

# Il consumo di potenza in sistemi e dispositivi BT

Peter Lancaster

Nello sviluppo di prodotti, moduli e dispositivi elettronici la dissipazione di potenza e la vita delle batterie sono divenuti due fattori sempre più critici. Una gestione efficiente dell'alimentazione è indispensabile non solamente per i telefoni cellulari, ma anche per una vastissima gamma di dispositivi che va dai pacemaker agli apparecchi acustici, dai lettori musicali portatili ai Pda, dai sensori che utilizzano lo standard ZigBee alle apparecchiature Bluetooth.



La misura del consumo di potenza è cruciale nei dispositivi portatili

Nella progettazione del prodotto finale vi sono parecchi elementi che contribuiscono alla dissipazione di potenza complessiva: tali fattori, abbinati alle caratteristiche della batteria, forniscono un'indicazione attendibile circa la durata della batteria stessa. L'analisi del progetto, la simulazione e la modellazione sono operazioni estremamente utili, in particolar modo per il design del silicio. Ma, tutto sommato, la validazione del progetto e l'omologazione delle specifiche devono essere effettuate utilizzando misure di natura fisica.

Obiettivo del presente articolo è individuare alcune tecniche per la misura della dissipazione di potenza di dispositivi operanti a bassa tensione e caratterizzati dalla presenza di carichi fluttuanti.

Le alternative fondamentali sono due: utilizzare alimentatori con funzioni di misura integrate oppure strumenti separati in grado di erogare potenza e di misurare la corrente. La prima soluzione permette di semplificare i cablaggi e le connessioni, comporta una minore occupazione di spazio sia sul banco sia all'interno di un rack, garantisce una maggiore semplicità in fase di programmazione, in quanto è coinvolto un solo strumento e può risultare più economica. Il dispositivo sottoposto a collaudo (Dut, Device Under Test) può inoltre essere facilmente protetto dai danni provocati dalla sovratensione nel caso si verifici un errore o un guasto.

Il primo compito da assolvere è determinare i criteri di test. Se l'obiettivo del collaudo è determinare la vita della batteria, è necessario procedere a una misura accurata della potenza media consumata nel tempo e nel momento in cui la tensione diminuisce. Se lo scopo è selezionare un adattatore per la linea di alimentazione capace di fornire le correnti di picco senza interrompersi, è necessario disporre di un alimentatore caratterizza-

to da un'ampiezza di banda estesa per mantenere la corretta tensione di uscita quando il carico è sottoposto a fenomeni di trasferimento a raffica (burst) e di un sistema in grado di misurare la corrente assorbita durante il burst. Per verificare le prestazioni del dispositivo quando la tensione di batteria diminuisce nel corso della scarica, bisogna essere in grado di diminuire la tensione di alimentazione e sincronizzare la misura della corrente e gli altri strumenti per analizzare le prestazioni quando si manifesta la caduta di tensione.

Una volta effettuata l'analisi del progetto, i tecnici di collaudo dovrebbero avere un'idea ragionevole circa la corrente assorbita dal dispositivo nelle diverse situazioni. La corrente di riposo o di standby (in molti casi diversi livelli di standby), l'ampiezza delle correnti di burst o di picco, la lunghezza di questi burst e la loro frequenza sono elementi da tenere nella massima considerazione. Potrebbe inoltre risultare necessario effettuare il collaudo del dispositivo in differenti condizioni operative: ad esempio, nel caso di un telefono mobile, i collaudi possono avvenire con correnti di riposo dell'ordine dei  $\mu\text{A}$ , correnti di standby dell'ordine dei mA e correnti di trasmissione in modalità burst che arrivano fino a 1,6 A.

