

Batterie Li-Poly

Queste sconosciute

Nascita, composizione e uso delle batterie più utilizzate in campo modellistico

Alberto Rigamonti
15/02/2011

Sommario

Prefazione.....	3
Storia	3
Composizione e struttura	3
Caratteristiche generali	4
Come si identifica il + e il - nel cavo di bilanciamento se il colore non è standard?	4
Cosa indicano le lettere "S" o "P" stampigliate sull'involucro del pacco batteria	4
Capacità e quantità di carica di un pacco Li-Poly	4
Come si calcola la tensione del pacco batteria?.....	5
Come si calcola l'autonomia?	5
Una batteria "10C" è quindi peggiore di una "20C" ?	6
Perché allora usare una batteria da 20C 1500mAh invece di una 3000mAh 10C?.....	6
Cosa significa sbilanciamento del pacco?.....	6
Come posso ridurre le probabilità di andare incontro ad uno sbilanciamento?	7
Tolleranza di sbilanciamento.....	7
Perché è dannoso lo sbilanciamento.....	7
Se un pacco si dovesse gonfiare, cosa si deve fare?	8
Dopo quanti cicli si può andare incontro ad uno sbilanciamento?	8
Perché si sbilancia un pacco? Non dovrebbero essere uguali le celle che lo compongono?.....	9
Come verificare un pacco sbilanciato?	9
Come si può rimediare ad un pacco sbilanciato?	10
Diagramma di scarica di alcune celle Li-Poly	11

Prefazione

Molta strada è stata percorsa dall'invenzione della leggendaria pila di Volta e dopo le batterie a liquido, quelle a gel, al Nichel Cadmio, Nichel Metal Idruro, a Litio, ecco fare la comparsa sul mercato delle batterie ai Polimeri di Litio le così dette Li-Poly o più familiarmente LiPo.

Storia

Le batterie in polimero litio-ione sono apparse nel commercio destinato all'elettronica di consumo soltanto nel 1996. In precedenza erano una invenzione sovietica sotto segreto militare, ma in possesso anche del complesso militare industriale statunitense. La tecnologia venne rilasciata all'industria di consumo soltanto qualche anno dopo la caduta del muro di Berlino.

Composizione e struttura

In sostanza sono delle batterie al Litio (alta densità di carica e corrente) ma anziché essere concentrato e racchiuso da un classico contenitore metallico, il Litio è composto in un polimero solido come ad esempio il poliacrilonitrile e sagomato a piacimento. Le celle che oggi vengono vendute come batterie litio-ione-polimero hanno uno schema diverso rispetto alle vecchie celle a ioni di litio. A differenza delle celle in litio-ione, che erano contenute in minuscoli contenitori rigidi in metallo cilindrici o prismatici (a nido d'ape), le attuali celle polimeriche hanno una struttura a fogli flessibili, spesso pieghevoli (laminato polimerico), e contengono ancora un solvente organico. La maggiore differenza tra le celle in polimero e le celle litio-ione in commercio è che nelle seconde, il contenitore rigido pressa reciprocamente gli elettrodi ed il separatore, mentre

in quelle a polimero questa pressione esterna non è richiesta perché i "fogli" di elettrodo ed i "fogli" del separatore (dielettrico) sono laminati ciascuno sull'altro. Ai capi della cella così ottenuta si avranno i classici 3,7V tipici del Litio ma con una densità di carica notevole pari a circa 3 volte le



normali NiCd o Ni-MH a parità di dimensioni. Avendo tolto dalle batterie il piombo o altri metalli o elettroliti si è riusciti a ridurre il peso in modo notevole ed ad aumentare le energie in gioco in modo esponenziale rendendo così efficace il loro impiego in ambito aeromodellistico per pesi, dimensioni ed energie erogate.

Caratteristiche generali

Il voltaggio delle celle Li-Poly varia da circa 2,7 V (scariche) a circa 4,23 V (a piena carica), e le batterie Li-Poly devono essere protette dall'eccesso di carica limitando il voltaggio applicato a non più di 4,235 V per ogni cella usata in una combinazione di esse in serie. Durante la scarica dovuta ad un carico di lavoro, questo dovrà essere rimosso al più presto quando il voltaggio scenderà al di sotto dei 3V circa per cella (se usate in una combinazione in serie), o altrimenti la batteria si danneggerà e di conseguenza non potrà essere utilizzata a lungo. Tutto questo per descrivere l'oggetto in questione da dove è nato e come è composto ma veniamo ora in dettaglio alle nostre Li-Poly commerciali per uso aeromodellistico e cerchiamo di spiegare cosa sono e cosa significano le varie sigle scritte sui pacchi batteria come ad esempio 3S1P, 1500mAh, 20C.

