

Ricerca e Sviluppo: Soluzioni per il test della batteria dalla cella alla confezione

Home / Applicazioni / Ricerca e Sviluppo: Soluzioni per il test della batteria dalla cella alla confezione

Le soluzioni per il test e controllo della batteria durante il processo di ricerca e sviluppo prevedono varie fasi di controllo del sistema batteria, dalla verifica del materiale fino al controllo finale di carica-scarica della batteria assemblata. Per ognuna delle 5 fasi è suggerito un esempio di misura con un sistema di test opportuno.

Articoli correlati:

[\(parte 2\) Processo di Produzione](#)

[\(parte 3\) Qualità e Manutenzione](#)

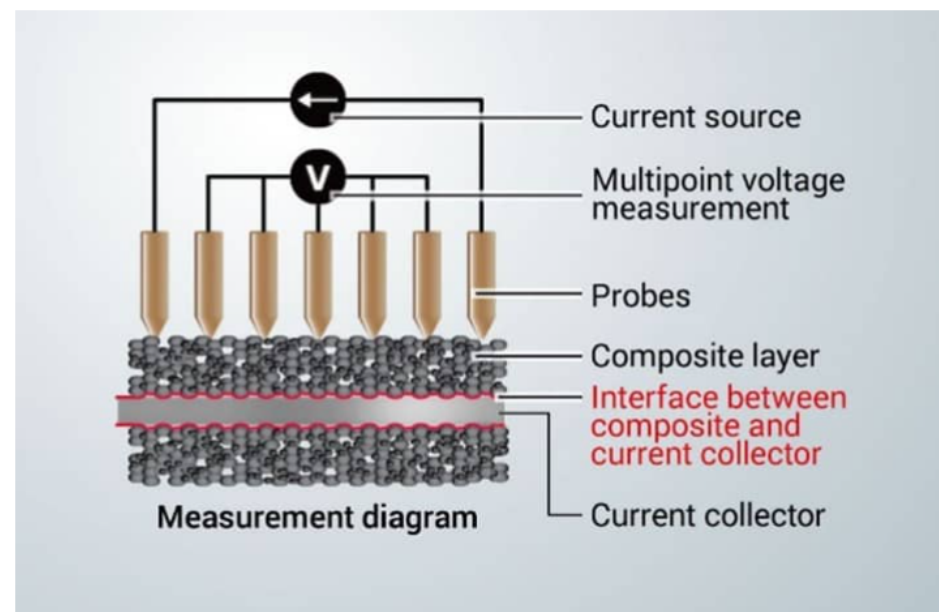
Prodotti in evidenza

RM2610 - ELECTRODE RESISTANCE MEASUREMENT SYSTEM

BT4560 - BATTERY IMPEDANCE METER

BT3564 - BATTERY HITESTER

PW8001-01 - POWER ANALYZER



Fasi di controllo del sistema batteria

Proponiamo esempi di misura con un sistema di test opportuno, per ognuna delle fasi di controllo.

Test per lo sviluppo e la produzione di batterie

La tecnologia delle batterie è in continua evoluzione per garantire prestazioni ancora più elevate per applicazioni industriali, consumer e soluzioni di mobilità come l'elettrificazione dei veicoli.

Questo rapido progresso tecnologico richiede **solide soluzioni di test per lo sviluppo e la produzione di batterie** più potenti, più sicure e più longeve. Da quando HIOKI ha lanciato il suo primo tester per [batterie agli ioni di litio](#) nel 1986, ha ampliato la sua esperienza lavorando con istituti di ricerca e produttori per coprire tutte le tipologie di test delle batterie. Oggi, la sua tecnologia di test aiuta gli ingegneri di ricerca e sviluppo a **ottimizzare celle, pacchetti o moduli**, ad aumentare l'efficienza nei processi di produzione, a garantire qualità affidabilità e sicurezza operativa.

1.1 Ricerca e sviluppo

Questa sezione, dedicata a R&S, analizza le varie fasi di controllo del sistema batteria, dalla verifica del materiale fino al controllo finale di carica-scarica della batteria assemblata. Per ognuna delle 5 fasi è suggerito un esempio di misura con un sistema di test opportuno.

