

ETNEO ITALY – BOLLETTINO TECNICO – BATTERIE DI NUOVA GENERAZIONE

Per ulteriori informazioni: Tel +39 0321 697200 – info@scientificenergy.eu – info@etneo.com

Domanda: Qual è la differenza tra la tecnologia delle batterie piombo-acido chimica (PBA) e litio-ferro-fosfato chimica (LiFePO4) ?

Risposta: Quando si confronta LiFePO4 alla chimica PBA, il primo vantaggio importante delle cellule LiFePO4 è la capacità di scaricare la potenza in termini di tensione (volt) e corrente (ampere) nel corso del tempo (ore o secondi). La Chimica LiFePO4 ha una capacità di scarico di gran lunga maggiore della potenza di chimica PBA, perché l'elettricità è generata in modo più efficiente dal movimento di ioni, piuttosto che da una reazione chimica e di trasformazione.

Domanda: Come fa un rating batteria C a descrivere le sue caratteristiche?

Risposta: Gli ingegneri hanno dato un punteggio batterie C standardizzato per descrivere le caratteristiche di scarico e le gamme operative di sicurezza. Questo rating confronta la quantità di corrente assorbita da un pacchetto per il pacchetto globale-Amp (ore Ah) specifica. Per stabilire il rapporto, moltiplicare il rating C da Total Pack Amp-ora. Questo prodotto determina la corrente massima che si può trarre da ogni cellula, senza timore di danno alla cellula o di esplosione.

Le LiFeBATT cellule hanno un picco 20C rating e, all'interno di un pacchetto di 10 Ah, le cellule LiFeBATT sono in grado di scaricare impulsi di 200 Ampere per 5 secondi. Cellule LiFeBATT hanno anche un rating d'impulsi 14C, che si traduce in impulsi di 140 Ampere scaricati per 18 secondi da un pacchetto di 10Ah. Cellule LiFeBATT hanno anche un rating 12C continui, che si traduce in impulsi di 120 Ampere scaricati continuamente da un pacchetto di 10Ah.

A 5C e meno, le cellule LiFeBATT hanno una tensione tale che per tutto il tempo che il pacchetto è in ciclo di scarica superficiale (70% della capacità totale o meno) la tensione della batteria non è interessata dall'assorbimento di corrente. In pratica è possibile assorbire 50A continuamente per ogni 10Ah pacchetto e la tensione del pack verrà sostenuta fino a che la capacità attuale non sarà impoverita del 70%.

Lo svantaggio delle batterie PBA è la resistenza dinamica interna di ogni cellula, che aumenta con l'aumentare della corrente che viene scaricata, mentre l'elettrolita, anodo e catodo componenti subiscono una trasformazione chimica che deve essere riformata durante il periodo di ricarica. I risultati di questa non lineare cambiamento chimico è chiamato "Peukert" effetto di batterie al piombo, dove la tensione di cella cade in maniera esponenziale rispetto a quanta più corrente viene consumata e la resistenza interna continua a crescere con una più rapida trasformazione chimica. Un calo più rapido di tensione esponenziale riduce la capacità complessiva della chimica PBA di fornire la potenza nominale ad una carica costante. Ad esempio, una batteria con un rating 260Ah può fornire corrente per 20 ore se la batteria scarica corrente ad un carico leggero con costante assorbimento di corrente. Tuttavia, un carico pesante, come un motore elettrico, che attinge corrente della batteria di 5 ore, con forti aumenti o diminuzioni della richiesta di corrente, può far sì che la batteria si scarichi più rapidamente di quanto cresca la resistenza interna. Il pacco batteria può avere un rating effettivo di solamente 215Ah per ciclo di carica per questa applicazione. La chimica interna più costante e le caratteristiche di tensione della batteria LiFePO4 pack garantiscono una fornitura totale di potenza più costante, come una funzione di equilibrio tra tensione e corrente dove Potenza = tensione * corrente. Dal momento che nelle chimiche LiFePO4 la tensione non scende così rapidamente come nelle chimiche PBA, la corrente non ha bisogno di aumentare proporzionalmente al fine di mantenere

la potenza. Ciò significa che la potenza fornita al motore sarà molto costante fino alla fine, e minor potenza sarà persa in accelerazione e a regime in un veicolo a motore elettrico.

Domanda: Qual è l'esponente "Peukert" e come può essere utilizzato per confrontare il rating Ampere tra piombo-acido (PBA), e la batteria al litio-ferro-fosfato (LiFePO4) ?