Come si identifica il + e il - nel cavo di bilanciamento se il colore non è standard?

Con i puntali del Multimetro (comunemente chiamato "Tester"), si misura la tensione dei due fili agli estremi. Se la lettura è positiva, ad esempio 11,82V, tutto bene, altrimenti, scambiare i due in modo da portare la lettura da -11,82V a 11,82V. Quando sul display appare un numero positivo, il puntale che sul multimetro è innestato nella boccola contrassegnata "-" o "COM" è il meno dell'ultima cella (-batt). L'altro puntale è il positivo della prima cella (+batt)

Cosa indicano le lettere "S" o "P" stampigliate sull'involucro del pacco batteria

Le "S" e le "P" associate a numeri indicano lo schema di collegamento interno delle celle. "S" significa quante celle sono collegate elettricamente in serie. "P" significa che sono in parallelo.

Capacità e quantità di carica di un pacco Li-Poly

La capacità della batteria viene espressa solitamente in mAh e la quantità di corrente prelevabile dalla stessa è espressa in "C" (Coulomb) ovvero è la quantità di carica elettrica trasportata da una corrente di 1 ampere che scorre per 1 secondo.

Esempio: **3S1P - 1500mAh - 20..25C - 11,1 V**

È un pacco composto da 3 celle, tutte in serie perché $3,7V * 3 = 11,1V$. Capacità totale = 1500 mAh (se si dovesse prelevare una corrente di 1,5A, dopo 1h di tempo la batteria risulterebbe

completamente scarica) con una capacità di scarica di 20 "C" e 25 di picco cioè $1500 \times 20 = 30000\text{mA} = 30\text{A}$ di scarica continui oppure $1500 \times 25 = 37500\text{mA} = 37,5\text{A}$ di picco per una durata di pochi secondi.

Esempio: **5S2P - 3000mA – 35..45C – 18,5V**

È un pacco composto da ben 10 celle (5x2) da 1500mA, in cui esiste una serie di elementi di ordine 5 e un parallelo di elementi di ordine 2. Non si può sapere se è una serie di 5 gruppi da 2 celle in parallelo o se è un parallelo di 2 gruppi da 5 celle con una capacità di scarica di 35 "C" e 45 di picco cioè $3000 \times 35 = 105000\text{mA} = 105\text{A}$ di scarica continui oppure $3000 \times 45 = 135000\text{mA} = 135\text{A}$ per pochi secondi max. Normalmente, i pacchi che hanno presa di bilanciamento sono gruppi di celle in parallelo che a loro volta sono in serie fra loro. Diffusamente, la capacità scritta è quella totale (quella che importa). In questo caso, 3000mAh, ma il pacco è composto da celle da 1500 (3000 : 2P).

A volte (di rado), capita che si intenda che il pacco dell'esempio è formato da $5 \times 2 = 10$ celle da 3000. Quindi una capacità totale di 6000mA. In caso di dubbi è sempre meglio chiedere la capacità complessiva del pacco. Per evitare equivoci, alcuni costruttori iniziano ad omettere il numero relativo a "P". Quindi il pacco diventa 5S - 3000mAh. Così non c'è dubbio che la capacità espressa è quella totale. E' caldamente **sconsigliato** superare i valori dichiarati del costruttore sia in fase di carica che di scarica.

Come si calcola la tensione del pacco batteria?

Avendo dichiarato che la tensione nominale di ogni cella è di 3,7V, la tensione finale del pacco, dipende dal tipo di collegamento e dal numero di celle utilizzato.

Esempio: 3S (3 celle serie) è dato da $3,7 * 3 = 11,1\text{V}$ oppure

6S (6 celle serie) è dato da $3,7 * 6 = 22,2\text{V}$ oppure

2P (2 celle parallelo) è dato dal valore nominale della singola cella cioè 3,7V

Come si calcola l'autonomia?

Tecnicamente, il tempo di scarica di una batteria è dato dalla capacità massima / la corrente di scarica nell'unità di tempo

(normalmente ore h) da cui la scarica di una batteria da 1500mAh e un consumo di 10A, è prevedibile in: $1,5A (1500mA) / 10A \times 60min. = 9$ minuti. Di solito l'autonomia è maggiore perché difficilmente si tiene il modello costantemente a tutto gas, affermazione vera per gli aerei ma è falsa per gli elicotteri che invece devono andare a "manetta" per tutto il tempo del volo. In relazione alla risposta precedente, se si dovesse montare una batteria da 1500mAh-20C con un carico di 25A, l'autonomia sarà di appena $1,5A : 25A \times 60min. = 3,6$ minuti.

