per le tre prove citate.

Come utilizzatore vengono inserite nel circuito, in successione, la resistenza da 100 Ω, la resistenza da 500 Ω ed infine un pezzo di filo di costanza lungo circa cm 30.

Come generatore possono essere usate due batterie o un alimentatore per corrente continua; gli strumenti impiegati sono un voltmetro, collegato ai punti **A e B** ed un amperometro, collegato in serie all'utilizzatore.

Esperimento 1: chiudere l'interruttore, misurare la tensione **V** ed annotarne il valore; con **R = 100 Ω** calcolare **I** dal rapporto **V/R**:

$$\begin{aligned} \text{Resistenza } R &= 100 \, \Omega & \text{Tensione } V &= \dots\dots\dots V \\ \text{Intensità di corrente } I &= \frac{V}{R} = \frac{\dots\dots\dots V}{100 \, \Omega} = A \end{aligned}$$

Togliere la piastrina con conduttore diritto, ed inserire quella con conduttore interrotto, alle cui boccole va collegato l'amperometro (fondo scala 30 mA=). Chiudere l'interruttore, controllare la

tensione V e misurare I . Cosa si nota? Sostituire la resistenza da 100Ω con quella da 500Ω e ripetere la prova.

Esperimento 2: staccare il voltmetro dai punti A e B e lasciare l'amperometro in circuito. chiudere l'interruttore, misurare l'intensità di corrente I ed annotare il valore della tensione V , applicata al circuito, mediante la relazione $V = I \cdot R$:

Resistenza $R = 500 \Omega$ Tensione $I = \dots\dots\dots A$

Tensione $V = I \cdot R = (\dots\dots\dots A) : (500 \Omega) = \dots\dots\dots V$

Collegare il voltmetro ai punti A e B, chiudere il circuito e misurare la tensione V . Cosa si ottiene? Sostituire la resistenza e ripetere la prova.

Esperimento 3: togliere la piastrina con resistenza ed inserire suo posto una piastrina con conduttore diritto e modificare il lato inferiore del circuito in modo da poter inserire, fra i morsetti a bocca di coccodrillo, il filo lungo cm 30. Usare una sola batteria o 1 V prelevato dall'alimentatore. Il voltmetro (fondo scala 3 V=) va collegato fra i punti A e B, l'amperometro resta nella stessa posizione.

Chiudere l'interruttore, misurare v e I , quindi calcolare il valore della resistenza R del filo di costantina dal rapporto V/I :

Tensione $V = \dots\dots\dots V$ Intensità di corrente $I = \dots\dots\dots A$

$$\text{Resistenza } R = \frac{V}{I} = \frac{\dots\dots\dots V}{\dots\dots\dots A} = \dots\dots\dots \Omega$$

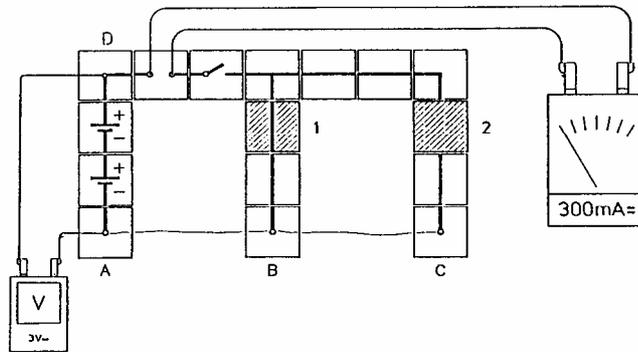
Conclusioni: con la legge di Ohm si può determinare una qualsiasi delle tre grandezze fisiche (tensione, intensità di corrente, resistenza) che caratterizzano il circuito, quando sono note le altre due: ciò è chiaramente dimostrato, entro i limiti degli errori sperimentali, dalle tre prove eseguite.

In particolare il procedimento usato nel terzo esperimento viene sfruttato negli **Ohmetri** per misurare direttamente la resistenza; in questi strumenti; dotati di batteria interna, viene usato un amperometro per misurare l'intensità di corrente che attraversa la resistenza incognita, ma la scala è tarata in Ohm con lo zero a destra. Sapresti spiegare il perché?

E 2.3. LA SECONDA LEGGE DI OHM

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrille con spine per detta:	
2 El Conduttore a T	1
3 El Conduttore ad angolo	1
5 El Conduttore ad angolo con boccola	1
6 El Conduttore di collegamento al circuito	3
7 El Conduttore diritto	4
10 El Accumulatore 1,2 V	2
11 El Interruttore	1
19 El Conduttore interrotto	1
17 El Morsetti a bocca di coccodrillo, su astina	3
26 El Filo di rame, \varnothing mm 0,2	1
27 El filo di costantana, diametro mm 0,2	1
Voltmetro - Amperometro	2
Fili di collegamento	2



Ogni conduttore (filo metallico) presenta al passaggio della corrente elettrica una resistenza, che può essere determinata mediante la legge di Ohm: $R = V/I$.

Con il presente esperimento si intende approfondire la ricerca per stabilire se la resistenza elettrica di un conduttore può essere posta in relazione con le caratteristiche fisiche del conduttore stesso (lunghezza, sezione, natura del materiale che lo costituisce).

Montaggio: verranno eseguiti tre esperimenti, utilizzando la stessa apparecchiatura con semplici varianti. Disporre le piastrille con spine sulla piastra di base in modo da realizzare il circuito schematizzato in figura.

Come sorgente di energia elettrica possono essere usate le due batterie (1,2 V) di dotazione o un alimentatore per corrente continua in grado di erogare 1 A e 2 V.

Il voltmetro con fondo scala 3 V= misura la tensione applicata alle estremità del conduttore, mentre l'amperometro con fondo scala 300 mA= indica l'intensità di corrente che lo percorre.

Inserire nelle boccole A, B e C tre morsetti a bocca di coccodrillo con spina e tendere tra questi un pezzo di filo di costantana lung ocirca cm 25; preparare altri due pezzi di filo di pari lunghezza (uno di costantana \varnothing mm 0,2, ed uno di rame, \varnothing mm 0,2).

La piastrilla tratteggiata in figura va inserita, a seconda della prova, nella posizione 1 o 2 ondo assicurare la continuità del circuito.

Esperimento 1: inserire la piastrilla tratteggiata nella posizione 1 : la lunghezza del filo risulta di cm 12,5 circa. disporre l'alimentatore su 2 V= poi chiudere il circuito per il tempo strettamente necessario alla lettura del voltmetro e dell'amperometro. Annotare i valori rilevati, quindi spostare la piastrilla trattaggiuata nella posizione 2 : il filo é ora lungo cm 25 circa.

Senza variare la tensione ripetere il rocedimento per misurare V e I.

Dai valori annotati in ciascuna prova calcolare la resistenza del conduttore teso rispettivamente fra A – B e A – C:

Tensione applicata $V = \dots\dots\dots V$ intensità di corrente $I = \dots\dots\dots A$

$$\text{Resistenza } R = \frac{V}{I} = \frac{\dots\dots\dots V}{\dots\dots\dots A} = \dots\dots\dots \Omega$$

Esperimento 2: tendere fra i morsetti A e C il secondo filo di costantana: in tal modo, essendo due i conduttori, la sezione viene raddoppiata.

Senza variare la tensione ripetere il procedimento per misurare V e I e, dai valori rilevati, calcolare anche in uesto caso la resistenza R .

Esperimento 3: togliere i fili di costantana e tendere fra A e C il filo di rame. Senza variare la tensione ripetere il procedimento per misurare V e I e, infine, calcolare dai valori rilevati la resistenza R .

Conclusioni: le prove eseguite mostrano che la resistenza di un filo conduttore é direttamnte proporzionale alla sua lunghezza (infatti, raddoppiando questa, raddoppia R), inversamente proporzionale alla sua sezione (infatti, raddoppiando questa, R si dimezza) e dipende dal materiale di cui il conduttore medesimo é fatto. La relazione che lega la grandezza discussa:

$$R = \frac{l}{S}$$

costituisce la **seconda legge di Ohm**.

Il fattore é detto **Resistenza specifica** e, nel Sistem SI, viene misurato in $\Omega \cdot m$.

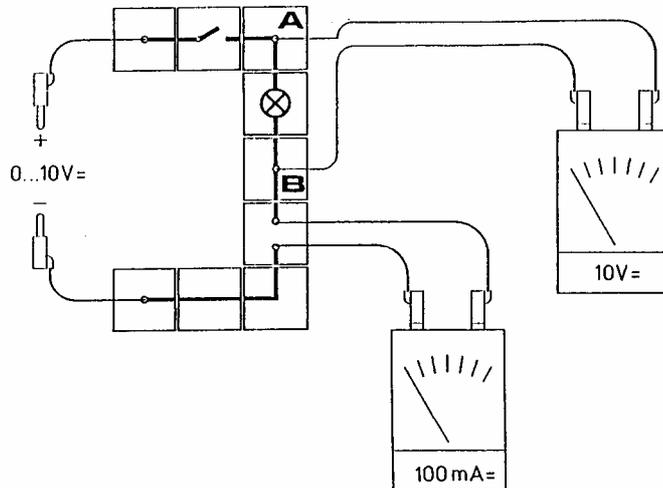
La resistenza specifica di un filo può essere calcolata, se si può misurare la lunghezza, la sezione e la resistenza del filo stesso.

Sapendo che il diametro die fili di costantana e di rame, usati nell'esperimento é di mm 0,2, ricavare, come esercizio conclusivo, il valore di di entrambi.

E 2.4. RESISTENZA E TEMPERATURA

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrille con spine per detta:	
3 El Conduttore ad angolo	1
5 El Conduttore ad angolo, con boccola	1
6 El Conduttore di collegamento al circuito	2
7 El conduttore diritto	1
8 El Conduttore diuritto, con boccola	1
11 El Interruttore	1
18 El Portalampada E 10	1
19 El Conduttore interrotto	1
17 El Morsetti a bocca di coccodrillo con astina	2
24 El Lampada E 10, 10 V/0,05 A	1
27 el Filo di costantana, Ø mm 0,2	1
Voltmetro – Amperometro	
Alimentatore	
Fili di collegamento	6



Nei reticoli cristallini dei metalli gli elettroni esterni degli atomi possono muoversi liberamente: infatti, se si applica una differenza di potenziale (d.d.p.) agli estremi di un conduttore, essi fluiscono verso il polo positivo, costituendo la corrente, che percorre il conduttore stesso e, perciò, sono detti **elettroni di conduzione**. Nel loro movimento essi incontrano la resistenza costituita dai reticoli ionici del metallo, contro i quali collidono, ed è presumibile che, se la temperatura del conduttore aumenta, e quindi aumenta la ampiezza delle vibrazioni degli ioni, aumenti anche la resistenza. Scopo dell'esperimento è studiare se la resistenza di un conduttore metallico varia al variare della sua temperatura.

Montaggio: realizzare il circuito rappresentato nella figura. Fra i due morsetti a bocca di coccodrillo va pinzata una spirale di filo di costantana (lunghezza cm 20, Ø mm 0,2), ottenuta avvolgendo il filo stesso su una matita. La tensione di alimentazione è di max 3 V, l'intensità di corrente viene misurata con l'amperometro (fondo scala 1 A=).

Nel secondo esperimento si sostituisce la piastrilla con i morsetti a bocca di coccodrillo con la piastrilla portalampada munita di lamadina da 10 V/0,05 A; la tensione di alimentazione, misurata con il voltmetro (fondo scala 10 V=), dovrà essere regolabile; l'intensità di corrente sarà misurata con l'amperometro (fondo scala 100 mA=).

Esperimento 1: accendere l'alimentatore, chiudere il circuito e regolare la tensione in modo che l'amperometro indichi 500-600 mA.

Accendere un fiammifero, avvicinare la fiamma alla spirale (sotto di essa a 23 cm di distanza) e contemporaneamente osservare l'amperometro. Spegner il fiammifero e controllare l'amperometro mentre la spirale si raffredda.

Esperimento 2: alimentare la lampadina inizialmente a 1 V= e poi con i valori di tensione indicati nella tabella, rilevando per ogni prova il valore dell'intensità di corrente, calcolare successivamente $R = V/I$:

Tensione V	Intensità di corrente I	Resistenza R
1 V	..... mA = A	..... Ω
5 V	..... mA = A	..... Ω
10 V	..... mA = A	..... Ω

Conclusioni: la resistenza di un conduttore metallico aumenta con l'aumentare della temperatura. Ciò si verifica sia con un apporto di calore dall'esterno sia a causa del riscaldamento provocato del passaggio della corrente nel filo. Infatti gli elettroni di conduzione, nel loro movimento, prodotto dalla tensione applicata al filo, collidono con i reticoli ionici del metallo e, cedendo una parte della loro energia cinetica, ne provocano il riscaldamento.

Con l'aumento della temperatura aumenta l'ampiezza di vibrazione degli ioni e, conseguentemente, la difficoltà di transito degli elettroni.

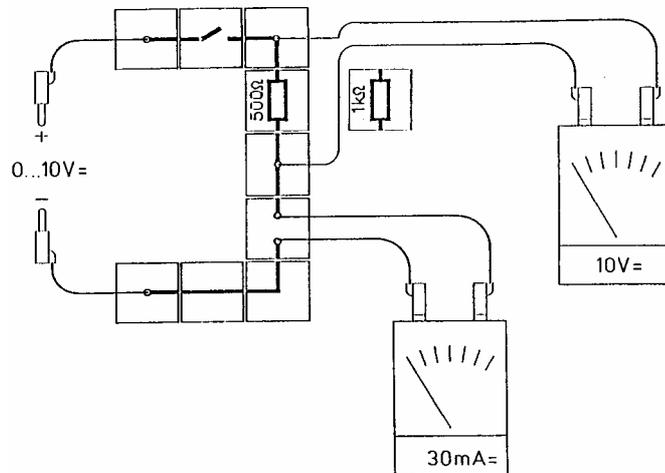
Il fenomeno si evidenzia, aumentando la tensione, come é dimostrato dal secondo esperimento.

Un conduttore, la cui resistenza aumenta con l'aumentare della sua temperatura si dice che ha **COEFFICIENTE TERMICO POSITIVO** : i metalli hanno normalmente il coefficiente termico positivo, mentre i semiconduttori lo hanno negativo.

E 2.5. RESISTORI OHMICI

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrelle con spine per detta:	
3 El Conduttore ad ago	1
5 El Conduttore ad angolo, con boccola	1
6 El Conduttore di collegamento al circuito	1
7 El Conduttore diritto	1
8 El Conduttore diritto, con boccola	1
11 El Interruttore	1
12 El Resistenza 1 k Ω	1
14 El Resistenza 500 Ω	1
19 El Conduttore interrotto	1
Voltmetro – Amperometro	
Alimentatore	
Fili di collegamento	6



I componenti di un circuito, che mantengono invariato il valore della loro resistenza, indipendentemente dall'intensità di corrente che li percorre, vengono definiti **RESISTORI OHMICI**. In questi resistori, essendo costante la resistenza R , l'intensità di corrente I , è proporzionale alla tensione V applicata e, pertanto, vale la legge di Ohm. Ciò non si verifica per i metalli puri come il rame, il ferro ecc..., ma per una particolare lega definita per questa ragione "**costantana**". Scopo dell'esperimento è effettuare alcune misurazioni su resistori commerciali in filo di costantana per meglio comprendere il significato di resistori ohmici.

Montaggio: predisporre il circuito secondo l'illustrazione. La tensione applicata al resistore è misurata dal Voltmetro con fondo scala 10 V=; l'intensità di corrente viene rilevata dall'amperometro con fondo scala 30 mA=. Il generatore deve essere in grado di fornire almeno 10 V=.

Esperimento 1: inserire nel circuito la piastrina con il resistore da 500 Ω e chiudere l'interruttore. Misurare l'intensità di corrente I , che percorre il conduttore, corrispondente rispettivamente alla tensione di 1 V, 5 V e 10 V.

Riportare in una tabella come quella sotto indicata i valori misurati di V e di I e con essi calcolare il valore della resistenza R mediante la legge di Ohm:

Tensione V	Intensità di corrente I	Resistenza $R = V/I$
1 V	..... mA = A	..... Ω
5 V	..... mA = A	..... Ω
10 V	..... mA = A	..... Ω

Esperimento 2: seguendo lo stesso procedimento determinare la resistenza R del resistore da $1\text{ k}\Omega$, inserito nel circuito in sostituzione di quello da $500\ \Omega$:

Tensione V	Intensità di corrente I	Resistenza $R = V/I$
1 V	..... mA = A	..... Ω
5 V	..... mA = A	..... Ω
10 V	..... mA = A	..... Ω

Conclusioni: esistono die componenti che presentano, entro ampi limiti, la stessa resistenza e , poiché rispettano la legge di Ohm $V/I = R$, sono definiti **RESISTORI OHMICI**

Ricordano le conclusioni dell'esperimento E 2.4., la lampadina il cui filamento é di Tungsteno, non può essere considerato un resistore ohmico.