Risposta: L'Esponente Peukert spiega la capacità prevista di una cella PBA alle correnti di scarica. L'equazione è:

$$I^x * t = Ah$$

I = current discharged

x = exponent

t = time

Ah = total Ah's

La Maggior parte delle celle PBA hanno un esponente Peukert di rating tra 1.3 e 1.6. Buone cellule PBA hanno un esponente che si avvicina a 1,15. Non possiamo assegnare questo esponente alle celle LiFePO4 a causa delle differenze di chimica, ma un ipotetico esponente Peukert di rating per il confronto sarebbe stato 1,05 per LiFePO4. Per fare un esempio, una cella 20Ah LiFePO4 produrrà circa più potenza di una cella 50Ah PBA alla stessa tensione nominale.

Domanda: Qual è la differenza di scarica/ricarica in un ciclo di vita tra piombo-acido (PBA), litio-ferro-fosfato (LiFePO4) ?

Risposta: per Lead-Acid (PBA) il ciclo di solito può essere di 300-700 scariche/ricariche, secondo la qualità di fabbricazione. Tuttavia, i tassi di scarico sono anche soggetti a temperature e condizioni meteorologiche per tutta la durata della batteria. Ciò significa che la sostituzione potenziale di pacchi batteria è circa ogni uno o due anni. LiFeBATT garantisce le sue cellule per 1.500 scariche/ricariche prima che una degradazione del 15% della capacità complessiva si possa verificare. Superata la soglia di 2.000 cicli, le celle non hanno ancora bisogno di sostituzione, ma l'utente noterà una riduzione del 15% nella capacità della batteria dopo una carica completa. Per un veicolo elettrico, un driver potrebbe vedere una riduzione del 15% della distanza percorsa con l'invecchiamento della batteria oltre i 2.000 cicli.

La definizione di 2.000 cicli di scarica profonda per la chimica LiFePO4 è del 72% - 98% prima ricarica di esaurimento. Scarico superficiale e cicli di ricarica sarà prolungare la durata della batteria, che si estende al di là 5.000 cicli con poca perdita di capacità complessiva, fino a 10.000 cicli prima di degrado della capacità della batteria inizia complessiva superiore al 15%. Cicli Shallow sono definite come meno di 72% di scarico e può essere gestito da sempre permettendo oltre il 28% della capacità della batteria di rimanere appurate ricollegare il caricabatterie quando la batteria. A 2.000 scariche profonde / cicli di carica, in media uno ciclo al giorno consentirebbe di 5,5 anni di utilizzo prima di una sensibile perdita di capacità. 10.000 scarichi superficiali e cicli di ricarica sarebbero durati circa 13 + anni.

(in breve: Si parla di 2000 cicli di ricarica con un esaurimento della batteria che va dal 72 al 98%. Se sia il ciclo di carica che di scarica non è completo le batterie LiFePO4 possono durare molto di più nel tempo e quindi far aumentare i propri cicli da 2000 a 5000, i cicli di ricarica superficiale sono quelli che avvengono quando la batteria è scarica non meno del 72%.

Domanda: Quali sono le differenze in caratteristiche di auto-scarica tra piombo-acido (PBA), e litio-ferro-fosfato (LiFePO4) se inutilizzate o senza ricarica per un certo periodo di tempo?

Risposta: Se lasciate inoperose o non ricaricate per un certo periodo di tempo le PBA possono auto scaricare la propria capacità di corrente fino al 20% a causa delle loro caratteristiche di resistenza interna. Cellule LiFePO4 batteria subiscono invece un'autoscarica di circa il 2% della capacità attuale.

Domanda: Ho sentito che le (PBA), sono più "tolleranti" delle batterie della famiglia al Li se queste sono ricaricate in eccesso. Perché è necessario un sistema di monitoraggio della tensione (VMS), quando si ricarica e scarica batterie litio-ferro-fosfato, mentre non è richiesto per le celle delle batterie piombo-acido?

Risposta: A differenza delle celle PBA, che possono tollerare un certo valore di sovraccarico in eccedenza della soglia di voltaggio e corrente, la famiglia di batterie al Li hanno regole più rigide per il sovraccarico. La ricarica di celle LiFePO4 non deve mai eccedere la soglia di sovraccarico. Quando le batterie al Li si scaricano sotto carico, questo deve anche essere in grado di non scaricare completamente le celle per lasciare residui di corrente in grado di mantenere la chimica delle celle. Queste differenze sono dovute a come l'elettrolita viene utilizzato in PBA e LiFePO4. Proprio per evitare che questo succeda è stato inserito un sistema di monitoraggio della tensione (VMS) in grado di controllare efficacemente come tensione e corrente siano applicate alla batteria.

Domanda: Che cosa è il Battery Management System (BMS)?

