

LE CELLE SOLARI

Un dispositivo fotovoltaico permette di ottenere energia elettrica dalla radiazione solare.

Le sostanze, dal punto di vista elettrico, furono suddivise inizialmente in isolanti e conduttori ma tale classificazione, subordinata anche alle condizioni esterne, non è soddisfacente e tantomeno netta in quanto si passa “gradualmente” da ottimi conduttori come l’argento e il rame a ottimi isolanti come la ceramica e alcuni oli.

Sono note le leggi di Ohm ricavate per i metalli:

$$\begin{aligned} \mathbf{J} &= nev \\ \mathbf{E} &= \rho \mathbf{J} \\ \rho &= \rho_0(1 + \alpha \cdot t) \end{aligned}$$

\mathbf{J} è il vettore densità di corrente

n è il numero delle cariche per m^3

\mathbf{v} è il vettore velocità di trascinamento delle cariche

\mathbf{E} è il vettore campo elettrico

ρ è la resistività

α è il coefficiente termico di resistività

Da queste leggi elementari sono derivati i motivi per approfondire il comportamento elettrico delle sostanze e si è scoperto che alcune sostanze, apparentemente isolanti, potevano diventare debolmente conduttrici per cause diverse, queste sono i cosiddetti semiconduttori intrinseci.

Dalle misure macroscopiche si ricava:

- a)- i metalli hanno un numero elevato di cariche libere: gli elettroni; un coefficiente termico di resistività quasi sempre positivo e il valore di resistività molto piccolo;
- b)- gli isolanti non hanno cariche libere ed il valore di resistività è molto elevato;
- c)- i semiconduttori intrinseci hanno poche cariche libere, il coefficiente termico di resistività negativo ed il valore di resistività elevato;
- d)- la resistività varia al variare di parametri fisici (per es. temperatura, pressione, intensità di illuminazione,...) e assume valori positivi per alcune sostanze e negativi per altre.

I semiconduttori, come è implicito nel termine, possiedono una conducibilità elettrica (la conducibilità è definita come 1/resistenza) intermedia tra quella dei conduttori e quella degli isolanti. Le caratteristiche elettriche di materiale semiconduttore furono già attribuite da Faraday al solfuro di argento.

Attualmente il silicio è il semiconduttore più utilizzato nell’industria elettronica ma esistono altri semiconduttori che trovano applicazioni importanti: germanio, selenio, arseniuro di gallio,...

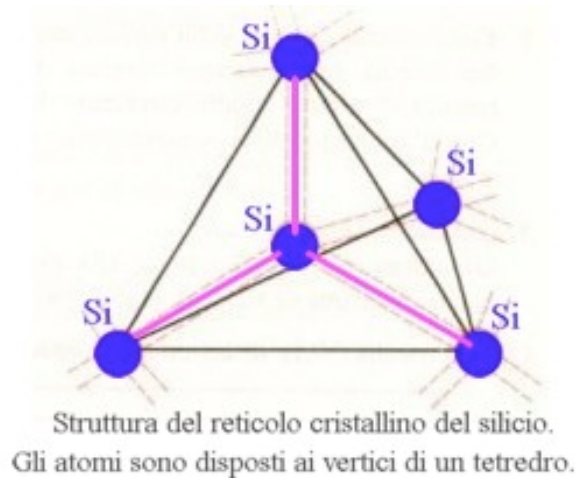
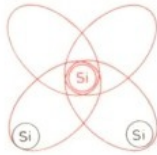
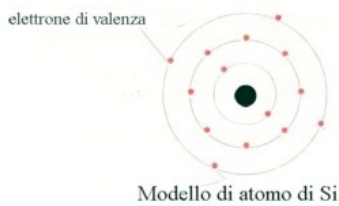
Un atomo di silicio possiede 14 elettroni e i 4 più esterni hanno legami covalenti¹, ciò significa che possono essere liberati solo intervenendo energicamente dall’esterno, per es. la luce solare, altrimenti un cristallo di silicio è un ottimo isolante.

Contrariamente a quanto affermato sopra, sperimentalmente il silicio presenta una **conducibilità cosiddetta intrinseca** che deriva principalmente dalla rottura di alcuni legami covalenti e da impurità residue, queste ultime cambiano radicalmente le proprietà elettriche e, pertanto, è necessario ottenere il monocristallo con un grado elevatissimo di purezza.

In una fase successiva di lavorazione, si introducono nel monocristallo, in quantità ben definite, atomi che hanno 5 elettroni di valenza (fosforo, arsenico, antimonio,...) o 3 elettroni di valenza (alluminio, gallio, indio,...) e questi sono le impurità che lo trasformano in semiconduttore di tipo n o di tipo p

¹ Il legame covalente, molto forte, può essere spezzato con un apporto esterno di energia (per l’atomo di Silicio è di 1,08 eV) che permette all’elettrone di liberarsi e di passare dalla banda di valenza a quella di conduzione superando la banda proibita (energy gap).

avente le caratteristiche elettriche richieste. Gli atomi con 5 elettroni esterni si sostituiscono agli atomi di silicio e liberano elettroni mentre quelli con 3 elettroni esterni creano “buche” che sono mobili.