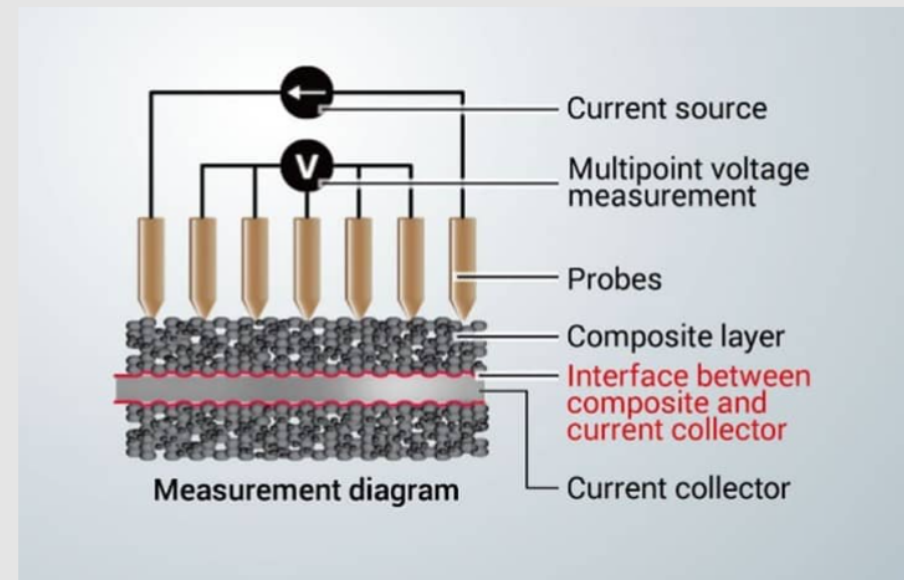
1.1-Test di controllo del materiale

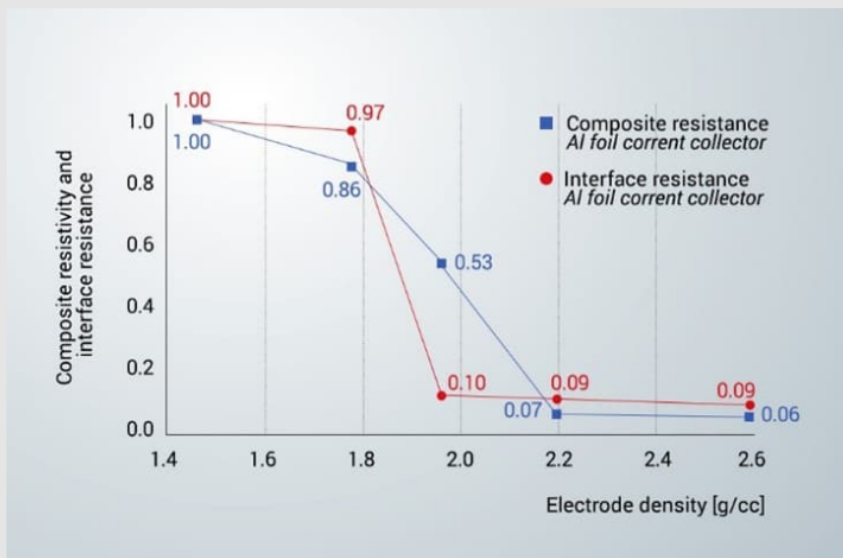
Misura della resistività dell'elettrodo

Questo nuovo sistema consente di **acquisire separatamente la resistività dello strato composito e la resistenza di interfaccia** tra il composito e il collettore di corrente. Questa innovazione fornisce dati che non erano mai stati disponibili prima e aiuta ad accelerare i processi di ricerca e sviluppo nella progettazione e valutazione di nuovi materiali, ad adattare i processi di produzione o a supportare le verifiche QA

Esempio di misura

La qualità uniforme e costante di un foglio di elettrodi può essere esaminata misurando la resistività dello strato composito e la resistenza dell'interfaccia. Il [sistema RM2610](#) consente agli utenti di quantificare e visualizzare le variazioni nella resistenza dello strato composito e di analizzare i risultati.





Il foglio dell'elettrodo è costituito da uno strato composto e da un collettore di corrente. La resistenza di interfaccia tra i due è **uno dei parametri chiave per le prestazioni di una batteria**.

