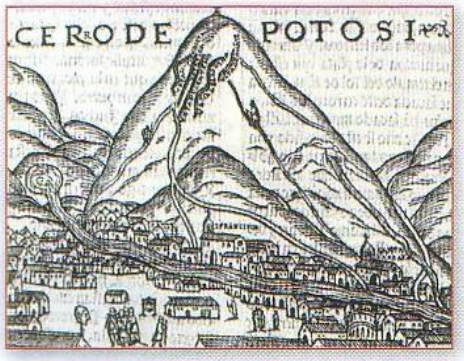
a cura di Corrado Capra

Capire le batterie al litio

BREVE VIAGGIO NELLA TECNOLOGIA DELLE BATTERIE CHE STANNO DIVENTANDO SEMPRE PIÙ DIFFUSE PER GLI IMPIEGHI MOTOCICLISTICI.

Nel 1545, dopo la sconfitta degli Incas ad opera di Pizarro, il loro sterminio e la razzia di un immenso patrimonio i conquistadores scoprirono una enorme miniera d'argento sul Cerro Rico , montagna della Cordigliera delle Ande, in Bolivia, a 3970 metri di altezza, e fondarono sulle pendici di quella montagna la cittadina di Potosí. Le ricchezze scaturite da questa miniera sono alla base di un'espressione ancora oggigiorno conosciuta in Spagna, "vale un potosì", per dire che vale una fortuna, frase che anche lo scrittore Cervantes fa pronunciare piu' volte a Don Chisciotte nell"omonimo romanzo. All'epoca pero' non era certo noto che nel sottosuolo della regione fosse presente un altro tesoro: la maggiore riserva mondiale del minerale più leggero presente in natura, il Litio.



