

È il momento di scoprire come nascono le celle, elementi primari delle batterie al litio

# I processi creativi dell'elettrificazione

**S**esso si usano oggetti di cui si ignora non solo il metodo costruttivo, ma anche i principi di funzionamento. E non ci riferiamo solo a quelli di uso quotidiano per i quali è abbastanza facile intuirne la complessità (per esempio le macchine operatrici che vengono impiegate nelle aziende e nei cantieri), ma anche oggetti di uso, diciamo, più domestico. Per intenderci, in pochi sanno come

è costruito e, prima ancora, quali sono state le scelte effettuate dal costruttore, per esempio, di uno schermo, oggetto che tutti (ma proprio tutti) abbiamo sia in casa che in ufficio che... in tasca (lo schermo dei cellulari, *ndr*). Da questa riflessione ne deriva una seconda, probabilmente più importante: molte delle cose che abbiamo intorno (oggetti immobili o macchine semoventi) sono state progettate in maniera tale per cui

chi le usa possa non solo ignorarne gli intimi meccanismi, ma anche usarle in sicurezza e con facilità. Ma quante analisi, studi, tentativi e test sono serviti per arrivare al risultato che poi viene messo a disposizione del mercato? Davvero, davvero tantissimi. Ecco quindi che con Flash Battery in questo articolo vogliamo entrare nel dettaglio di cosa c'è "dietro" la costruzione di una cella, elemento base delle batterie che oggi sono la chiave



## #Caratteristiche delle diverse tipologie di celle

	Celle cilindriche	Celle pouch	Celle prismatiche
Capacità	3-4Ah	20-70Ah	100-300Ah
Case	Alluminio	Soft case	Alluminio e/o plastica
Dimensioni batteria	< 2kWh	Da 2 a 10kWh	> 10kWh

del cambiamento in atto a livello di alimentazione di moltissimi degli oggetti e delle macchine di cui abbiamo parlato poc' anzi. Ma prima, una veloce premessa.

### L'importanza della forma

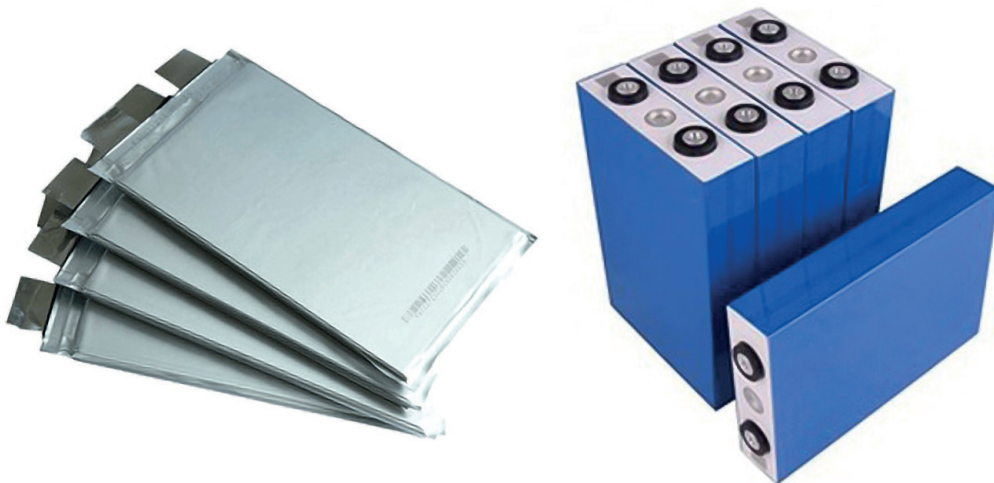
Ormai siamo abituati all'idea che per ogni problema sono possibili generalmente molteplici soluzioni, ognuna con i suoi pregi e svantaggi. La soluzione unica e ideale (ahinoi, o per fortuna) non esiste. E anche in

fatto di celle, ne esistono di diverse forme (tre, per la precisione) sviluppate proprio perché ognuna di esse si adatta meglio delle altre ad alcune situazioni.

Celle cilindriche: *ça va sans dire*, le conosciamo tutti fin dall'infanzia, sono le celle alla base delle batterie che usiamo per alimentare (in casa) telecomandi, torce, giocattoli (sì, se adesso state pensando al coniglietto della Duracel, allora avete capito esattamente di cosa

stiamo parlando). In realtà, le celle cilindriche non sono usate solo nelle "pile", ma in molte altre applicazioni, perché al case resistente abbinano la possibilità di cambiare chimica mantenendo invariata la meccanica di contenimento. Lato svantaggi si deve ricordare la bassa capacità della singola cella (max 3-4Ah) e il fatto che queste vengano assemblate, normalmente tramite saldature, in serie e in parallelo,





Le tre diverse forme che possono assumere le celle. Da sinistra in senso orario: pouch (a sacchetto), prismatiche e cilindriche



cosa che non permette sostituzioni di una singola cella in caso di difettosità.