Il sistema di misura della resistenza dell'elettrodo consente agli utenti di visualizzare i valori di resistenza misurando la superficie del foglio dell'elettrodo con un dispositivo costituito da una serie di sonde di prova e quindi utilizzando tecniche analitiche proprietarie per quantificarli.

L'RM2610 consente quindi di **determinare il valore ottimale per un processo di calandratura**. Questo grafico illustra i risultati della misura di un foglio di elettrodi mentre si cambia la pressione per variare la densità dell'elettrodo. Sia la resistività di volume dello strato composto che la resistenza dell'interfaccia diminuiscono all'aumentare della pressione e della densità dell'elettrodo, ma la resistenza dell'interfaccia diminuisce drasticamente dopo un certo punto.

Strumento utilizzato: Sistema di misura della resistenza dell'elettrodo RM2610

- Quantificare la resistività dello strato composto e la resistenza dell'interfaccia nei fogli di elettrodi positivi e negativi della batteria agli ioni di litio
- Resistività composita [Ωcm]
- Resistenza di interfaccia (resistenza di contatto) tra lo strato composto e il collettore di corrente [Ωcm^2]



[ELECTRODE RESISTANCE MEASUREMENT SYSTEM RM2610 \(pdf\)...](#)

1.2 e 1.3 Test della cella

1.2-Analisi delle cause del difetto delle celle LiB

Identificare le cause dei difetti delle celle della batteria misurando l'impedenza CA (catodo-anodo) a più frequenze.

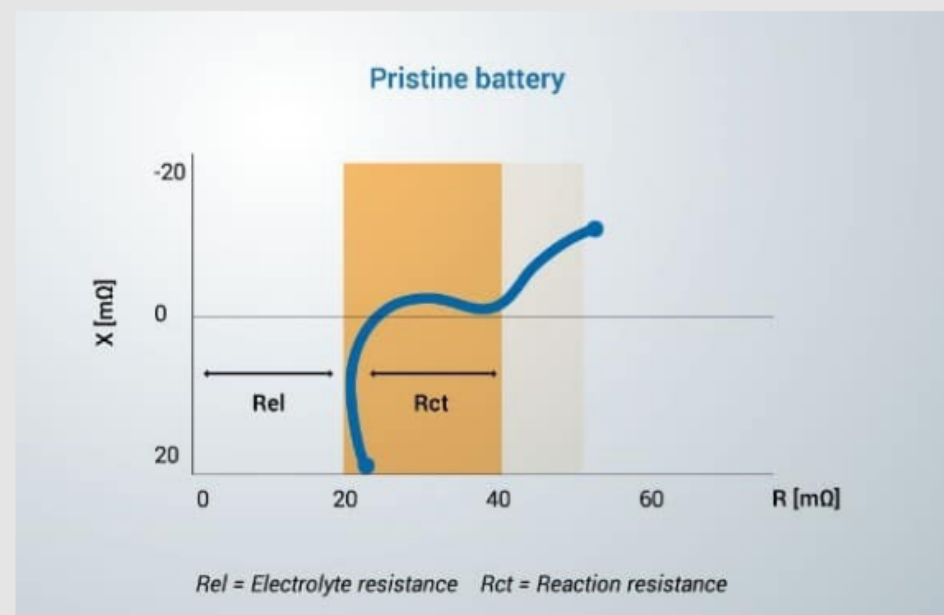
Ad esempio, è possibile identificare le batterie che presentano problemi con le reazioni sull'interfaccia degli elettrodi controllando l'impedenza alle basse frequenze.