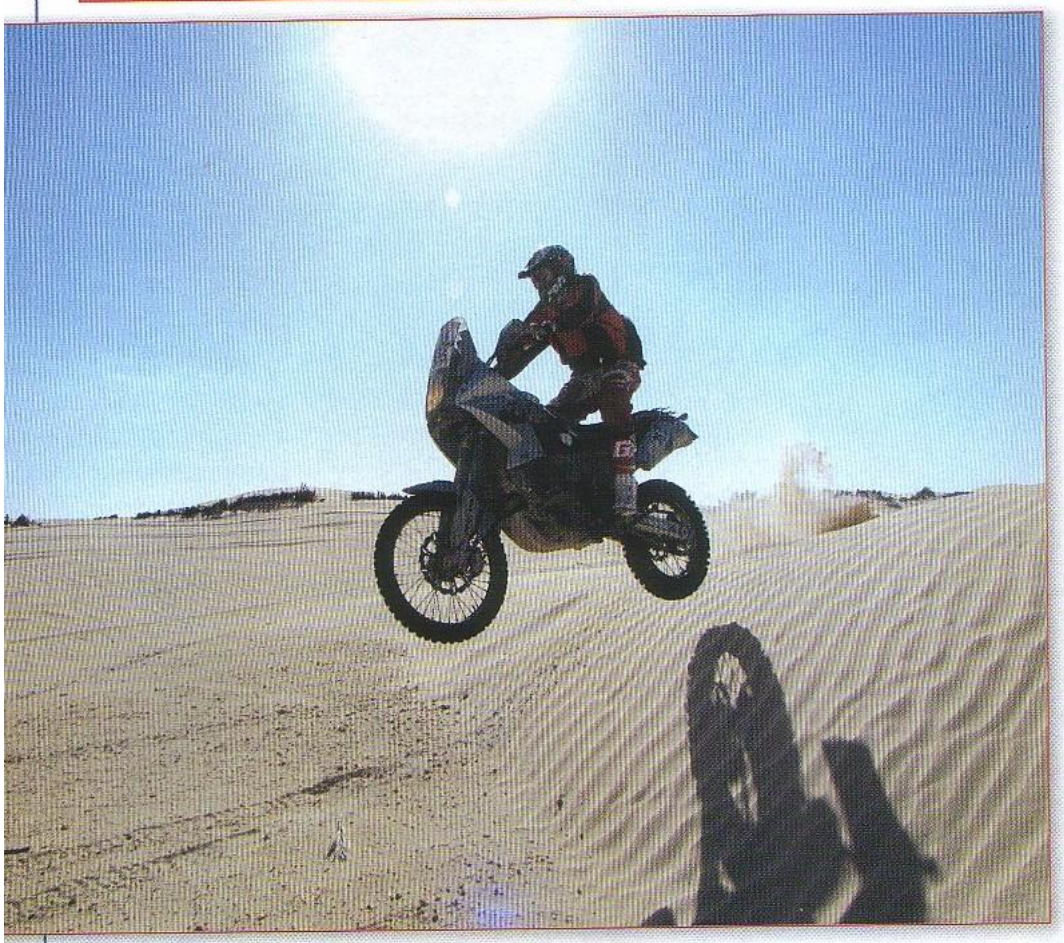
IL LITIO, QUESTO SCONOSCIUTO

Il termine Litio deriva dal greco lithos (pietra), con una densità (0,535 g/cm^3) pari a circa metà di quella dell'acqua ed è il metallo piu' leggero esistente e venne scoperto dallo svedese Johan August Arfvedsonn nel 1817. Il litio occupa il terzo posto (numero atomico 3) nella tabella periodica degli elementi, ha un colore argenteo e, come tutti i metalli alcalini, reagisce facilmente con l'acqua . In natura non si trova allo stato metallico, a causa della sua notevole reattività , si trova sempre legato ad altri elementi o composti. E' presente in minima parte in quasi tutte le rocce ignee ed anche in molte salamoie

naturali. Quasi il 50% delle riserve disponibili di Litio si trovano in Bolivia, nei suoi laghi salati prosciugati delle Ande. Il suo impiego nelle applicazioni industriali e' recente, viene utilizzato nell"industria della ceramica, del cemento, come additivo nei lubrificanti , ha impieghi nell'industria farmaceutica, ma la sua notorietà e' cresciuta enormemente nell"ultimo ventennio grazie alle applicazione nel campo delle batterie primarie (non ricaricabili) e poi per quelle secondarie, diventando il principale costituente dele batterie di telefoni ni e computer portatili. Grazie alle proprie caratteristiche di leggerezza e di reattivita' il litio e' destinato a diventare in futuro il protagonista nel mercato dell'auto e moto alimentate con motore elettrico.

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO DELL"ACCUMULATORE (BATTERIE TRADIZIONALI)

Volendo esaminare le applicazioni del litio nel campo degli accumulatori per motocicletta riassumiamo qui brevemente il principio di funzionamento di una batteria tradizionale al piombo.. Il termine accumulatore e' comunemente utilizzato per indicare un componente elettrico che ha il compito di erogare energia. Nel campo motociclistico si utilizzano però insiemi di accumulatori, cioè "batterie" di accumulatori, connessi tra loro per fornire energia elettrica. L'elemento base di una batteria al piombo è la cella o accumulatore, composta di tre elementi: una coppia di piastre, l' anodo ed il catodo e dal liquido in cui sono immerse, cioe' elettrolito. Per le batterie convenzionali le piastre sono costituite da ossido di piombo (PbO) reso molto poroso per migliorare il funzionamento elettrochimico della batteria. Le piastre sono poi immerse nell'elettrolito che è una soluzione di acqua distillata e acido solforico nel rapporto di circa 5 a 1. Qualsiasi batteria piombo/acido è internamente costituita da una serie di celle (ad es. una



batteria 12 V si compone di 6 celle da 2 V collegate in serie tra loro).

Ogni cella è a sua volta composta da un elettrodo positivo (barra di biossido di piombo), da un elettrodo negativo (barra di piombo) e da un elettrolita (soluzione di acqua distillata e acido solforico) contenente ioni di zolfo (carichi negativamente) e ioni di idrogeno (carichi positivamente).

La batteria è quindi caricata (formata) applicando una tensione tra le due piastre e causando la 'riduzione' ad un elettrodo e l'ossidazione all'altro. Le due reazioni sono mostrate qui di seguito.

Per ottenere la tensione di 12 Volts si utilizzano 6 celle pertanto la batteria si considera scarica quando ai poli si misurano 10, 2 Volts ed e' invece considerata totalmente carica quando ai poli si misurano 13,8 Volts.

Quando la batteria viene collegata ad un carico elettrico (ad esempio una lampadina), gli ioni si muovono verso i rispettivi elettrodi per cedere la loro carica elettrica ; pertanto al crescere del livello di scarica della batteria, diminuirà la concentrazione di ioni nell'elettrolita.

