

La sicurezza delle batterie al litio deve essere sempre garantita in ogni momento. Questo vale non solo durante il funzionamento, ma anche per il trasporto, per lo stoccaggio e, in caso di incidente, anche per il recupero del veicolo incidentato.

## Cause di guasti

- **Lithium-Plating**, o placcatura di litio. Durante la carica e la scarica, gli ioni di litio si muovono avanti e indietro tra l'anodo e il catodo (principio della sedia a dondolo). In condizioni sfavorevoli, come ad esempio a seguito di una corrente di carica troppo elevata o un sovraccarico, gli ioni di litio assumono l'elettrone mancante e formano il litio metallico. Questo processo è denominato Lithium-Plating. Il risultato è una perdita di capacità, ma può anche portare alla formazione di dendriti e a un cortocircuito. Altre cause possono essere una temperatura troppo bassa o errori di produzione.
- **Scarica profonda**. La tensione della cella non deve scendere al di sotto di circa 1,5 - 2,5 V (a seconda del tipo di batteria). Se si verifica una scarica profonda a causa di un sistema di gestione della batteria (BMS) difettoso, di un cortocircuito o di uno stoccaggio molto lungo, si verifica innanzitutto una perdita permanente di capacità. Nel peggiore dei casi, si possono formare dei gas che portano a una situazione pericolosa.
- **Temperatura di esercizio troppo alta o troppo bassa**. Le basse temperature compromettono il flusso di ioni, che può innescare la placcatura di litio. Temperature troppo elevate possono causare lo sgretolamento della materia attiva e del separatore.
- **Thermal Runaway**. Una cosiddetta fuga termica si verifica quando la temperatura aumenta in modo incontrollato, provocando un incendio. La decomposizione dello strato

SEI, dell'elettrolita e del separatore rilascia ossigeno, che porta a un aumento incontrollato e costante della temperatura.

- **Difetto meccanico**. I danni possono essere causati, ad esempio, da un incidente che provoca il contatto tra gli elettrodi o il contatto con l'involucro o la carrozzeria.
- **Stress meccanico**. La costante commutazione degli ioni di litio tra anodo e catodo porta a cambiamenti di volume agli elettrodi. Questo può portare all'affaticamento della struttura della cella e quindi a una riduzione della capacità o a un guasto.

## Misure di protezione

La manipolazione delle batterie al litio richiede alcuni accorgimenti per evitare situazioni pericolose. La prima cosa da fare è scegliere il tipo di batteria più adatto. La batteria al litio di uno smartphone, ad esempio, richiede un mix di materiali completamente diverso rispetto alla batteria di un veicolo elettrico. Il costruttore di batterie deve inoltre garantire una produzione e un assemblaggio estremamente precisi. Le particelle estranee non devono poter penetrare nelle cellule. Inoltre, la saldatura delle singole celle non deve causare alcun danno interno.

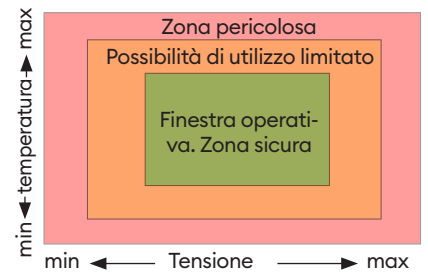
Nel veicolo, le batterie sono installate sotto l'abitacolo, il più possibile al riparo dagli incidenti. Se necessario, la temperatura, la tensione e la corrente vengono monitorate e regolate. Per favorire la ricerca, da un lato, e per garantire la sicurezza dell'automobilista e del personale dell'officina, dall'altro, è necessario rispettare diversi standard. Lo standard UNECE R100 è decisivo per l'omologazione. Questo standard contiene le norme relative alla protezione contro il contatto con parti sotto tensione, i requisiti minimi per la resistenza all'isolamento e alle vibrazioni, le condizioni per la resistenza alla temperatura, nonché le specifiche per la resistenza alle sollecitazioni e agli

stress meccanici.

Inoltre, i produttori di veicoli devono anche rispettare le severe normative sulla resistenza al fuoco, sulla protezione dai cortocircuiti esterni, sulla protezione da sovraccarico e sulla protezione da scarica profonda.

## Possibilità del BMS

Il compito principale del sistema di gestione della batteria (BMS) è quello di proteggere le celle della batteria e garantire la durata e il numero di cicli previsti dal fabbricante. Per fare ciò, è necessario monitorare la tensione, la temperatura e la corrente. Con questi valori il BMS calcola lo stato di carica (SOC), l'invecchiamento (stato di salute)



La finestra operativa è l'intervallo di tensione e temperatura in cui la batteria può essere utilizzata in sicurezza. I valori non devono essere superati o scesi al di sotto.

SOH e la funzionalità dell'auto (stato di funzionamento) SOF.

In un veicolo, diverse centinaia di celle sono collegate in serie e in parallelo. Il BMS deve controllare tutte le celle poiché il surriscaldamento o il sovraccarico di una di esse potrebbero causare un'instabilità termica dell'intera batteria. Attraverso un complesso circuito - il cosiddetto bilanciamento - il BMS assicura un trasferimento di carica tra le celle più forti e quelle più deboli.

Se necessario, il BMS può limitare la corrente di carica e scarica o spegnere un pacco batteria. Essendo collegato al veicolo tramite le consuete interfacce come CAN-bus o Flexray, è possibile influenzare anche il raffreddamento e quindi la temperatura. Normalmente, nelle batterie dei veicoli vengono installati dei collettori per il raffreddamento, attraverso i quali scorre del liquido di raffreddamento. In estate, tuttavia, l'aria esterna non è sufficiente a dissipare il calore della batteria. Il raffreddamento è quindi collegato all'impianto di climatizzazione dell'auto o è dotato di un proprio circuito di raffreddamento. A temperature inferiori allo zero, invece, è necessario un riscaldamento che viene realizzato con resistenze elettriche.

Un altro compito del BMS è quello di memorizzare dati importanti come il numero di cicli, la tensione massima e minima della cella e il livello delle correnti di carica e scarica. Questo non solo facilita il lavoro in laboratorio, ma serve anche allo sviluppo.

## Tipi di guasti e le loro cause

- Errore di produzione
  - Formazione di dendriti
  - Errore separatore
  - Danno meccanico
- Difetto di isolamento
  - Deformazione meccanica
- Alta temperatura
  - Sovraccarico
  - Scarico profondo
- Invecchiamento
  - Elevate correnti di carica/scarica
- Invecchiamento
  - Errori di formattazione
  - Basse temperature

