

ELETTROMAGNETISMO dispensa

Descrizione sintetica dei concetti sull' ELETTRICITA'

- Esistono due tipi di cariche elettriche, distinte convenzionalmente in positive (+) e negative (-);
- cariche di segno opposto si attraggono, cariche dello stesso segno si respingono;
- il passaggio di **elettroni** da un atomo all'altro è all'origine dei fenomeni elettrici;
- le cariche elettriche non possono essere né create né distrutte, se ne può solo variare la distribuzione;
- un corpo si dice elettrizzato quando possiede una carica elettrica;
- un corpo può essere elettrizzato per strofinio, contatto oppure induzione elettrostatica;
- esistono materiali conduttori ed isolanti, nei primi si ha movimento libero di cariche elettriche, nei secondi questo movimento è così lento da considerarsi nullo.
- Si definisce **corrente elettrica** qualsiasi movimento ordinato di cariche elettriche. Nei conduttori metallici la corrente è costituita dal movimento di elettroni (cariche negative); (ATT.NE: poiché gli elettroni sono stati scoperti dopo la corrente elettrica il verso del reale movimento degli elettroni è contrario al verso indicato dalla corrente elettrica nei circuiti)
- in condizioni normali un filo conduttore è **neutro** cioè ha il numero di cariche negative uguale al numero di cariche positive;
- un **circuito elettrico elementare** è composto da un generatore di tensione (ad es. pila), da fili conduttori (in genere di rame), uno o più utilizzatori (ad es. lampadine, radio o altro elettrodomestico) e di solito un interruttore che interrompe o ripristina il flusso di corrente. Quando l'interruttore è sollevato il circuito è aperto mentre quando è abbassato i fili vengono a contatto tra loro, il circuito si chiude e l'utilizzatore entra in funzione (la lampadina si accende);
- un generatore elettrico è considerato come un sistema capace di separare o mettere in movimento, al suo interno, un certo numero degli elettroni che vi sono già contenuti: un generatore elettrico non "genera" quindi elettricità ma la sua funzione è soltanto quella di promuovere e mantenere il movimento degli elettroni; mantiene la TENSIONE (come una diga che genera la differenza di altezza dell'acqua)
- una pila è un generatore di tensione che mantiene una costante differenza di potenziale tra i suoi poli, grazie alla conversione di **energia chimica in energia elettrica**. Se collego i poli della pila con un filo conduttore questa differenza di potenziale elettrico genererà un flusso di cariche negative dal polo negativo a quello positivo
- quando gli estremi di un filo conduttore sono collegati ai poli di una batteria quasi istantaneamente tutto il filo è attraversato da corrente elettrica (un impulso elettrico, in poco più di un secondo, potrebbe trasmettersi attraverso un ipotetico conduttore teso tra la Terra e la Luna);
- *Confrontiamo il circuito elettrico con un sistema idraulico:*
 - tra due recipienti distinti contenenti uno stesso liquido con livelli diversi e collegati a mezzo di un tubo si genera un flusso di liquido dal recipiente a livello più alto verso quello a livello più basso. Il flusso continua finché i livelli del liquido nei due recipienti non diventeranno uguali. I vasi comunicanti sono una buona analogia della corrente elettrica, permettono di acquisire intuitivamente i meccanismi di funzionamento dell'elettricità infatti il movimento di cariche elettriche tra due punti di un conduttore a diverso potenziale può essere paragonato ad un flusso di acqua tra due recipienti con diverso livello di liquido comunicanti fra loro.
 - Altezza del livello dell'acqua o "potenziale liquido" → potenziale elettrico
 - Differenza di altezza (differenza di "potenziale gravitazionale") → differenza di potenziale elettrico
 - Flusso di acqua → corrente elettrica
 - Attrito dell'acqua nel tubo → resistenza del conduttore