Per contro, caricare la batteria inverte il processo di scarica sopra descritto, dal momento che il piombo solfatato viene convertito in piombo e in ossido di piombo rispettivamente sull'elettrodo negativo e positivo della cella piombo/acido.

Prima carica (formazione della batteria)			
Riduzione/anodo	PbO + 2 H+1 + 2 e-1	=>	Pb + H2O
Ossidazione/catodo	PbO + 2 H2O	=>	PbO2 + 2 H+1 + 2 e-1
Scarica/ricarica (ciclo normale)			
Riduzione/anodo	PbO2 + 4 H+1 + 2 e-1 + SO4-2	=>	PbSO4 + 2 H2O
Ossidazione/catodo	Pb + SO4-2	=>	PbSO4 + 2 e-1

Una cella si considera totalmente scarica quando ai suoi capi vi è una tensione inferiore a 1,7 Volts alla temperatura di 25 C, e totalmente carica quando la tensione raggiunge i 2,3 Volts.

PARAMETRI PER MISURARE LE PRESTAZIONI DELLE BATTERIE

Per poter misurare le prestazioni delle batterie si utilizzano dei parametri i cui valori confrontati tra loro ne misurano le caratteristiche. Poiché tali parametri sono svariati abbiamo ritenuto utile qui riassumere quelli più significativi e ricorrenti in letteratura in relazione all'utilizzo specifico sulle motociclette.:

Tensione

Misurata in Volt è di regola 6 V o 12 V .

Capacità

Si misura in ampere/ora e va da 5 a 35 Ah.

Corrente di spunto

Si misura in ampere e può arrivare a oltre 500 A.

Energia specifica/ Densità energetica Si misura in Wh su unita' di peso e di volume.

Autoscarica

Si misura in % sul totale la carica che viene persa al giorno quando la batteria non viene utilizzata.

Tipo

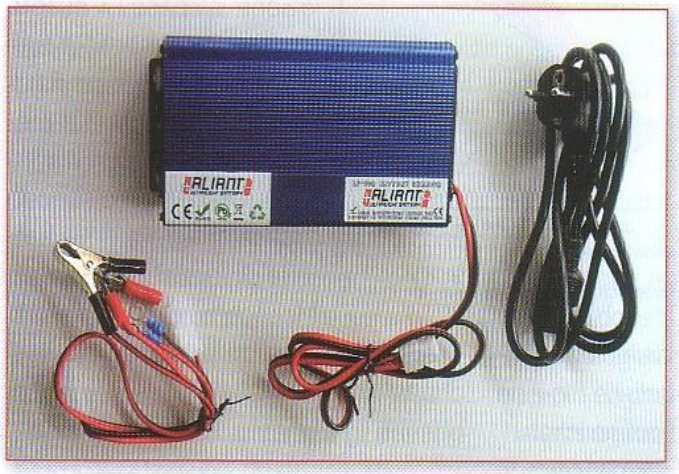
Caratteristica costruttiva della batteria (Piombo, Standard sigillate in gel senza manutenzione, al litio ecc.)

La tensione nelle applicazioni in campo motociclistico le batterie sono ormai quasi tutte a 12 Volts. Evidentemente si devono utilizzare batterie di tale voltaggio su circuiti che prevedano tale tensione di esercizio, esistono comunque ancora in circolazione motocicli che hanno un impianto a 6 Volts (ad esempio YAMAHA XT 500 o .....)

La capacità si esprime come la quantità di ampere/ora (Amh) che la batteria è in grado di fornire, questo parametro misura il tempo T e la quantità di corrente in Am che la batteria può erogare Un batteria che eroga 4 amper per 10 ore ha una capacita' di 40 Amh . Come termine di riferimento viene indicato un periodo di tempo (ad esempio 20 ore indicato con C20) e quindi una batteria da 80 Ah potrà fornire 4 Am continuativi per 20 ore. E' importante ricordare che, salvo al momento dello spunto e quindi qualche secondo, la batteria non deve mai erogare una corrente superiore al 10/20% della propria capacità, pena il deterioramento . Nel caso specifico la capacità viene utilizzata per garantire l'avviamento e la possibilità di effettuare più di un avviamento

prima che la batteria si scarichi e debba ottenere una ricarica attraverso l'alternatore o da un carica-batteria esterno.