E 2.6. RESISTENZA INTERNA DEL VOLTMETRO

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrelle con spine per detta:	
5 El Conduttore ad angolo con boccia	2
6 El Conduttore di collegamento al circuito	2
8 El Conduttore diritto con boccia	1
11 El Interruttore	1
12 El Resistenza 1 kΩ	1
19 El Conduttore interrotto con due bocce	1
Alimentatore	
Voltmetro – Amperometro	
Fili di collegamento	6

Anche gli strumenti di misura, l'equipaggio die quali é costituito da un avvolgimento (bobina) di filo di rame, presentano una resistenza al passaggio della corrente elettrica. Alla luce di quanto osservato nell'esperimento E 1.2. si vuole ora determinare la resistenza propria (resistenza interna) del voltmetro e dedurre quali valori essa debba avere, perché l'errore sia il più basso possibile.

Nota: per un esperimento del tipo qui proposto é necessario usare un voltmetro analogico di basso costo in quanto la resistenza interna di tali strumenti, superando raramente i 4 kΩ/V, permette di operare nei limiti consentiti dall'attrezzatura. Impiegando voltmetri di tipo qualsiasi occorrerà acquistare alcune resistenza commerciali da 2 kΩ, 3kΩ, 4kΩ con potenza ½ W da inserire nei due fori della piastrina "conduttore interrotto" in sostituzione della piastrina da 1 kΩ.

Montaggio: predisporre il circuito secondo l'illustrazione. L'amperometro con fondo scala 100 mA-misura l'intensità di corrente che percorre la resistenza da 1 kΩ e quella che attraversa il voltmetro con fondo scala 10 V-, il quale misura la tensione applicata alla resistenza da 1 kΩ. Il circuito é alimentato in corrente continua a 6 V.

Esperimento: chiudere il circuito con l'interruttore e regolare la tensione, ad esso applicata, esattamente su 6 V=.

L'intensità di corrente I_1 , con il voltmetro inserito é : mA

Escludere il voltmetro dal circuito ed osservare l'amperometro.

Si nota immediatamente che l'intensità i corrente I_2 , con il voltmetro escluso é inferiore a I_1 in quanto la differenza fra i due valori era assorbita dal voltmetro.

Applicando la legge di Ohm si può calcolare la resistenza interna del voltmetro con il fondo scala da 10 V=.

$$\text{Tensione } V = 6 \text{ V-} \quad \text{Intensità di corrente } I = I_1 - I_2 = \dots\dots \text{ mA} = \dots\dots \text{ A}$$

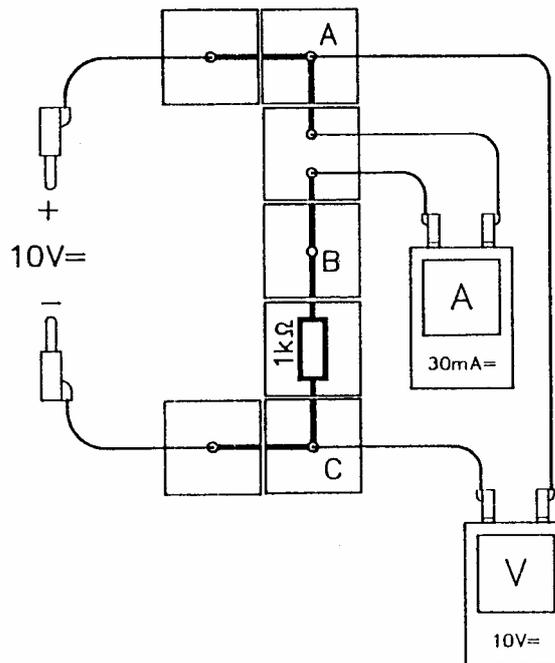
$$\text{Resistenza interna (con f.s. 10 V=)} \quad R_i = \frac{V}{I} = \frac{6 \text{ V}}{\dots\dots \text{ V}} = \dots\dots \Omega = \dots\dots \text{ k}\Omega$$

Conclusioni: quando si inserisce un voltmetro in un circuito elettrico, questo assorbe una parte dell'intensità di corrente come é chiaramente dimostrato dall'esperimento. Perché l'errore sia minimo occorre che l'intensità di corrente assorbita sia una frazione quanto più piccola possibile di quella che attraversa l'utilizzatore: pertanto la resistenza interna dello strumento deve essere elevata.

E 2.7. RESISTENZA INTERNA DELL'AMPEROMETRO

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrelle con spine per detta:	
5 El Conduttore ad angolo, con boccola	2
6 El Conduttore di collegamento al circuito	2
8 El Conduttore diritto, con boccola	1
11 El Interruttore	1
12 El resistenza 1 k Ω	1
Alimentatore	
Voltmetro – Amperometro	
Fili di collegamento	6



L'amperometro, alla stessa stregua del voltmetro, ha il dispositivo misuratore comprendente una bobina di filo di rame, la quale presenta una determinata resistenza al passaggio della corrente elettrica.

Onde approfondire quanto è stato anticipato nell'esperimento E 1.4. si vuole ora determinare la resistenza interna dell'amperometro e dedurre quale valore debba avere per minimizzare l'errore, che essa produce nelle misurazioni.

Montaggio: predisporre il circuito secondo l'illustrazione alimentandolo in corrente continua a 10 V. L'amperometro con fondo scala 30 mA- è collegato in serie alla resistenza da 1 k Ω ; il voltmetro, con fondo scala 10 V-, va allacciato fra i punti A e C in modo da misurare la caduta di tensione provocata dall'amperometro e dalla resistenza.

Esperimento: chiudere il circuito e regolare la tensione esattamente su 10 V-. Leggere ed annotare il valore dell'intensità di corrente I indicata dall'amperometro ed il valore della tensione $V_t = 10 \text{ V}$ indicata dal voltmetro:

Intensità di corrente $I = \dots\dots \text{ mA} = \dots\dots\dots \text{ A}$

Spostare il collegamento del voltmetro dal punto A al punto B onde misurare la caduta di tensione sulla resistenza da 1 k Ω ; leggere ed annotare il valore della tensione V_r applicata alla resistenza da 1 k Ω .

La differenza fra i valori delle due tensioni (V_t e V_r) rappresenta la caduta di tensione sull'amperometro.

Caduta di tensione sull'amperometro : $\dots\dots\dots \text{ V}$

Applicando la legge di Ohm, si può calcolare dal valore dell'intensità di corrente I , che attraversa l'amperometro, e dal valore della caduta di tensione V sullo stesso, il valore della resistenza R_i :

$$R_i = \frac{V}{I} = \frac{\text{..... V}}{\text{..... A}} = \text{..... } \Omega$$

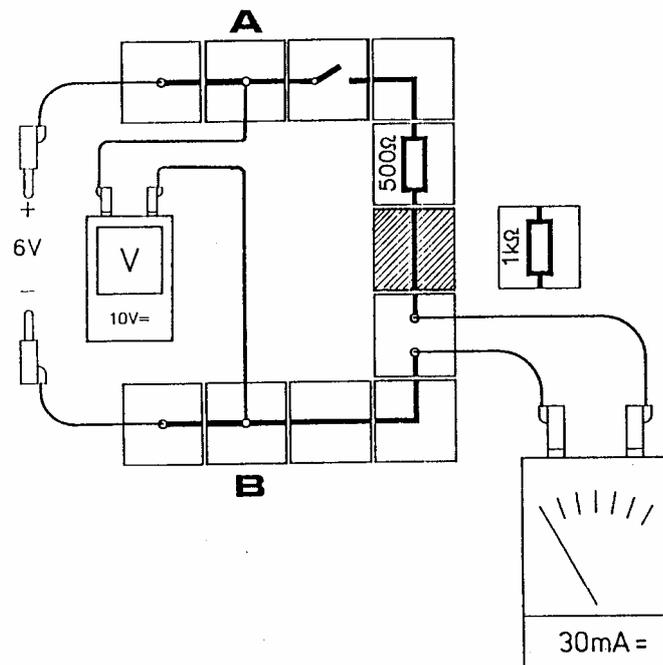
Conclusioni: quando si inserisce un amperometro in un circuito elettrico per misurare l'intensità di corrente, che lo percorre, l'amperometro determina una caduta di tensione a causa della propria resistenza interna. Poiché la caduta di tensione è tanto più piccola quanto più piccola è la resistenza interna dello strumento, ne consegue che, per non modificare lo stato del circuito e per ridurre al minimo l'errore, la resistenza interna dell'amperometro deve essere molto piccola.

E 2.8. RESISTENZE IN SERIE

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrelle con spine per detta:	
3 El Conduttore ad angolo	2
6 El Conduttore di collegamento al circuito	2
7 El Conduttore diritto	2
8 El Conduttore diritto con boccola	2
11 El Interruttore	1
12 El Resistenza 1 k Ω	1
14 El Resistenza 500 Ω	1
18 El Portalamпада	2
19 El Conduttore interrotto	1
24 El Lampadina 10 V/0,05 A	1

Alimentatore	
Voltmetro – Amperometro	
Fili di collegamento	6



Quando in un circuito elettrico si inseriscono due (o più) utilizzatori, l'uno dopo l'altro, si realizza il collegamento in serie (l'amperometro, ad esempio, è sempre collegato in serie all'utilizzatore). Scopo del presente esperimento è misurare quanto vale la resistenza complessiva di due resistori in serie.

Montaggio: predisporre il circuito secondo l'illustrazione.

Il voltmetro, inserito fra i punti A e B misura la tensione applicata al circuito, mentre l'amperometro, con fondo scala 30 mA, indica l'intensità di corrente che percorre il circuito stesso. Applicare una tensione di 10 V=.

Esperimento 1: utilizzare la sola resistenza da 500 Ω ; la continuità del circuito è garantita dalla piastrina con conduttore diritto (tratteggiato nella figura). Chiudere il circuito, poi misurare ed annotare il valore dell'intensità di corrente I indicata dall'amperometro:

$$\text{Intensità di corrente } I = \dots\dots\dots \text{ mA} = \dots\dots\dots \text{ A}$$

Togliere la piastrina con il conduttore diritto e montare in sua vece quella con la resistenza da 500 Ω . Mantenendo inalterata la tensione a 10 V=, misurare ed annotare il valore di I :

$$\text{Intensità di corrente } I = \dots\dots\dots \text{ mA} = \dots\dots\dots \text{ A}$$

Mediante la legge di Ohm calcolare con quest'ultimo valore di I la resistenza complessiva presentata dai due resistori in serie:

$$\text{Resistenza complessiva } R = \frac{10 \text{ V}}{\dots\dots\dots \text{ A}} = \dots\dots\dots \Omega$$

Confrontare il valore di R ora calcolato con quello scritto sulle piastrine.

Esperimento 2: togliere le due piastrelle con le resistenze e montare al loro posto una piastrella con portalampada (e lampadina 10 V/ 0,05 A) ed una piastrella con conduttore diritto. Regolare la tensione su 6 V= e cambiare il fondo scala dell' amperometro da 30 mA a 100 mA=.

Chiudere il circuito ed osservare la luminosità della lampadina e l' indicazione dell' amperometro.

Togliere la piastrella (tratteggiata) con conduttore diritto e montare la seconda piastrelle con portalampada e lampadina da 10 V/0,05 A. Chiudere il circuito ed osservare la luminosità delle lampade e l' indicazione dell' amperometro. Tenendo sotto controllo le lampada e gli strumenti, aumentare la tensione a 12 V=, dopo aver cambiato il fondo scala del voltmetro a 30 V=.

Provare a svitare una lampadina, cosa succede al circuito?

Conclusioni: nel collegamento in serie di resistenze ohmiche la resistenza complessiva é uguale alla somma dei valori delle singole resistenze:

$$R = R' + R''$$

Quando si collegano in serie due lampadine uguali, per avere l' intensità di luce nominale da entrambe, occorre che la tensione applicata abbia il valore doppio di quella indicata per una sola lampada.

Se si brucia una lampada (o se viene svitata), il circuito si interrompe.

Se nell' impianto domestico si brucia una lampada, le altre continuano a funzionare, il che indica che il circuito elettrico non viene interrotto. Cosa significa ciò?

E 2.9. RIARTIZIONE DELLA TENSIONE IN UN CIRCUITO

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrille con spine per detta:	
5 El Conduttore ad angolo con boccola	2
6 El Conduttore di collegamento al circuito	2
7 El Conduttore diritto	1
8 El Conduttore diritto con boccola	1
11 El Interruttore	1
12 El Resistenza 1 kΩ	1
14 El Resistenza 500 Ω	1
19 El Conduttore interrotto con due boccole	1
Voltmetro – Amperometro	
Alimentatore	
Fili di collegamento	4

Quando la corrente elettrica fluisce attraverso due resistenza ohmiche (R' e R'') in serie, la tensione V applicata alle stesse si ripartisce in due tensioni parziali V' e V'' , applicate ai capi di ciascuna resistenza.

Scopo dell'esperimento é scoprire secondo quale regola avviene tale ripartizione.

Montaggio: predisporre il circuito secondo l'illustrazione.

Il voltmetro con fondo scala 10 V=, inserito inizialmente fra i punti A e C, misura la tensione totale applicata alle due resistenze in serie; successivamente verrà utilizzato per misurare le tensioni parziali fra i punti A – B e B – C. Regolare la tensione applicata al circuito su 6 V= e mantenerla a tale valore in tutte le prove.

Nel secondo esperimento sostituire la piastrilla (tratteggiata) conduttore diritto con quella conduttore interrotto con due boccole in modo da inserire nel circuito l'amperometro con 30 mA= di fondo scala.

Esperimento 1: chiudere l'interruttore e misurare con il voltmetro la tensione totale V tra i punti A e C. Preparare una tabella come quella sotto indicata ed annotare in essa i valori V' e V'' delle tensioni parziali, applicate rispettivamente alla resistenza R' (e misurata fra i punti A e B) ed alla resistenza R'' (e misurata fra i punti B e C):

$$\begin{array}{rcl}
 R & = & R' + R'' = 500 \Omega + 1000 \Omega \\
 R' & = & 500 \Omega \\
 R'' & = & 1000 \Omega
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{rcl}
 V & = & 6 \text{ V=} \\
 V' & = & \dots\dots\dots \text{ V} \\
 V'' & = & \dots\dots\dots \text{ V}
 \end{array}$$

Esperimento 2: staccare il voltmetro dal circuito ed inserire l'amerometro secondo le istruzioni fornite in precedenza. Mantenere inalterata la tensione a 6 V=; chiudere il circuito e misurare il valore dell'intensità di corrente I che attraversa le due resistenze.

Applicando la legge di Ohm calcolare i valori di V' e di V'' e confrontarli con i valori misurati:

Intensità di corrente $I = \dots\dots$ mA = $\dots\dots$ A

$$V' = R' * I = 500 \Omega \quad \dots\dots A = \dots\dots V$$

$$V'' = R'' * I = 1000 \Omega \quad \dots\dots A = \dots\dots V$$

Conclusioni: la tensione applicata alle due resistenze in serie si ripartisce in modo proporzionale al valore di ciascuna resistenza.

La somma delle tensioni parziali é uguale alla tensione totale: $V' + V'' = V$.

Il procedimento seguito nella seconda prova indicacome si può calcolare in anticipo la caduta di tensione su una resistenza, conoscendo il valore di questa e dell'intensità di corrente. Il metodo é molto usato nell'elettrotecnica per ridurre di valori precisi la tensione applicata ad un utilizzatore.