- La **differenza di potenziale** o **tensione** si misura in Volt, pile da 1,5 V generano una corrente più debole rispetto a pile da 4,5 V (le prese di corrente delle case hanno una tensione di 220 V → pericolo di folgorazione, l'alta tensione viaggia a 380000 V);
- la d.d.p. o V di un generatore si misura con il **voltmetro**
- per definizione l'**intensità (i)** della corrente elettrica è la quantità di carica che attraversa la sezione di un conduttore nell'unità di tempo;
- l'unità di misura dell'intensità di corrente è **ampere (A)**; (coulomb/secondo)
- l'intensità di corrente si può misurare con uno strumento, l'**amperometro**
- l'opposizione che un corpo esercita al passaggio della corrente elettrica si chiama **resistenza elettrica**, la sua unità di misura è **ohm; Ω**
- anche la resistenza di un conduttore si può misurare con uno strumento, l'**ohmetro**
- *prima legge di Ohm: l'intensità di corrente (i) in un conduttore è direttamente proporzionale alla d.d.p. applicata ai suoi estremi e inversamente proporzionale alla resistenza (R) da esso offerta;*
- *seconda legge di Ohm: la resistenza elettrica (R) di un conduttore è direttamente proporzionale alla sua lunghezza (l), inversamente proporzionale alla sua sezione (s) e dipende dal materiale del conduttore stesso.*

MAGNETISMO

- il magnetismo è un fenomeno legato alla proprietà di alcuni corpi chiamati magneti o calamite di attirare o respingere oggetti che contengono ferro;
- questa proprietà è naturalmente posseduta da un minerale detto magnetite (magnete naturale) e può essere acquistata mediante speciale trattamento (magnetizzazione) dal ferro, dalle sue leghe (ghisa, acciaio) o da leghe speciali di alluminio, nichel e cobalto detti magneti artificiali;
- le attrazioni magnetiche esercitate dai magneti sono essenzialmente localizzate verso le estremità dei magneti stessi chiamate poli magnetici;
- in ogni calamita si distingue un **polo Nord magnetico e un polo Sud magnetico** che si orientano più o meno verso i rispettivi poli geografici se la si sospende con un filo in modo che rimanga in equilibrio e libera di muoversi (-> bussola);
- poli dello stesso tipo si respingono, poli di tipo opposto si attraggono;
- i poli di una calamita **non si possono separare**;
- la rappresentazione del campo magnetico può essere ottenuta cospargendo una lastra di plastica con della fine limatura di ferro. Disponendo sotto la lastra un magnete si vede che i granellini di limatura si orientano e si riuniscono in filetti sufficientemente nitidi così da fornire una chiara immagine dell'andamento delle linee di forza del campo magnetico, cioè attorno ad una parte di spazio di una calamita o ad un filo conduttore percorso da corrente elettrica avvengono fenomeni magnetici determinati dalla presenza di un campo magnetico.

La prima legge di Ohm

Attraverso numerose osservazioni e misure, è stata trovata una relazione matematica che lega le grandezze fisiche che abbiamo introdotto parlando dei fenomeni elettrici.

In un conduttore abbiamo visto come la corrente abbia una certa intensità, la pila o il circuito siano soggetti ad una certa differenza di potenziale e il materiale conduttore abbia una certa resistenza.

Queste tre grandezze sono legate da una relazione matematica espressa dalla prima legge di Ohm:

La intensità di corrente è data dal rapporto tra la tensione e la resistenza.

$i = V/R$

Conoscendo il rapporto tra V e R quindi possiamo conoscere l'intensità di una corrente.

Ad esempio, in un circuito in cui la tensione applicata sia di 220 V, la resistenza dei conduttori sia di 10 ohm, posso calcolare la intensità di corrente:

$$i = V / R \text{ quindi } i = 220 \text{ V} / 10 \text{ ohm quindi } i = 22 \text{ A (ampere)}$$

Viceversa, possiamo anche utilizzare le formule inverse per ricavare la tensione (conoscendo la resistenza e la intensità di un circuito) o la resistenza (conoscendo la tensione e la intensità).

Le formule inverse sono infatti

$$V = i \cdot R ; R = V / i$$

Ora, possiamo inoltre osservare quali relazioni di tipo proporzionale esistono tra queste grandezze fisiche. Le relazioni di proporzionalità diretta e inversa sono state già incontrate in altri campi della fisica (velocità nel moto uniforme, accelerazione nel moto uniformemente accelerato) o della matematica (relazione lato-perimetro di un quadrato, relazione raggio-circonferenza).

Ricordiamo che una relazione di proporzionalità **diretta** implica che tra due grandezze vi sia un rapporto che è costante, del tipo ($y/x = \text{costante}$, $y/x = k$). Disposto su un grafico cartesiano si osserva come i valori numerici di queste grandezze si dispongano lungo una linea retta.

