

Un caricabatterie monolitico semplifica i progetti di sistemi a energia solare

Trevor Barcelo
Product Line manager
Battery Management Products
Linear Technology

Il dispositivo LT3652 permette di risolvere in maniera semplice ed elegante i tipici problemi di un caricabatterie a energia solare: le variazioni della tensione di uscita di un pannello solare e l'estrazione della massima energia possibile dal pannello stesso

Anche con gli attuali livelli di consumo, l'energia che la terra riceve dal sole è migliaia di volte superiore a quella utilizzata nel mondo. Questa fonte di energia potenziale sarà anche gratuita, ma di certo non lo sono le tecniche necessarie per raccoglierla e utilizzarla. Dopo qualche decennio di inattività lo sviluppo del solare ha avuto una ripresa e il costo di questo tipo di energia continua a diminuire.

Nel periodo successivo alla crisi del petrolio degli anni '70 la tecnologia delle batterie è notevolmente migliorata.

Nel 1970 erano disponibili le batterie al piombo acido, quelle al nichel erano agli albori e quelle al litio ricaricabili nemmeno esistevano. E semplicemente non esisteva neanche l'idea di un caricabatterie a energia solare per prodotti portatili nell'ultimo periodo di crescita della tecnologia a energia solare. Oggi i prodotti portatili sono ovunque e i progettisti "sognano" funzionalità a energia solare per diverse ragioni: essere sempre più "verdi", impossibilità di accedere alla rete di distribuzione dell'energia oppure semplicemente allungare la vita operativa del proprio dispositivo usando le fonti energetiche

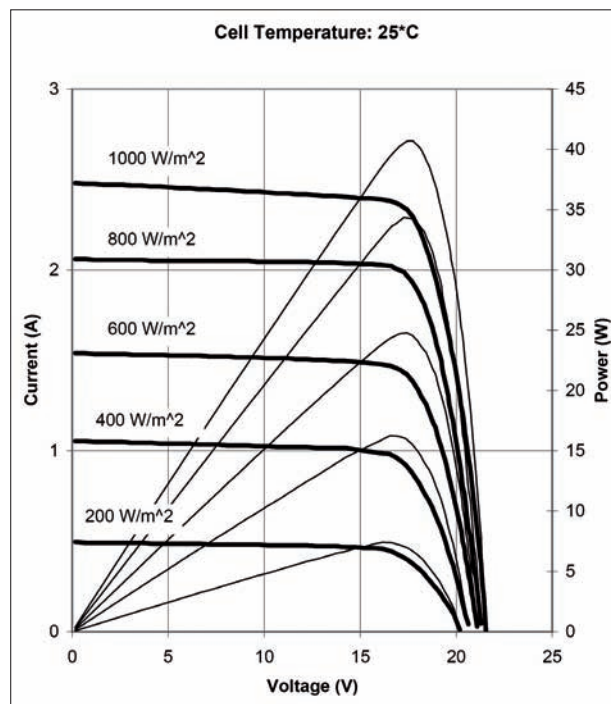


Fig. 1-Caratteristiche Kyocera KC40T

disponibili. L'energia solare è abbondante, comoda e ha costi ragionevoli. Nelle applicazioni remote essa può essere una delle pochissime fonti energetiche disponibili.

Come accumulare l'energia solare

I pannelli solari, costituiti da grandi gruppi di celle fotovoltaiche, rappresentano il mezzo più comune per convertire l'energia del sole in elettricità. Mentre esistono

tecnologie diverse per le celle FV, la funzione base di un pannello solare rimane inalterata: il pannello genera una corrente elettrica quando viene illuminato dalla luce. Tuttavia, a differenza di un normale alimentatore, i pannelli solari non producono né una tensione, né una corrente costanti.

Nella figura 1 viene riportata la curva I-V di un pannello solare policristallino da 40W di Kyocera (KC40T). Questa figura

mette in evidenza una delle principali sfide da affrontare quando si progetta un sistema a energia solare; la tensione di uscita del pannello può variare notevolmente a fronte di variazioni relativamente modeste del carico di corrente. Inoltre le curve I-V variano con la temperatura, per cui la tensione a circuito aperto di 22 V a temperatura ambiente può arrivare a circa 25 V a -10 °C. Il rendimento tipico di un pannello solare varia dal 10% al 40% circa.