È noto che la quantità di energia radiante, radiazione elettromagnetica, proveniente dal Sole è notevole ma solo una parte di essa raggiunge la superficie terrestre in quanto l'atmosfera agisce da filtro e, quindi, assorbe parte dello spettro. Tuttavia le radiazioni in grado di raggiungere il suolo sono quelle lunghezze d'onda dello spettro visibile e del primo infrarosso. Il calcolo dell'energia che arriva al limite dell'atmosfera terrestre può essere fatto considerando la fotosfera del Sole come un corpo nero alla temperatura di 6000K. La costante solare² al di fuori dell'atmosfera terrestre vale circa **1400 W/m²** mentre al suolo circa **1000 W/m²**.

L'effetto fotovoltaico fu osservato per la prima volta da E.Becquerel nel 1839 ma successivamente si scoprì che l'effetto era più evidente nel selenio.

Una svolta determinante circa la possibilità di utilizzare celle fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica si ha nel 1953; infatti un fisico, G.Pearson, costruisce casualmente presso i Laboratori Bell un prototipo di cella solare che utilizza il silicio; il rendimento di quest'ultima era di gran lunga superiore alle celle al selenio. A partire da quella data gli studi sono stati effettuati sui materiali semiconduttori con l'intento di ottenere energia elettrica da centrali solari a costi competitivi rispetto alle centrali elettriche che utilizzano altri tipi di combustibile.

Un fotoelemento è costituito da una base metallica conduttrice sulla quale è stato depositato uno strato di semiconduttore e su quest'ultimo è depositato un altro strato sottilissimo di metallo tale da essere trasparente; nello strato semiconduttore illuminato si liberano elettroni che passano nella pellicola trasparente conduttrice che si carica negativamente mentre la base si carica positivamente.

La potenza fornita da un generatore fotovoltaico dipende dalle caratteristiche dei materiali utilizzati per costruirlo, dal tipo, dalla temperatura, dal luogo e dalla intensità della radiazione incidente.

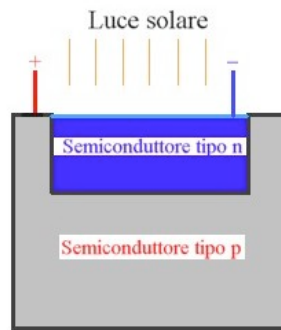
I fotoelementi trovano applicazione in elettronica, sia nella componentistica che negli apparecchi di misura, e nella costruzione di pannelli solari utilizzati per alimentare le apparecchiature dei satelliti, per produrre un minimo di energia elettrica nelle località disagiate, per integrare i consumi domestici di energia elettrica e, in via sperimentale, nelle centrali solari.

² La costante solare rappresenta l'intensità della radiazione extraterrestre che colpisce una superficie situata fuori dall'atmosfera terrestre alla distanza media Terra/Sole e orientata perpendicolarmente alla direzione di propagazione della radiazione.

L'interesse per la ricerca nel campo della conversione fotovoltaica e dei materiali per la costruzioni di pannelli solari deriva da alcune considerazioni:

- costi attuali dell'energia;
- inquinamento;
- limiti delle riserve dei depositi petroliferi;
- paura dell'energia nucleare.

Attualmente sono stati ottenuti rendimenti³ che sono del 15% ma arrivano fino al 30% in prototipi sperimentali però i costi per produrre i pannelli solari sono ritenuti ancora elevati, tuttavia l'utilizzazione del silicio policristallino, abbondante e meno costoso, sembra essere il materiale migliore per il futuro delle celle fotovoltaiche.



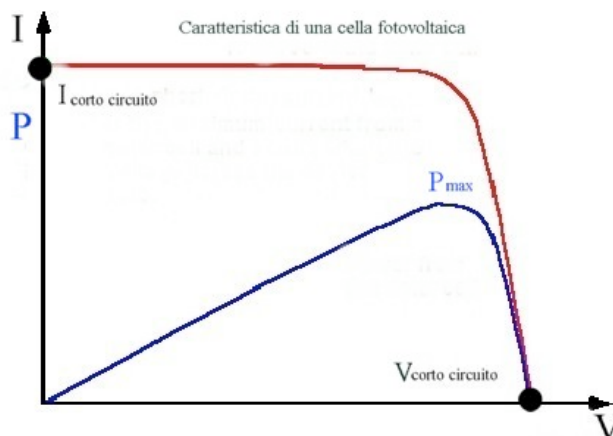
Schema di una cella solare

Esperimento

Una cella solare può essere acquistata nei negozi di componenti elettronici.

Si espone la cella alla luce solare in ore diverse del giorno e si determina la sua curva caratteristica in relazione alla inclinazione della sua superficie rispetto ai "raggi".

Un resistore avente la resistenza di pochi ohm e un milliamperometro sono collegati in serie con la cella. Si misurano l'intensità della corrente e la differenza di potenziale per avere i grafici simili a quelli riportati nella figura seguente.



³ Il rendimento di una cella solare si definisce come rapporto tra la potenza erogata dalla cella solare e la potenza della radiazione incidente.