Ricordiamo che una relazione di proporzionalità **inversa** implica che tra due grandezze vi sia un prodotto che è costante, del tipo ($y \cdot x = \text{costante}$, $y \cdot x = k$). Disposto su un grafico cartesiano si osserva come i valori numerici di queste grandezze si dispongano lungo una linea curva chiamata iperbole.

Esiste qualche relazione di proporzionalità tra le tre grandezze (V, i, R)???

1° caso

Immaginiamo un circuito elementare costituito da una pila di 9 V, un conduttore lungo 10 cm che ha una resistenza di 3 ohm, una lampadina posta in mezzo al conduttore.

La intensità sarà data dal rapporto tra tensione e resistenza = $9V/3ohm$ $i = 3$ Ampere.

Cosa accade se aumentiamo la tensione? Manteniamo lo stesso circuito, con lo stesso conduttore che oppone la resistenza di 3 ohm. Cambiamo la pila, questa volta la tensione sarà di 18 V. Cosa succede alla intensità? Calcoliamo che l'intensità è data dal rapporto tra tensione e resistenza, quindi $i = V/R$, $i = 18V/3 \text{ ohm}$, $i = 6 \text{ A}$. Cosa è accaduto? Raddoppiando il voltaggio è raddoppiata l'intensità, a parità di resistenza. La lampadina si illumina di più. Per cui possiamo dimostrare che esiste una relazione di tipo direttamente proporzionale tra l'intensità e la tensione.

Cioè, mantenendo **COSTANTE** la resistenza, notiamo che il valore di *tensione* e *intensità* sono legati dalla proporzionalità, il loro rapporto è costante (del tipo $y/x = \text{costante}$); infatti $V/i = R$ (con resistenza costante). Questa formula è ricavabile dalla prima legge di Ohm descritta sopra.

Se mettiamo su un grafico (disponiamo sulle ascisse la intensità, sulle ordinate la tensione) i valori misurati su diversi circuiti (cambiando ogni volta la pila, la tensione ma non la resistenza) osserviamo che i dati sperimentali si dispongono su una linea retta, come si osserva anche dal punto di vista matematico.

2° caso

Adesso immaginiamo di costruire due diversi circuiti: il primo con una pila da 10 V, una resistenza di 5 Ohm, e la lampadina in mezzo. L'intensità sarà quindi di $10V/5 \text{ Ohm}$ cioè 2 A.

Costruiamo un secondo circuito: questa volta raddoppiamo il filo conduttore (non la pila), per cui la resistenza sarà doppia, pari a 10 Ohm. L'intensità questa volta sarà data da $10V/10 \text{ Ohm}$ ossia 1 A.

Cosa accade? A **PARITA'** di tensione, l'intensità diminuisce se la resistenza aumenta (e viceversa), in particolare si osserva che il loro **PRODOTTO** è costante ($V = i \cdot R$; la tensione qui è mantenuta costante, la pila è la stessa). Esiste quindi una proporzionalità di tipo **INVERSO** tra la intensità della corrente e la Resistenza (Mantenendo costante la tensione).

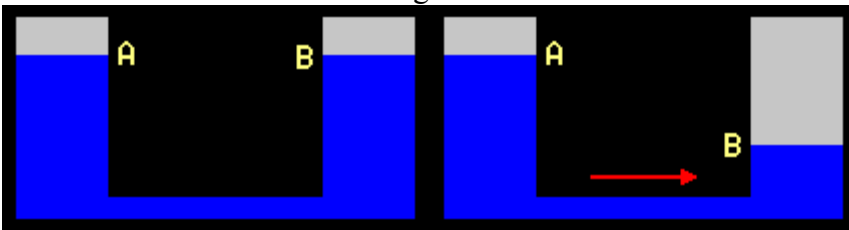
Su un grafico cartesiano possiamo disporre la intensità sulle ascisse e la resistenza sulle ordinate: la figura che si può costruire è una curva detta iperbole).

Osservando i due casi dunque possiamo concludere che esiste una proporzionalità di tipo diretto tra tensione e intensità, mentre esiste una proporzionalità di tipo inverso tra Intensità e Resistenza.

