

la corrispondente unità di potenza  $P$  (rapidità di esecuzione di un lavoro). (1 watt = 1 joule/sec).

$$P = I^2 R \quad (27)$$

Naturalmente il passaggio costante di corrente in un circuito a c.c. richiede la presenza di una sorgente di energia capace di mantenere il campo elettrico che guida i portatori di cariche. Fino ad ora abbiamo evitato di parlare di *forza elettromotrice* occupandoci solo di parti di circuiti completi: abbiamo tenuto fuori dal nostro schema la «batteria». Nel paragrafo 4.10 parleremo di alcune sorgenti di forza elettromotrice.

#### 4.10 FORZA ELETTROMOTRICE E PILA VOLTAICA

L'origine della forza elettromotrice in un circuito a corrente continua è un meccanismo che trasporta i portatori di carica in direzione opposta a quella in cui tende a farli muovere il campo elettrico. Un generatore elettrostatico Van de Graaff (fig. 4.15) ne è un esempio su larga scala. In condizioni stazionarie, si trova che nella resistenza esterna passa una corrente che ha direzione e verso del campo elettrico  $E$ , e ci si accorge che viene qui dissipata energia (sotto forma di calore) con la rapidità di  $IV_0$ , o  $I^2 R$ . Anche all'interno della colonna della macchina esiste un campo elettrico diretto verso il basso. Qui i portatori di carica possono venire trasportati in verso opposto al campo

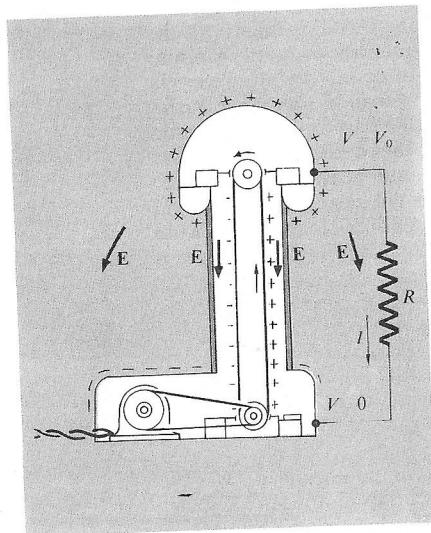


FIGURA 4.15 Nel generatore di Van de Graaff i trasportatori di carica vengono trasferiti meccanicamente nella direzione opposta a quella in cui il campo elettrico li muoverebbe.

elettrico mediante una cinghia non conduttrice; essi sono attaccati così fortemente alla cinghia che non possono scivolare all'indietro lungo la cinghia nella direzione del campo elettrico. (Essi possono però venire rimossi dalla cinghia mediante un campo molto intenso localizzato nella spazzola all'estremità. Non parleremo qui del problema di immettere e togliere le cariche dalla cinghia nei pressi della puleggia). L'energia necessaria per far ruotare la cinghia viene fornita dall'esterno normalmente da un motore elettrico collegato alla rete, ma potrebbe trattarsi di un motore che funziona a benzina o anche di un uomo che faccia ruotare una manovella. Un generatore Van de Graaff è, in effetti, una batteria dotata, in questo caso, di una forza elettromotrice pari a  $V_0$  volt.

Nelle normali batterie è l'energia chimica che fa sì che i portatori di carica si muovano in una regione in cui il campo elettrico è tale da opporsi al loro moto. Cioè, un portatore di carica *positiva* può muoversi verso un punto a *più alto* potenziale elettrico se, così facendo, ha la possibilità di impegnarsi in una reazione chimica capace di fornirgli una energia maggiore di quella necessaria per vincere il campo elettrico.

Per chiarire meglio come vanno le cose, prendiamo in esame una cella voltaica. *Cella voltaica* è il termine generico che viene utilizzato per indicare una sorgente chimica di forza elettromotrice. Negli esperimenti di Galvani, effettuati attorno al 1790, la famosa contrazione delle gambe di una rana aveva segnalato la produzione chimica di corrente elettrica. Fu Volta a dimostrare che non si trattava di «elettricità animale», come supponeva Galvani, ma che l'effetto era prodotto dal contatto di due metalli diversi nel circuito e fu Volta che costruì la prima batteria, una serie di celle elementari sovrapposte l'una all'altra, ognuna delle quali era composta da un disco di zinco e da uno di rame, separati da un cartone bagnato. La «pila» di Volta, come fu chiamata, costituì la prima realizzazione pratica di una sorgente di corrente elettrica stazionaria. Esistono molti tipi di pile, incluse le onnipresenti «pile a secco». Le batterie per automobile da «12 volt» sono composte da sei celle del tipo piombo-acido solforico disposte in serie. Descriveremo un altro tipo di pile, la *pila campione Weston*, perché la chimica che è alla base del suo funzionamento è piuttosto semplice; inoltre il suo uso è particolarmente importante in laboratorio come pila campione per misure molto precise di differenze di potenziale.

Un tipo di pila Weston è illustrato in figura 4.16: il dispositivo è costituito da un contenitore di vetro a forma di H riempito con una soluzione acquosa di solfato di cadmio,  $CdSO_4$ . Un elettrodo esterno è collegato al fondo di ognuno dei due rami del contenitore in modo da realizzare i contatti con gli elettrodi interni. Questi sono costituiti da un deposito di mercurio puro, a sinistra, e, a destra, da un deposito di mercurio in cui è stato sciolto del cadmio metallico. (Molti metalli si fondono con il mercurio e tali soluzioni sono note con il nome di *amalgama*). Sopra il deposito di sinistra vi sono alcuni cristalli di solfato di mercurio,  $Hg_2SO_4$ , un composto che è solo leggermente