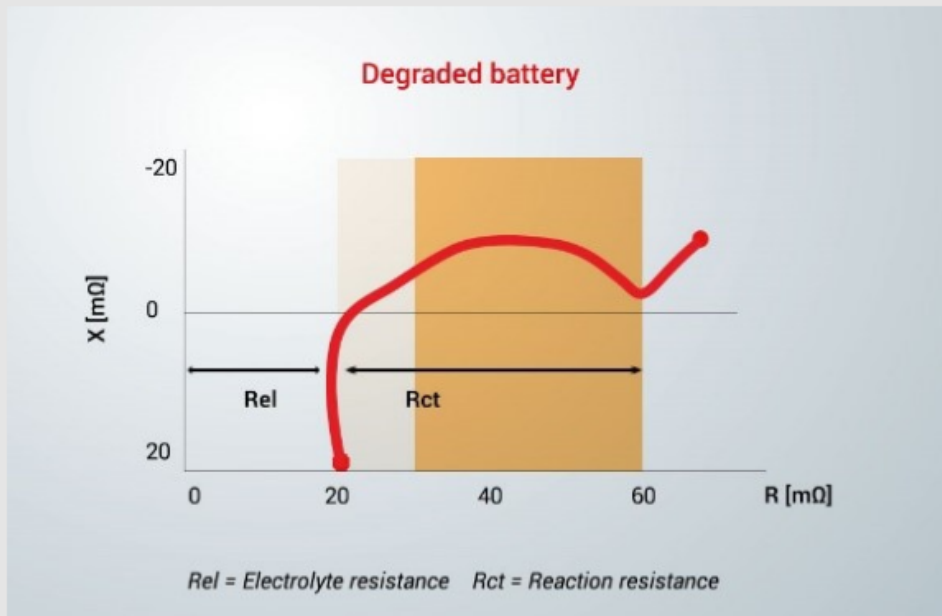
Esempio di misura

Le reazioni chimiche nelle batterie coinvolgono diversi processi e ogni processo ha una propria velocità di reazione. Analizzando la frequenza e misurando l'impedenza, le caratteristiche di ciascuna parte possono essere valutate separatamente. Ciò consente di **identificare i fattori di deterioramento della batteria**.

Dati misurati per batterie pure

Alcune batterie agli ioni di litio ad alta capacità hanno un'impedenza interna inferiore a 1 mΩ. Il [BT4560](#) può **misurare impedenze ultra-basse** di 1 mΩ o meno con stabilità e ripetibilità. Il metodo a quattro terminali a coppia riduce gli effetti dei campi magnetici indotti, come il passaggio dei cavi, le correnti parassite causate dal metallo circostante e le interferenze quando vengono utilizzate più unità contemporaneamente.





Dati misurati per batterie degradate

Rispetto al metodo convenzionale a quattro terminali, la stabilità dello strumento di misura incorporato nella linea di produzione è migliorata.

Misura efficiente combinando HIOKI BT4560 e SW1001

Configurazione ottimale per una **soluzione di misura che fa risparmiare tempo**: un switch mainframe, il tester di impedenza della batteria BT4560 e un dispositivo di test della batteria a 6 canali. L'EIS (Electrochemical Impedance Spectroscopy) per ciascuno dei sei LIB di tipo 18650 viene misurato automaticamente, controllato dal switch mainframe SW1001.





Misuratore di impedenza della batteria BT4560 (pdf)...

<https://youtu.be/dhP9pDQN2WA>

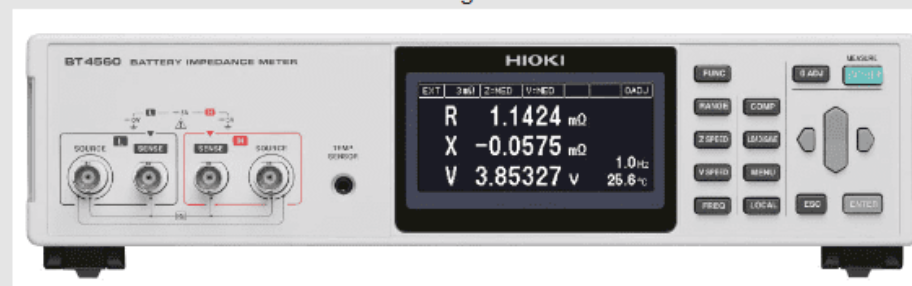
Strumenti utilizzati: Switch Mainframe SW1001

- Modulo multiplexer per fornire misure rapide EIS della batteria, multicanale fino a 18 canali
- Adatto alla progettazione dei circuiti per misure di impedenza che riducono al minimo gli errori tra i canali
- Avvia in modo semplice misure EIS multiple con software applicativo per PC gratuito

Strumenti utilizzati: BT4560

Misuratore di impedenza della batteria BT4560 con funzione di scansione della frequenza.

- Misura AC-IR a bassa frequenza per misurare la resistenza di reazione della batteria
- Garantisce la qualità delle celle della batteria misurando l'impedenza interna a bassa frequenza di 1 Hz o inferiore
- Misure estremamente affidabili per batterie a bassa impedenza
- Funzione di controllo dei contatti integrata.