E 2.10. RIPARTIZIONE DELLA TENSIONE LUNGO UN CONDUTTORE

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base 1

Piastrelle con spine per detta:
6 El Conduttore di collegamento
al circuito 4

7 El Conduttore diritto 2

8 El Conduttore diritto
con boccola 1

11 El Interruttore 1

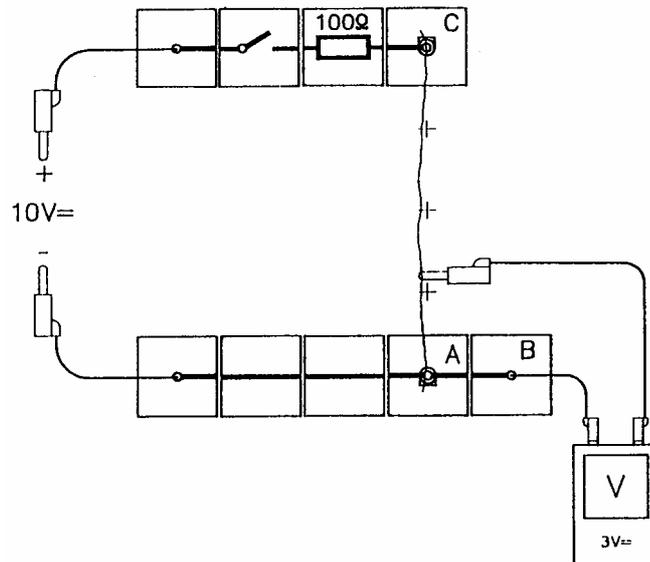
13 El Resistenza da 100 Ω 117 El Morsetto a bocca di
coccodrillo su spina 225 El Filo di costantana
diametro 0,1 mm
(rocchetto rosso) cm 25

Voltmetro

Alimentatore

Fili di collegamento 2

Righello



Analogamente a quanto si é visto nel precedente esperimento anche lungo i fili conduttori si verifica una ripartizione della tensione in ragione della resistenza che essi presentano al passaggio della corrente elettrica.

Scopo della presente prova é esaminare il fenomeno ed indurne le conseguenze.

Montaggio: disporre le piastrelle sulla bse seguendo l'illustrazione.

Il circuito elettrico, che comprende come utilizzatore una resistenza da 100 Ω , viene chiuso mediante un filo di costantana di 0,1 mm di diametro, lungo cm 25 e sorretto fra i morsetti a bocca di coccodrillo innestati nelle piastrelle A e C; la tensione di 10 V=, fornita da un alimentatore, si ripartisce fra l'utilizzatore ed i conduttori, la parte preponderante dei quali é rappresentata dal filo di costantana.

Il voltmetro con fono scala 3 V= viene collegato inizialmente tra i punti B e C, per misurare la tensione applicata al filo, e successivamente fra il punto B ed un punto qualsiasi del filo, nel quale viene appoggiato il bulbo metallico della banana libera.

Esperimento: chiudere il circuito, poi misurare ed annotare il valore della tensione applicata al filo:

Tensione applicata al filo: $V = \dots\dots\dots V$

Quindi, utilizzando il righello, appoggiare la banana libera nei punti del filo distanti cm 5, 10, 15 e 20 da B. Per ogni punto leggere ed annotare il valore della corrispondente tensione parziale:

Tensione parziale (a cm 5 da B) : $V = \dots\dots\dots V$

Tensione parziale (a cm 10 da B) : $V = \dots\dots\dots V$

Tensione parziale (a cm 15 da B) : $V = \dots\dots\dots V$

Tensione parziale (a cm 20 da B) : $V = \dots\dots\dots V$

Far scorrere la banana sul filo ed osservare il comportamento del voltmetro.

Conclusioni: dai valori sperimentali annotati si rileva che la tensione varia dal valore massimo (di circa 2 V=), quando la banana tocca il morsetto C al valore minimo (0 V), quando la banana tocca il morsetto B; nei punti intermedi il valore della tensione parziale é direttamente proporzionale alla lunghezza del filo (cioé alla sua resistenza).

Facendo scorrere la banana sul filo si osserva una variazione continua della tensione parziale.

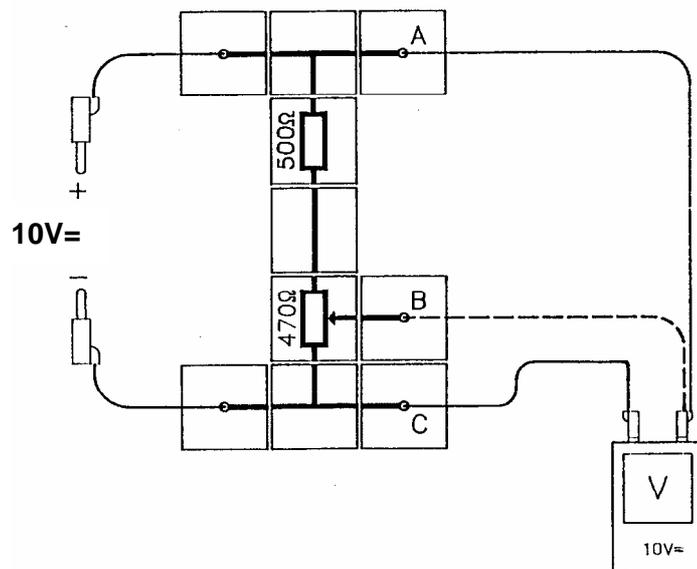
Il montaggio illustra in modo schematico il principio di funzionamento di un dispositivo molto usato nella tecnica, **il potenziometro**, dal quale é possibile prelevare con continuit  valori parziali della tensione ad esso applicata.

L'esperimento conferma, inoltre, che anche i fili di collegamento presentano una resistenza (per quanto piccola) al passaggio della corrente; di questa resistenza occorre tenere conto, specie se i fili hanno lunghezze relativamente grandi. Cosi, ad esempio, si pu  comprendere una delle ragioni che impediscono l'uso della corrente continua nelle reti di distribuzione dell'energia elettrica.

E 2.11. IL POTENZIOMETRO

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrelle con spine per detta:	
2 El Conduttore ad T	2
6 El Conduttore di collegamento al circuito	4
7 El Conduttore diritto	1
13 El Resistenza 100 Ω	1
14 El Resistenza 500 Ω	1
3 E3 Potenzimetro 470 Ω	1
Voltmetro	
Alimentatore	
Fili di collegamento	2



L'esperimento precedente é servito per illustrare il principio fisico, sul quale si basa il funzionamento del potenziometro o partitore di tensione. In realtà, per ridurre le dimensioni di questi dispositivi, il conduttore, costituito normalmente da un filo di costantana, di manganina o di nichel-cromo, é avvolto a spirali su un supporto isolante; nelle spire scorre un contatto mobile (cursore) così che, regolando opportunamente la posizione di quest'ultimo, é possibile usare diverse lunghezze del filo: in tal modo fra un'estremità dell'avvolgimento ed il cursore si può prelevare qualsiasi valore di tensione fra 0 V ed il valore della tensione applicata all'avvolgimento stesso.

Scopo dell'esperimento é studiare l'impiego pratico di un potenziometro commerciale da 470 Ω .

Montaggio: predisporre il circuito secondo l'illustrazione.

Collegare il potenziometro in serie con la resistenza da 500 Ω : in tal modo, essendo la resistenza del potenziometro pari a 470 Ω , la tensione applicata ai suoi estremi sarà circa la metà della tensione totale prelevata dell'alimentatore. Il voltmetro, collegato fra l'estremità C del potenziometro ed il cursore B, misura la tensione parziale regolabile mediante la manopola.

Ruotare la manopola in senso antiorario fino a fondo corsa, poi regolare la tensione applicata al circuito esattamente su 10 V=.

Esperimento: nella situazione indicata leggere il valore della tensione applicata la potenziometro, quindi, ruotando la manopola di angoli precisi (da indicare sulla piastrina con delle tacche a matita), leggere ed annotare i valori delle corrispondenti tensioni parziali fino a 0 V.

Campo di regolazione della tensione $V_C = \dots\dots\dots V$	
Tensione parziale $V' = \dots\dots\dots V$	
Tensione parziale $V'' = \dots\dots\dots V$	
Tensione parziale $V''' = \dots\dots\dots V$	

Esperimento 2: sostituire la resistenza da 500 Ω con quella da 100 Ω , lasciando inalterata a 10 V= la tensione applicata al circuito. Sul potenziometro é ora presente una frazione più grande della suddetta tensione, in quanto la resistenza complessiva del circuito é diminuita.

Ripartire la manopola nella posizione iniziale (rotazione anti-oraria fino a fondo corsa) poi ripetere tutte le misurazioni indicate nell'esperimento 1.

Annotare il valore delle tensioni parziali e confrontarli con i precedenti.

Campo di regolazione della tensione $V_C = \dots\dots\dots V$

Tensione parziale $V' = \dots\dots\dots V$

Tensione parziale $V'' = \dots\dots\dots V$

Tensione parziale $V''' = \dots\dots\dots V$

Conclusioni: mediante un potenziometro é possibile regolare la tensione da applicare ad un utilizzatore, collegato fra un'estremità del potenziometro ed il cursore.

É importante considerare che, se il potenziometro non é allacciato direttamente al generatore, ma é inserito in un circuito, la tensione applicata ai suoi capi (coincidente con il valore massimo prelevabile) dipende dalla resistenza complessiva del circuito.

E 2.12. IL REOSTATO**Elementi occorrenti:**

1 El Piastra di base	1
Piastrelle con spine per detta	
5 El Conduttore ad angolo con boccola	2
6 El Conduttore di collegamento al circuito	2
7 El Conduttore diritto	1
8 El Conduttore diritto con boccola	1
11 El Interruttore	1
19 El Conduttore interrotto con due boccola	1
4 E3 Potenzziometro 10 k Ω	1
5 E3 Resistenza 10 k Ω	1
Voltmetro – Amperometro	
Alimentatore	
Fili di collegamento	2

Le resistenze variabili (reostati) sono dei dispositivi costituiti da un filo di costantina, manganina, nichel-cromo, etc..., avvolto su un supporto isolante; sulle spire scorre un contatto mobile (cursore), azionabile mediante una manopola, così che, spostando opportunamente il contatto è possibile usare lunghezze diverse del filo. L'elevata resistività dei suddetti materiali e la possibilità di impiegare fili di diversa sezione e diversa lunghezza, consentono di ottenere grandi campi di variabilità della resistenza.

Il reostato viene inserito nel circuito, utilizzando un capo del filo ed il cursore: in tal modo la resistenza può essere variata da zero al valore massimo di costruzione.

Scopo dell'esperimento è individuare, tramite le conoscenze acquisite nell'esperimento E 2.9., per quali posizioni della manopola si ottiene la resistenza minima e la massima e comprendere la funzione di un reostato in un circuito elettrico.

Montaggio: predisporre il circuito seguendo l'illustrazione.

Misurare con il voltmetro (fondo scala 10 V=) dapprima la tensione complessiva applicata ai punti A e C, quindi le tensioni parziali sulla resistenza variabile, spostando il collegamento del voltmetro fra i punti B e C.

Nella seconda prova sostituire la piastrina tratteggiata con quella conduttore interrotto con due boccole e collegare a queste l'amperometro con fondo scala 3 mA=.

La tensione applicata al circuito va fissata, per entrambe le prove, a 10 V=.

Esperimento 1: con il voltmetro inserito fra i punti A e C, misurare la tensione complessiva V ed annotarla, quindi, ruotando la manopola della resistenza variabile nei due sensi, osservare che tale tensione resta invariata.

Spostare il collegamento del voltmetro ai punti B e C e ruotare la manopola del reostato in senso orario fino a fine corsa; leggere ed annotare l'indicazione del voltmetro poi ripetere la lettura dopo aver ruotato la manopola in senso anti-orario fino a fine corsa:

(Fine corsa senso orario)	Tensione parziale V = V
(Fine corsa senso anti-orario)	Tensione parziale V = V

Esperimento 2: inserire l'amperometro secondo le istruzioni impartite in precedenza e misurare l'intensità di corrente I che percorre il circuito, quando la manopola del reostato si trova nelle due posizioni usate nell'esperimento 1 (è utile, tuttavia, osservare cosa accade nelle posizioni intermedie):

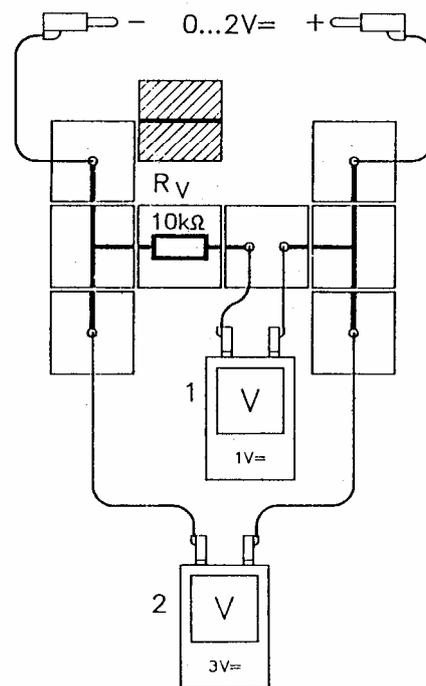
(Fine corsa senso orario) Intensità di corrente $I = \dots\dots\dots$ mA = $\dots\dots\dots$ A
(Fine corsa senso anti-orario) Intensità di corrente $I = \dots\dots\dots$ mA = $\dots\dots\dots$ A

Conclusioni: quando la manopola è ruotata in senso orario fino a fine corsa, la resistenza è 10 k Ω ; se la manopola viene ruotata in senso anti-orario fino a fine corsa, la resistenza è circa 0 Ω . Quanto più piccola è la resistenza parziale del reostato tanto più bassa è la tensione parziale su di essa e tanto più elevata è l'intensità di corrente, che percorre il circuito. Questo risultato era prevedibile in quanto, riducendo la resistenza del reostato, diminuisce la resistenza totale del circuito, mentre la tensione applicata rimane inalterata; per la legge di Ohm, quindi, alla variazione della resistenza (se V resta costante) corrisponde una variazione, in proporzione inversa, dell'intensità di corrente. Pertanto lo scopo dell'inserimento di un reostato in un circuito elettrico è regolare l'intensità della corrente, che lo percorre.

E 2.13. AMPLIAMENTO DEL CAMPO DI MISURA DI UN VOLTMETRO

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrelle con spine per detta	
2 El Conduttore a T	2
6 El Conduttore di collegamento al circuito	4
7 El conduttore diritto	1
19 El conduttore interrotto con due boccole	1
E E3 Resistenza 10 k Ω	1
19 El Morsetto a bocca di coccodrillo su spina	2
Voltmetro – Amperometro	
Alimentatore	
Fili di collegamento	6



Le conoscenze acquisite negli esperimenti precedenti circa la ripartizione della tensione sulle resistenze in serie consentono di spiegare numerose applicazioni delle resistenze fisse e variabili nei circuiti elettrici; in particolare con questa prova si vuole studiare come, utilizzando resistenze di diverso valore, collegate in serie ad un voltmetro, si possa ampliare il campo di misura (fondo scala) dello strumento per adattarlo alle varie esigenze.

Montaggio: predisporre il circuito secondo l'illustrazione.

Lo strumento 1 è il voltmetro, del quale si vuole ampliare da 1 V= a 2 V= il fondo scala; il voltmetro 2 serve a misurare la tensione complessiva applicata al sistema. La resistenza interna del nostro voltmetro per il fondo scala 1 V= è 10 k Ω , per il fondo scala 3 V= è 30 k Ω , per il fondo scala 10 V= è 100 k Ω , ecc..., quindi, se si vuole estendere il campo di misura da 1 a 2 V, occorre raddoppiare il valore della resistenza interna, ovvero collegare in serie allo strumento 1 una resistenza da 10 k Ω . Il circuito inizialmente deve comprendere la piastrina con conduttore diritto (tratteggiata) e l'alimentatore deve essere regolato su 1 V=.

Esperimento: accendere l'alimentatore e controllare che i due voltmetri, collegati entrambi alla sorgente di tensione, indichino 1 V= (regolare eventualmente l'alimentatore). Togliere la piastrina conduttore diritto e montare in sua vece quella con la resistenza da 10 k Ω , che risulterà in serie con il voltmetro 1. Osservare il quadrante dei due strumenti: il voltmetro 2 continuerà ad indicare 1 V (cioè la tensione fornita dall'alimentatore), mentre il voltmetro 1 segnerà 0,5 V= (cioè la tensione parziale conseguente al collegamento in serie della resistenza interna di questo strumento con la resistenza esterna).

Aumentare la tensione in modo da portare l'indice del voltmetro 1 su 1 V= : il voltmetro 2 segnerà 2 V=.

Provare come esercizio a calcolare, e poi ad attuare, l'estensione del fondo scala 0,1 V a 0,2 V.

Conclusioni: collegando in serie ad un voltmetro una resistenza di adeguato valore, si può ampliare a piacere il fondo scala dello strumento; la resistenza inserita è detta "**resistenza addizionale**".

Nell'esperimento eseguito il voltmetro 1 con la resistenza addizionale da 10 k Ω è in grado di misurare tensioni fino a 2 V=: ciò non sarebbe stato possibile senza tale resistenza.