- Una pila da 8 V è inserita in un circuito di resistenza 4 Ω. Qual è l'intensità di corrente che attraversa il circuito?
- Un circuito alimentato da una tensione di 200 V genera una corrente di 5 A. Qual è la sua resistenza?
- Un circuito è attraversato da una corrente di 1,5 A; sapendo che la resistenza è di 40 Ω, calcola qual è la differenza di potenziale che lo alimenta.

Appunti 2

Per spiegare il significato di tensione usiamo un semplice esempio: due serbatoi di acqua sono collegati con un tubo. Se il livello A nel primo serbatoio è identico al livello B del secondo (prima figura), non si ottiene alcun movimento, mentre una differente altezza (seconda figura) provoca il passaggio di acqua dal serbatoio col livello più alto a quello col livello più basso. Si deduce che per ottenere il movimento si ha bisogno di una differenza di altezza.



Negli impianti elettrici al posto del tubo abbiamo il cavo elettrico e al posto dell'acqua abbiamo la corrente elettrica. La differenza non è più di altezza, ma di potenziale elettrico. Questa differenza di potenziale (d.d.p.) prende il nome di tensione.

Se aumentiamo la differenza di altezza, l'acqua scorre con più velocità. Allo stesso modo se aumentiamo la tensione aumenta l'intensità di corrente.

La differenza di altezza si misura in metri, mentre la differenza di potenziale (tensione) si misura in volt (V) e la indichiamo con la lettera V. La corrente si misura in ampere (A) e si indica con la lettera I.

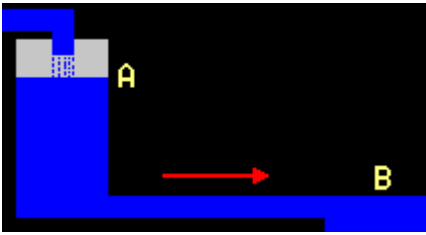
GRANDEZZA	UNITA' DI MISURA
tensione	V volt V
corrente	I ampere A

La situazione mostrata nella figura precedente, può essere considerata simile a quella che si ha in una batteria. Infatti col passaggio di acqua la differenza di livello va progressivamente riducendosi fino ad annullarsi. Allo stesso modo una batteria si scarica (si riduce la differenza di potenziale tra polo positivo e polo negativo) mentre eroga corrente.



In una presa, invece, vi sono costantemente 230 volt tra fase e neutro. Una situazione simile sarebbe quella in cui un rubinetto provvede a immettere continuamente acqua nel serbatoio per mantenere costante il livello A e di conseguenza la differenza A-B (possiamo considerare il livello B come quello del mare, sempre costante prescindendo dalle maree).

La corrente elettrica è data dal movimento di elettroni nella stessa direzione



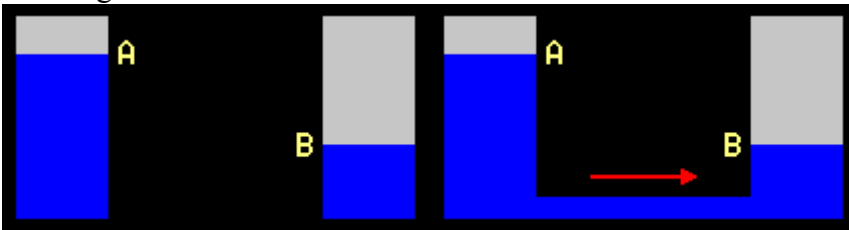
GENERATORE DI TENSIONE

Un dispositivo capace di generare una differenza di potenziale tra i suoi due terminali, prende il nome di generatore di tensione. Esistono due tipi di tensione che dobbiamo prendere in considerazione: TENSIONE CONTINUA
TENSIONE ALTERNATA

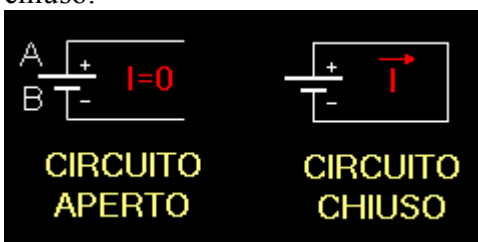
Nella tabella sono mostrati i simboli dei generatori. La tensione continua ha un andamento costante e la si incontra, ad esempio, nella batteria dell'auto o in qualunque pila. Si ha, pertanto, un terminale positivo (quello a potenziale maggiore) e un terminale negativo (quello a potenziale minore).