Unito al fatto che i pannelli più grandi (cioè più potenti) costano di più, nel progetto di pannelli solari è indispensabile massimizzare l'efficienza per ridurre al minimo i costi di sistema. La figura 1 illustra in che modo la potenza di uscita del pannello solare varia con la tensione e l'insolazione (misura dell'energia delle radiazioni solari ricevuta). Per raccogliere dal sole la maggior quantità di energia possibile, è necessario far funzionare il pannello in prossimità del suo punto di massima potenza. Per accumulare in

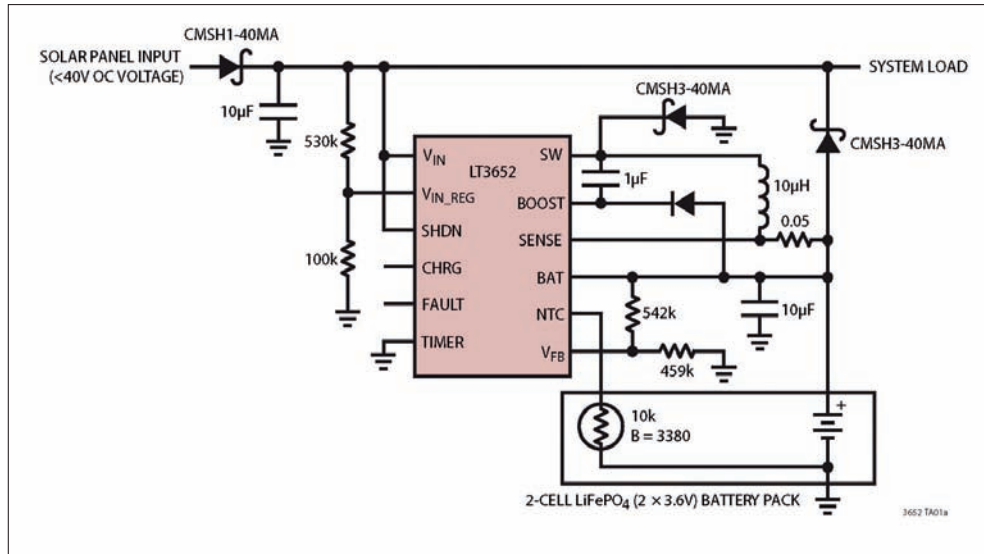


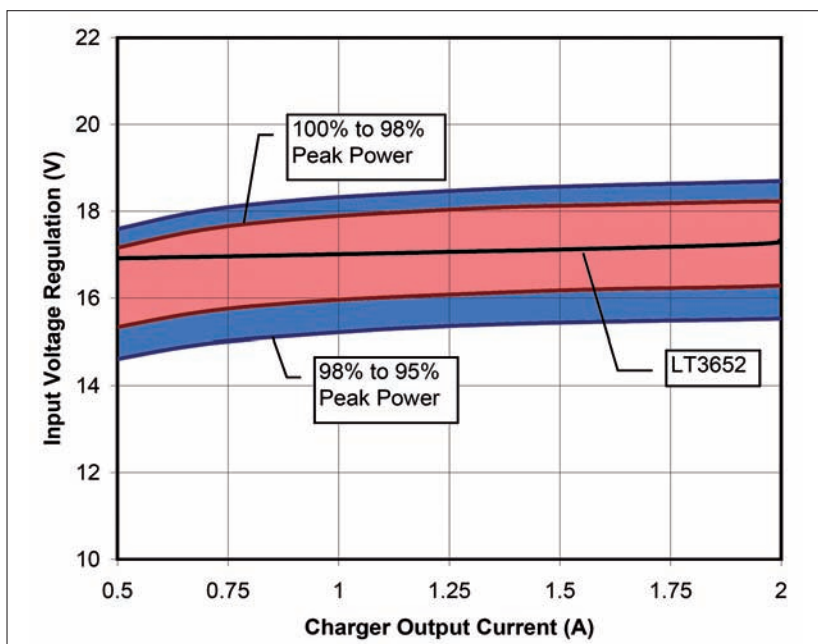
Fig. 2 - Dispositivo di gestione dell'alimentazione di pannelli solari da 2 A con batteria LiFePO₄ da 7,2 V e monitoraggio dei picchi di potenza a 17 V

modo efficiente l'energia proveniente dal sole in un prodotto portatile, il progetto deve gestire fattori che subiscono notevoli variazioni e trovare il modo di far funzionare il pannello solare al suo punto di massima potenza; inoltre deve caricare in sicurezza il tipo di batteria scelto per il prodotto portatile.