La corrente di spunto in una batteria è la massima corrente di picco fornibile per un tempo breve, al massimo 5 o 10 secondi ed in genere utilizzato per avviare i motori; questa corrente è in genere 6 o 8 volte la



corrente di targa della batteria e quindi una batteria da 45 Ah potrà generare una corrente istantanea di spunto di 270/360 Am. Si ricordi che una scarica prolungata a questi livelli di corrente può deformare le piastre fino a mandarle in cortocircuito rendendo l'accumulatore inutilizzabile.

L'energia specifica misurata in Wh/peso o la Densità energetica misurata in Wh/volume permettono di misurare la capacità di una batteria di immagazzinare l'energia in relazione al proprio volume e al proprio peso, per valori più alti che questi due parametri avremo batterie con dimensioni e pesi minori rispetto ad altre. Per batteria al piombo i valori possono essere di 30-50 Wh/kg.

L'autoscarica misura la tendenza della batteria a scaricarsi nel tempo se non utilizzata. La velocità di questo processo è molto variabile e comunque legata al tipo di batteria e alla temperatura. Le batterie Pb-Ca (piombo-calcio), ad esempio ,a temperatura ambiente completamente disconnesse e con umidità ambiente normale, si scaricano di circa lo 0.1 / 0.3% al giorno, mentre una batteria tradizionale al piombo arriva a perdere l'1% di carica nello stesso periodo. Aumentando la temperatura l'effetto di scarica aumenta: passando, ad esempio, da 24 C a 35 C la corrente di auto scarica raddoppia. A freddo il fenomeno diminuisce fino quasi ad annullarsi vicino alle temperature di congelamento dell'elettrolito. In pratica una batteria deve essere ricaricata ogni 20/40 giorni per evitare che la sua capacità residua scenda sotto il 60 / 70% e che la permanenza in questa condizione provochi un inizio di solfatazione.

Il tipo descrive le caratteristiche costruttive della batteria , cioe' i materiali e la tecnologia di funzionamento. Per poter confrontare questa voce e' necessario essere a conoscenza delle caratteristiche specifiche di ogni tipologia costruttiva che non sono riassumibili in valori numerici ma possono essere descritte in modo qualitativo. Per questo sara' necessario esaminare una tabella di confronto vedi TABELLA !

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA DELLE BATTERIE

Nel corso degli anni sono state inventate ed hanno trovato applicazione pratica batterie che sfruttano per il proprio funzionamento le caratteristiche specifiche e le proprietà di materiali molto diversi tra loro. Abbiamo riportato qui di seguito un breve riepilogo delle tecnologie più significative.

Batteria al piombo acido

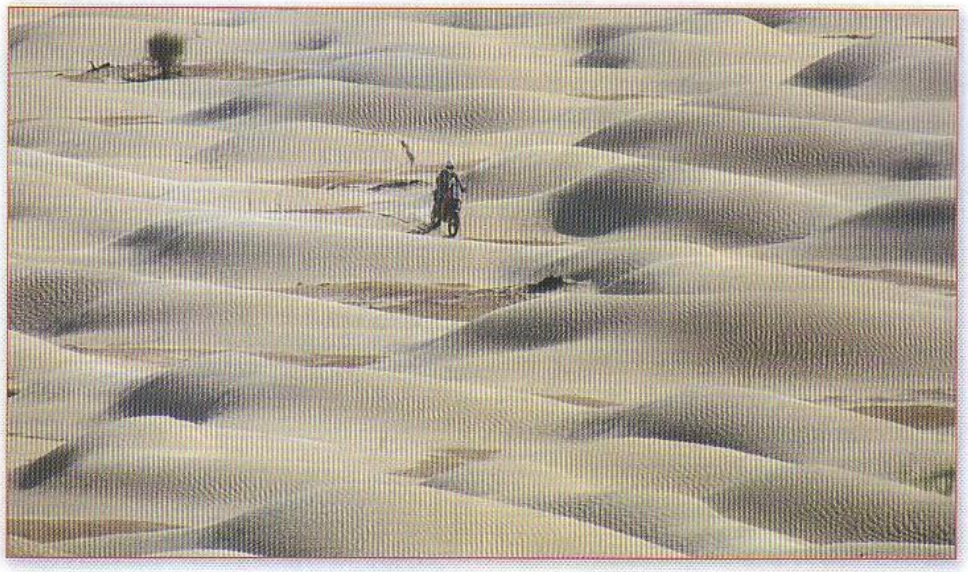
Si tratta del primo tipo di batteria ricaricabile destinata prevalentemente ad auto/moto. Divenne un congegno considerato utile solo dopo che fu inventata la dinamo. Queste batterie sono economiche ed offrono elevata potenza istantanea all'accensione ma hanno bassi rapporti energia/peso ed energia/volume ed inoltre se si scaricano completamente non possono essere più ricaricate.