E 2.14. RESISTENZE IN PARALLELO

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base 1

Piastrelle con spine per detta:

2 El Conduttore a T 2

3 El Conduttore ad angolo 2

6 El Conduttore di collegamento al circuito 2

7 El Conduttore diritto 4

11 El Interruttore 1

12 El Resistenza 1 k Ω 1

14 El Resistenza 500 Ω 1

18 El Portalampada 2

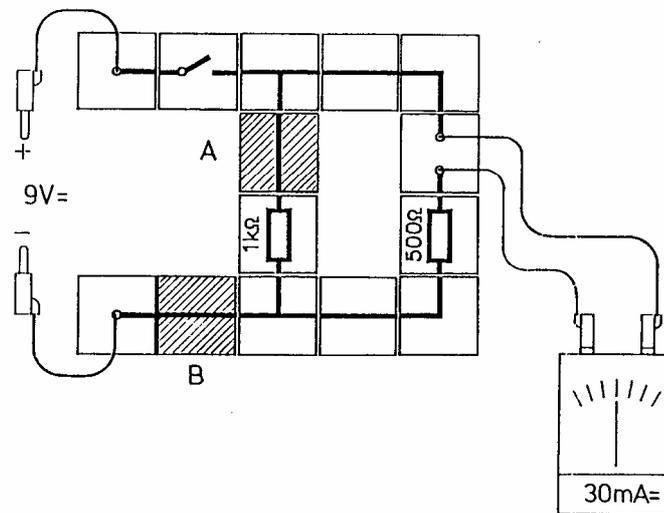
19 El Conduttore interrotto con due boccole 1

24 El Lampadina E 10, 10 V/0,05 A 2

Amperometro – Voltmetro

Alimentatore

Fili di collegamento 4



Quando in un circuito elettrico si inseriscono due (o più) resistenze, l'una a lato dell'altra in modo da realizzare diversi percorsi per la corrente, si ottiene il **collegamento "in parallelo"** (il voltmetro ad esempio, è sempre allacciato in parallelo al circuito, od al tratto di circuito, nel quale si vuole misurare la tensione applicata).

Scopo del presente esperimento è determinare, attraverso misurazioni della tensione e dell'intensità di corrente, il valore della resistenza complessiva di un collegamento in parallelo di resistenze.

Montaggio: predisporre il circuito secondo l'illustrazione, utilizzando le resistenze da 500 Ω e 1000 Ω .

L'amperometro con fondo scala 30 mA=, viene inserito nei vari tratti del circuito, per misurare le intensità di corrente parziali e totale, scambiando la piastrella, alla quale lo strumento è allacciato, prima con la piastrella tratteggiata A, poi con la B.

La tensione applicata al circuito è regolata a 9 V=, controllandola con un voltmetro (fondo scala 10 V=) allacciato direttamente ai poli dell'alimentatore

Esperimento 1: chiudere l'interruttore e misurare l'intensità di corrente I' che percorre il tratto di circuito con la resistenza da 500 Ω :

$$I' = \dots\dots\dots \text{ mA} = \dots\dots\dots \text{ A}$$

Scambiare la piastrella dell'amperometro con la piastrella tratteggiata A e misurare l'intensità di corrente I'' che attraversa la resistenza da 1 k Ω :

$$I'' = \dots\dots\dots \text{ mA} = \dots\dots\dots \text{ A}$$

Scambiare la piastrina dell'amperometro con la piastrina tratteggiata B e misurare l'intensità di corrente I nel tratto comune di circuito:

$$I = \dots\dots\dots \text{ mA} = \dots\dots\dots \text{ A}$$

Sommare i valori delle intensità di corrente parziali I' e I'' e confrontare il risultato con il valore di I ricavato sperimentalmente.

Applicando la legge di Ohm, calcolare il valore della resistenza complessiva R derivante dal collegamento in parallelo di R' e R'':

Tensione applicata: $V = \dots\dots\dots \text{ V}$ Intensità di corrente: $I = \dots\dots\dots \text{ A}$

$$\text{Resistenza } R = \frac{V}{I} = \frac{\dots\dots\dots \text{ V}}{\dots\dots\dots \text{ A}} = \dots\dots\dots \Omega$$

Esperimento 2: nello stesso circuito dell'ultima prova sostituire le due piastrine con le resistenze con due piastrine con portalampana e lampadina da 10 V/0,05 A; cambiare a 100 mA= il fondo scala dell'amperometro, poi chiudere il circuito: le due lampadine brillano allo stesso modo. Osservare l'amperometro, quindi svitare una lampadina: cosa accade all'altra lampada ed allo amperometro?

Conclusioni: quando ad una resistenza di un circuito elettrico viene collegata in parallelo una seconda resistenza, l'intensità di corrente I aumenta; infatti la resistenza complessiva R è inferiore alle resistenze parziali R' e R'' ed è calcolabile mediante la relazione:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R'} + \frac{1}{R''} \quad \text{ovvero} \quad R = \frac{R' * R''}{R' + R''}$$

L'esperimento 2 risponde alla domanda formulata nell'esperimento E 2.8.: nei circuiti elettrici domestici le lampadine e le varie apparecchiature sono collegate in parallelo, perciò, quando se ne guasta una, le altre continuano a funzionare. Il circuito principale deve essere costituito da fili di sezione maggiore dei circuiti derivati, in quanto l'intensità di corrente in questo circuito è uguale alla somma di tutte le intensità di corrente parziali; il circuito principale è protetto da fusibili, che si interrompono, se il carico supera il valore massimo consentito dall'impianto.

E 2.15. COLLEGAMENTI MISTI DI RESISTENZE

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base 1

Piastrelle con spine per detta:

2 El Conduttore a T 2

3 El Conduttore ad angolo 2

5 El Conduttore ad angolo con boccola 1

6 El Conduttore di collegamento al circuito 2

7 El Conduttore diritto 3

11 El Interruttore 1

12 El Resistenza 1 kΩ 1

13 El Resistenza 100 Ω 1

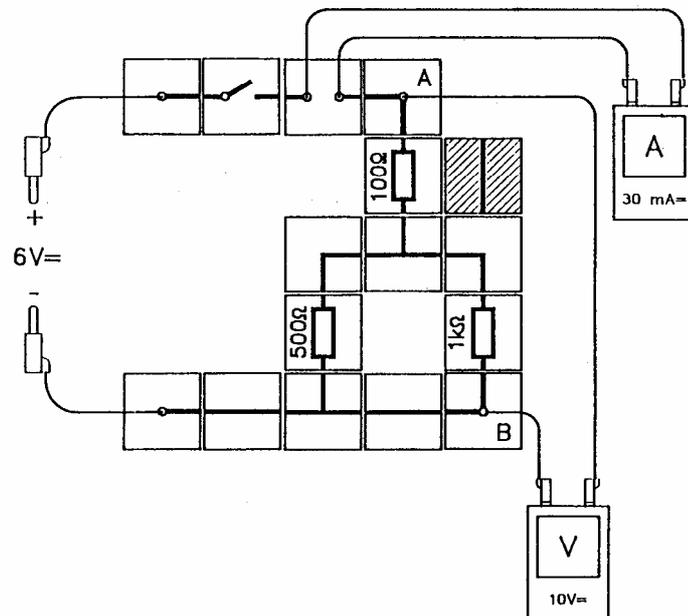
14 El Resistenza 500 Ω 1

19 El Conduttore interrotto con due boccole 1

Voltmetro – Amperometro

Alimentatore

Fili di collegamento 6



Quanto vale la resistenza complessiva di un circuito, nel quale sono inserite resistenze ohmiche in serie ed in parallelo?

Scopo del presente esperimento, articolato in due prove, è esaminare un semplice circuito misto, che consenta di rispondere alla suddetta domanda.

Montaggio. predisporre il circuito secondo l'illustrazione.

Inizialmente la resistenza da 100 Ω non è inserita ed al suo posto va montata la piastrina con conduttore diritto (tratteggiata).

Le resistenze $R' = 500 \Omega$ ed $R'' = 1 \text{ k}\Omega$ sono collegate in parallelo, mentre la resistenza $R''' = 100 \Omega$, quando verrà inserita, risulterà in serie alle prime due.

Il voltmetro con fondo scala 10 V= è collegato fra i punti A e B in modo da poter misurare la tensione applicata alle sole resistenze; l'amperometro con fondo scala 30 mA= misura l'intensità di corrente complessiva fornita dall'alimentatore regolato su 9 V=.

Esperimento 1: chiudere l'interruttore e misurare sia la tensione che l'intensità di corrente poi, mediante la legge di Ohm, calcolare la resistenza complessiva del tratto di circuito con le resistenze in parallelo:

Tensione applicata: $V = 9 \text{ V}$ Intensità di corrente: $I = \dots\dots\dots \text{ mA} = \dots\dots\dots \text{ A}$

$$\text{Resistenza } R_p = \frac{V}{I} = \frac{\dots\dots\dots \text{ V}}{\dots\dots\dots \text{ A}} = \dots\dots\dots \Omega$$

Esperimento 2: inserire la resistenza da 100 Ω al posto della piastrina tratteggiata, poi chiudere l'interruttore e misurare la tensione e l'intensità di corrente. Ancora con la legge di Ohm calcolare il valore della resistenza complessiva.

Tensione applicata: $V = 9 \text{ V}$ Intensità di corrente: $I = \dots\dots\dots \text{ mA} = \dots\dots\dots \text{ A}$

$$\text{Resistenza } R = \frac{V}{I} = \frac{\dots\dots\dots \text{ V}}{\dots\dots\dots \text{ A}} = \dots\dots\dots \Omega$$

Al risultato sperimentale ottenuto si può pervenire matematicamente, calcolando dapprima la resistenza derivante dal collegamento in parallelo di $R' = 500 \Omega$ con $R'' = 1 \text{ k}\Omega$ mediante la relazione:

$$R_P = \frac{R' * R''}{R' + R''}$$

e successivamente calcolare la resistenza complessiva R_C data dal collegamento in serie di R_P con R_3 mediante la relazione:

$$R_C = R_P * R_3$$

Conclusioni: nel collegamento misto, serie – parallelo, di resistenze ohmiche la resistenza complessiva del circuito può essere ottenuta matematicamente, calcolando prima le resistenze derivanti dai collegamenti in parallelo e poi la resistenza totale dei collegamenti in serie.

E 2.16. AMPLIAMENTO DEL CAMPO DI MISURA DI UN AMPEROMETRO

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base 1

Piastrille con spine per detta:

2 El Conduttore a T 2

3 El Conduttore ad angolo 2

5 El Conduttore ad angolo con boccola 2

6 El Conduttore di collegamento al circuito 4

7 El Conduttore diritto 5

8 El Conduttore diritto con boccola 2

11 El Interruttore 1

19 El Conduttore interrotto con due boccole 1

4 E3 Potenzenziometro 10 k Ω 1

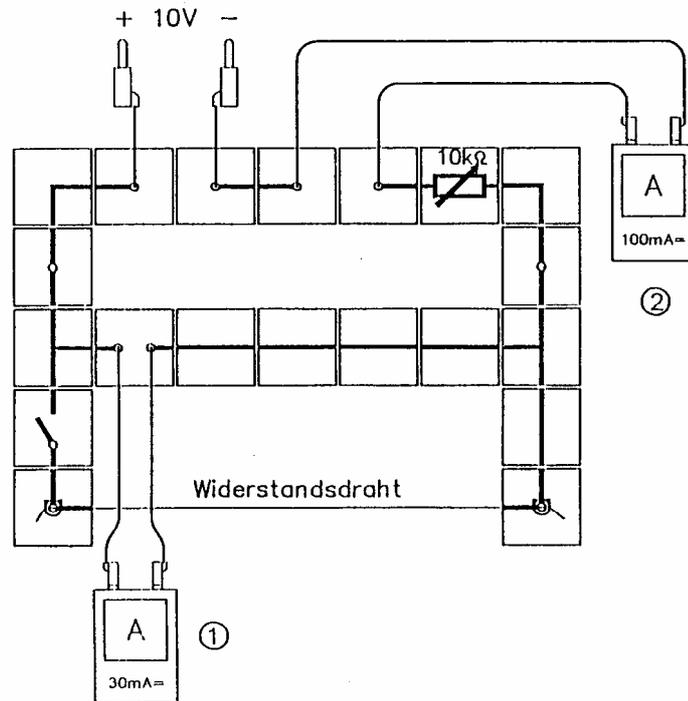
17 El Morsetti a bocca di coccodrillo con spina 2

26 El Filo di costantana diametro 0,2 mm

Voltmetro – Amperometro

Alimentatore

Fili di collegamento 6



Utilizzando le conoscenze acquisite nello studio del collegamento in parallelo di resistenze è possibile ipotizzare che il campo di misura di un amperometro possa essere ampliato, per adattarlo alle varie necessità in analogia a quanto è stato fatto con il voltmetro.

Scopo del presente esperimento è la ricerca della resistenza da porre in parallelo all'aresistenza interna dell'amperometro per raddoppiarne la portata.

Le resistenze che consentono di ampliare il campo di misura di un amperometro sono dette "shunt".

Montaggio: predisporre il circuito secondo l'illustrazione.

L'amperometro 1, sul quale è stato selezionato il fondo scala 30 mA= è lo strumento di cui si vuole ampliare la portata; l'amperometro 2 serve per la taratura e per il controllo (il suo fondo scala è di 100 mA=). Poiché la resistenza interna degli amperometri, come è noto, è piccola, lo shunt adatto verrà costituito con del filo di costantana da 0,2 mm di diametro, teso fra due morsetti a bocca di coccodrillo. La tensione applicata al circuito è di 100 V= e l'intensità di corrente che lo percorre va regolata ai valori richiesti, agendo sul reostato da 10 k Ω inserito allo scopo. Prima di montare il filo di costantana regolare l'intensità di corrente in modo che i due strumenti indichino 30 mA=.

Esperimento: montare il filo di costantana, poi chiudere il circuito ed osservare che l'amperometro 2 continua a segnare 30 mA=, mentre l'amperometro 1 indica ora soltanto 15 mA. Ciò è dovuto al fatto che la resistenza (filo), essendo inserita in parallelo allo strumento 1, costituisce un secondo percorso per la corrente elettrica; poiché il valore della resistenza del filo è di ca. 10 Ω e la resistenza interna dell'amperometro con fondo scala 30 mA ha pressapoco lo stesso valore, l'intensità di corrente che attraversa lo strumento si riduce alla metà dell'intensità totale.

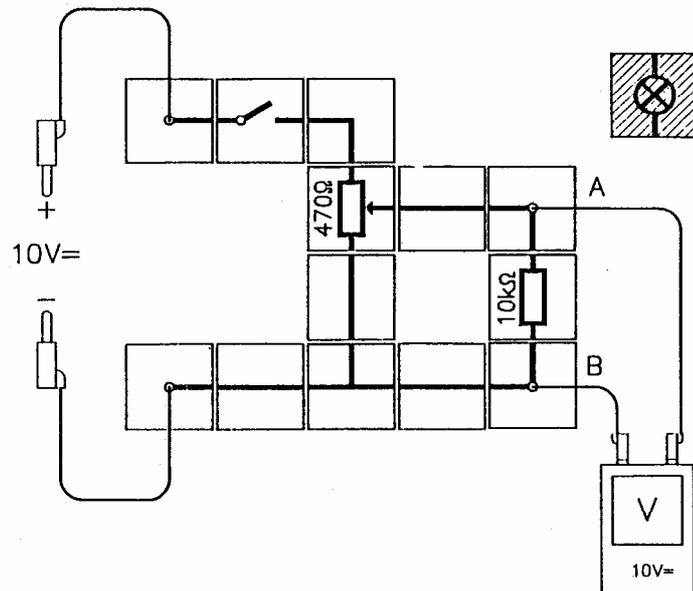
Regolare il reostato in modo che l'amperometro 2 indichi 60 mA=: l'amperometro 1 segnerà 30 mA=, i quali in realtà, se si considera il sistema strumento + shunt, corrispondono a 60 mA. Senza l'inserimento dello shunt, che ha ampliato il campo di misura dell'amperometro 1, con questo strumento non sarebbe stato possibile misurare un tale valore di intensità di corrente.

Conclusioni: il campo di misura di un amperometro può essere ampliato a piacere, inserendo in parallelo alla resistenza interna dello strumento una resistenza (shunt) di valore adatto.

E 2.17. POTENZIOMETRO SOTTO CARICO

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrelle con spine per detta:	
2 El Conduttore a T	1
3 El Conduttore ad angolo	1
5 El Conduttore ad angolo con boccola	2
6 El Conduttore di collegamento al circuito	2
7 El Conduttore diritto	3
11 El Interruttore	1
18 El Portalampada	1
3 E3 Potenzimetro 470 Ω	1
5 E3 Resistenza 10 k Ω	1
24 El Lampadina E 10, 10 V/0,05 A	1
Voltmetro	
Alimentatore	
Fili di collegamento	4



Questo esperimento costituisce un approfondimento della ricerca iniziata in precedenza (esperimenti E 2.10. ed E 2.11.), nel senso che si vuole ora studiare come varia la tensione prelevabile da un potenziometro, al quale è collegato un utilizzatore.