Una soluzione semplice

I caricabatterie al piombo acido economici si limitano a connettere il pannello solare (es. KC40T di Kyocera) direttamente alla batteria mediante un diodo di protezione contro le sovratensioni. La tensione di uscita di una batteria al piombo acido normalmente si allinea bene con il punto di massima potenza di molti pannelli solari, il che consente di ottenere un rendimento abbastanza buono. Tuttavia, mentre questo progetto può essere semplice ed economico, solo il pannello solare e le caratteristiche della batteria limitano la corrente e la tensione di carica, il che comporta un algoritmo di carica che non rispetta assolutamente le specifiche del produttore della batteria (a meno che non venga utilizzata una carica di compensazione a bassa corrente). Inoltre, mentre le batterie al piombo acido consentono di avvicinarsi alla potenza massima, questa tecnica non può essere utilizzata per altri tipi di batterie se non costruendo un pannello adatto per il tipo scelto. La mancanza di controllo della carica e della flessibilità costituiscono un ostacolo di non poco conto a questo approccio, soprattutto nelle batterie con algoritmi di carica complessi, come quelle agli ioni di litio.

Fig. 3 - Il circuito di regolazione della tensione d'ingresso del pannello solare rileva il punto di massima potenza superiore al 98%



Una soluzione migliore

Da un'ulteriore analisi della figura 1 emerge un fatto interessante: la potenza di uscita di picco del pannello solare si verifica approssimativamente alla stessa tensione di uscita per tutti i livelli di insolazione. I costruttori del pannello solare la definiscono tensione di massima potenza. LT3652, un innovativo caricabatterie di Linear Technology, sfrutta questo fatto per offrire un'elegante soluzione per la carica di batterie in grado di estrarre la massima quantità di energia disponibile dal pannello solare.

Il caricabatteria LT3652 per il tracking della potenza di picco nelle celle solari utilizza un circuito di regolazione che riduce la corrente di carica quando la tensione di uscita del pannello scende al di sotto di un livello programmato. Il circuito di regolazione della tensione di ingresso mantiene il pannello alla tensione di uscita corrispondente al suo punto di massima potenza.

Un partitore resistivo programma la tensione di alimentazione massima desiderata. Inoltre LT3652 ha un valore massimo assoluto della tensione di ingresso pari a 40 V, fatto questo che consente di regolare facilmente la tensione di circuito aperto della maggior parte dei pannelli solari (anche in presenza di basse temperature). Nella figura 2 è illustrato lo schema di un caricabatteria.

Il partitore resistivo connesso al pin V_{IN_REG} imposta il circuito di regolazione della tensione in ingresso dell'LT3652 a 17V. La resistenza di rilevamento da 50 mΩ programma una corrente di carica massima di 2 A.

Se le condizioni solari impediscono al pannello di fornire tutta la corrente di carica programmata, il circuito di regolazione riduce la corrente di carica al fine di mantenere 17 V sull'uscita del pannello solare. Questo anello di regolazione agisce per ridurre dinamicamente i requisiti di alimentazione del sistema di caricabatterie alla massima potenza che il pannello

può fornire, mantenendo quindi il rendimento massimo del pannello vicino al 100%. A questo punto è utile esaminare il pannello solare 40 W BP modello 340J. La corrente di uscita di questo pannello alla potenza massima di uscita è di circa 2,3 A; leggermente superiore alla corrente di carica massima dell'LT3652.

Con il variare dell'insolazione, varia

Considerazioni sulla temperatura

Finora l'analisi e le curve tipiche erano incentrate su un funzionamento a 25 °C. Le celle FV hanno, come le giunzioni P-N, un coefficiente di temperatura che influisce sia sulla tensione a circuito aperto del pannello solare sia sulla sua tensione di alimentazione massima.