BATTERIA AL PIOMBO GEL

Si tratta di una batteria molto simile alla precedente ma nella quale l'elettrolita non è un liquido bensì ha la consistenza di un gel. Questo fatto oltre ad impedire pericolosi versamenti di acido quando si è in piega, offre una maggiore protezione delle piastre della batteria in fase di scarica. Ciò permette cicli di scarica piuttosto profondi (rispetto alle batterie al piombo acido) ed una maggiore longevità della batteria (importante è la ricarica con appositi caricatori onde evitare una drastica diminuzione della vita utile). Hanno rapporti pressoché simili di energia/peso ed energia/volume ai batteri al piombo acido ed analoghi limiti nel caso di scarica completa.

Batteria al nichel metallo idruro (NiMH)

Frequentemente ed impropriamente queste batterie vengono chiamate batterie al nichel metal idrato, ed hanno molti punti in comune con le batterie al nichel-cadmio. In entrambe l'elemento nichel funge da catodo. La differenza sostanziale risiede nel fatto che nelle NiMH l'anodo è costituito da una lega invece che dall'elemento cadmio. Le batterie al NiMH hanno capacità superiori di circa 3 volte ed un minore effetto



memoria rispetto alle batterie al nichel-cadmio di pari volumi e nonostante tutto il rapporto energia/volume ed il fenomeno di auto-scarica è assai sfavorevole se confrontato con le batterie agli ioni di litio. Sono pertanto consigliate per effettuare semplici test con una spesa di gran lunga inferiore a quella delle batterie agli ioni di litio o quelle ai litio polimeri.

DESCRIZIONE DELLA BATTERIA AL LITIO

Abbiamo visto che la capacità di produrre energia nella batteria tradizionale dipende dal "movimento" degli ioni zolfo negativo ed idrogeno positivo. Nella tecnologia delle batterie al litio il "portatore" di carica positiva non e' più l'idrogeno bensì il litio, questo elemento ha la caratteristica di riuscire ad immagazzinare una densità di carica che e' la più alta di tutti gli ioni che si sviluppano naturalmente.

Il litio è l'elemento avente il potenziale (E0=-3.045 V, riferito ad un elettrodo di riferimento) più negativo e quindi, accoppiandolo a un altro elemento, si ottiene un'elevata differenza di potenziale (il motore di una batteria) che è direttamente proporzionale all'energia di una cella.

Inoltre tali ioni di litio sono più piccoli e mobili rispetto a quelli dell'idrogeno e riescono ad immagazzinare più rapidamente l'energia.

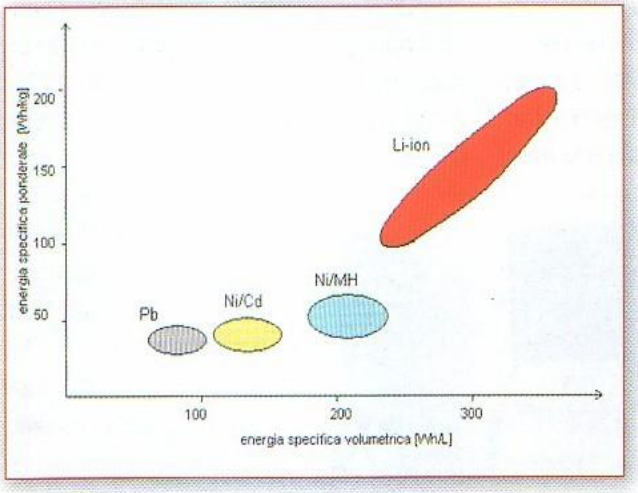
Il meccanismo di funzionamento delle batterie al litio si basa sulla migrazione di ioni di Li che vengono ciclicamente estratti da e introdotti in una matrice ospite (elettrodo) durante i processi di ricarica ed utilizzo. Parallelamente alla migrazione degli ioni avviene la riduzione/ossidazione della matrice ospite, che provoca il flusso esterno degli elettroni.