Poiché i dispositivi progettati verranno utilizzati con una batteria, la capacità di rappresentare in maniera più accurata possibile la batteria reale e di monitorare la corrente che verrà assorbita dalla batteria assumono una particolare rilevanza. Ciò richiede la disponibilità di un alimentatore con tensione di uscita e impedenza di uscita variabili, capace di simulare il comportamento di una batteria durante il ciclo di scarica. L'alimentatore in questione dovrebbe inoltre essere caratterizzato da uno stadio di uscita con ampiezza di banda particolarmente estesa in modo da poter rispondere a variazioni improvvise nel carico provocate dai protocolli di comunicazione che operano in modalità burst come Tdma e Gsm con minime cadute di tensione

P. Lancaster, Application Manager, Keithley Instruments

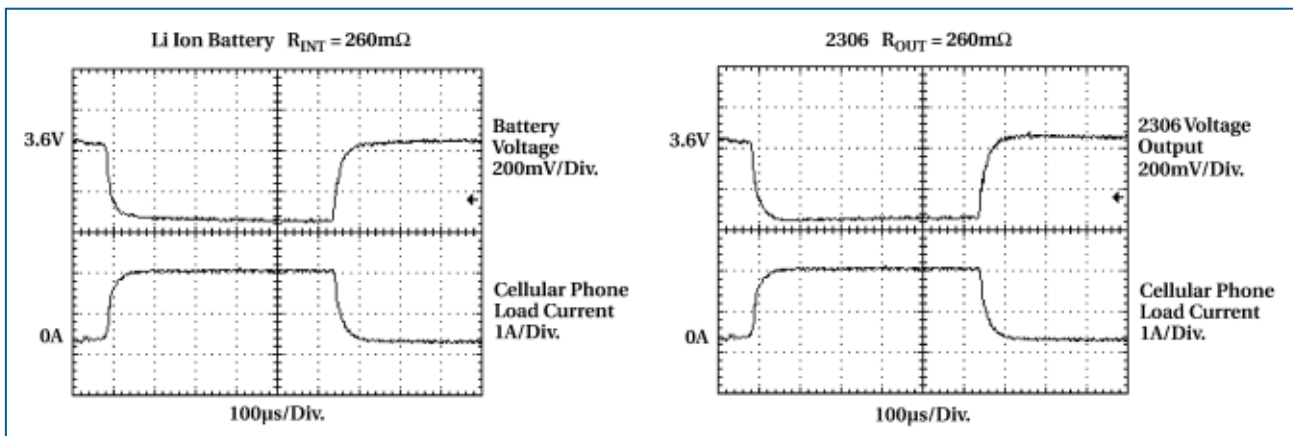


Figura 1 – Confronto tra la tensione di uscita di una batteria a ioni di litio e l'uscita del simulatore di batterie 2306 di Keithley Instruments in condizioni di carico impulsivo. Il simulatore di batteria è programmato con una resistenza di uscita di 260 mΩ per assicurare la corrispondenza con la resistenza interna della batteria

transistorie e tempo di recupero ridotti.

Le “cadute” della tensione di alimentazione superiori a quelle previste in fase di progettazione potrebbero portare il sistema di controllo dell'alimentazione di un telefono mobile a ritenere che la batteria del telefono stesso sia completamente scarica e quindi all'interruzione dell'attività del telefono. Senza dimenticare che fenomeni di oscillazione o sovralongazione possono provocare una distorsione di fase negli stadi RF ed errori di temporizzazione, specialmente nel caso di funzionamento in modalità “burst” come previsto dagli standard Tdma e Gsm. La certezza che il dispositivo possa assorbire la corrente richiesta dà la possibilità di calibrare in maniera adeguata l'uscita RF e ottenere i massimi livelli di potenza previsti dalle specifiche. La capacità di simulare la resistenza interna della batteria permette di collaudare il telefono in condizioni di scarica, ovvero quando la tensione di batteria è bassa e la resistenza interna raggiunge il massimo valore. Le prestazioni nel caso peggiore (massima corrente di carico al più basso livello di soglia della batteria) possono essere verificate in condizioni molto realistiche.