La tensione alternata, come quella a 230 volt presente nelle nostre abitazioni, si inverte continuamente, per cui non è possibile contrassegnare i terminali come positivo e negativo.

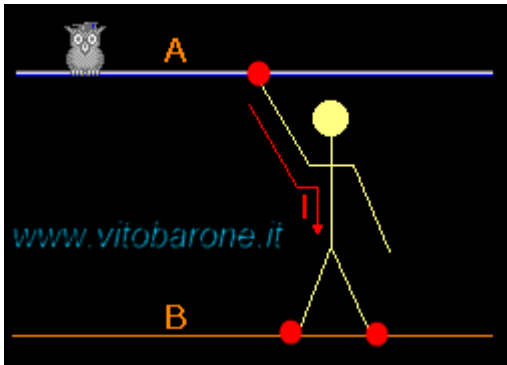
La sola differenza di altezza nei serbatoi non basta a mettere in movimento l'acqua. Occorre un tubo di collegamento che crei il circuito idraulico.



Allo stesso modo non basta la sola tensione (differenza di potenziale) per avere circolazione di corrente, ma occorre un collegamento tra i due punti a differente potenziale per creare un circuito chiuso.



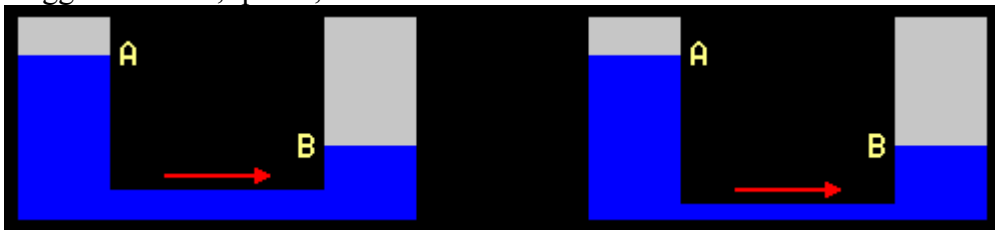
In figura è presente, a sinistra, un generatore di tensione continua che crea una differenza di potenziale tra i punti A e B (il potenziale del punto A è più alto di quello del punto B). La mancanza di un collegamento elettrico completo, impedisce il passaggio di corrente ($I=0$). A destra, invece, la presenza del collegamento, permette il passaggio della corrente I dal polo positivo a quello negativo.



Un volatile posato su un cavo elettrico sospeso, non subisce conseguenze (non è attraversato da corrente), poichè tocca il solo potenziale A del cavo, senza collegare contemporaneamente un altro punto a differente potenziale: non chiude un circuito.

Se noi tocchiamo, invece, lo stesso cavo elettrico, chiudiamo, con il percorso mano-piedi, un circuito tra il cavo (potenziale A) e la terra (potenziale B): siamo attraversati da una corrente elettrica con conseguenze dipendenti dal suo valore.

Prendiamo ancora in considerazione il circuito idraulico: a parità di differenza di livello A-B, l'acqua scorrerà più velocemente nel circuito di sinistra poichè il tubo di collegamento ha sezione maggiore e offre, quindi, minore resistenza.



Lo stesso concetto si applica nei circuiti elettrici: a parità di tensione (differenza di potenziale) si ha una corrente maggiore in presenza di un circuito a resistenza minore.

ESEMPIO: una lampada da 40 watt (la potenza si misura in watt) assorbe una corrente inferiore rispetto a una lampada da 100 watt. Poichè la tensione è sempre 230 volt, quello che cambia è la resistenza che la lampada offre al passaggio di corrente: una lampada da 100 watt offre meno resistenza rispetto a una lampada da 40 watt.

La resistenza si indica con la lettera R, si misura in ohm e il simbolo è riportato in figura.

GRANDEZZA	UNITA' DI MISURA
resistenza R	ohm

LEGGE DI OHM

Esiste una relazione matematica molto semplice che permette, conoscendo due delle tre grandezze V-tensione --- I-corrente --- R-resistenza

di ricavare la terza. Si tratta della legge di Ohm:

$$V = R \times I$$

Ovvero $I = V / R$ $R = V / I$

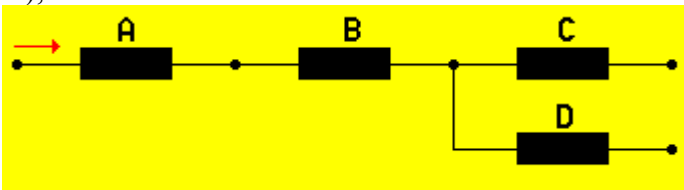
COLLEGAMENTO IN SERIE

Se il terminale di uscita è connesso al solo terminale di ingresso del componente che segue, si ottiene il collegamento in serie.

