

Angelo Cianfarelli ■ DUE TRE COSE TANTO PER PARTIRE

● L'installatore che si appresta ad addentrarsi, visti i tempi, nel complesso campo della fornitura e della posa di impianti fotovoltaici si scontra con una serie di proposte dai costruttori che tendono, ovviamente, a magnificare il proprio prodotto. È opportuno allora acquisire una serie di importanti informazioni di base che permettono di affrontare il problema della scelta e dell'installazione di pannelli fotovoltaici in modo da fare le scelte

migliori e da realizzare l'impianto più adatto al luogo e al cliente. Innanzitutto la cella fotovoltaica può essere trattata come fosse un vero e proprio circuito elettrico e ciò ci permette di capire meglio il suo funzionamento. L'equivalente tra cella e circuito elettrico è mostrata in Figura 1. Come si vede dalla Figura 1, la cella fotovoltaica di silicio cristallino può essere rappresentata da un circuito elettrico abbastanza semplice. La resistenza R_a rappresenta la resistenza dell'elettrodo superiore della cella che deve avere nello stesso tempo due caratteristiche contraddittorie, una bassa resistenza (tipica di ogni buon contatto) e il minimo oscuramento della superficie della cella stessa all'esposizione della luce. La resistenza R_b , detta di shunt, condiziona il funzionamento dell'intero pannello. La resistenza R_b di valore inferiore a 20-30 Ω infatti porta ad una diminuzione del rendimento della cella anche di un buon 10%. Non solo, nel caso di più celle organizzate in modulo, essa condiziona ancora più pesantemente il funzionamento dell'intero modulo. Infatti esso funzionerà alle condizioni fissate dalla cella con R_b più bassa e, quindi con rendimento inferiore. Il problema è che non sempre tale dato viene messo a disposizione dal costruttore. In realtà il rendimento di una cella dipende anche da altre condizioni. Ad esempio i fotoni incidenti sulla cella sono in parte riflessi e non partecipano quindi alla creazione di energia elettrica. In secondo luogo alcune coppie elettrone-lacuna si ricombinano prima che possano essere separate dalla giunzione (tale fenomeno è ridotto nel caso di silicio cristallino ad elevata purezza). Infine, nell'intero processo si ha anche il fenomeno

per cui parte dell'energia potenziale delle coppie elettrone-lacuna non viene convertita in energia elettrica. Interessante è anche dare alcune indicazioni sulla caratteristica tensione corrente della cella (Figura 2), grazie alla quale possiamo ricavare il concetto di fattore di riempimento della cella (fill factor), cioè del parametro che è proporzionale alla qualità della cella. Nel grafico di Figura 2 possiamo notare che il punto di massima potenza ottenibile da una cella è rappresentato dal punto in cui si ha il valore massimo del prodotto tra la tensione e la corrente (nel caso specifico VM e IM. Il fattore di riempimento è il rapporto tra il prodotto V_{mim} e il prodotto I_{SC} e V_{OC} , cioè tra la corrente di corto circuito e la tensione a vuoto. Tipicamente tale valore per le celle al silicio cristallino è di 0,75-0,80, e più elevato è più la cella è di miglior qualità. Dal grafico si nota che la corrente di corto circuito è solo di poco superiore alla corrente al punto di massima potenza. Anche la tensione a vuoto è abbastanza simile alla tensione massima e ciò offre una prima indicazione sulla manutenzione: non basta sezionare il carico per poter operare sulla cella poiché si avrà comunque tensione ai morsetti del generatore. Per evitare tale condizione è necessario oscurare completamente la cella. La caratteristica della cella dipende anche dalla variazione della radiazione incidente (Figura 3). Come si vede, con il variare della radiazione incidente la corrente varia in modo più notevole di quanto faccia la tensione a vuoto. Altra famiglia di curve notevoli è quella che indica la variazione della caratteristica in funzione della temperatura (Figura 4). Se la temperatura aumenta diminuisce la

Figura 1 - Circuito equivalente di una cella.

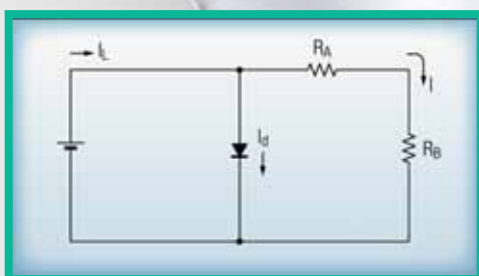


Figura 2
Caratteristica
tensione-
corrente di una
cella.

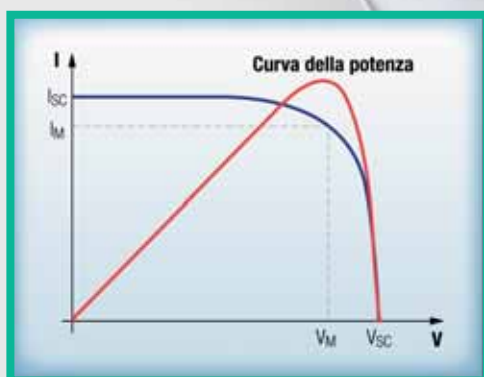
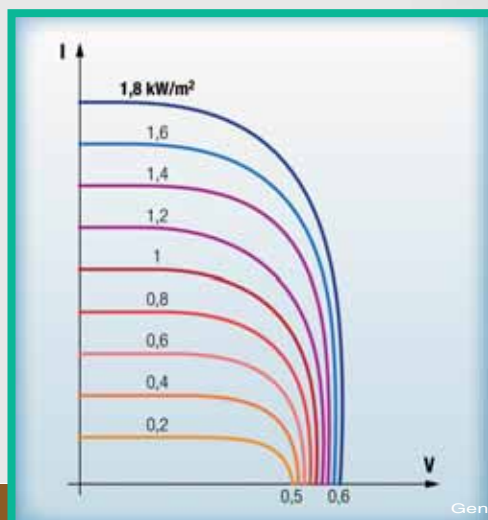


Figura 3
Variazione
della curva in
funzione della
radiazione
incidente.