L'alimentatore deve essere anche in grado di misurare le correnti di carico di picco, le correnti in modalità sleep e standby, oltre a fornire un'accurata misura della corrente media per consentire di prevedere la vita della batteria. Questi collaudi possono essere effettuati in maniera molto rapida nel caso l'alimentatore risulti dotato di un'“intelligenza” tale da far diminuire la tensione di uscita per simulare la scarica della batteria, mentre esegue misure ad ogni passo e rileva automaticamente la corrente impulsiva. Sul mercato sono disponibili alimentatori in grado di soddisfare tutti i requisiti sopra menzionati, conosciuti come simulatori di batteria (figura 1) o alimentatori per applicazioni di comunicazione. Tali apparati possono anche venire impiegati per il collaudo di prodotti quali fotocamere digitali, Pda, lettori audio portatili e altri dispositivi similari, caratterizzati dalla presenza di burst di breve durata durante i quali viene assorbita una corrente di valore elevato.

## Utilizzo dei SourceMeter

Alcuni dispositivi elettronici hanno requisiti nettamente diversi, per quel che concerne l'alimentazione, rispetto a quelli dei telefoni mobili. Per parecchi di questi dispositivi la durata delle batterie viene misurata in mesi o anni piuttosto che in ore: di conseguenza la corrente media assorbita deve essere molto inferiore al 1 mA mentre le correnti di sleep o standby devono risultare minori di 1 μA. Per il collaudo di questo tipo di dispositivi può essere richiesta l'aggiunta al sistema di test di un picoampmetro (in grado di misurare correnti di intensità molto piccola) o di un Dmm con specifiche particolarmente spinte. In alternativa è possibile utilizzare un alimentatore di tipo particolare come ad esempio un SourceMeter o unità Smu (Source Measure Unit) caratterizzato da una sensibilità molto elevata sia nella misura della corrente sia nella programmazione della tensione (si faccia riferimento alla figura 2). La presenza di funzioni avanzate di trigger permette la sincronizzazione delle misure con diversi eventi in modo da identificare aumenti di corrente imprevisti. Le unità Smu vengono fatte funzionare utilizzando un ciclo erogazione-ritardo-misura (Source-Delay-Measure): in pratica si esegue il trigger in presenza di una variazione dell'uscita e, dopo un certo ritardo, si procede all'esecuzione di diverse misure.

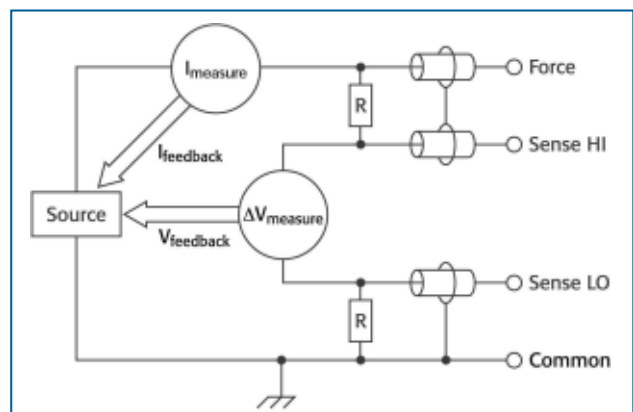


Figura 2 – Una Smu integra una sorgente di tensione di precisione e una sorgente di corrente di precisione (riportate come un solo blocco), un voltmetro e un amperometro

Il trigger può essere esterno, proveniente da un altro strumento o da un personal computer, oppure interno (in questo caso si utilizza un timer). È anche possibile effettuare l'operazione di trigger in differenti punti di un ciclo per controllare altri strumenti. Lo strumento può acquisire parecchie migliaia di letture prima che venga richiesto l'intervento del computer di controllo. Ciò permette di predisporre sistemi di collaudo complessi senza particolari problemi per quel che concerne l'alimentatore e la sezione di misura. Il concetto di SourceMeter è stato ampliato e utilizzato per realizzare alimentatori a più canali contraddistinti da una sensibilità superiore rispetto ai tradizionali sistemi Ate e ai sistemi modulari di costo più elevato (tabella 1). Questi possono venire utilizzati laddove vi è la necessità di erogare tensioni di precisione ed eseguire misure di corrente su più canali, come ad esempio durante il collaudo delle sollecitazioni su più dispositivi o nel collaudo di un dispositivo che richiede differenti tensioni di alimentazione.