Celle a sacchetto (o pouch): *nomen omen*, si tratta di celle con forma a pacchetto/busta. Offrono alte densità energetiche e il case è poco costoso ma, se parliamo di svantaggi, uno è proprio lo stesso case (molto fragile) non adatto alla realizzazione di batterie dalla forma customizzata. Per produrre pacchi batterie industriali servirebbero decine di celle pouch in parallelo, cosa che abbassa la sicurezza del pacco batterie. Anche in questo caso le singole celle vengono saldate per collegarsi in serie o parallelo, e risulta pertanto impossibile sostituire una cella, ma bisogna sostituire tutto il modulo. Infine, le celle prismatiche,

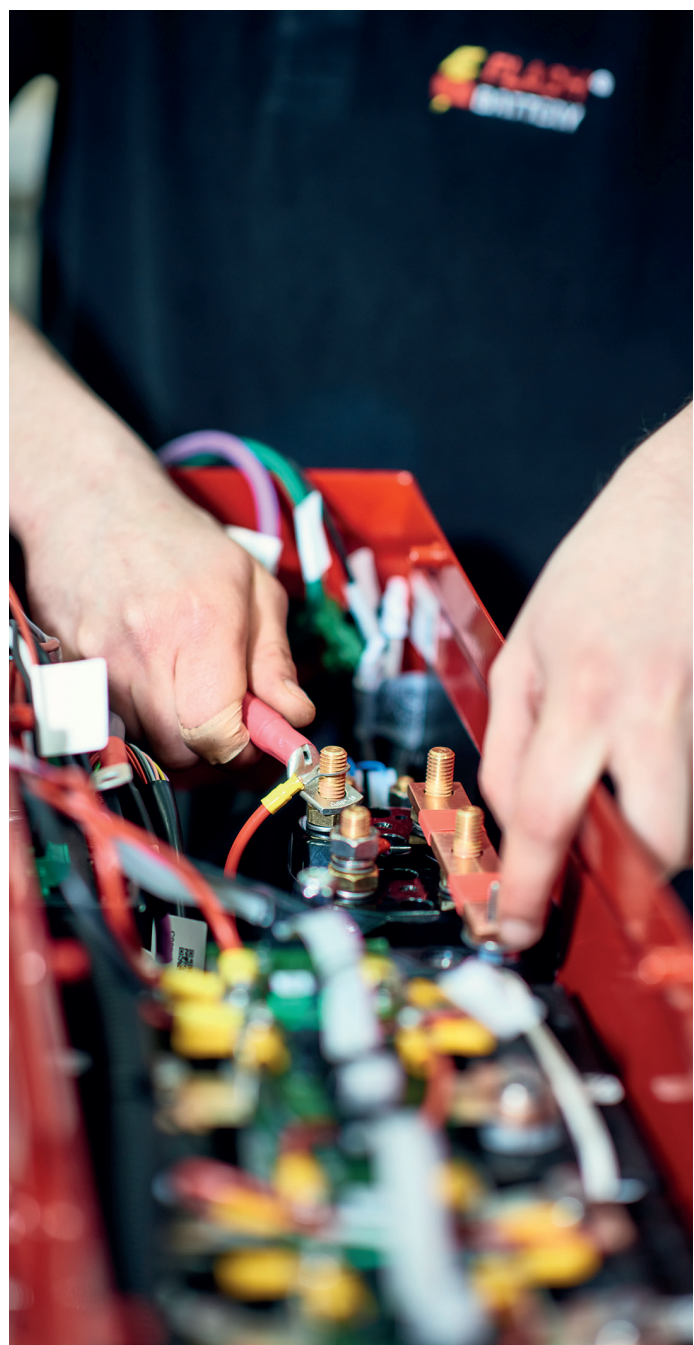
Le batterie di Flash Battery sono estremamente customizzabili. Nella foto un esempio di come possono essere assemblate tra loro le celle prismatiche per ottenere pacchi batteria di forma diversa

che sono poi le protagoniste dell'elettrificazione delle macchine industriali. Vantaggi: hanno un case robusto di per sé, offrono elevata capacità dei singoli elementi (fino a 300Ah con una sola cella) che permette di ridurre il numero di celle in parallelo necessarie, aumentando quindi la sicurezza del pacco batteria. Date queste caratteristiche, risulta evidente come le celle prismatiche siano la soluzione migliore per realizzare

