



PHASE MOTION CONTROL SPA

DCCI UNIVERSITA' DI GENOVA

## REATTORE ELETTROCHIMICO PER LA VALUTAZIONE DELLA CONDUCIBILITÀ DEI MATERIALI E FUNZIONALITÀ DELLE BATTERIE ALLO STATO SOLIDO - 2023 -

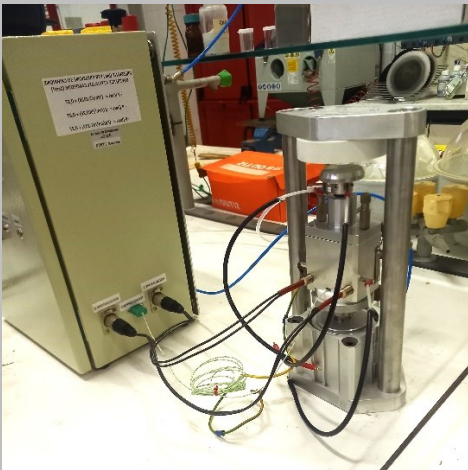


E R G O ■ ■ ■ ■

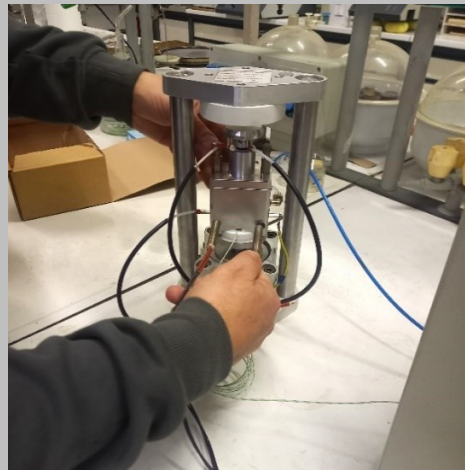
La richiesta di un reattore che permetta di testare batterie allo stato solido a ioni metallici (es. Litio, Sodio) in condizioni operative standard e speciali è legata alla costante evoluzione della ricerca nel settore degli accumulatori di energia con caratteristiche sempre più avanzate. Lo studio di batterie a ioni di Litio o di Sodio è strategico per il suo contributo fondamentale allo sviluppo delle energie alternative e, per questo motivo, studiare soluzioni sempre più green e a impatto basso o nullo sull'ambiente (anche per quanto concerne le materie prime impiegate) diventa un punto cruciale del lavoro svolto dalla comunità scientifica.

Le batterie a ioni metallici allo stato solido sono di importanza strategica e, per questo, oggetto di numerose ricerche che nutrono grandi aspettative. Per loro natura intrinseca sono realizzate utilizzando pressioni statiche che, durante l'utilizzo, possono essere mantenute o aumentate per garantirne il funzionamento con le migliori prestazioni. La temperatura gioca anche un ruolo essenziale. Come è noto, le basse temperature possono risultare critiche ma è anche vero che esiste una temperatura di esercizio che massimizza le performance per cui appositi sistemi vengono implementati per poterle raggiungere fin dall'inizio delle loro funzioni. Ciononostante, esistono temperature limiti oltre cui non operare in quanto critiche per alcuni dei componenti della batteria che, essendo costituita da più parti attive e passive, deve tenere conto di tutti i materiali presenti.

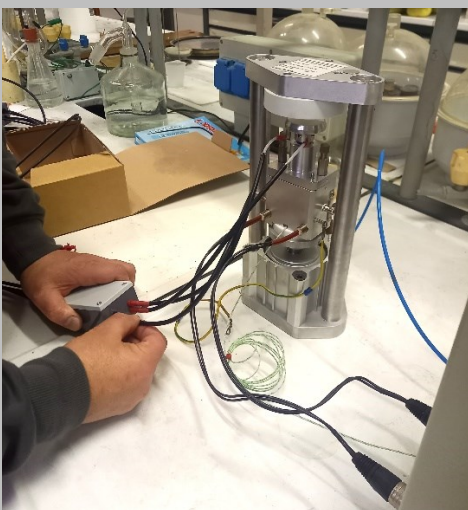
Il reattore progettato da ERGO DESIGN risponde all'assenza di uno strumento efficace ed affidabile che metta assieme tutte le caratteristiche di controllo dei parametri Temperatura e Pressione, che garantisca la gestione dello strumento in atmosfera controllata e che permetta misure a quattro poli atte a: verificare il corretto funzionamento della batteria, svolgere cicli di carica e scarica ripetuti nel tempo e correlabili ai parametri di Pressione e Temperatura, acquisire informazioni sulla resistenza elettrica e sulla resistenza ionica intrinseca della batteria, verificare la vita attiva della batteria una volta messa in funzione e sottoposta a cicli di carica e scarica, stimare la performance in funzione delle velocità di carica e scarica (C-rate) durante i cicli.