I tipici coefficienti di temperatura della

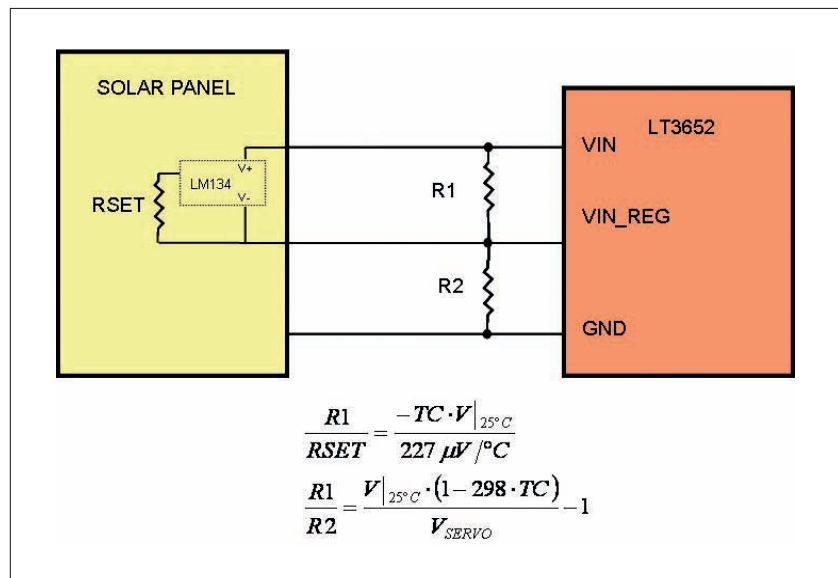


Fig. 4 - Semplice compensazione della temperatura con tensione di alimentazione massima dell'LT3652

anche la corrente di uscita di BP 340J alla potenza massima.

La figura 3 mostra le tensioni corrispondenti al 95% e al 98% della potenza massima di uscita di BP 340J. In altre parole, la zona rossa rappresenta le tensioni corrispondenti alla potenza massima di uscita tra il 98% e il 100% rispetto alla corrente di uscita (cioè insolazione variabile), mentre la zona blu rappresenta le tensioni corrispondenti alla potenza massima tra il 95% e il 98%.

La posizione della linea nera mostra che il circuito di regolazione della tensione d'ingresso dell'LT3652 mantiene il pannello vicino al 100% della sua potenza massima disponibile.

massima tensione di alimentazione sono compresi tra -0,4 e -0,5 %/°C, il che corrisponde a 5 V o 6 V su un range operativo compreso tra 0 e 75 °C per un pannello come BP 340J.

Il design del circuito di regolazione della tensione di ingresso di LT3652 semplifica la compensazione della temperatura. La figura 4 mostra uno schema che utilizza un dispositivo economico a tre terminali per adattarsi in maniera accurata al coefficiente di temperatura di qualsiasi pannello solare.

LM134/234/334, generatore di corrente e sensore di temperatura, misura la temperatura del pannello solare e regola di conseguenza la tensione di ingresso di