Montaggio: predisporre il circuito secondo l'illustrazione.

Ruotare la manopola in senso orario fino a fondo corsa. Il voltmetro, collegato ai punti A e B, misura la tensione parziale regolata dal potenziometro ed applicata all'utilizzatore (lampadina da 10 V/0,05 A) nella prova successiva la lampadina sarà sostituita da una resistenza da 10 k Ω .

La tensione applicata al potenziometro va regolata esattamente su 10 V=.

Esperimento 1: prima di inserire il carico (lampadina da 10 V/0,05 A) misurare la tensione a vuoto V° , che deve essere di 10 V=.

Inserire la lampadina indicata e ripetere la misurazione per ottenere V_C .

Poiché il carico ha un basso valore ohmico rispetto alla resistenza del potenziometro, la tensione V_C si abbassa: infatti la lampadina è collegata in parallelo alla resistenza parziale del partitore di tensione, in questo tipo di collegamento, la resistenza totale è inferiore al valore di ciascuna resistenza.

Esperimento 2: sostituire la piastrina con portalampada e lampadina con quella con la resistenza da 10 k Ω , poi leggere l'indicazione del voltmetro. In questo caso la resistenza di carico ha un alto valore ohmico rispetto alla resistenza parziale del potenziometro, perciò la tensione V_C ha quasi lo stesso valore che nel caso del potenziometro a vuoto.

Conclusioni: su un potenziometro sotto carico la tensione parziale prelevabile è inferiore alla tensione a vuoto; solo con un carico ohmico elevato la tensione rimane pressoché costante.

Il partitore di tensione ha numerosi impieghi pratici; ad esempio può servire per regolare l'intensità luminosa di una lampadina, come si può facilmente provare; ruotando in senso anti-orario la manopola del potenziometro nell'esperimento 1.

E 2.18. RESISTENZA INTERNA DEL GENERATORE

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base 1

Piastrelle con spine per detta:

3 El Conduttore a dangolo 2

5 El Conduttore ad angolo
con boccola 2

7 El Conduttore diritto 4

10 El Accumulatore 1,2 V 1

11 El Interruttore 1

18 El Portalampada 1

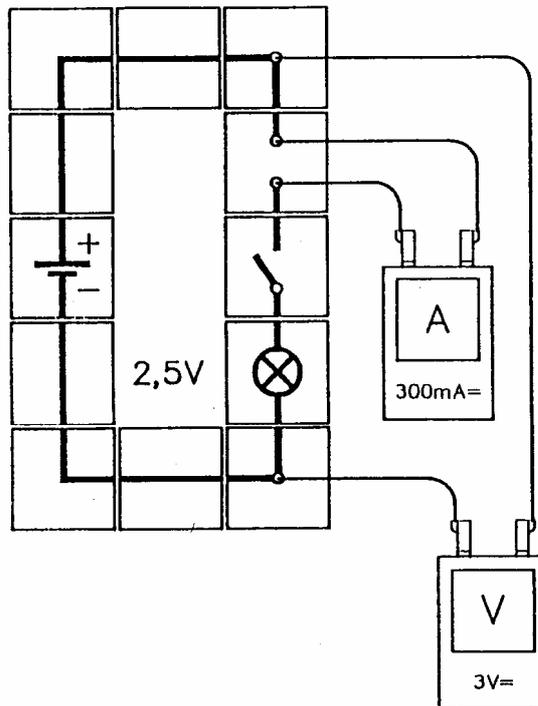
19 El Conduttore interrotto
con due boccole 1

23 El Lampadina E 20 1

2,5 V/0,2 A 1

Voltmetro – Amperometro

Fili di collegamento 4



Per molte sorgenti di alimentazione (generatori) la tensione a vuoto (misurabile ai morsetti) si abbassa, quando vengono collegati ad un circuito.

Tale caduta è tanto più sensibile quanto maggiore è il carico, vale a dire quanto maggiore è l'intensità di corrente prelevata dal circuito.

Scopo del presente esperimento è spiegare le ragioni di questo fenomeno facilmente osservabile.

Montaggio: predisporre il circuito secondo l'illustrazione.

Come sorgente di tensione viene utilizzata una piastrina con accumulatore da 1,2 V=. L'amperometro ha fondo scala 300 mA, il voltmetro fondo scala 3 V=.

L'interruttore deve essere chiuso soltanto quando si eseguono le letture di V e di I, per non scaricare rapidamente l'accumulatore, la cui capacità è limitata.

Esperimento: leggere sul voltmetro la tensione E, praticamente a vuoto, dell'accumulatore (infatti l'unico carico è rappresentato dalla piccola intensità di corrente assorbita dal voltmetro).

Tensione a vuoto (forza elettromotrice): $E = \dots\dots\dots V$

Chiudere l'interruttore in modo da collegare il carico (rappresentato da una lampadina da 2,5 V/0,2 A) al generatore: la lampadina si accende e l'amperometro indica che una corrente di intensità I percorre il circuito.

Il voltmetro indica che la tensione ai morsetti del generatore è scesa al valore di V_C :

Tensione (sotto carico): $V_C = \dots\dots\dots V$

Intensità di corrente : $I = \dots\dots\dots mA = \dots\dots\dots A$

Conclusioni: la tensione prodotta da un generatore elettrico si abbassa, quando questo è sottoposto a un carico. Ciò è dovuto alla "resistenza interna R_j " che il generatore presenta al

passaggio delle cariche elettriche, allorché il generatore stesso deve fornire l'intensità di corrente I al circuito esterno.

La **resistenza interna** R_i provoca una caduta di tensione $E - V_C = R_i * I$ tanto più grande quanto più grande è la I .

Dai valori della tensione E (a vuoto) e V_C (sotto carico) si può calcolare la resistenza interna R_i del generatore:

$$R_i = \frac{E - V_C}{I} = \dots\dots\dots \Omega$$

L'interesse teorico e pratico del concetto di resistenza interna verrà approfondito nell'esperimento E 2.19..

E 2.19. ESTENSIONE DELLA LEGGE DI OHM**Elementi occorrenti:**

1 El Piastra di base	1
Piastrille con spine per detta:	
3 El Conduttore ad angolo	2
5 El Conduttore ad angolo con boccola	2
7 El Conduttore diritto	2
10 El Accumulatore 1,2 V	1
11 El Interruttore	1
13 El Resistenza 100 Ω	1
19 El Conduttore interrotto con due boccole	1
Voltmetro – Amperometro	
Fili di collegamento	4

Ogni circuito elettrico è costituito da elementi attivi (generatori) collegati ad elementi passivi (utilizzatori) tramite cavi conduttori. Le grandezze fisiche che caratterizzano i circuiti in corrente continua, nella forma studiata fino ad ora, sono la tensione applicata all'utilizzatore, la resistenza di questo e l'intensità di corrente che lo percorre; quest'ultima grandezza è legata alle prime due dalla legge di Ohm $I = V/R$.

Nel presente esperimento si vuole esaminare il circuito completo, comprendente il generatore, onde stabilire quale legge ne regola il funzionamento.

Montaggio: predisporre il circuito secondo l'illustrazione.

Il voltmetro con fondo scala 3 V= è collegato direttamente al generatore (accumulatore da 1,2 V), e, tramite l'interruttore, al circuito comprendente la resistenza da 100 Ω e l'amperometro con fondo scala 30 mA=.

Esperimento: misurare anzitutto la tensione a vuoto V° (o forza elettromotrice f.e.m.) del generatore, poi chiudere l'interruttore e rilevare sia il valore della tensione V_C sotto carico sia il valore dell'intensità di corrente I che percorre il circuito; con questi calcolare il valore della resistenza interna R_i del generatore:

$$\begin{array}{ll}
 \text{Tensione a vuoto (f.e.m.)} & : E = \dots\dots V \\
 \text{Tensione sotto carico} & : V_C = \dots\dots V \\
 \text{Intensità di corrente} & : I = \dots\dots \text{ mA} = \dots\dots A \\
 \\
 \text{Resistenza del generatore} & : R_i = \frac{E - V_C}{I} = \dots\dots \Omega
 \end{array}$$

Poiché la resistenza interna R_i del generatore è collegata in serie alla resistenza R dell'utilizzatore, la resistenza complessiva del circuito vale $R_i + R$. Applicando la legge di Ohm al circuito completo si ottiene che:

$$E = (R_i + R) \cdot I$$

Conclusioni: un circuito elettrico in corrente continua comprendente un generatore (di resistenza interna R_i e capace di produrre una forza elettromotrice E) ed un utilizzatore (di resistenza R) è percorso da una corrente di intensità:

$$I = \frac{E}{R_i + R} \quad (\text{legge di Ohm dei circuiti in c.c.})$$

E 2.20. LE RETI ELETTRICHE**Elementi occorrenti:**

1 El Piastra di base	1
Piastrille con spine per detta:	
2 El Conduttore a T	2
3 El Conduttore ad angolo	3
4 El Conduttore ad angolo con boccola	1
6 El Conduttore di collegamento al circuito	2
7 El Conduttore diritto	3
8 El Conduttore diritto con boccola	2
10 El Accumulatore 1,2 V	2
11 El Interruttore	1
13 El Resistenza 100 Ω	1
19 El Conduttore interrotto con due boccole	2

Voltmetro – Amperometro

Foglio da disegno

Rete elettrica é un insieme di circuiti collegati fra loro. Nelle reti elettriche si distinguono i nodi (punti di incontro di due o piú conduttori), i **lati** (tratti di circuito compresi fra due nodi) e le maglie (qualsiasi circuito chiuso). Il funzionamento delle reti obbedisce ai due principi di Kirchoff, detti rispettivamente “**regola dei nodi**” e “**regola delle maglie**”.

Scopo della presente prove é ricavare sperimentalmente le suddette regole, grazie alle quali é possibile risolvere tutti i problemi delle reti elettriche, utilizzando una rete comprendente due nodi e tre maglie.

Montaggio: predisporre il circuito schematizzato nell’illustrazione.

Le interruzioni dei tre lati, da ponticellare con cavetti, servono per l’inserimento dell’amperometro con fondo scala 30 mA=, mediante il quale vengono misurate le intensità di corrente, che percorrono le varie maglie e che confluiscono nei due nodi.

Il voltmetro con fondo scala 3 V= va inserito in parallelo a ciascun generatore in modo da misurare la tensione a vuoto di ognuno (con i circuiti non ponticellati) e la tensione sotto carico (con i circuiti chiusi).

Esperimento: prima di iniziare la parte sperimentale disegnare lo schema del circuito, indicando con G' e G'' i due generatori (accumulatori da 1,2 V), con R l'utilizzatore (resistenza da 100 Ω), con A e B i nodi, con I' e I'' le intensità di corrente fornite dai due generatori e con I la corrente che attraversa R; scelto come verso positivo della corrente il verso orario, indicare con alcune frecce orientate il verso delle tre intensità di corrente suddette. Preparare una tabella come quella sotto indicata per poter annotare via via i valori di ciascuna grandezza ricavati sperimentalmente:

Tensioni a vuoto	Tensioni sotto carico	Intensità di corrente	Resistenza interna
$E' = \dots\dots\dots V$	$V_{C1} = \dots\dots\dots V$	$I = \dots\dots\dots mA = \dots\dots\dots A$	$r = \dots\dots\dots \Omega$
$E'' = \dots\dots\dots V$	$V_{C2} = \dots\dots\dots V$	$I = \dots\dots\dots mA = \dots\dots\dots A$	$r = \dots\dots\dots \Omega$

Senza ponticellare i circuiti misurare la tensione a vuoto E' del generatore G' poi inserire l'ampmetro in serie alla resistenza da 100Ω e ponticellare le boccole a lato di G' : in tal modo si potrà misurare l'intensità di corrente I e al tensione sotto carico V_{C1} per calcolare $r' = (E - V_{C1})/I$.

Usare analogo procedimento per misurare E'' , I e V_{C2} e calcolare r'' .

Resta ora da misurare le intensità di corrente I , I' , I'' , quando entrambi i generatori sono inseriti nella rete. Allo scopo è sufficiente inserire l'ampmetro, in successione, a chiusura di ciascuna interruzione e ponticellare le altre due.

Tenuto conto dei segni, si osserva che nel nodo A è $I' + I'' = I$ e in B

Applicando la legge di Ohm per i circuiti in c.c. a ciascuna delle tre maglie si ottiene:

$$\begin{array}{ll}
 \text{Maglia AG'BUA} & : \quad E' = r'I + RI \\
 \text{Maglia AG''BUA} & : \quad E'' = r''I + RI \\
 \text{Maglia AG'BG''A} & : \quad E' - E'' = r'I' + r''I''
 \end{array}$$

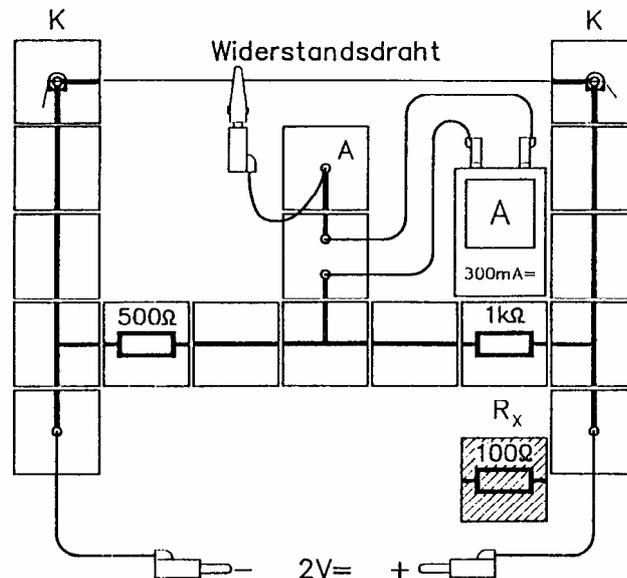
Conclusioni: la somma delle correnti che entrano in un nodo è uguale alla somma delle correnti che escono dal nodo stesso (regola dei nodi o **primo principio di Kirchoff**).

In una maglia la somma algebrica delle forze elettromotrici (tensioni a vuoto dei generatori) è uguale alla somma algebrica delle cadute di potenziale (infatti $E - V_C = r'I$ e $V_C = RI$ per cui $E = r'I + RI$) Questa è la regola delle maglie o **secondo principio di Kirchoff** ed altro non è che la legge di Ohm generalizzata.

E 2.21. IL PONTE DI WHEATSTONE

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrelle con spine per detta:	
2 El Conduttore a T	3
5 El Conduttore ad angolo con boccola	2
6 El conduttore di collegamento al circuito	3
7 El Conduttore diritto	6
12 El Resistenza 1 k Ω	1
13 El Resistenza 100 Ω	1
14 El Resistenza 500 Ω	1
19 El Conduttore interrotto con due boccole	1
17 El Morsetto a bocca di coccodrillo con spine	
26 El filo di costantana diametro 0,2 mm	3
Amperometro	
Alimentatore	
Fili di collegamento	5
Righello	



Per misurare il valore incognito di una resistenza spesso si fa uso del ponte di Wheatstone, un dispositivo, nel quale la resistenza sconosciuta viene confrontata con resistenze note. Il metodo si basa sui principi di Kirchoff e sulla constatazione che, se gli estremi di un lato di una maglia sono allo stesso potenziale, in quel lato non circola corrente.

Scopo dell'esperimento è studiare il funzionamento del ponte di misura a filo costruito da Wheatstone, attraverso la determinazione del valore sconosciuto di una resistenza.

Montaggio: predisporre il circuito secondo l'illustrazione.

Inserire nelle piastrelle K i due morsetti a bocca di coccodrillo e fra questi tendere un filo di costantana di 0,2 mm di diametro; fra la piastrella A ed il filo stabilire un collegamento mobile mediante un cavetto ed un morsetto a bocca di coccodrillo; nel lato centrale del circuito è allacciato l'amperometro con fondo scala 30 mA=.

Esperimento: applicare al circuito una tensione continua di 2 V, poi spostare il contatto mobile lungo il filo di costantana fino a portare l'indice dello strumento sullo zero (il che significa che in questo lato del circuito non passa più corrente). In questa situazione i tratti di filo a sinistra ed a destra del contatto si comportano come resistenze fisse, essendo noto, ormai, che la resistenza di un filo dipende dalla sua lunghezza. Pertanto, se si conosce il valore di una terza resistenza (ad esempio quella da 500 Ω), si può determinare con facilità il valore incognito della quarta (nel caso dell'illustrazione quella da 1 k Ω e, successivamente da 100 Ω). Misurato il valore della lunghezza dei due tratti del filo di costantana (mediante un righello), osservare che il rapporto fra il tratto l' (a sinistra) e l'' (a destra) è uguale al rapporto fra le altre due resistenze, cioè $1 : 2 = 500 : 1000$.

