

L'ENERGIA ELETTRICA E L'EFFETTO JOULE

In questa lezione esamineremo:

- l'energia elettrica
- la potenza elettrica
- l'effetto Joule

L'energia elettrica

P. 226

Come abbiamo già detto in precedenza, la funzione del generatore è quella di compiere il lavoro necessario perché le cariche elettriche si muovano all'interno del circuito. Questo lavoro è fatto a spese dell'energia interna del generatore. Tale energia può essere fornita al generatore sotto varie forme: sotto forma di energia chimica (pile, accumulatori), sotto forma di energia meccanica (dinamo), o sotto altre forme. Quando una carica Q passa da un polo all'altro del generatore attraverso il circuito esterno, il generatore compie il lavoro $L = Q \cdot \Delta V$. Ciò significa che il generatore in esame ha utilizzato una quantità di energia pari al lavoro $L = Q \cdot \Delta V$, cioè ha trasferito parte della sua energia interna alla carica elettrica Q in movimento (*energia elettrica*). La carica Q , una volta percorso il circuito, ha perso l'energia a essa fornita dal generatore. Per il principio di conservazione, tale energia non è sparita nel nulla, ma si è trasformata in altre forme di energia, a seconda dei tipi di carichi utilizzatori presenti nel circuito. Per esempio, se nel circuito sono inserite una stufa o una lampadina, l'energia si trasforma in energia termica; se invece è inserito un campanello (*fig. 1*), l'energia si trasforma in energia meccanica ecc.

Che cos'è l'energia elettrica

L'energia elettrica, dunque, è pari al lavoro $L = Q \cdot \Delta V$ fatto dal generatore a spese della propria energia interna.

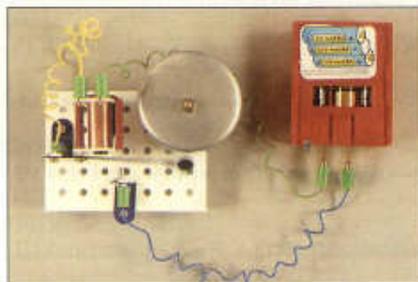
La quantità di energia elettrica E_{el} erogata dal generatore può anche essere espressa in funzione dell'intensità di corrente I , della resistenza del carico R e del tempo t , ossia:

$$E_{el} = L = Q \cdot \Delta V = \Delta V \cdot I \cdot t = R \cdot I^2 \cdot t$$

Questo modo di esprimere il valore dell'energia elettrica erogata ci fornisce indicazioni molto utili per valutare il consumo dell'energia elettrica. Infatti ci dice che:

Quantità di energia consumata

maggiore è la **resistenza del carico** a parità di corrente e di tempo, maggiore è il **consumo di energia**.



1. L'energia della carica elettrica Q al termine del circuito viene ceduta al campanello sotto forma di energia meccanica.

La potenza elettrica

Che cos'è
la potenza elettrica

P. 226

L'energia consumata nell'unità di tempo, cioè il rapporto

$$\frac{E_{el}}{t}$$

esprime il valore della **potenza elettrica P**, ossia:

$$P = \frac{E_{el}}{t}$$

Da:

$$E_{el} = R \cdot I^2 \cdot t$$

ricaviamo:

$$P = \frac{E_{el}}{t} = \frac{R \cdot I^2 \cdot t}{t} = R I^2$$

Mentre da:

$$E_{el} = \Delta V \cdot I \cdot t$$

ricaviamo:

$$P = \frac{E_{el}}{t} = \frac{\Delta V \cdot I \cdot t}{t} = \Delta V \cdot I$$

Le unità della misura
della potenza elettrica

L'unità di misura della potenza nel SI è il **watt (W)**:

$$1 \text{ watt} = 1 \text{ volt} \cdot 1 \text{ ampere}$$

Nella pratica sono molto usati anche i multipli del watt, cioè il **chilowatt (kW)**, che è uguale a 1000 W e il **megawatt (MW)**, che è uguale a 1000000 di watt.

A sua volta l'energia elettrica, come sappiamo, nel SI è misurata in **joule (J)**. Ma questa unità di misura è poco utilizzata.

Nella pratica sono molto più utilizzate altre unità di misura, quali il **wattora (Wh)** e il **chilowattora (kWh)**. Per esempio, la bolletta della luce (fig. 2) indica il consumo di energia elettrica in chilowattora. Infatti il joule è una misura molto piccola: 1 wattora corrisponde a 3600 J e 1 chilowattora a 3600000 J.

Questo fatto ne rende scomodo l'uso nella pratica. Riassumendo, se nell'equazione:

$$E_{el} = P \cdot t$$

2. Sotto a sinistra, i contatori per il calcolo del consumo della corrente elettrica utilizzano come unità di misura il chilowattora (kWh). Estrema destra. Lettura dei chilowattora consumati nella bolletta della luce.



SERVIZIO ENELTEL

ESempi di lettura del contatore

Il Servizio telematico ENELTEL consente di utilizzare un normale apparecchio telefonico per trasmettere direttamente al sistema informatico dell'ENEL, da qualsiasi località e con l'abbonito di un solo scatto, la lettura del contatore.