Switch Mainframe SW1001 (pdf)...

1.3-Analisi della batteria a stato solido

Identificare le cause dei difetti delle celle della batteria misurando l'impedenza CA (catodo-anodo) a più frequenze.

La capacità di eseguire lo **sweep su una frequenza più ampia** rispetto ai LIB consente di acquisire la curva di impedenza CA richiesta per determinare le caratteristiche della spettroscopia di impedenza elettrochimica (EIS) delle batterie a stato solido.

Esempio di misura

Quando si misura l'impedenza interna delle singole batterie, la curva di impedenza CA ottenuta dalla misurazione EIS viene separata in impedenza di massa e impedenza di interfaccia mediante l'analisi del circuito equivalente. Soprattutto per le batterie completamente solide è necessario misurare l'impedenza su una gamma di frequenze più ampia.

Acquisire curva di impedenza

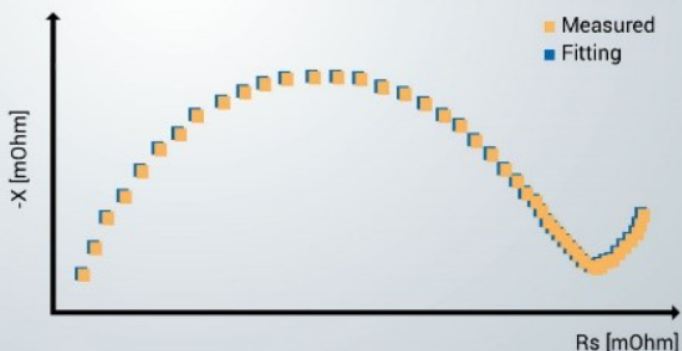
Per acquisire la curva di impedenza CA sono necessari **strumenti di misura dell'impedenza** in grado di spaziare su una gamma di frequenze più ampia.

[IM3536](#) può acquisire una curva di impedenza da 4Hz a 8MHz. Per misure di impedenza alle basse frequenze, consigliamo l'IM3590, che può misurare con frequenze a partire da 1 mHz.



Conduct an equivalent circuit analysis

Nyquist or Cole-Cole plot

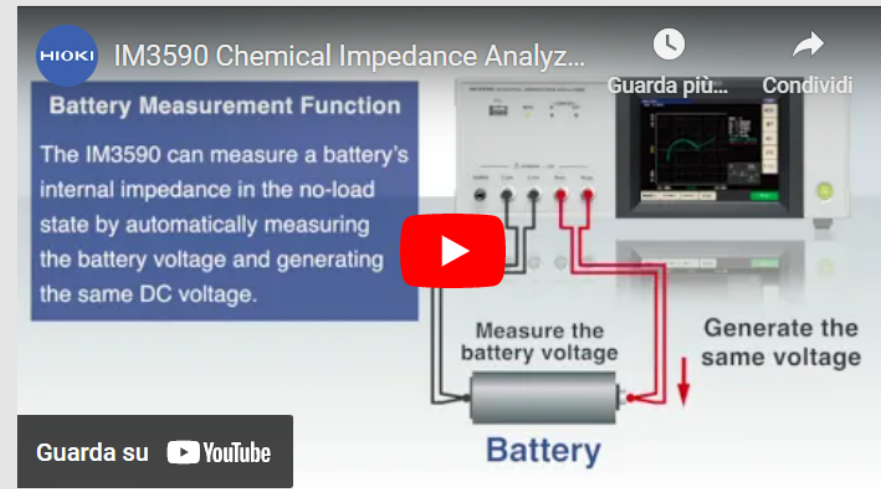


“Multi-plot” è una delle due applicazioni web gratuite fornite da HIOKI che ti permette di disegnare un grafico di Nyquist o Cole-Cole semplicemente caricando un file nel tuo browser web.

L'altra applicazione è uno strumento di analisi molto potente chiamato “Equivalent Circuit Fitting”. Supporta l'analisi e il confronto di grandi quantità di dati. Le curve di impedenza che non possono essere analizzate con un semplice circuito equivalente possono essere analizzate con un modello dettagliato per **ottenere parametri del circuito** equivalente accurati.