### Strumenti di misura esterni

L'aggiunta di uno o più strumenti di misura esterni all'alimentatore base può apparire una soluzione semplice per molte delle problematiche di misura fin qui discusse. Comunque l'alimentatore deve avere le caratteristiche adatte per svolgere con efficacia i compiti richiesti, come ad esempio una elevata velocità di risposta. Inoltre è necessario tenere in considerazione la presenza di cavi e cablaggi aggiuntivi, la necessità di eseguire la programmazione e le difficoltà legate alla sincronizzazione delle misure, i vincoli in termini di ingombri e i costi.

La presenza di altri strumenti può essere presa in considerazione nel momento in cui è necessaria l'aggiunta di funzionalità specifiche a un sistema già esistente, come ad esempio l'utiliz-

### Calcoli dell'errore

Incertezza = [( % della lettura \* valore applicato) + offset (0 % del range)]  
 Esempio: alimentatore da laboratorio  
 Accuratezza specificata = 0,2% + 5 mA  
 Corrente assorbita = 20 mA  
 Errore massimo = 20 mA \* 0,002 + 5 mA = ± 5,1 mA

zo di un oscilloscopio con una sonda di corrente a elevata ampiezza di banda per individuare spike di corrente molto veloci o di picoamperometro per la misura di correnti di riposo estremamente basse (cfr tabella 2). È importante utilizzare strumenti con funzioni di trigger esterne in modo da poter acquisire le letture nei tempi corretti rispetto alle variazioni nel funzionamento del dispositivo o delle tensioni di uscita dell'alimentatore.

### Considerazioni conclusive

Sul mercato è disponibile una vasta gamma di alimentatori programmabili, molti dei quali in grado anche di svolgere funzioni di misura della corrente. Nella scelta dell'alimentatore è necessario accertarsi che la funzione di erogazione della tensione sia in grado di soddisfare le esigenze del dispositivo sottoposto a collaudo per quel che concerne corrente massima, accuratezza della tensione, velocità di risposta, rumore, stabilità e così via. Inoltre lo strumento deve essere in grado di effettuare le misure con l'accuratezza richiesta rispettando i tempi previsti. L'aggiunta di ulteriori strumenti di misura è un'opzione che va considerata con attenzione, alla luce dei problemi che potrebbero sorgere in fase di integrazione, anche in considerazione del fatto che la maggior parte delle misure può essere effettuata da un adeguato alimentatore. ■

**Tabella 1 - Compendio delle specifiche relative a differenti tipi di alimentatori**

Tipo di PSU	Potenza	Accuratezza di impostazione	Velocità di risposta	Velocità di misura	Accuratezza di misura	Fascia di prezzo
Laboratorio	Media	mV	Bassa	Bassa	~ 10 mA	Basso
ATE	Medio/Alta	mV	Bassa	Bassa	< 100 mA	Medio
Modulare	Medio/Alta	mV	Media	Media	< 100 µA	Medio/alto (in funzione del numero dei canali)
Simulatore di batteria	Medio/Bassa	mV	Molto/Alta	Alta	~ 10 µA	Media
SourceMeter	Medio/Bassa	µV	Alta	Medio/Alta	~ 1 nA	Medio/Alta
SouceMeter a più canali	Bassa	mV	Media	Medio/Alta	~ 1 µA	Medio/Bassa (in funzione del numero di canali)

**Tabella 2 - Funzioni di misura della corrente possibili con l'aggiunta di altri strumenti**

Tipo di strumento	Range di misura	Velocità di misura	Accuratezza di misura	Fascia di prezzo
Dmm di fascia bassa	mA-A	Medio/Bassa	mA	Bassa
Dmm di fascia media	µA-A	Media	µA	Media
Dmm di fascia alta	nA-A	Medio/Alta	nA	Alta
Picoamperometro	pA-mA	Media	pA	Media
Oscilloscopio con sonda di corrente	mA-A	Molto alta	mA	Medio/Alta