Risposta: Monitoraggio Battery Systems (BMS) utilizza appositi sensori per monitorare le caratteristiche della batteria di ogni cellula LiFePO4 durante il funzionamento effettivo del pacco batteria. Produttori di BMS possono configurare i propri sistemi con sensori di tensione delle cellule, corrente, temperatura, e altre caratteristiche fra anodo, catodo e materiali elettroliti di ogni cella della batteria. L'obiettivo generale di un progettista BMS è quello di ottimizzare l'utilizzo della singola cellula in parallelo con molte altre cellule fino a comporre un pacchetto molto più grande della batteria, che scarichi e ricarichi il blocco totale delle batterie attuali come un sistema unificato. Se solo una cella LiFePO4 supera la sua soglia massima o minima e diventa incapace questa può ridurre le prestazioni dell'intera batteria.

Domanda: Che cosa è un sistema di monitoraggio della tensione (VMS)?

Risposta: Come la tensione della cella cambia nel tempo, questo è l'indicatore più importante e la più semplice caratteristica da monitorare in ogni cellula della batteria. Sistemi di controllo di tensione (VMS) sono sottoinsiemi economici di un più grande e più completo sistema di monitoraggio delle batterie (BMS), che può essere collegato a ogni singola cellula della batteria LiFePO4 o di moduli multi-celle.

Domanda: Come sono usati i sistemi di monitoraggio celle per bilanciare una batteria litio-ferro-fosfato (LiFePO4) composta da molte celle singole?

Risposta: Le batterie LiFePO4 di LiFeBATT sono costruite con materiali proprietari sviluppati da Phostech in Canada, una filiale della Sud-Chemie. Phostech ha sviluppato questa tecnologia basandosi sulla ricerca brevettata del Dr. John Goodenough, un fisico dell'Università di Austin, Texas. LiFeBATT raffina le materie

prime di Phostech con le proprie tecnologie di trasformazione per creare batterie finite di alta qualità e prestazioni costanti.

Il bilanciamento dinamico delle celle della batteria durante le operazioni di carica / scarica utilizza un sistema di monitoraggio delle batterie (BMS) in grado di aiutare tutte le celle a coesistere in armonia. A causa della velocità della microelettronica dei circuiti di commutazione, i livelli di tensione e le altre informazioni generate dai sensori possono essere interpretati dai circuiti di confronto analogico o dai microprocessori digitali in accordo con una serie di norme e vincoli. I circuiti analogici di confronto o i microprocessori digitali quindi attivano circuiti di controllo che limitano la quantità di tensione e corrente che scorre dentro e fuori di ogni cellula LiFePO₄ nell'ordine di microsecondi (milionesimi di secondo).

Domanda: Come avviene il bilanciamento delle batterie LIFEP04 con l'ausilio dei sistemi di BMS e VMS?

Risposta: Controllo di tensione e flusso di corrente al litio-ferro-fosfato (LiFePO₄) delle cellule durante un ciclo di carica possono essere raggiunti attraverso la dissipazione passiva (utilizzando componenti elettronici passivi come resistenze, condensatori e trasformatori di fly-back) o attraverso la dissipazione attiva (con componenti elettronici attivi come i circuiti analogici di confronto, amplificatori operazionali, o di circuiti a microprocessore digitale). Piuttosto che un unico caricabatterie di grandi dimensioni che fornisce tensione e corrente per il pacchetto intero, come con il piombo-acido (PBA), per una batteria LiFePO₄ LiFeBATT il caricatore è suddiviso in sub-moduli, ciascuno con le proprie caricabatterie e monitoraggio della tensione System (VMS). Ogni sotto-modulo è sotto il carico di una tensione costante e sorgente di corrente costante fino a quando il monitoraggio della tensione System (VMS), mostra che la soglia più alta di tensione di una cella è stata raggiunta. A quel punto, il VMS segnala al caricabatterie di avviare la dissipazione della quantità di corrente applicata a ogni cella, ed eventualmente di fermare la corrente applicata quando la cella è completamente carica. Quando tutte le celle del sub-modulo hanno raggiunto la soglia superiore, il caricabatterie si spegne automaticamente, senza che debba essere l'utente a scollegarlo.

Quando tutti i caricabatterie sono stati spenti e tutte le celle della batteria sono completamente cariche, la supervisione di controllo del BMS indicherà lo stato della pacchetto batterie globale ai suoi utenti.

Quando la batteria è scarica LiFePO₄, ogni cella è monitorata in quanto si avvicina al suo limite inferiore. Se la cella sta scaricando profondamente la propria corrente fino al punto che essa si stia avvicinando alla soglia più bassa, il VMS attiva circuiti di controllo che farà progressivamente dissipare il flusso di corrente fuori dalla cella. Come una valvola su un tubo dell'acqua, il flusso di corrente si spegne automaticamente da ogni cellula in un punto dove non c'è sufficiente corrente residua capacità di preservare la chimica LiFePO₄ per il prossimo ciclo di carica. Il BMS deve controllare tutti i moduli, così come l'assorbimento di corrente al carico di batteria, al fine di arrestare il flusso di corrente di tutta la batteria quando non c'è abbastanza capacità dalle celle combinate a continuare a fornire energia sufficiente al carico.