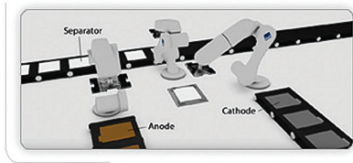
batterie al litio nel settore industriale e in campo di energy storage, segmenti che richiedono solitamente capacità medio alte. Ecco perché le batterie al litio Flash Battery sono realizzate con celle prismatiche. Ma, detto questo, come nasce veramente una cella?

#### Dalle materie prime alla cella

Chiunque abbia la patente di una normale autovettura (la B per intenderci) è facile che prima o poi sia rimasto a piedi a causa della batteria (o conosca qualcuno che ne ha fatto esperienza). In tali



# Lithium cells production



**Stacking**



**Rolling**



**Z-folding**

I tre diversi processi di assemblaggio di una cella: stacking (impilamento), rolling (avvolgimento) e Z-folding (piegatura a Z)

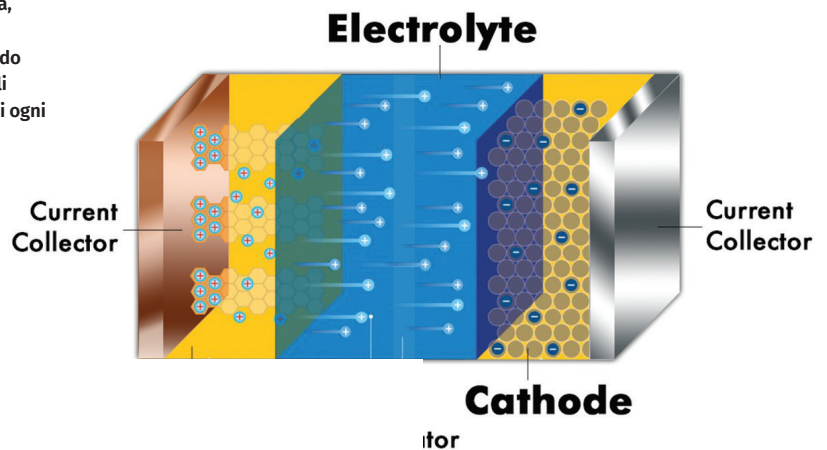
situazioni, basta dare alla batteria l'energia iniziale per lo spunto e l'accensione del motore perché poi questo la ricarichi. Proprio per fare ciò tutti abbiamo capito che i cavi vanno collegati facendo attenzione ai poli, altrimenti... zac, cortocircuito. Nel caso delle batterie al litio, i poli (i famosi + e - sui case delle batterie) altro non segnano che il catodo (polo positivo composto da materiale catodico, come NMC, LFP, ecc.) e l'anodo (polo negativo composto da materiale anodico come ad esempio grafite o carbonio). E, sono proprio catodo e anodo (chiamati comunemente elettrodi), insieme al separatore centrale (uno strato di materiale sottile composto, di norma, da un polimero plastico o ceramico con la funzione di isolare i due elettrodi che non devono entrare in contatto fisicamente tra loro) e all'elettrolita (un liquido organico contenente i sali di litio,

che riempie il volume interno della cella e bagna gli elettrodi, creando un collegamento tra anodo e catodo) gli elementi costitutivi di una cella (qualunque sia la forma scelta). Anodo e catodo sono, di fatto, due fogli che vengono prodotti mediante un processo a tre fasi:

La struttura interna di una cella: qualunque forma sia adottata, anodo, catodo, separatore e liquido elettrolita sono gli elementi chiave di ogni cella

miscelazione delle rispettive materie prime (polveri e additivi quali binder che vengono miscelati in grandi mixer a secco, in acqua o con solventi) fino a ottenere una sostanza uniforme che viene quindi stesa sugli elettrodi di metallo in modo uniforme, dando vita al processo di coating; a completamento, la fase di essiccazione in forno fino a 150 gradi Celsius. Una volta arrivati a questo punto, esistono tre diverse metodologie di assemblaggio dei fogli di anodo, catodo e separatore. La prima è detta di impilamento (stacking) durante la quale i fogli di anodo, catodo e separatore vengono tagliati uno per uno e sovrapposti l'uno all'altro fino alla creazione dell'intera cella. La seconda metodologia è quella di piegatura a Z (Z-folding) che mantiene anodi e catodi tagliati in

## Lithium-ion Cell



fogli singoli, mentre il separatore è un foglio continuo che tramite un processo di piegatura a zeta, tiene separati i due elettrodi. La terza metodologia è un processo di avvolgimento che consiste nell'arrotolare insieme quattro fogli di materiale, dapprima impilati l'uno sull'altro (foglio anodico + separatore + foglio catodico + separatore), e poi avvolti su una base cilindrica o ovoidale, in modo da dare la tipica forma del case della cella prismatica o cilindrica.