Strumenti utilizzati: Chemical Impedance Analyzer IM3590

- Misura la resistenza interna di una batteria a vuoto misurando automaticamente la tensione della batteria e generando la stessa tensione CC
- Capacità di misura della scansione in frequenza
- Funzionalità di visualizzazione del grafico di Cole-Cole



Guarda su YouTube

Chemical Impedance Analyzer IM3590 (pdf)...

<https://youtu.be/1cNaBtY4qow>

Strumenti utilizzati: LCR meter IM3536 with Test Fixture 9268-10

- Misura fino a 8 MHz con l'apparecchiatura di test 9268-10 per test a cella singola e modulo
- Gamma di precisione garantita da 1 mΩ, misure a bassa impedenza con ripetibilità senza pari



LCR meter IM3536 with Test Fixture 9268-10 (pdf)...

1.4-Test di moduli e pacchetti

Osservare i processi di carica e scarica

Misurare la corrente di carica e scarica con elevata precisione.

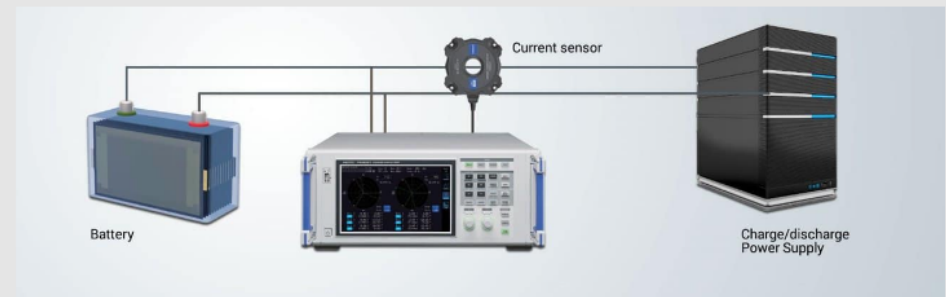
Con questo test ti assicuri non solo che il tuo modulo o pacco abbia la capacità di carica e scarica desiderata, ma puoi anche verificare che il controllo BMS funzioni correttamente.

Esempio di misura

Con questa configurazione è possibile **misurare la capacità della batteria integrando le correnti di carica e scarica**. Utilizzando un sensore di corrente e un analizzatore di potenza ad alta precisione, è possibile controllare il profilo dettagliato di controllo di carica/scarica tramite BMS.

Misurazione di alta tensione CC e alta corrente CC

Il PW8001 combinato con il sensore di corrente CT6904A fornisce la **soluzione più accurata disponibile per la misurazione di alta tensione CC e alta corrente CC**. Un fattore importante per queste prestazioni è l'elevatissimo Common Mode Rejection Ratio (CMRR) del CT6904A. Ciò garantisce che il rumore ad alta frequenza generato dall'alimentatore switching non influisca sull'accuratezza della misura. L'elevata precisione, anche con una frequenza di aggiornamento breve di 10 ms, fornirà informazioni eccellenti per determinare la capacità di potenti pacchi batteria.



Strumenti utilizzati: Un sistema di misura della potenza ad alta precisione

- L'elevata precisione e la frequenza di campionamento fino a 15 MS/s in combinazione con la risoluzione di misura a 18 bit consentono di rilevare variazioni molto rapide e minime della richiesta di potenza durante i test di carica/scarica.



Power Analyzer PW8001 (pdf)...

<https://youtu.be/X4E5KavNowE>

Strumenti utilizzati: Sensore di corrente AC/DC CT6904A

- Eccellente precisione, linearità, larghezza di banda e CMRR. Questo lo rende la scelta perfetta per la misurazione della corrente più accurata.
- $\pm 0,02\%$ lettura. $\pm 0,007\%$ f.s.
- Precisione di base correzione di fase automatica
- Corrente nominale 500A
- CMRR 120dB o più a 100kHz

Sensore di corrente AC/DC CT6904A (pdf)...

1.5-Test del sistema della batteria

Valutazione dell'efficienza di carica e scarica.

Assicurarsi che il sistema energetico sia affidabile ed efficiente valutandone l'efficienza energetica complessiva.