L'ulteriore conferma si ha, quando, sostituita la resistenza da 1000 Ω con quella da 100 Ω e riequilibrato il ponte, si nota che il rapporto fra la lunghezza dei due tratti del filo è $5 : 1$ ed il rapporto fra le resistenze è $500 : 100$.

Conclusioni: nel ponte a filo secondo Wheatstone il rapporto fra le lunghezze l' ed l'' dei due tratti di filo, individuati dalla posizione del contatto mobile quando l'amperometro segna zero, è uguale al rapporto fra la resistenza R nota e la resistenza R_x ignota:

$$l' : l'' = R : R_x$$

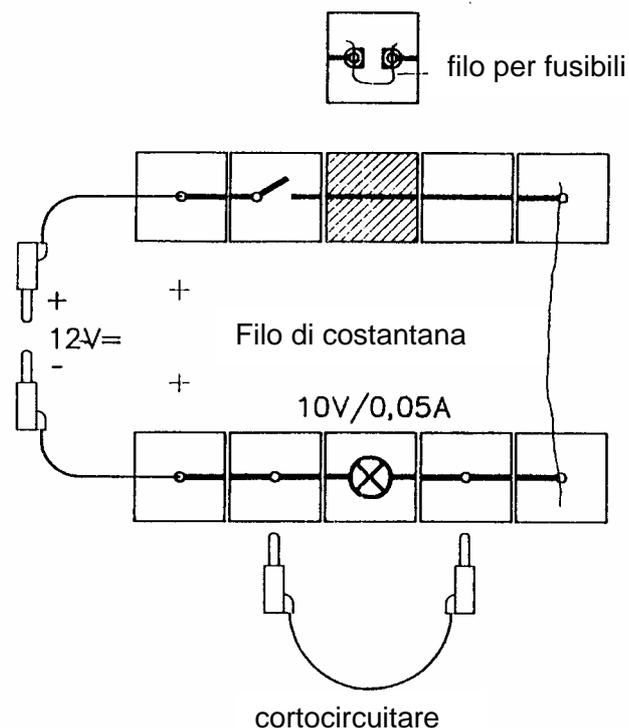
Pertanto, conoscendo il valore di R e misurando le lunghezze l' ed l'' , si può determinare il valore sconosciuto della quarta resistenza.

Con il ponte a filo la misura della resistenza è molto più precisa di quella ottenuta con legge di Ohm (esperimenti E 2.2. ed E 2.3.).

E 3.1. ENERGIA ELETTRICA; TERMICA E LUMINOSA

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrelle con spine per detta:	
6 El Conduttore di collegamento al circuito	4
7 El conduttore diritto	2
8 El Conduttore diritto con boccola	1
11 El Interruttore	1
18 El Portalampada E 10	1
19 El Conduttore interrotto con cue boccole	1
17 El Morsetto a bocca di coccodrillo con spina	2
24 El Lampada E 10 10 V/0,05 A	1
25 El Filo per fusibili diametro 0,1 mm	
27 El filo di costantana diametro 0,2 mm	
Alimentatore	
Fili di collegamento	3



È noto dalle precedenti esperienze che la corrente elettrica, percorrendo un conduttore, lo riscalda a causa degli urti degli elettroni di conduzione contro gli ioni del metallo costituente il conduttore stesso. Normalmente il fenomeno è dannoso e si cerca di contenerlo in limiti accettabili, progettando i circuiti in rigoroso rispetto delle leggi di Ohm ed inserendo nei medesimi circuiti dei dispositivi, che interrompono il passaggio della corrente, allorché questa supera un certo valore. In altri casi, invece, la produzione di calore viene sfruttata per fini pratici, come nelle stufe ed in molti elettrodomestici e, se l'arroventamento del conduttore supera i 2000°C per produrre energia luminosa.

Scopo del presente esperimento è esaminare l'effetto termico e luminoso prodotti dalla corrente elettrica.

Montaggio: predisporre il circuito come appare nell'illustrazione.

Il circuito elettrico, comprendente come utilizzatore la lampadina da 10 V/0,05 A è chiuso dal pezzo di filo di costantana (lungo cm 15), teso tra i morsetti a bocca di coccodrillo A e B, ed alimentato con una tensione continua regolabile da 0 a 12 V.

Esperimento 1: aumentare lentamente il valore della tensione applicata ed osservare che il filamento della lampadina passa dal colore bruno, al rosso, all'arancione, al bianco, riscaldando la lampada ed emettendo luce. L'intensità luminosa è massima, quando la tensione supera di poco i 10 V. Non aumentare oltre, ma ridurre gradualmente la tensione fino a 0 V.

Esperimento 2: cortocircuitare la lampada mediante un cavetto inserito nelle boccole C e D poi aumentare lentamente la tensione: si osserverà che la lampada non si accende, in quanto la corrente fluisce attraverso il cavetto di bassissima resistenza ohmica, montato in parallelo alla lampada, mentre il filo di costantana si surriscalda fino a diventare incandescente, quando la tensione raggiunge i 12 V. A questo punto, per non bruciare il filo di costantana spegnere l'alimentatore.

Esperimento 3: sostituire la piastrina tratteggiata con una piastrina conduttore interrotto, inserire nelle bocche di questa due morsetti a bocca di coccodrillo, fra i quali dovrà essere teso un pezzetto di filo per fusibili ed infine accendere l'alimentatore, ancora disposto su 12 V. Si noterà che il filo per fusibili si arroventa e si interrompe senza che la temperatura del filo di costanza aumenti di molto.

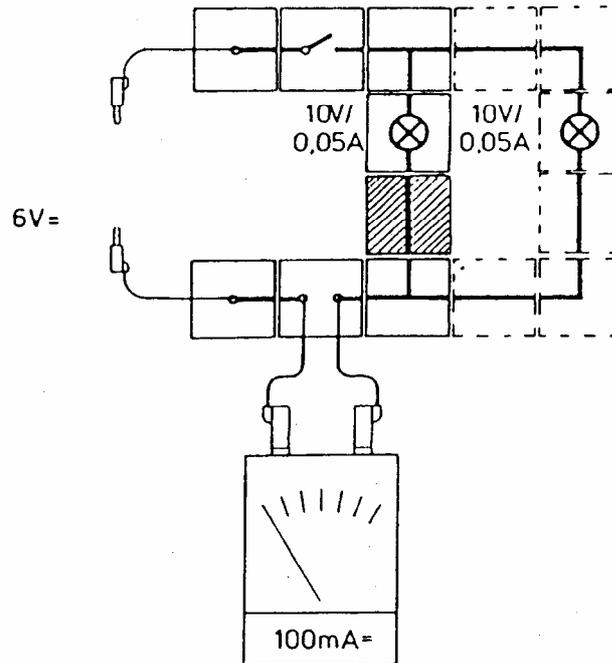
Conclusioni: l'effetto termico e l'effetto luminoso, prodotti dalla trasformazione dell'energia elettrica, possono essere sfruttati con dispositivi, nei quali la temperatura del conduttore, utilizzato per determinare i fenomeni suddetti, possa aumentare fino a raggiungere l'equilibrio termico – dinamico con l'ambiente, senza superare tale limite.

Nel fusibile il superamento del limite suddetto viene utilizzato per interrompere un circuito, nel quale un sovraccarico od un corto circuito, determinando un incremento notevole dell'intensità di corrente, potrebbero danneggiare il circuito stesso.

E 3.2. LAVORO ELETTRICO EL POTENZA ELETTRICA

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrelle con spine per detta:	
2 El Conduttore a T	2
3 El Conduttore ad angolo	2
6 El Conduttore di collegamento al circuito	2
7 El Conduttore diritto	4
11 El Interruttore	1
18 El Portalampada E 10	2
19 El Conduttore interrotto con due boccole	1
24 El Lampadina E 10 10 V/0,05 A	2
Voltmetro – Amperometro	
Alimentatore	
Fili di collegamento	6



Nei metalli le cariche elettriche sono libere, tuttavia, per farle muovere lungo un conduttore ed ottenere l'intensità di corrente I , occorre applicare agli estremi del conduttore stesso una differenza di potenziale V mediante un generatore. Al lavoro svolto dal generatore nel tempo t , per mantenere costante la differenza di potenziale, corrisponde una produzione di energia elettrica, la quale, a sua volta, può essere impiegata da un utilizzatore (lampadina, riscaldatore, motore elettrico, ecc.....) per produrre calore, luce, **lavoro meccanico**, ecc..... Il lavoro meccanico svolto nell'unità di tempo (1 secondo) è definito **potenza elettrica**. Nel sistema SI l'unità di lavoro è il **Joule (J)** e l'unità di potenza è il **watt (W)**.

Scopo dell'esperimento è ricavare la relazione che lega la potenza elettrica alla tensione ed all'intensità di corrente.

Montaggio: predisporre il circuito secondo l'illustrazione, osservando che le parti tratteggiate saranno impiegate nella seconda e terza prova.

La tensione inizialmente applicata al circuito è di 6 V=; il voltmetro ha fondo scala 10 V= e l'amperometro 100 mA.

Esperimento 1: utilizzando una sola lampadina, chiudere il circuito e misurare sia la tensione che l'intensità di corrente. Osservare la luminosità della lampada.

Tensione applicata: $V = 6 \text{ V=}$
Potenza: $P = \dots\dots\dots \text{ W}$

Intensità di corrente: $I = \dots\dots \text{ mA} = \dots\dots\dots \text{ A}$
Lavoro elettrico: $L = P \cdot t = \dots\dots\dots \text{ J}$

Esperimento 2: togliere la piastrina tratteggiata e montare in sua vece quella con la seconda lampada, la quale risulterà in parallelo con la prima. Chiusure il circuito ed osservare che, con la tensione a 6 V, le lampadine si accendono appena e l'amperometro indica per l'intensità di corrente un valore dimezzato rispetto al precedente:

Tensione applicata: $V = 6 \text{ V=}$
Potenza complessiva: $P = \dots\dots\dots \text{ W}$

Intensità di corrente: $I = \dots\dots \text{ mA} = \dots\dots\dots \text{ A}$
Lavoro elettrico: $L = P \cdot t = \dots\dots\dots \text{ J}$

Aumentare la tensione fino a riportare I al valore della prova I in modo da eguagliare anche la luminosità delle lampade: in questa condizione si noterà che $V = 12 \text{ V}$:

Tensione applicata: $V = 12 \text{ V} =$ Intensità di corrente: $I = \dots\dots \text{ mA} = \dots\dots \text{ A}$
 Potenza complessiva: $P = \dots\dots \text{ W}$ Lavoro elettrico: $L = P * t = \dots\dots \text{ J}$

Esperimento 3: modificare il circuito secondo l'illustrazione, in modo da avere i due utilizzatori in parallelo. Riportare la tensione a 6 V , poi chiudere l'interruttore. Osservare che la luminosità delle lampade ugualgia quella della lampada sola della prova 1, ma che l'intensità di corrente I è doppia.

Conclusioni: dai risultati delle tre prove si ricava che la potenza è direttamente proporzionale alla tensione V ed all'intensità di corrente I ; pertanto

$$P = V * I$$

Calcolare la potenza nei tre casi esaminati ed inserire i valori nelle rispettive tabelle.

Per quanto concerne il lavoro, ricordando che questo è uguale alla potenza per il tempo durante il quale l'utilizzatore è in funzione, è facile calcolare la entità della relazione $L = T * t = V * I * t$.

Ad esempio, se $t = 1 \text{ ora} = 3600 \text{ secondi}$, il lavoro svolto (e quindi l'energia elettrica assorbita dall'utilizzatore) sarà $L = P * 3600 = V * I * 3600$.

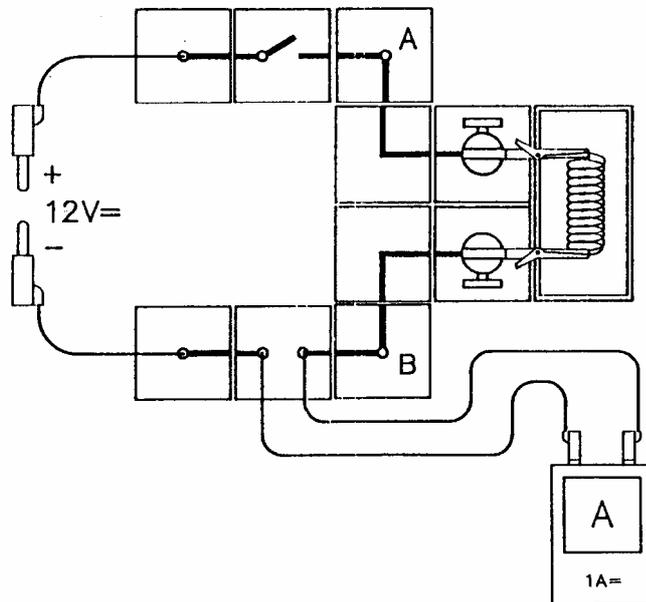
Calcolare il valore di L nei tre casi esaminati ed inserirlo nelle rispettive tabelle.

Nota: l'energia elettrica prelevabile dalla rete di distribuzione da parte degli utilizzatori domestici ed industriali viene misurata in **KWh**. ($1 \text{ KWh} = 3.600.000 \text{ J}$)

E 3.3. LAVORO ELETTRICO E CALORE

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrille con spine per detta:	
3 El Conduttore ad angolo	2
5 El Conduttore ad angolo con boccola	2
6 El Conduttore di collegamento al circuito	2
11 El Interruttore	1
16 El Piastrille con morsetto	2
19 El Conduttore interrotto con due boccole	1
16 El Supporto con fenditura e foro	
17 El Morsetti a bocca di coccodrillo con spina	2
21 El Vaschetta in plastica	1
27 El filo di costantana 0,2 mm	1
Voltmetro – Amperometro	
Alimentatore	
Fili di collegamento	6
Acqua – Termometro	



Gli utilizzatori sono dispositivi, mediante i quali l'energia elettrica può essere trasformata in altre forme di energia; così, ad esempio, i riscaldatori (stufe, resistenze corazzate, ecc....) producono calore a spese dell'energia elettrica assorbita.

Scopo del presente esperimento è calcolare il lavoro elettrico su un modello di bollitore ad immersione.

Montaggio: realizzare il circuito schematizzato in figura.

L'elemento riscaldante va costituito con un pezzo di filo di costantana lungo cm 40 avvolto a spirale su una matita, lasciando due tratti lineari di cm 10 alle estremità. Questi tratti vanno pinzati con i due morsetti a bocca di coccodrillo e consentono di regolare la posizione della spirale in modo che essa risulti a pochi millimetri dal fondo della vaschetta di plastica. Versare acqua in quest'ultima fino a ricoprire completamente la spirale (cm 1 – 1,5).

Inserire l'amperometro con fondo scala 1 A= in serie al riscaldatore e, fra le piastrille A e B il voltmetro con fondo scala 30 V=.

Esperimento: misurare con un termometro la temperatura dell'acqua, poi fissare a 12 V= la tensione sull'alimentatore. Chiudere il circuito e contemporaneamente far partire l'orologio. Mentre la spirale scalda l'acqua leggere ed annotare il valore della tensione V e dell'intensità di corrente I. Dopo 5 minuti esatti aprire il circuito e leggere la temperatura finale dell'acqua (agitare un po' con il termometro).

Temperatura iniziale : T = °C Temperatura finale : T = °C
 Tensione applicata : V = V Intensità di corrente : I = A

Potenza : $P = V * I = \dots\dots\dots V * \dots\dots\dots A = \dots\dots\dots W$

Per calcolare il lavoro elettrico occorre moltiplicare la potenza P per i 300 secondi, durante i quali il riscaldatore é stato in funzione:

$$\text{Lavoro elettrico: } L = P * t = \dots\dots\dots W * 300 \text{ s} = \dots\dots\dots J$$

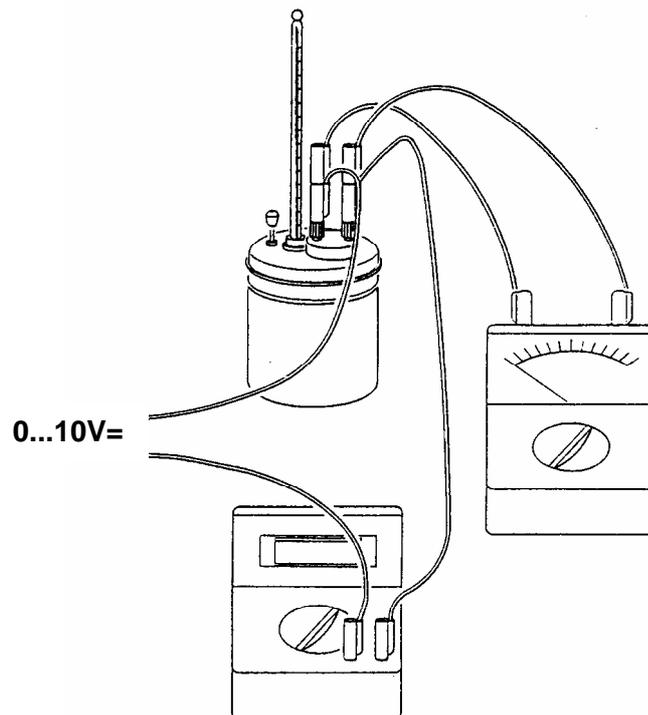
Da che cosa dipende l'aumento di temperatura dell'acqua?