Nell'esempio in figura i componenti A, B e C sono collegati in serie:



Se aggiungiamo un componente D tra B e C, questi ultimi due non si trovano più collegati in serie (il terminale di uscita del componente B è connesso anche al terminale di ingresso del componente D), mentre continuano ad esserlo A e B:

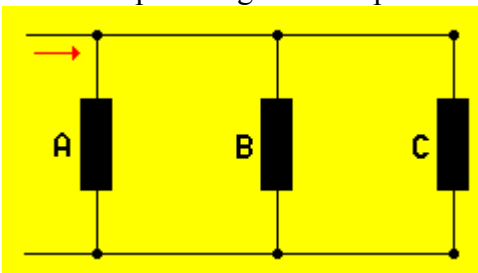


I componenti elettrici collegati in serie sono attraversati dalla stessa corrente

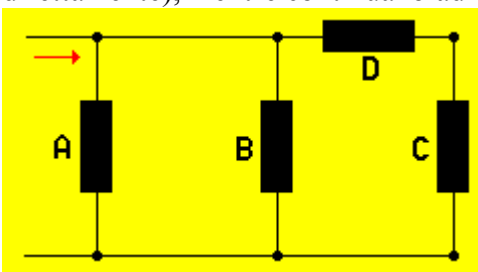
COLLEGAMENTO IN PARALLELO

Se colleghiamo tra loro tutti i terminali di ingresso e tutti i terminali di uscita, otteniamo il collegamento in parallelo.

Nell'esempio in figura i componenti A, B e C sono collegati in parallelo:

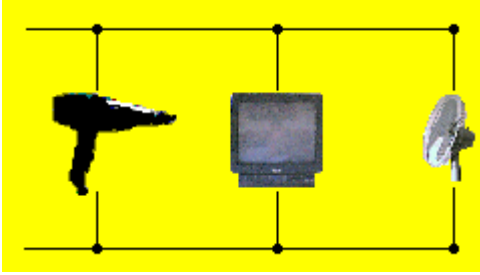


Se, ad esempio, aggiungiamo un componente D tra i terminali di ingresso di B e C, questi ultimi due non si trovano più collegati in parallelo (i morsetti di ingresso di B e C non sono più connessi direttamente), mentre continuano ad esserlo A e B:



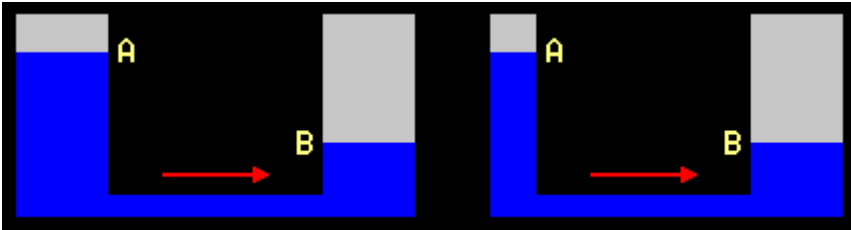
Ai componenti elettrici collegati in parallelo è applicata la stessa tensione

Tutti gli utilizzatori che abbiamo in casa (televisore, frigorifero, lavatrice, lampade, caldaia, ecc.) sono collegati in parallelo e, quindi, sono alimentati dalla stessa tensione di 230 volt.



POTENZA

Riprendiamo l'esempio idraulico utilizzato nelle pagine precedenti. Consideriamo due casi in cui la tensione (rappresentata dalla differenza di altezza dell'acqua nei due serbatoi) è la stessa, ma in condizioni chiaramente diverse.



Il sistema a sinistra è in grado di effettuare un "lavoro" maggiore rispetto a quello di destra. Fatta questa premessa, vediamo come si calcola la potenza nei diversi casi.

POTENZA IN TENSIONE CONTINUA

In corrente continua la potenza si esprime in watt come prodotto tensione per corrente:

$$P = V \times I$$