Per utilizzare questo servizio, dopo aver ricevuto ed autorizzato la lettura del proprio contatore escludendo la eventuale cifra decimale, occorre:

- comporre il numero telefonico **16444**;
- comporre, seguendo le istruzioni vocali:
 - il numero intero di 5 cifre riportato in chiara evidenza sulle fatture;
 - la lettura del contatore.

Il sistema conferma l'assortazione della lettura e fornisce le eventuali corrette indicazioni.

Contatore senza cifra decimale

0 0 9 1 4

La lettura da trasmettere è: **914**

Contatore con cifra decimale

0 6 8 2 5,3

La lettura da trasmettere è: **6825**

P è misurata in watt e t in secondi, E_{el} è misurata in joule.

Un joule corrisponde all'energia elettrica sviluppata dalla potenza di **1 watt** per la durata di **1 secondo**, ossia:

$$1 \text{ joule} = 1 \text{ watt} \cdot 1 \text{ secondo}$$

Se invece P è misurata in watt e t in ore, E_{el} è misurata in wattora.

Che cos'è 1 wattora

1 wattora corrisponde all'energia elettrica sviluppata dalla potenza di **1 watt** per la durata di **1 ora**, ossia:

$$1 \text{ wattora} = 1 \text{ watt} \cdot 1 \text{ ora}$$

Se invece P è misurata in chilowatt e t in ore, E_{el} è misurata in chilowattora.

Che cos'è 1 chilowattora

1 chilowattora corrisponde all'energia elettrica sviluppata dalla potenza di **1 chilowatt** per la durata di **1 ora**, ossia:

$$1 \text{ chilowattora} = 1 \text{ chilowatt} \cdot 1 \text{ ora}$$

L'effetto Joule

L'effetto Joule

p. 223

In tutti i circuiti elettrici, comunque siano i carichi utilizzatori, accade che **una parte più o meno grande di energia elettrica si trasformi in energia termica**.

In seguito al passaggio delle cariche elettriche, infatti, le resistenze, i fili di collegamento ecc. si riscaldano e cedono all'ambiente una certa quantità di calore. Tale fenomeno è noto con il nome di **effetto Joule**. Secondo la **legge di Joule**:

La legge di Joule

la **quantità di calore Q** prodotta da un conduttore percorso da corrente elettrica è **direttamente proporzionale alla resistenza R** del conduttore, **al quadrato dell'intensità della corrente I** , e all'intervallo di **tempo t** durante il quale il conduttore è attraversato dalla corrente, ossia:

$$Q = k \cdot R \cdot I^2 \cdot t$$



3. Lo scienziato inglese James Prescott Joule (1818 - 1889).

Dato il valore di Q in calorie e conoscendo i corrispondenti valori di R , di I e di t , possiamo determinare il valore di k . Effettuate le misurazioni e i calcoli, troviamo che:

$$K = \frac{Q}{R \cdot I^2 \cdot t} = 0.00024 = 24 \cdot 10^{-5} \text{ cal/J}$$

Si noti che il valore di K coincide con il valore numerico $1/4186$, cioè con il numero che, moltiplicato per il lavoro L (espresso in joule) ci dà il calore Q (espresso in calorie) nelle trasformazioni termodinamiche del lavoro in calore, ossia:

$$Q = \frac{L}{4186}$$

TEST

- 1** Il lavoro necessario per far muovere le cariche elettriche in un conduttore si ottiene consumando energia; di quale energia si tratta?
- 2** Quale equazione ci fornisce l'energia elettrica?
- 3** "Maggiore è la resistenza del carico, a parità di corrente e di tempo di utilizzazione, maggiore è il consumo di energia". *Vero o falso?*
- 4** Che cosa rappresenta la potenza elettrica?
- 5** Come si misura nel *SI* la potenza elettrica?
- 6** A quanti joule corrisponde l'energia di 50 kWh?
- 7** In che cosa consiste l'effetto Joule?
- 8** Scrivi l'equazione che ci fornisce la quantità di calore sviluppata al passaggio di una corrente in un conduttore.
- 9** Un ferro da stiro alimentato a 220 V assorbe una potenza di 700 W; calcola l'energia elettrica che consuma in 3 ore.
- 10** In riferimento all'esercizio precedente, determina la corrente e il calore sviluppato.

ATTIVITÀ SPERIMENTALE

L'effetto Joule e la ricerca della legge del fenomeno

Introduzione

In tutti i circuiti elettrici, comunque siano i carichi utilizzatori, accade che una parte più o meno grande di energia elettrica si trasformi in energia termica. Tale fenomeno è noto con il nome di effetto Joule ed è formalizzato dalle legge di Joule, che afferma: la quantità di calore Q sviluppatosi in una resistenza di valore R al passaggio della corrente I nell'intervallo di tempo t è direttamente proporzionale alla resistenza, al quadrato dell'intensità di corrente e all'intervallo di tempo durante il quale è avvenuto il passaggio della corrente.

Scopo dell'esperienza: verifica della legge di Joule, ossia $Q = k \cdot R \cdot I^2 \cdot t$.

Prerequisiti: saper utilizzare il calorimetro; saper montare un circuito elettrico e inserire l'amperometro.

Materiali occorrenti: calorimetro contenente 200 g d'acqua, alcune resistenze di