Una batteria "10C" è quindi peggiore di una "20C" ?

Non sempre, dipende dall'uso. Una batteria con "C" alto fornisce potenze elevate che sono spesso necessarie per applicazioni critiche, gare, 3D, elicotteri. Se non sono richieste correnti elevate e il modello "non è un 3D per intenderci", una batteria di generazione precedente ("C" inferiore), permette un discreto risparmio economico con ottimi risultati prestazionali. Inoltre, se si rende necessaria una batteria con 30-45C per le alte correnti in gioco, va tenuto presente che l'autonomia sarà bassa.

Perché allora usare una batteria da 20C 1500mAh invece di una 3000mAh 10C?

In alcune applicazioni, l'autonomia è poco importante, mentre è importante ridurre l'ingombro e il peso. Una 3000mAh 10C, avrebbe all'incirca la stessa prestazione con autonomia ben superiore, ma il peso e l'ingombro di tale batteria potrebbero non essere accettabili.

Cosa significa sbilanciamento del pacco?

Il pacco è formato da più celle. Tutte sono identiche fra loro, ma solo in teoria e per sbilanciamento, si intende una diversa tensione delle celle componenti il pacco. Questa può essere a vuoto e con carico (di solito se la differenza esiste in una condizione, esiste anche nell'altra). In pratica un pacco 3S LiPo, dovrebbe avere una tensione di 12,6V a fine carica. Il caso tipico potrebbe essere che la tensione misurata del pacco sia di 12V ma gli elementi costituenti potrebbero avere una tensione di 4,2V – 4,1V – 3,7V. Ora le celle con valori 4,2 e 4,1 sarebbero ancora accettabili ma la cella da 3,7 evidenzia un problema e alla lunga danneggerà anche le altre celle.

Come posso ridurre le probabilità di andare incontro ad uno sbilanciamento?

- 1)** NON scaricare sotto i 3V (con carico) le singole celle. Perciò, per un pacco da 3S, con modello operativo, la tensione complessiva non deve scendere sotto i 9V (3S x 3Volt).
- 2)** NON chiedere alle batterie correnti superiori a quelle indicate. Dopo anni di utilizzi, prove strumentali e pratiche, ritengo molto più prudente non arrivare nemmeno a correnti dell'ordine del 70-75% del carico ammissibile dichiarato. Se un pacco è da 1500mA 20C (continui), consiglio vivamente di non superare i 18-20A di carico massimo (se non per qualche secondo), contro i $1,5A \times 20C = 30A$ che viene posto come limite dall'etichetta.
- 3)** EVITARE surriscaldamenti (attenersi il più possibile al punto 2). Controllare dopo ogni uso la temperatura. Se il pacco è molto caldo, sopra i 50-55°C, occorre rivedere il setup. Durante i primi collaudi, è il caso di controllare ogni 2-3 minuti. Dopo l'uso, è meglio lasciar tornare a temperatura ambiente il pacco prima di procedere alla ricarica.
- 4)** Comporre il pacco batteria intercalando dei piccoli spessori tra una cella e l'altra un modo da far passare dell'aria tra di esse per aumentare la dissipazione termica e per influenza il meno possibile la cella vicina con il calore dell'altra.

Tolleranza di sbilanciamento

Uno sbilanciamento fino a 40-70mV fra la cella con tensione superiore e quella con tensione inferiore è generalmente tollerabile (es: Cella 1= 4,18V; Cella 2= 4,20V; Cella 3= 4,22V). Ovviamente se la differenza è inferiore, è meglio. Uno sbilanciamento nei limiti del tollerabile, obbliga comunque un costante monitoraggio del pacco, perché potrebbe essere sintomo di un problema.

Perché è dannoso lo sbilanciamento.

L'esempio sopra riportato non è pericoloso, ma se ci fosse uno sbilanciamento e non si dovessero prendere dei rimedi, questo potrebbe aumentare e rendere il pacco inutilizzabile e pericoloso. Lo sbilanciamento grave porta a due fenomeni opposti: carica eccessiva di una cella e scarica eccessiva di un'altra.