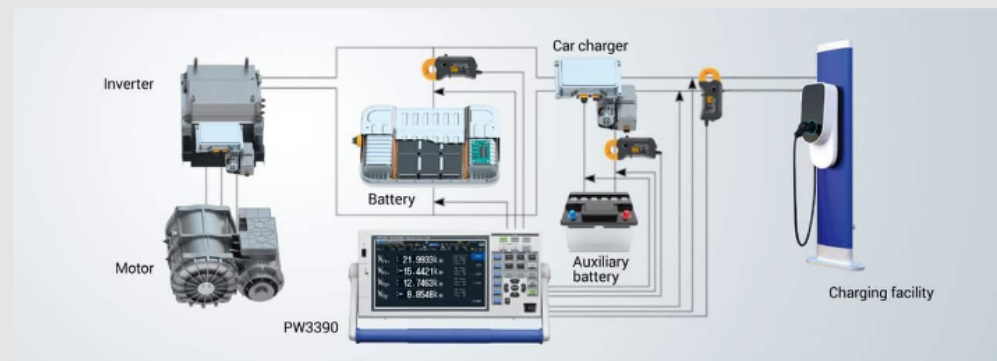
L'efficienza può essere verificata sulla base di misure del risparmio di carburante conformi alla normativa internazionale WLTP (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure). Ciò richiede la **misura precisa dell'integrazione della corrente** e della potenza per la ricarica/scarica di ciascuna batteria nel sistema.

Esempio di misura

Valutare l'efficienza dell'intero sistema testando la carica e la scarica del sistema di batterie completo in varie modalità operative e ambienti ad alta/bassa temperatura.

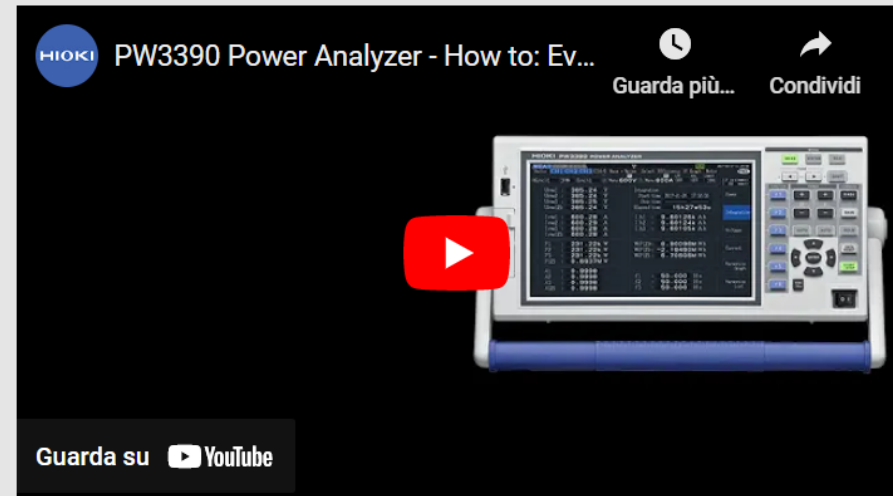
Dinamica elettrica di un xEV

Per comprendere la dinamica elettrica di un xEV, i veicoli di prova sono dotati di sistemi di misura in grado di registrare il consumo di energia o la rigenerazione in circostanze di "vita reale". Il PW3390 combinato con uno dei sensori di corrente clamp-on della serie CT684x è l'ideale per questo tipo di test. L'elevata precisione, anche con una frequenza di aggiornamento breve di 50 ms, e la praticità dei sensori clamp-on CT684x garantiscono facilità d'uso e dati accurati anche a basse e alte temperature.



Strumenti utilizzati: Un sistema di alta precisione della misura della potenza

- Power Analyzer PW3390
- Estremamente efficace per valutare le prestazioni energetiche delle automobili in conformità con la procedura di prova
- Worldwide Harmonized Light vehicles Test Procedure (WLTP).



📎 Power Analyzer PW3390 (pdf)...

<https://youtu.be/Daj0T4f67OY>



Strumenti utilizzati: Un sistema di alta precisione della misura della potenza

- Power Analyzer PW3390
- Estremamente efficace per valutare le prestazioni energetiche delle automobili in conformità con la procedura di prova
- Worldwide Harmonized Light vehicles Test Procedure (WLTP).

📎 Sonda di corrente AC/DC CT684x (pdf)...