Conclusioni: per scaldare l'acqua la corrente elettrica effettua un lavoro. L'entità di questo lavoro dipende dal tempo di funzionamento del riscaldatore e dal suo consumo di energia elettrica; la potenza del riscaldatore dipende dell'intensità di corrente che lo percorre. L'aumento di temperatura dell'acqua dipende anche da un altro fattore. Si sarebbe riscontrato lo stesso aumento di temperatura, se la quantità di acqua doppia di quella impiegata in precedenza.

E 3.4. LEGGE DI JOULE

Elementi occorrenti:

1 C Termometro	1
-10° +110°C	
5 C Cilindro in plastica graduato, ml 100	1
13 C Calorimetro	1
Voltmetro – Amperometro	
Alimentatore	
Fili di collegamento	5
Acqua – Cronometro	



Lo sviluppo di calore, determinato dal passaggio della corrente elettrica in un conduttore, è definito “**effetto Joule**”. Il calore sviluppato nel tempo t , come si è visto nell’esperimento E 3.3., è il lavoro svolto nello stesso tempo dalle cariche elettriche (intensità di corrente I) per percorrere il conduttore sotto l’azione della differenza di potenziale V applicata ai capi del medesimo.

Scopo dell’esperimento è ricavare la relazione che lega il lavoro elettrico alla quantità di lavoro sviluppata da un conduttore percorso da corrente.

Per minimizzare le dispersioni termiche verrà usato un sistema isolato (calorimetro), nel quale, il conduttore riscalderà per un tempo t una determinata massa di acqua m .

Montaggio: misurare con precisione 100 ml d’acqua con il cilindro graduato oppure 100 g con una bilancia, ed immerterli nel calorimetro.

Collegare il riscaldatore ad immersione (resistenza R) all’alimentatore per corrente continua, interponendo nel circuito (cioè in serie alla resistenza) lo amperometro con fondo scala 10 A= ed allacciare alle stesse boccole del riscaldatore il voltmetro con fondo scala 30 V=, che misurerà la tensione applicata. Il termometro, per misurare la temperatura dell’acqua, va inserito nel calorimetro attraverso l’apposito tappo di gomma; per rendere uniforme la temperatura della massa d’acqua, il calorimetro è dotato di un agitatore, al cui astina, dovrà essere sollevata ed abbassata alcune volte prima di effettuare le letture sul termometro.

Esperimento: accendere l’alimentatore e regolare la tensione in modo che l’intensità di corrente sia $I = 1 \text{ A}$ =. Spegnerne l’alimentatore e muovere l’agitatore, poi leggere la temperatura iniziale T_i dell’acqua. Accendere nuovamente lo alimentatore e far partire il cronometro. Leggere ed annotare il valore della tensione V e dell’intensità di corrente I . Dopo 300 secondi spegnere l’alimentatore, agitare l’acqua e misurare la temperatura finale T_f . Calcolare l’incremento di temperatura $T_f - T_i$.

Tensione applicata: $V = \dots\dots\dots \text{ V}$
 Tempo: $T = 300 \text{ s}$

Intensità di corrente: $I = \dots\dots\dots \text{ A}$
 Aumento di temperatura: $T_f - T_i = \dots\dots\dots \text{ °C}$

Accendere l’alimentatore e regolare la tensione in modo che l’intensità di corrente sia $I = 2 \text{ A}$ =. Spegnerne l’alimentatore, agitare e misurare la nuova temperatura iniziale dell’acqua. Riaccendere

l'alimentatore e procedere come nella prova precedente fino a calcolare l'aumento di temperatura $T_f - T_i$:

Tensione applicata: $V = \dots\dots\dots V$ Intensità di corrente: $I = \dots\dots\dots A$
Tempo: $T = 300 \text{ s}$ Aumento di temperatura: $T_f - T_i = \dots\dots\dots ^\circ\text{C}$

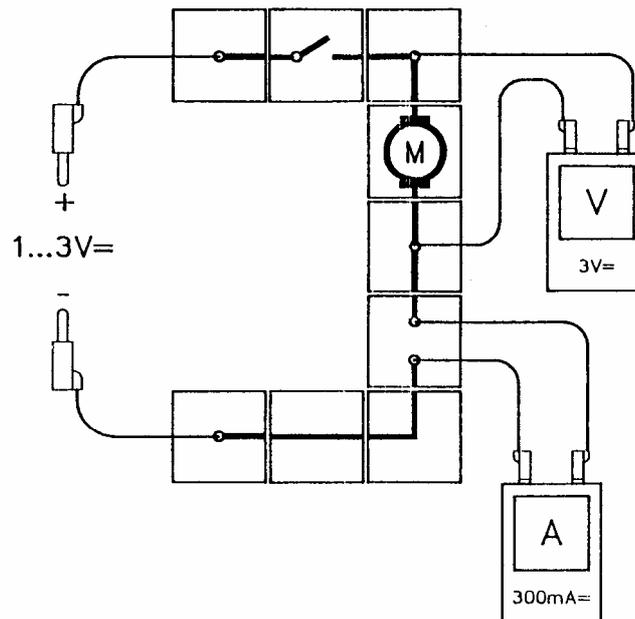
Dall'esame dei risultati si rileva immediatamente che, raddoppiando l'intensità di corrente, il salto di temperatura diventa quadruplo; il che significa, se si ricordano gli esperimenti di Termologia (C 3.1. C 4.4.), che anche la quantità di calore assorbita dai 100 g di acqua è quadruplicata. Ciò può essere spiegato, notando che il lavoro elettrico $L = V * I * t$, in base alla legge di Ohm $V = I * R$, può essere scritto nella forma $L = R * I^2 * t$.

Conclusioni: la quantità di calore prodotta da un conduttore percorso da una corrente continua durante un dato intervallo di tempo è direttamente proporzionale alla resistenza del conduttore, al quadrato dell'intensità di corrente ed all'intervallo di tempo.

E 3.5. POTENZA DI UN MOTORE ELETTRICO

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrelle con spine per detta:	
3 El Conduttore ad angolo	1
5 El Conduttore ad angolo, con boccola	1
6 El Conduttore di collegamento al circuito 2	
7 El Conduttore diritto	1
8 El Conduttore diritto, con boccola	1
11 El Interruttore	1
19 El Conduttore interrotto, con due boccole	1
40 E2 Motorino in piastrina	1
Voltmetro – Amperometro	
Alimentatore	
Fili di collegamento	6



Gli utilizzatori esaminati nelle schede precedenti impiegano l'energia elettrica per produrre calore e luce, il motore elettrico serve per produrre energia meccanica. Il principio di funzionamento del motore elettrico verrà studiato in elettromagnetismo (esperienze E 10.2., E 10.3., E 10.4.), in questa sede esso viene considerato alla stessa stregua degli altri utilizzatori al fine di calcolarne la potenza e di vedere da che cosa questa dipende.

Montaggio: predisporre il circuito secondo l'illustrazione.

La tensione applicata al motore viene indicata dal voltmetro (fondo scala 3V=) e l'intensità di corrente assorbita è misurata dall'ammeter con fondo scala 300 mA=; gli strumenti vanno inseriti nel circuito nel modo usuale: in parallelo all'utilizzatore il voltmetro, in serie l'ammeter. La tensione continua, prelevata da un alimentatore, deve essere regolabile fino a 3 V=.

Esperimento 1: chiudere il circuito e regolare la tensione a 1 V; leggere il valore dell'intensità di corrente ed osservare come ruota l'asse del motore.

compilare una tabella come quella sotto riportata ed annotare il valori delle misurazioni e le osservazioni.

Aumentare la tensione a 2 V e poi a 3 V, ripetendo in entrambi i casi le misurazioni e le osservazioni:

Tensione	Intensità di corrente	Potenza	Velocità di rotazione
V = 1 V	I = mA = A	V * I = W	bassa
V = 2 V	I = mA = A	V * I = W	.....
V = 3 V	I = mA = A	V * I = W	.....

Con i valori di V e di I calcolare la potenza in W del motore.

Esperimento 2: fissare la tensione a 2 V=: l'intensità di corrente I, e quindi anche la potenza P, avranno i valori riscontrati nella precedente prova.

Mentre il motore gira stringere leggermente con le dita l'asse rotante e leggere l'amperometro: l'intensità di corrente I aumenta e, consecutivamente, il motore assorbe maggiore potenza. Stringere ancora le dita fino a fermare il motore per un breve istante e contemporaneamente leggere l'amperometro: l'intensità di corrente I aumenta ancora e raggiunge il valore di corto circuito (in queste condizioni di sforzo, se l'intervallo di tempo non è breve, il motore viene danneggiato irrimediabilmente!).

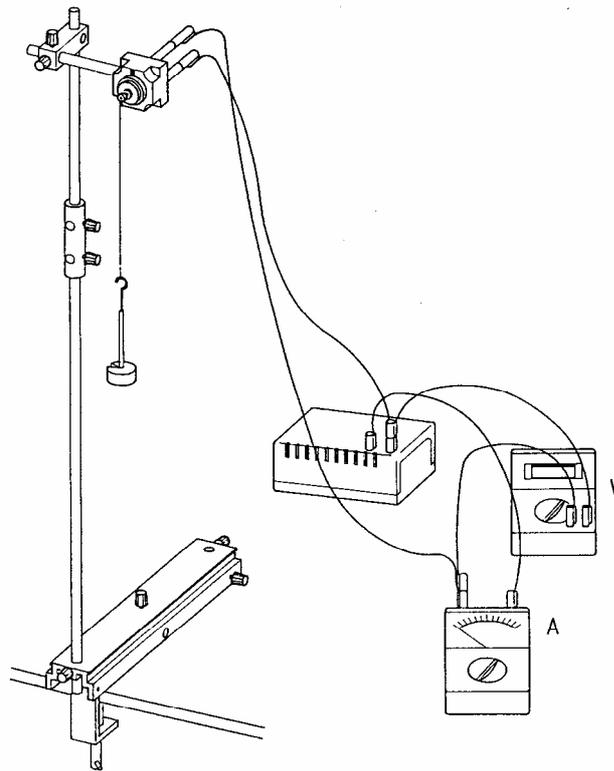
Conclusioni: la potenza di un motore elettrico è definita dal prodotto della tensione per l'intensità di corrente: $P = V \cdot I$.

La velocità di rotazione di un motore in corrente continua, non sottoposto a sforzo, dipende dalla tensione applicata: aumentando la velocità, aumenta la potenza assorbita. La potenza assorbita aumenta anche in funzione dello sforzo, al quale il motore viene sottoposto; e se questo è tale da non poter essere superato il motore si ferma e "brucia".

E 3.6. LAVORO ELETTRICO E LAVORO MECCANICO

Elementi occorrenti:

1 S Base cm 30	1
2 S Asta da stativo cm 25	1
5 S Morsa da tavolo	1
8 S Rocchetto di filo	1
9 S Forbici	1
10 S Manicotto di prolungamento	1
12 S Morsetto doppio	1
7 M1 Piattello portamasse	1
8 M1 Massa con intaglio 50 g	2
27 M1 Metro a nastro	1
29 M1 Asta da stativo cm 50	1
11 M2 Vibratore elettrico	1
Voltmetro – Amperometro	
Alimentatore	
Fili di collegamento	5
Cronometro	



Il motore elettrico é una macchina capace di ridurre lavoro meccanico a spese di energia elettrica. Scopo dell'esperimento é studiare questo tipo di trasformazione e calcolare il rendimento della macchina che lo esegue.

Montaggio: secondo l'illustrazione. La base di alluminio viene fissata al bordo del tavolo mediante la morsa; l'asta verticale da cm 50 va prolungata con un'asta da cm 25 e con il manicotto di giunzione.

All'estremità superiore dello stativo, tramite un morsetto, va montato il vibratore elettrico su asta, osservando che l'asse di rotazione sporga dal tavolo di modo che la funicella, avvolta sulla puleggia, possa raggiungere il pavimento. La funicella, lunga circa cm 150 deve essere fissata alla puleggia ed avvolta su di essa di alcuni giri; all'estremità libera, legata ad occhiello, va agganciato un piattello porta-pesi con 2 masse a disco da g 50 (massa totale g 110). Il voltmetro, con fondo scala 3 V=, é inserito in parallelo al motore, in serie é collegato l'amperometro con fondo scala 10 A=.

Impostare l'alimentatore inizialmente su 2 V=, poi accenderlo e regolare la tensione in modo che il motore sollevi il carico; **attenzione**, se la tensione diminuisce il carico scende nuovamente al suolo.

Spegnere l'alimentatore e, quando il piattello é a terra, avvolgere la funicella fino a che essa risulta tesa.

Esperimento: per effettuare la prova é necessaria la partecipazione di 3 componenti del gruppo. Misurare anzitutto l'altezza h di sollevamento del carico, poi un membro del gruppo accende l'alimentatore e fa partire, nello stesso istante, il cronometro; il secondo membro legge ed annota i valori indicati dagli strumenti ed infine il terzo deve afferrare il carico, quando questo raggiunge l'altezza stabilita, e spegnere l'alimentatore; nell'istante, in cui il carico raggiunge la predetta altezza, il primo allievo deve arrestare il cronometro.

Il lavoro elettrico ed il lavoro meccanico possono essere calcolati con i risultati delle misurazioni effettuate ed annotati:

Tensione applicata al motore	: V = V
Intensità di corrente assorbita	: I = A
Potenza elettrica assorbita	: P = V * I = W
Tempo di funzionamento	: t = s
Lavoro elettrico	: L _e = P * t = W * s = J
Massa del carico	: m = 110 g = 0,11 kg
Altezza di sollevamento	: h = cm = m
Lavoro meccanico	: L _m = m * g * h = J
Rendimento	: L _m /L _e = %

Conclusioni: fornendo energia elettrica ad un motore elettrico si ottiene lavoro meccanico. Come é noto, il rendimento di qualsiasi macchina non può superare 1; il rendimento del motore elettrico é molto elevato.

E 4.1. EFFETTO CHIMICO DELLA CORRENTE

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base 1

Pieastrelle con spine per detta:
6 El Conduttore di collegamento
al circuito 2

11 El Interruttore 1

15 El Piastrina con morsetto 2

19 El Conduttore interrotto
con due boccole 1

16 El supporto con fenditura 2

17 El Morsetti a bocca di
coccodrillo su spina 220 El Elettrodi a piastra:
carbone – ottone 2

21 El Vaschetta in plastica 1

Amperometro

Alimentatore

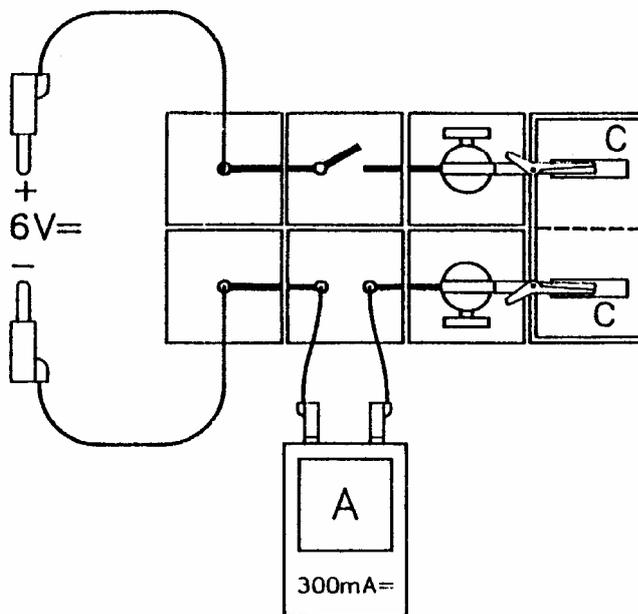
Fili di collegamento 4

Acqua – Sale da cucina

Soluzione tornasole

Acido solforico

Cartoncino – Forbici



Nell'esperimento E 1.7. si è visto che l'acqua pura non conduce la corrente, mentre sono conduttrici le soluzioni in acqua.