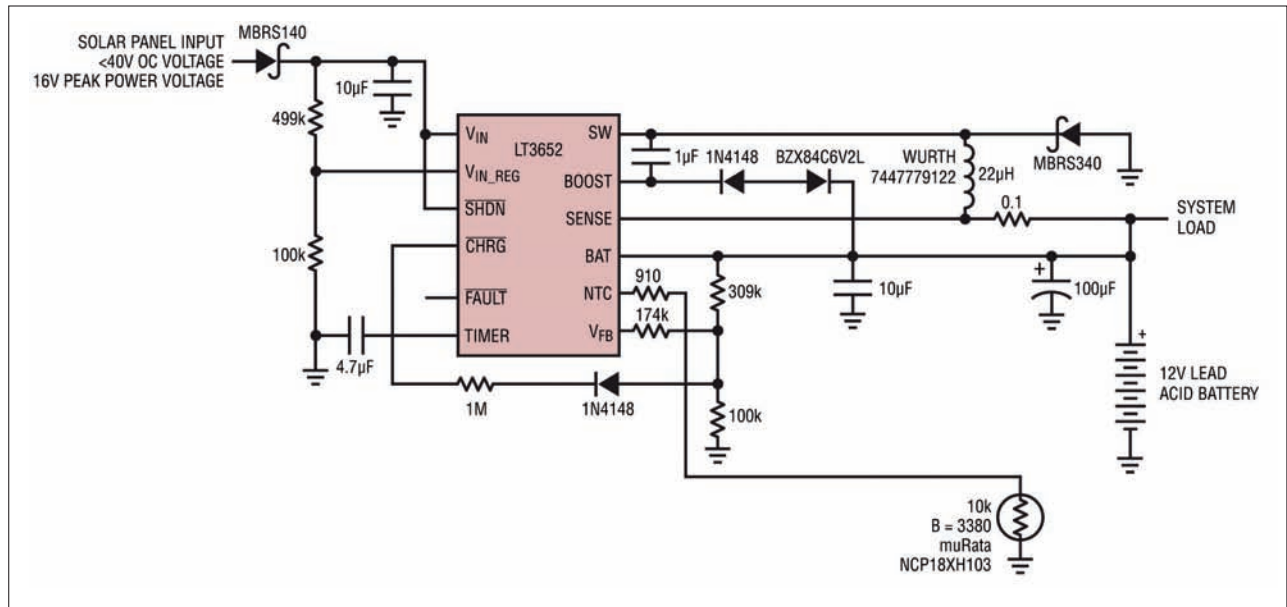


Fig. 5 - Caricatore mobile/rapido di batterie a piombo acido a 12 V a tre fasi, a energia solare da 1 A

LT3652. Le equazioni di progetto sono indicate nella figura 4 e richiedono solo due dati: la tensione di alimentazione massima del pannello a 25 °C e il coefficiente di temperatura di tale tensione (nota: un CT di -0,45 %/°C va inserito come -0,0045 /°C).

Il circuito di regolazione della tensione di ingresso dell'LT3652 può essere compensato in temperatura usando altre tecniche, ad esempio un transistor o un sensore a diodo o un termistore NTC (Negative Temperature Coefficient).

Flessibilità, funzionalità e prestazioni

LT3652 è un caricabatterie step-down monolitico ad alte prestazioni che opera su un range di tensioni di ingresso compreso tra 4,95 V e 32 V (con un valore massimo assoluto di 40 V).

La corrente di carica massima può essere programmata fino a 2 A con una precisione del 5% e la sua tensione variabile programmabile accetta diverse strutture chimiche di batterie: ioni di litio/polimeri, LiFePO₄, piombo acido e nichel.

L'LT3652 può essere configurato in modo da terminare la carica quando la corrente di carica è inferiore a 1/10 della tensione massima programmata o con un timer di terminazione incorporato. Un ingresso NTC offre anche la possibilità di effettuare una qualifica termica della carica.

La figura 2 mostra un caricatore per batterie LiFePO₄ a 2 celle da 2 A. Un altro diodo Schottky offre la funzionalità PowerPath al carico di sistema quando la tensione di uscita del pannello solare è inferiore alla tensione della batteria.

La figura 5 mostra un caricatore per batterie al piombo acido da 1 A a energia solare.

Questa applicazione carica velocemente la batteria con una corrente costante di 1 A fino a 14,4 V.

Quando la corrente di carica arriva a 0,1 A, il caricatore passa nella modalità di carica variabile di 13,5 V fino al tramonto (il timer di terminazione è programmato a 20 ore).

Se la tensione della batteria scende a un valore inferiore a 13,2 V, riparte la carica veloce e una carica di compensazione

(150 mA) viene applicata nel caso la tensione della batteria sia inferiore a 10 V. Il termistore NTC interrompe la carica se la temperatura non rientra in un range compreso tra 0 °C e 45 °C.

L'energia solare offre molti vantaggi ai progettisti di dispositivi portatili.

Spesso è l'unica fonte di alimentazione disponibile in zone isolate ed è praticamente illimitata. Visto il crescente interesse verso l'energia rinnovabile, l'aumento delle attività di ricerca e sviluppo in materia di energia solare continua a ridurre i costi per la raccolta dell'energia solare.

Considerata la natura intermittente dell'energia solare, la maggior parte dei dispositivi con questo tipo di alimentazione richiede l'uso di una batteria.

Tuttavia i caricabatterie a energia solare devono affrontare le variazioni della tensione di uscita di un pannello solare dal quale devono estrarre il più possibile energia in modo efficiente.

Il caricabatterie LT3652 offre una soluzione compatta ed elegante ad alte prestazioni per la soluzione di questi due problemi.