Domanda: Come il sistema di VMS di LIFEBATT implementa il Low Voltage Protection (LVP) per il suo modulo batteria quando non vi è una capacità sufficiente dalle celle combinate di continuare a fornire energia per un carico?

Risposta: Ogni modulo batteria LiFeBATT è dotato di un sistema di monitoraggio della tensione (VMS) che invia segnali di controllo, definiti dall'utente, per spegnere i circuiti, quando non vi è una capacità sufficiente, dalle cellule combinate, a continuare a fornire energia per il carico. Questi segnali vengono instradati

attraverso un connettore RS-232 presente su ciascun modulo batteria LiFeBATT. I segnali possono guidare un cicalino sonoro, una luce a LED e inviare un livello di logica digitale sostenuto (tensione e corrente) per innescare circuiti di controllo periferici come relè, contattori, regolatori elettronici, ecc.

Domanda: Quali sono i vantaggi di batterie (LiFePO₄) per la stabilità della temperatura rispetto alle altre batterie della famiglia (LiCoO₂, LiMn, ecc)?

Risposta: La temperatura massima misurata irradiata dalle celle durante il normale funzionamento è di 55°C. Le celle LiFeBATT sono in grado di gestire oltre 160°C senza alcuna perdita di capacità totale. A 180°C le celle rilasciano gas al litio che non sono tossici in piccole dosi. Tuttavia, questo scenario peggiore potrebbe verificarsi solo in condizioni estreme, ad esempio un grande incendio in un impianto elettrico. Come progetto di sicurezza, valvole di pressione all'interno delle singole celle sarebbero in grado di evitare che le stesse possano esplodere. Il sistema di monitoraggio tensione interna (VMS) e la costruzione dell'involucro proteggono le celle dai danni elettrici e fisici.

Domanda: Quanto sono efficaci le litio-ferro-batterie al fosfato per fornire energia per i veicoli elettrici?

Risposta: Per capire la reazione di un veicolo alla potenza, dobbiamo comprendere le caratteristiche del veicolo stesso. Peso, dimensioni, motore, ruota (rolling) resistenza, resistenza al vento, ecc ... Il pacchetto più economico è quello progettato per gestire tutte le correnti, i livelli di scarico (la domanda di carico) e la rigenerazione, ma anche un design che rimanga all'interno della tolleranza di tensione, e superi i requisiti di alimentazione solamente appena sufficiente per un buon rapporto costo-efficacia. Far sì che la batteria che opera con cicli superficiali di scarico/carico non solo permette prestazioni di picco di tutto il sistema, ma moltiplica l'aspettativa di vita della batteria. La scelta delle dimensioni del pacco batteria dipende da quanto si voglia alto il potere di prestazioni di un EV, e quanto con l'EV si prevede di viaggiare ogni giorno.

Come parametro di riferimento, il LiFeBATT 120V / 30 Ah Pack fornisce 3.6kWh di potenza. Un (EV) di medie dimensioni configurato con una batteria da 15kWh, che opera a 300Wh per miglio, potrebbe percorrere un massimo di circa 50 miglia prima che la ricarica della batterie sia necessaria. Come configurazione di base per una EV, la batteria dovrebbe avere almeno 2 stringhe di 120 V / 40Ah moduli in parallelo (120V / 80 Ah) per fornire un minimo di 10kWh di potenza. In termini di economia di scala, i moduli da 40Ah sono i più convenienti per la loro configurazione interna che permette al sistema di monitoraggio della tensione System (VMS) di monitorare tutte le celle che compongono il modulo.

Indipendentemente dalla dimensione della confezione, la batteria fornirà almeno 2000 cicli. Dopo 2000 cicli, vi è solo una perdita del 15% della capacità complessiva che può continuare a fornire energia per il funzionamento del EV, con conseguente risparmio a lungo termine e ritorno degli investimenti rispetto alle batterie PBA.

Per quanto riguarda le variazioni ai moduli del pacco batteria, è possibile collegare in serie moduli da 12, 24, 36 e 48V da 40 Ah ciascuno per lo stesso prezzo totale, al fine di ottenere 120V totale. L'aggiunta di ulteriori moduli 12V sulle serie di stringhe può aumentare la tensione del pacco batterie fino al limite massimo di ingressi del controllore di velocità del motore.