Se una cella raggiunge una tensione a vuoto inferiore ai 2,7V, il danno diventa permanente, riducendo le prestazioni. Se la cella dovesse subire un notevole abbassamento di tensione (sotto 1V) o viceversa raggiungesse o superasse una tensione di 4,35 o più Volt, con molta probabilità la cella sarà soggetta ad un rigonfiamento. I rigonfiamenti, sono spesso molto rapidi e, a seconda delle condizioni, possono verificarsi anche in qualche decina di secondi. Sono molto spesso irreversibili (e comunque creano shock). Non è sicuro che il rigonfiamento avvenga durante la carica o la scarica del pacco. Sono documentati episodi di rigonfiamenti a distanza di ore. Nei casi limite (tutt'altro che rari), portano ad una rottura dell'involucro con conseguente uscita di gas che sovente si incendia in modo improvviso. Insomma una piccola esplosione.

Se un pacco si dovesse gonfiare, cosa si deve fare?

Durante la carica o il riposo, è buona norma appoggiare il pacco su di una superficie resistente al fuoco e al calore, come una lastra di metallo, una piastrella grande, etc e lontano da oggetti infiammabili. Non lasciare mai le batterie incustodite durante la ricarica. Anche se l' incendio non si sviluppa, il fumo (tossico), riempie una stanza in pochi secondi.

Se il pacco si gonfia è il caso di riporlo all'aperto. Per ridurre la pericolosità è sufficiente immergerlo in una bacinella con acqua o sabbia con collegato un piccolo carico (come una lampadina da bicicletta su ogni cella) oppure in acqua con disciolto molto sale da cucina in modo da formare un ottimo conduttore. Dopo alcuni giorni di trattamento si può gettare il pacco negli appositi contenitori per accumulatori esausti. **Mai** gettare una batteria carica o semicarica, il pericolo di esplosione o di incendio è reale!

Dopo quanti cicli si può andare incontro ad uno sbilanciamento?

Dipende da troppi fattori e non esiste un numero preciso. In qualche caso, anche al primo ciclo, o addirittura si presenta uno sbilanciamento importante già all'acquisto! Prima di caricare o utilizzare le batterie Li-Poly è sempre bene controllare il bilanciamento.

Perché si sbilancia un pacco? Non dovrebbero essere uguali le celle che lo compongono?

Se un pacco viene venduto da 1500mA, non c'è da meravigliarsi se una cella fosse da 1490 e un'altra da 1520. Questo a causa delle tolleranze inevitabili durante il processo produttivo. Inoltre, le celle sono sottoposte a condizioni d'utilizzo diverse. Le celle intermedie (se un pacco ha più di 2 celle) scaldano di più... Le celle a ridosso di una parete del modello, scaldano di più... le celle meno esposte a flussi d'aria scaldano di più... e così via ed ecco spiegata una delle cause più frequente e comune. Un altro fattore è la marca delle stesse. Alcune case costruttrici prima di comporre il pacco batteria adottano sistemi qualitativi molto seri selezionando le celle per tensioni e resistenze interne dando origine così a dei pacchi molto vicini a quelli ideali. Certamente questi pacchi batteria saranno più costosi ma si ripagheranno con la durata e le prestazioni nel tempo. In ogni caso, una buona norma è quella di areare sufficientemente il pacco batteria per evitare surriscaldamenti anomali durante il loro utilizzo.

Statisticamente si nota che, più le celle hanno resistenza interna bassa (maggior numero di "C" di scarica), più il fenomeno dello sbilanciamento è improvviso e pericoloso. Per batterie da 16-20 o più C, la tensione rimane molto più costante per tutta la fase di scarica, permettendo di sfruttare tutta l'energia disponibile, fino al crollo rapido di tensione. In questo caso, nel giro di pochi secondi, si vedrebbe passare la cella più debole da 3V a 2,5V, mentre le altre celle, avendo qualcosa in più da dare, riuscirebbero a mantenere una tensione più alta. In pratica si tende a "spremere" il pacco più performante ed è quindi più probabile avere repentini e gravi sbilanciamenti.

Come verificare un pacco sbilanciato?