L'installazione di un sistema fotovoltaico comporta alcune conoscenze di base relative alle caratteristiche delle celle e dei moduli, in modo tale da comprendere meglio le proprietà dei prodotti che ci vengono proposti e da fornire la miglior prestazione all'utente.

tensione a vuoto di qualche millivolt per grado centigrado e aumenta la corrente di cortocircuito di circa 0,2% per grado centigrado. Il prodotto tensione corrente diminuisce di oltre il 5% per ogni 10 gradi di aumento di temperatura delle celle. Contrariamente a quanto qualcuno crede, quindi, non è l'aumento della temperatura delle celle a migliorare le prestazioni delle stesse, ma la loro esposizione al sole. Tornando alla caratteristica della Figura 2, in fase di installazione, per ottenere il massimo rendimento è necessario cercare il punto di massima potenza. A questo proposito torna utile il Maximum Power Point Tracker (MPPT) che è presente negli inverter utilizzati per il funzionamento in parallelo alla rete. Poiché la curva tensione-corrente varia sia in funzione dell'irraggiamento sia in funzione della temperatura, per ottenere il massimo trasferimento dell'energia verso il carico, è necessario ricercare volta per volta il punto di massima potenza (Figura 5). Naturalmente tutti i dispositivi a valle, a partire dall'inverter, dovranno adattarsi ai nuovi valori di tensione e di corrente, in modo che ai "morsetti" dell'utente, ci siano valori consoni con quelli richiesti dall'impianto. Un'ultima curva importante su cui vogliamo soffermarci è il diagramma dei percorsi solari e delle ombre. Come è noto, il sole ha un percorso che dipende dal giorno dell'anno: più alto all'orizzonte durante i mesi estivi, più basso durante gli invernali. Un diagramma che indica la sua posizione è utile per definire al meglio la posizione in cui installare i pannelli. Tale diagramma si indica con il nome diagramma dei percorsi solari (Figura 6). Essa è tracciata tenendo conto della latitudine del luogo e degli eventuali ostacoli che la luce solare avrebbe nel

colpire il pannello. Nella Figura 6 si notano tre curve corrispondenti a tre diversi periodi dell'anno, da dicembre (la più bassa), a marzo-settembre (la media), a giugno (la più elevata). In orizzontale possiamo notare che l'escursione del sole varia a seconda di ogni curva, da 60° a 300° in giugno, da circa 120° a 240° in dicembre. Infine, nel diagramma possiamo notare una spezzata. Essa corrisponde agli ostacoli frapposti tra sole e pannello. Al di sotto di essa non ci sarà la possibilità di captare direttamente i raggi solari. Infine ogni curva è rappresentativa della posizione nel cielo alle varie ore del sole. Un grafico di questo genere, determinato nella posizione in cui si intende installare il pannello, è essenziale per capire se si è scelta la posizione più corretta. Però non lo si trova dal grossista o sulla letteratura tecnica, bisogna costruirlo. A questo proposito è necessario procedere in questo modo. Innanzitutto è necessario stabilire il punto di installazione controllando eventuali vincoli paesaggistici e architettonici, la struttura in cui collocare i moduli e le modalità di fissaggio. Quindi è necessario

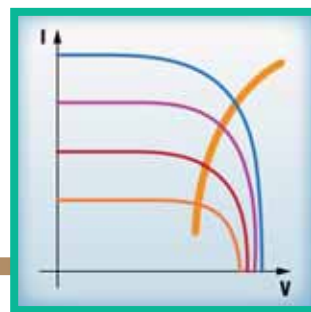


Figura 5 - Curva di massimo trasferimento.

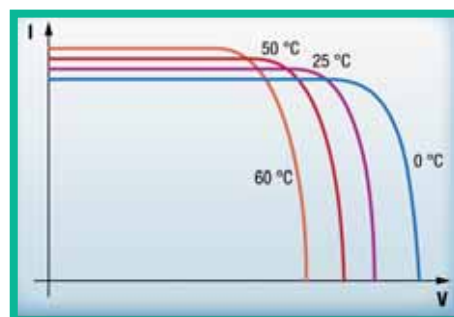


Figura 4
Variazione della curva in funzione della temperatura.

persi nel punto di installazione e prendere nota degli ostacoli con il loro azimut (cioè lo spostamento angolare rispetto al sud) e la loro elevazione (cioè lo spostamento angolare rispetto alla superficie terrestre). In secondo luogo bisogna riportare tali dati su una stampata (ci sono vari programmi che le forniscono) che indica i percorsi solari del luogo. Per calcolare l'ombreggiamento degli ostacoli, in mancanza di un clinometro, esistono dei semplici dispositivi su cartoncino che possono essere utilizzati all'occorrenza assieme ad una semplice bussola. Terminata questa fase bisognerà scegliere la posizione dei pannelli, il locale per installare gli inverter e il quadro, il percorso dei cavi ecc.. Ma questa è un'altra storia.

Figura 6
Diagramma dei percorsi solari.