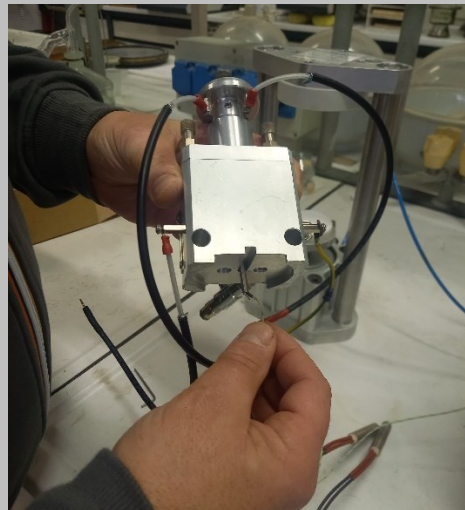
- Collegamenti alle unità di controllo



- Inserimento riscaldatori



- Collegamento acquirente dati elettrici



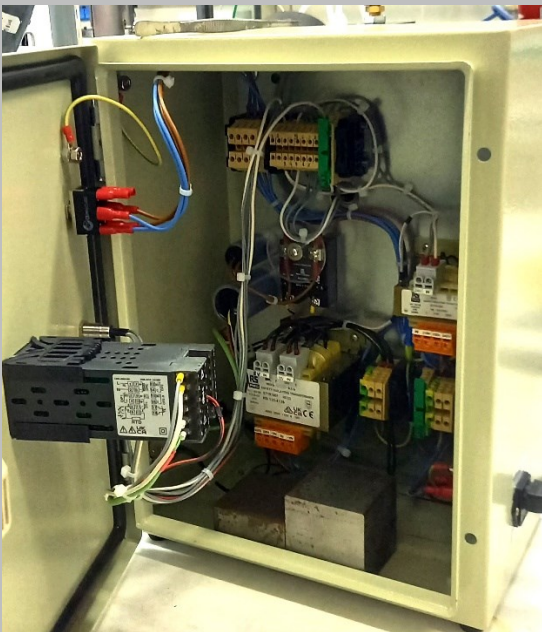
- Inserimento termocoppia

Una volta messo in funzione il reattore si è dimostrato versatile anche in altri settori permettendo di svolgere tutta una serie di misure di importanza strategica in vari settori della chimica, dell'elettrochimica e dei materiali per l'energia.

Le sue caratteristiche principali sono:

- 1) Opera su campioni solidi che possano coprire la superficie massima di circa 113 mm<sup>2</sup> con spessori che possono andare da circa 0,05 mm fino a circa 10 mm.
- 2) I campioni da misurare possono essere inseriti nella camera di misura all'interno di una camera a guanti con atmosfera controllata (per esempio in assenza di ossigeno e di umidità). La camera, una volta chiusa e messa in blocco con le apposite viti rimane isolata dall'atmosfera esterna.
- 3) Il reattore è dotato di una connessione esterna che permette di effettuare il vuoto garantendo una condizione di lavoro ancora più stabile e fornisce l'opportunità di inserire un'atmosfera di reazione specifica anche a posteriori.
- 4) Il sistema nasce con una sua pressione che permetta il contatto dei terminali con le due superfici opposte del campione
- 5) Il reattore è dotato di un sistema termico (termocoppia e sistema riscaldante) che permette di portare la camera di reazione con il campione all'interno alla temperatura desiderata nell'intervallo T ambiente – T 60°C. Tale intervallo può essere modificato in funzione del tipo di campione che si sta testando
- 6) Il reattore può lavorare a pressione grazie a un sistema che permette l'applicazione e il rilascio di pressioni calibrate e misurabili sulla testa del pistone che opera sulla superficie di un campione

- 7) Il reattore è diviso in due parti: la base con la sua superficie di contatto con il campione (lato inferiore) e la testa o pistone in contatto con il lato opposto del campione (superiore). Queste due parti sono isolate tra loro e solo il campione ne permette il collegamento elettrico.
- 8) Ciascuna parte è collegata a due fili che sono in dipendenti tra loro e elettricamente accoppiati a due a due. Questi due fili possono essere collegati a sistemi di misura, di carico elettrico, di strumentazioni elettrochimiche specifiche sia in configurazione a due poli sia in configurazione a 4 poli.



- Quadro elettrico



- Quadro pneumatico

Dall'insieme delle informazioni sopra elencate si desume che i campioni che possono essere testati all'interno del reattore sono i più svariati e che le misure acquisibili sono di interesse ampio. Le peculiarità del reattore sono, in effetti, legate a tale versatilità ed alla possibilità di misurare e analizzare il comportamento di materiali singoli o multicomponente sia in condizioni ambiente sia ad a temperatura, pressione e atmosfera controllate.

L'applicazione per cui è stato inizialmente studiato riguarda le batterie a ioni metallici (es. Litio e Sodio) costruite allo stato solido. Si tratta di batterie attualmente al centro di numerosi studi e che necessitano tutte le condizioni di pressione, temperatura e atmosfera controllata sopra elencate. Grazie a questo strumento è anche possibile ottimizzare le performance delle batterie grazie all'applicazione di pressione a caldo sottovuoto che permette una migliore compattazione del singolo componente o dell'intera batteria. Come sopra indicato, infatti, si possono testare singolarmente i componenti per verificarne le proprietà e caratteristiche per poi assemblarsi e ripetere l'esperimento sulla batteria completa.