Scopo della presente prova è approfondire l'argomento, cercandone le ragioni e cercando di spiegare quello che è definito **"effetto chimico"** della corrente elettrica.

Montaggio: costruire il circuito secondo l'illustrazione.

Versare nella vaschetta una soluzione di sale da cucina in acqua ed aggiungervi alcune gocce di una soluzione tornasole violetto. Ritagliare da un cartoncino un rettangolo da inserire al centro della vaschetta come parete separatoria, praticandovi prima alcuni piccoli fori; questa eviterà la mescolanza fra le soluzioni a contatto dei due elettrodi. Sistemare la vaschetta a lato della piastra di base in corrispondenza delle due piastrelle, nelle quali sono state inserite le colonnine di supporto con i morsetti a bocca di coccodrillo; pinzare con questi gli elettrodi di carbone, quindi collegarne una al polo positivo dell'alimentatore, l'altro al polo negativo (l'elettrodo positivo sarà l'anodo, quello negativo il catodo).

Predisporre l'alimentatore su 6 V= e l'amperometro sul fondo scala 300 mA=.

Esperimento 1: accendere l'alimentatore e chiudere il circuito: l'amperometro segnala passaggio di corrente. Osservare lo spazio circostante gli elettrodi: dopo qualche minuto la soluzione attorno all'anodo vira dal violetto al rosso, mentre quella attorno al catodo passa dal violetto al bleu.

Esperimento 2: togliere la vaschetta e lavarla, dopo aver butto via la soluzione ed il cartoncino. Versare nella vaschetta una soluzione di acido solforico in acqua, preparata in precedenza (ml 5 – 8 di acido solforico in ml 100 di acqua). Sostituire gli elettrodi di carbone con le due laminette di ottone.

Accendere l'alimentatore e chiudere il circuito: l'amperometro segnala passaggio di corrente. Osservare la superficie degli elettrodi: si noterà che, dopo alcuni istanti, gli elettrodi si ricoprono di bollicine, le quali a poco a poco si staccano liberando del gas; il fenomeno si verifica su entrambi gli elettrodi.

Conclusioni: quando si applica una differenza di potenziale fra due elettrodi immersi in una soluzione di acidi, base, e sali da cucina in acqua, si verifica un passaggio di corrente. Senza entrare in spiegazioni di carattere chimico è sufficiente ammettere che l'effetto di conduzione osservato deriva dalla presenza di ioni negativi nella soluzione (l'acqua è un solvente fortemente polare); tali ioni migrano rispettivamente verso il catodo e verso l'anodo, dando luogo, oltre al trasporto di cariche elettriche, anche alle reazioni chimiche riscontrate.

Nel primo esperimento il cloro, che si libera sull'anodo, reagisce con gli ioni idrogeno (derivanti dall'acqua) e l'acido cloridrico, che si forma, produce la colorazione rossa del liquido; al catodo il sodio reagisce con gli ossidulioni (anch'essi dell'acqua), producendo idrossido di sodio, cioè la base che provoca la colorazione bleu.

Nel secondo esperimento l'acqua, resa conduttrice dalla presenza degli ioni derivanti dall'acido solforico, viene scissa nei suoi componenti idrogeno ed ossigeno.

Il procedimento, mediante il quale la corrente elettrica opera una trasformazione chimica, è detto **elettrolisi**; le soluzioni, nelle quali può avvenire l'elettrolisi, sono chiamate **elettroliti**.

E 4.2. IL PROCESSO GALVANICO

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base 1

Piastrille con spine per detta:
6 El Conduttore di collegamento
al circuito 2

11 El Interruttore 1

15 El Piastrilla con boccola
su spine 219 El Conduttore interrotto
con due boccole 116 El Supporto con fenditura
su spina 217 El Morsetto a bocca di
coccodrillo con spina 2

20 El Elettrodi a piastra 1

21 El Vaschetta in plastica 1

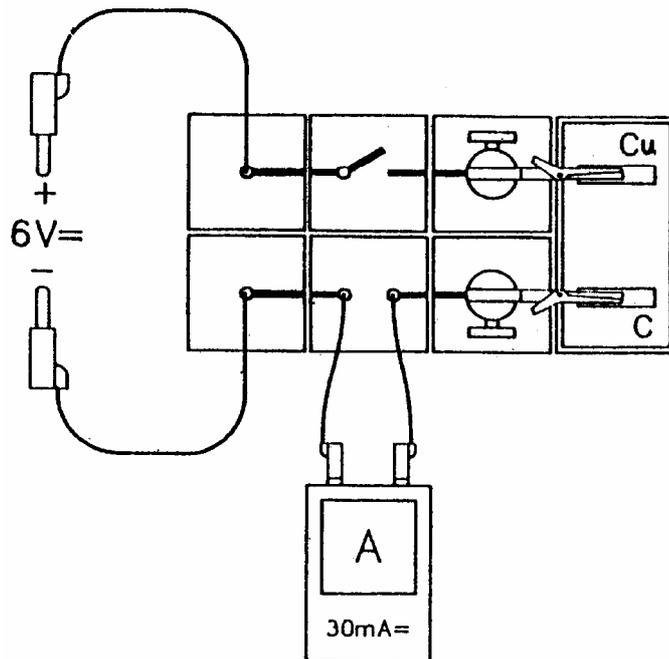
Amperometro

Alimentatore

Fili di collegamento 4

Solfato di rame – Acqua

Solfato di nichel



Molti oggetti di uso comune come le maniglie delle porte, posate, chiavi, etc. sono ricoperti da un sottile strato metallico, che li protegge e conferisce loro un aspetto gradevole. Il processo mediante il quale tale copertura viene effettuata industrialmente, si basa sull'elettrolisi.

Scopo dell'esperimento è mostrare come ciò avviene.

Montaggio: predisporre il circuito secondo l'illustrazione.

Versare la soluzione di solfato di rame nella vaschetta disposta a lato della piastra di base. Montare il supporto per gli elettrodi come nell'esperimento E 4.1. e pinzare fra le ganasce dei morsetti a bocca di coccodrillo un elettrodo (piastrina) di rame ed un cilindrico di carbone; gli elettrodi devono essere immersi nella soluzione per almeno un centimetro.

Collegare l'elettrodo di rame al polo positivo dell'alimentatore e quello di carbone al polo negativo. Regolare l'alimentatore su 6 V=. L'amperometro, collegato in serie al circuito, misura l'intensità di corrente che lo percorre: il suo fondo scala è 300 mA=.

Esperimento: accendere l'alimentatore e chiudere il circuito: l'amperometro indica un passaggio costante di corrente. Dopo alcuni minuti di funzionamento, si noterà la formazione di un sottile strato di colore rossastro sull'elettrodo di carbone. Continuare ancora per una decina di minuti, poi spegnere l'alimentatore, estrarre l'elettrodo di carbone e, senza toccare con le dita la parte ricoperta, lavarla con acqua corrente: si osserverà che lo strato lucente è costituito da rame.

Ripetere l'esperimento usando un elettrodo di ferro al posto di quello di carbone: il risultato sarà identico, se gli elettrodi sono stati sgrassati in precedenza con una straccio ed un po' di alcool.

Se si ha a disposizione del solfato di nichel, si possono ripetere le prove con la nuova soluzione ed ottenere un deposito di tale metallo.

Conclusioni: mediante la corrente elettrica è possibile ricoprire con un sottile strato metallico qualsiasi oggetto conduttore. Il procedimento, detto **galvanizzazione**, viene usato normalmente per proteggere il ferro e l'ottone dagli agenti atmosferici e per conferire bellezza e pregio ad oggetti costruiti con metalli e leghe comuni. A seconda del metallo usato per lo strato di rivestimento si ha la rama tura, al nichelatura, la cromatura, la zincatura ed anche l'argentatura e al doratura.

Il procedimento di galvanizzazione è conosciuto anche come **galvanostegia**.

E 4.3. LE PILE E LA SERIE ELETTROCHIMICA

Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base 1

Piastrelle con spine per detta:
6 El Conduttore di collegamento
al circuito 215 El Piastrina con boccola
su spine 216 El Supporto con fenditura
e spina 217 El Morsetti a bocca di
coccodrillo con spina 2

20 El Serie di elettrodi 1

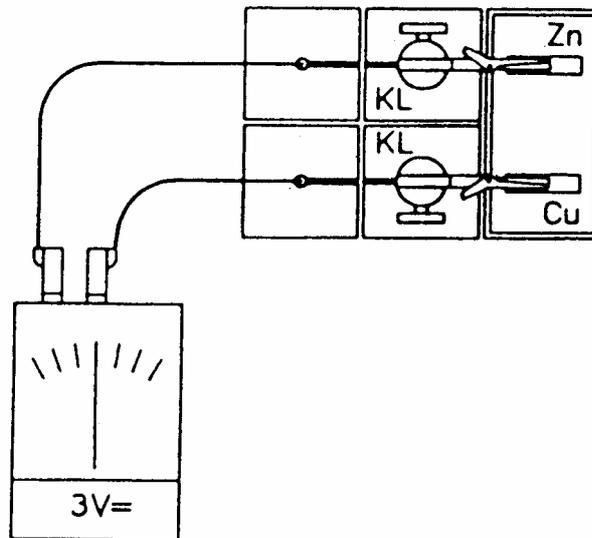
21 El Vaschetta di plastica 1

Amperometro

Alimentatore

Fili di collegamento 2

Acido solforico – Acqua



Le pile sono dei dispositivi capaci di convertire in energia elettrica l'energia liberata in seguito a reazioni chimiche.

Scopo dell'esperimento è studiare come una pila genera una forza elettromotrice.

Montaggio: predisporre il circuito secondo l'illustrazione.

La vaschetta di plastica, nella quale va versata la soluzione diluita (circa 1 : 20) di acido solforico in acqua, deve essere posta a lato della piastra di base in corrispondenza dei due supporti per elettrodi. Fra le ganasce dei due morsetti a bocca di coccodrillo devono essere pinzati gli elettrodi via via richiesti dalle prove. Il voltmetro con fondo scala 3 V= serve per misurare la forza elettromotrice (tensione a vuoto) sviluppata da ciascuna pila.

Esperimento 1: usare come elettrodi la lastrina di rame **Cu** e zinco **Zn**.

Dopo circa un minuto leggere ed annotare l'indicazione del voltmetro:

Polo positivo : lastrina di
 Polo negativo : lastrina di
f.e.m. Cu – Zn : V

Sostituire l'elettrodo di zinco con quello di ferro **Fe**:

Polo positivo : lastrina di
 Polo negativo : lastrina di
f.e.m. Cu – Fe : V

Sostituire l'elettrodo di ferro con quello di **ottone**:

Polo positivo : lastrina di
 Polo negativo : lastrina di
f.e.m. Cu – ottone: V

Sostituire l'elettrodo di ottone con quello di piombo **Pb**:

Polo positivo : lastrina di
 Polo negativo : lastrina di
f.e.m. Cu – Pb : V

Esperimento 2: con lo stesso procedimento usato nelle prove precedenti esaminare le coppie (Fe – Zn, Fe – Pb, Fe – Ottone) con l'elettrodo di ferro comune e successivamente quelle con l'elettrodo di zinco comune (Zn – Pb e Zn – ottone). Indicare in tabelle come quelle sopraindicate i risultati delle misurazioni. Elencare i metalli secondo i valori della f.e.m. sviluppati in coppia con il rame, con il ferro e con il piombo e trarre le conclusioni circa la scelta dei metalli da impiegare per costruire le pile.

Conclusioni: due elettrodi di diversi materiali immersi in una soluzione elettrolitica costituiscono un elemento chimico o pila.

L'elemento Cu – Zn, avente come elettrolita una soluzione diluita di acido solforico in acqua è noto come **pila di Volta**: esso produce una f.e.m. di circa $V=$ (esattamente $1,1 V=$).

Fra le pile realizzabili con i materiali esaminati risulta che la coppia Cu – Zn è quella che sviluppa la f.e.m. maggiore; seguono le altre, nelle quali il rame è ancora l'elettrodo positivo. Da ciò risulta che non si può costruire una pila con due elettrodi dello stesso metallo.

E 4.4. L'ACCUMULATORE AL PIOMBO

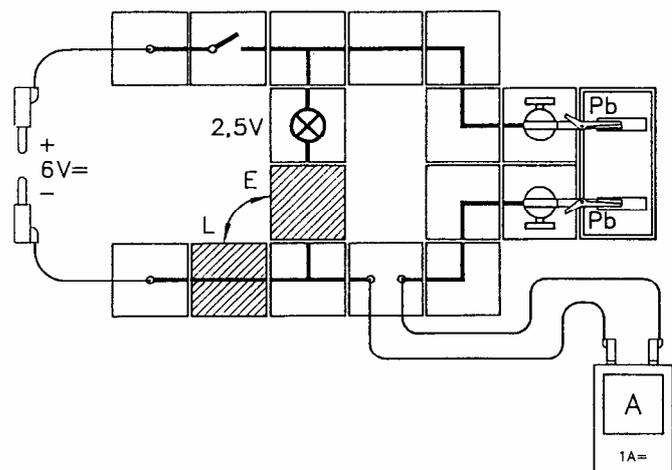
Elementi occorrenti:

1 El Piastra di base	1
Piastrelle con spine per detta:	
2 El Conduttore a T	2
3 El Conduttore ad angolo	4
6 El Conduttore di collegamento al circuito	2
7 El Conduttore diritto	2
11 El Interruttore	1
15 El Piastrina con boccia, su spine	2
18 El Portalampada E 10	1
19 El Conduttore interrotto con due bocche	1
16 El Supporto con fenditura	2
17 El Morsetto a bocca di coccodrillo	2
20 El Elettrodi a piastra (piombo)	2
21 El Vaschetta in plastica	1
23 El Lampada E 10; 2,5 V/0,2 A	1

Amperometro – voltmetro - Alimentatore

Fili di collegamento 4

Acido solforico – Acqua



Gli accumulatori, dei quali il tipo al piombo è il più diffuso e comune, possono essere ricaricati a differenza delle pile che, una volta esaurite, sono irrecuperabili.

Scopo dell'esperimento è studiare come un accumulatore al piombo possa immagazzinare energia elettrica a restituirla, quando questa gli viene richiesta.

Montaggio: costruire il circuito secondo l'illustrazione.

Nella cella elettrolitica, disposta a lato della piastra di base, versare una soluzione diluita (circa 1 : 20) di acido solforico in acqua.

Montare come nelle precedenti prove i supporti per gli elettrodi e pinzare fra la ganasce dei due morsetti a bocca di coccodrillo le due piastrine di piombo, preventivamente pulite e sgrassate, osservando che siano immerse per alcuni centimetri nella soluzione.

Nella fase di carica la piastrina conduttore diritto (tratteggiata) va inserita nella posizione L, nella fase di scarica essa dovrà essere spostata nella posizione E in modo da chiudere il circuito sulla lampadina da 2,5 V/0,2 A.

Collegare in serie all'accumulatore l'amperometro con fondo scala 300 mA= ed in parallelo il voltmetro con fondo scala 10 V=; infine allacciare il circuito all'alimentatore predisposto su 6 V=.

Esperimento: accendere l'alimentatore e chiudere il circuito in modo da fornire energia elettrica alla cella. Controllare l'indicazione degli strumenti, osservando anche il verso dell'intensità di corrente segnalata dall'amperometro. Osservare cosa succede agli elettrodi, lasciando l'accumulatore sotto carica per parecchi minuti (non meno di 15').

Aprire l'interruttore e spostare la piastrina tratteggiata in E : la lampadina si accende a dimostrare che l'accumulatore è ora un generatore.

Osservare gli strumenti con rapidità, in quanto la lampadina resta accesa per pochi secondi. La direzione della corrente, indicata dall'amperometro corrisponde a quella notata nella fase di carica?

Qual' è l'elettrodo di piombo che funziona da polo positivo dell'accumulatore?

Ripetere la fase di carica per confermare le risposte.

Conclusioni: durante la fase di carica di un accumulatore l'energia elettrica fornita viene immagazzinata sotto forma di energia chimica (infatti, se la fase di carica è sufficientemente lunga, si può osservare un cambiamento dell'aspetto degli elettrodi di piombo); durante la fase di scarica viene operata la trasformazione inversa, come si può vedere dall'accensione della lampadina.

Durante la scarica la corrente elettrica fluisce in direzione opposta rispetto al processo di carica.