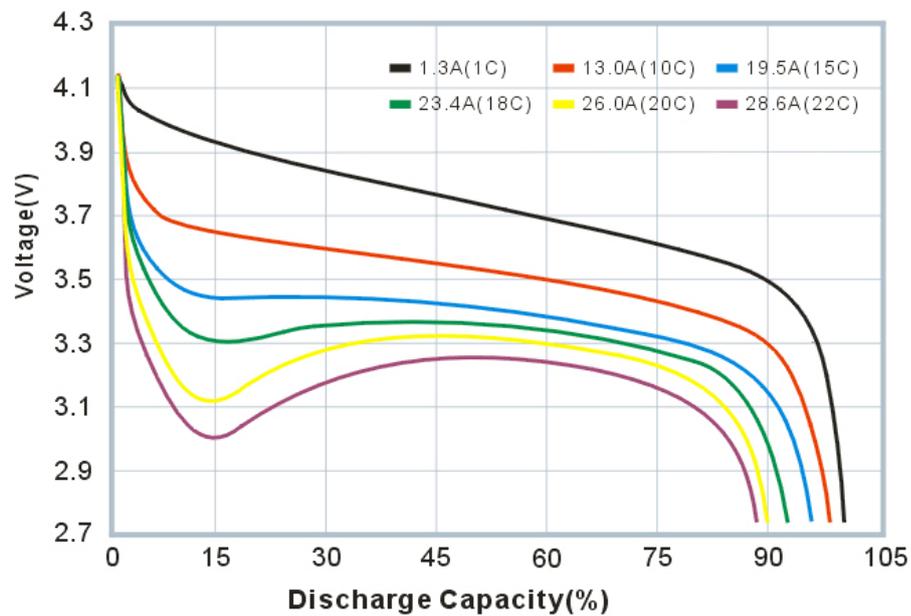
Occorre un multimetro digitale, o uno di quei tester digitali da campo per modellisti. Se un pacco ha 3 celle in serie (3S), il connettore di bilanciamento presenta quasi sempre 4 fili. In questo caso, si misura la tensione fra i fili 1 e 2. Poi la tensione fra i fili 2 e 3. Infine la tensione fra 3 e 4. Così la tensione di tutte le celle è stata misurata e si possono valutare eventuali sbilanciamenti. Se il pacco ha più celle, il pacco avrà un filo in più per ogni cella, obbligando ad una misurazione ulteriore, ma il metodo rimane lo stesso. I cavi agli estremi sono fisicamente collegati al + e al - della batteria. E' bene contrassegnarli.

Come si può rimediare ad un pacco sbilanciato?

La soluzione migliore è quella di caricare una cella una alla volta soprattutto se una di queste è andata sotto ai 3V. In questo caso, tutti i costruttori, raccomandano una carica con corrente massima di appena 0,1C (alcuni anche 0,05C). Il processo è il più affidabile, ma lungo: possono essere necessari più giorni per il recupero di un pacco con molte celle.

Diagramma di scarica di alcune celle Li-Poly

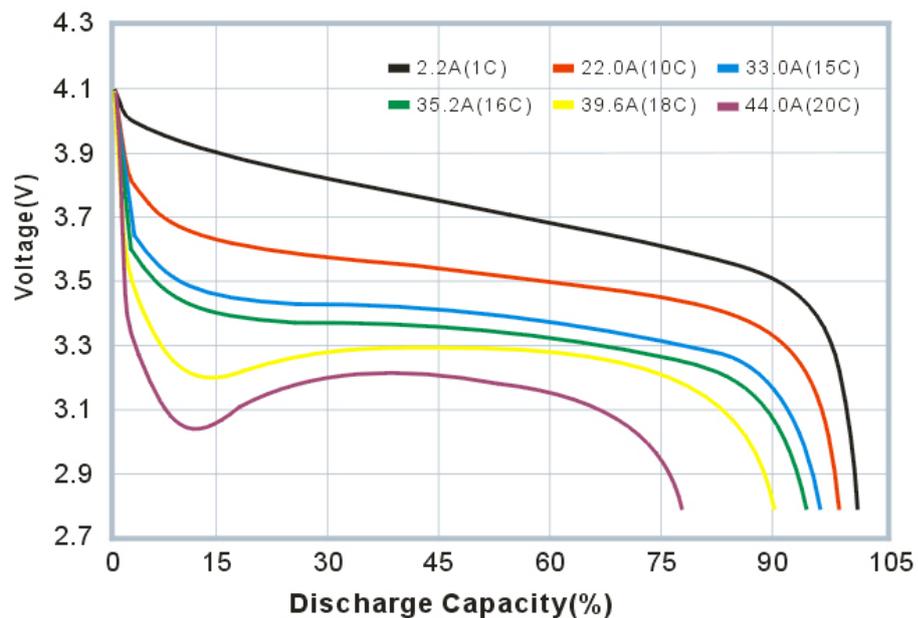
Cella da 1350 mAh



Capacità di scarica in %

- Scarica: 2.75V, corrente costante a 1C/10C/15C/18C/20C/22C

Cella da 2250 mAh



Discharge Capacity(%)

- Scarica: 2.75V, corrente costante a 1C/10C/15C/16C/18C/20C