Il reattore è stato testato collegato a diverse strumentazioni che vanno dal singolo tester per materiali elettrici a strumentazione scientifica per misure elettrochimiche e di impedenza elettrochimica. In tutti i casi si è rivelato efficace e funzionale senza creare interferenze alla misura.

Altre applicazioni hanno previsto la valutazione del comportamento di membrane elettrofilate a cui erano richieste specifiche proprietà elettriche e che dovevano essere sottoposte a test di resistenza a pressione. Anche in questo caso è stato possibile raccogliere risultati completi e di grande utilità per l'attività di ricerca.

Prof. Paolo Piccardo

Coordinatore del gruppo di ricerca M.E.T.A.L.

Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale

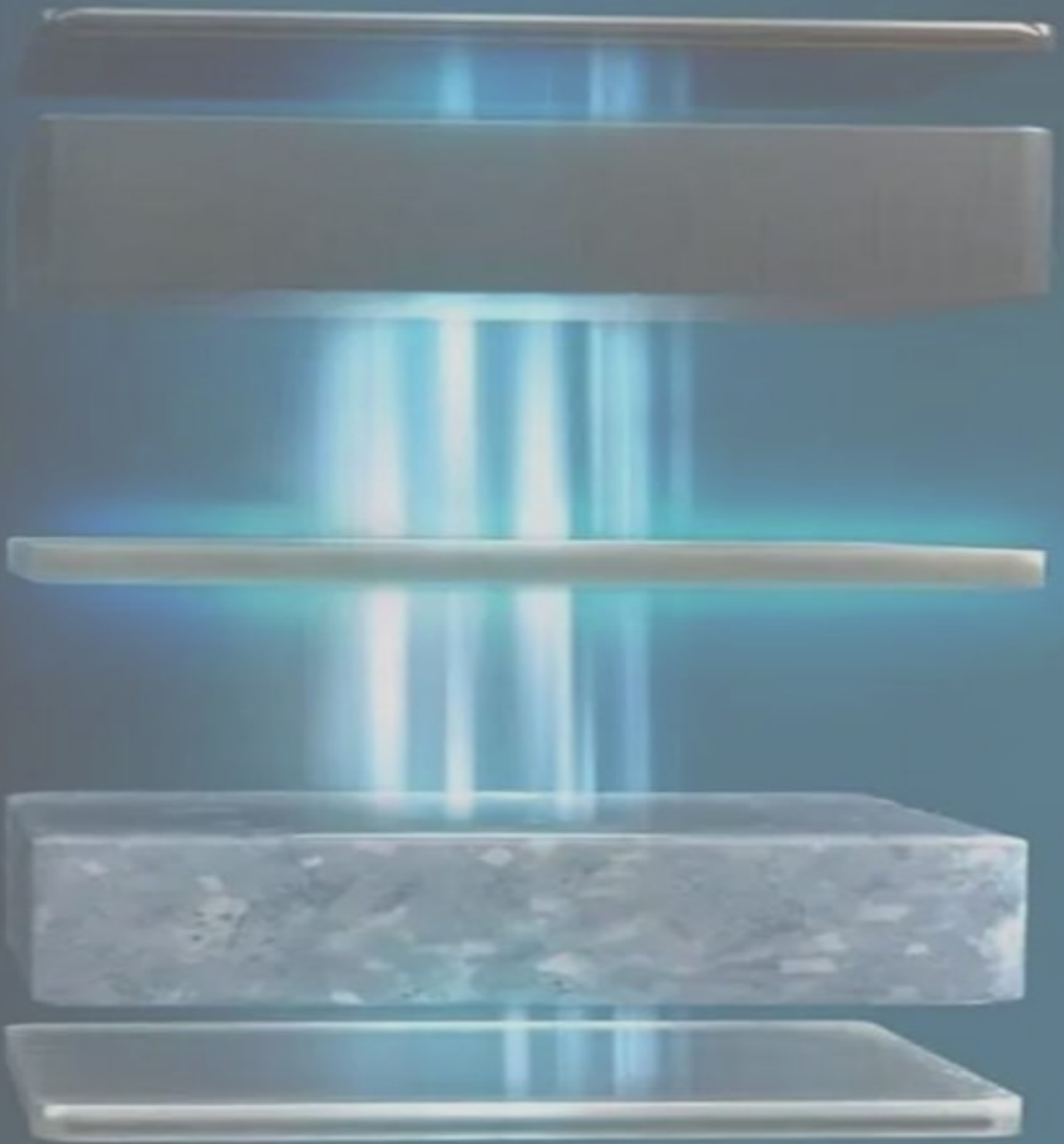
Università di Genova

Via Dodecaneso 31

16146 Genova



- Reattore in esercizio



E R G O ■ ■ ■ ■