Le batterie al litio Flash Battery, customizzate in base alle specifiche esigenze dei mezzi industriali





## → Appuntamento settimanale con **Battery Weekly**

Se le batterie e, più in generale, gli approfondimenti di ingegneria, chimica e uno sguardo al futuro sono la vostra passione, allora non potete non seguire Battery Weekly, la rubrica web di Flash Battery che va in onda dal 2021, ogni lunedì dalle 18:00 alle 18:30, in diretta sui canali LinkedIn e YouTube dell'azienda. Battery Weekly è condotta da Marco Righi (Fondatore e CEO di Flash Battery), Alan Pastorelli (Co-fondatore e CTO di Flash Battery) e Daniele Invernizzi



(Presidente di eV Now!), tre figure esperte di tutti i temi e i trend legati all'elettrificazione, da quelli sociali ed economici a quelli più strettamente tecnici, che insieme ogni settimana approfondiscono le ultime notizie dal mondo delle batterie al litio. Le tematiche sono innumerevoli e svariate, dalle nuove chimiche e nuove tecnologie, alle materie prime, fino alle Gigafactory in costruzione nel mondo, o ancora news dai grandi produttori di celle, o di nuove applicazioni elettrificate, e ancora novità dal settore automotive e tanto altro. Insieme alle notizie Marco, Alan e Daniele condividono le loro opinioni e punti di vista, approfondendo i diversi aspetti legati a queste tematiche. Spesso vi sono anche ospiti tematici ed è possibile porre domande e inviare suggerimenti su argomenti che possono essere approfonditi.

### Pro e contro delle diverse metodologie di assemblaggio

Di nuovo, come abbiamo imparato, anche in questo caso non esiste una procedura perfetta. Oggi non vi è quindi una chiara prevalenza di una delle tre tecnologie viste rispetto alle altre. Da qui, sarà ogni singolo produttore a scegliere quella che più si adatta all'utilizzo finale che dovrà fare della batteria

al litio nel suo insieme. In ogni caso va sottolineato come tutti e tre questi processi devono essere assolutamente precisi nelle fasi di assemblaggio perché la separazione tra anodo e catodo deve essere perfetta (in caso contrario, sarebbe possibile incorrere in cortocircuiti). Le metodologie Z-folding o di avvolgimento garantiscono meglio la separazione tra gli elementi,

perché non ci sono interruzioni nel separatore. Lo svantaggio, però, è il punto di piega o di curvatura, sollecitato a livello meccanico e quindi soggetto a un maggior rischio di rottura, portando i due elettrodi a un possibile contatto. Il processo di stacking, invece (seppur più a rischio contatto tra elettrodi se non si applica estrema precisione nel momento dell'impilamento) consente di sfruttare bene lo spazio su una cella rettangolare, perché i fogli riusciranno a riempire perfettamente tutti gli spazi, aumentando così l'area della parte attiva.

### La fase finale

Una volta assemblati, i tre elementi vengono inseriti in un case di contenimento, con i due poli esterni saldati alle tab interne e un foro centrale di riempimento attraverso cui verrà versato l'elettrolita. Anche in questo caso si tratta di un processo delicato, che impiega diversi giorni, perché deve permettere al liquido di essere assorbito senza fuoriuscire. Da qui il riempimento in più fasi, al termine delle quali verrà effettuato il controllo del livello di riempimento mediante pesatura, e la sigillatura finale della cella, operazione irreversibile.

### In conclusione

Come abbiamo visto, dietro e dentro i case delle celle delle batterie si nascondono tanto know-how e numerosissimi processi, sia di assemblaggio che di test. Dalla scelta della chimica a quella della forma, al corretto assemblaggio, questi sono i primi step di una lunga serie che porta al raggiungimento della completa efficienza di una batteria al litio che passa, successivamente, dalla creazione del modulo, all'implementazione di un'elettronica di controllo all'avanguardia con BMS evoluti, per culminare nello sviluppo di pacchi batterie dalle architetture sempre più avanzate.