Nella figura si vede chiaramente il confronto nei valori di Energia specifica e Densità energetica tra piombo, nichel cadmio, il nichel Idruro ed il litio.

Il voltaggio raggiungibile dalle celle (circa 4 V, con sostanziali differenze a seconda del costruttore di celle) è possibile grazie all'utilizzo di elettroliti non-acquosi (il litio reagirebbe in presenza d'acqua) i quali, inoltre, rendono il dispositivo utilizzabile entro un ampio intervallo di temperature.

Le batterie al litio vengono di solito distinte in due tipologie principali:

- litio metallico
- litio-ione



Esse possono essere considerate un sottinsieme delle precedenti: le batterie litio-ione polimeriche e litio metallico polimeriche.

Inizialmente vennero prodotte batterie con catodi composti da un materiale accettore di ioni Li e da un anodo di Litio metallico dette batterie a litio metallico.

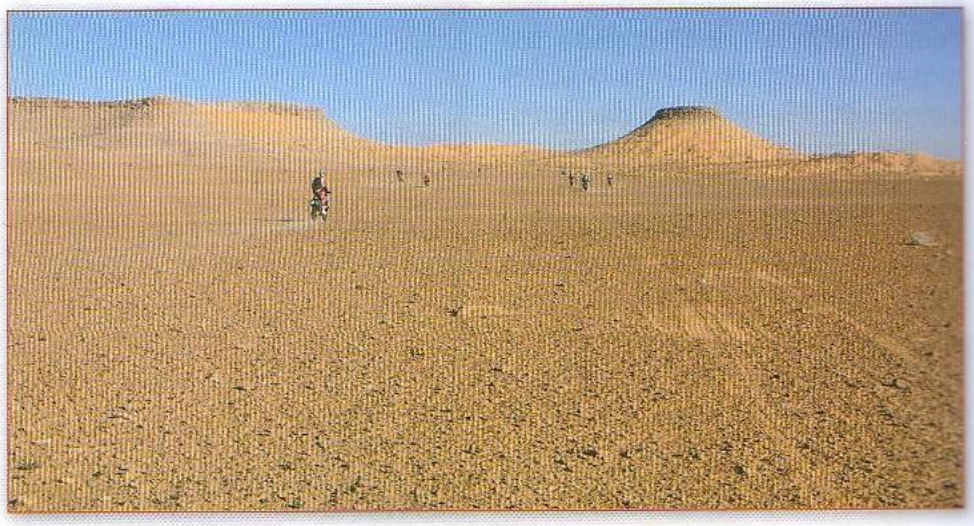
In un secondo momento sono stati sviluppati dispositivi in cui gli elettrodi sono costituiti da materiali con struttura aperta da cui gli ioni possono essere estratti ed inseriti. In un simile sistema teoricamente qualsiasi liquido o solido conduttore di ioni di Li può essere usato come elettrolita. Solitamente vengono utilizzati, ad esempio, sali di litio (perclorato di litio $LiClO_4$) sciolti in solventi organici (carbonato di propilene) o misti oppure membrane polimeriche conduttrici (ossido di polietilene). Negli ultimi 2-3 anni, la grande ricerca svolta dalle principali aziende operanti nel settore ha portato ad un proliferare di celle: sono infatti disponibili oggi grandi varierà di composti chimici diversi, forme e dimensioni delle celle, aventi tutte il litio come minimo comun denominatore.

Il litio possiede un agrande capacita' di immagazzinare energia– soprattutto in relazione al peso – questo implica però l'utilizzo di una sofisticata elettronica di gestione per sfruttare al meglio le performance disponibili. Pertanto è buona pratica integrare nelle batterie sistemi BMS (Balance Management Systems) per gestire le tensioni delle celle e garantirsi che lavorino entro un range di tensioni ottimali.

TIPOLOGIE DI BATTERIE AL LITIO

Batteria agli ioni di litio (Li-Ion)

Questo tipo di batteria viene generalmente utilizzata per computer portatili e telefoni cellulari.La batteria agli ioni di litio offre un rapporto potenza/peso decisamente migliore rispetto alle batterie al piombo,per il famoso effetto memoria (tipico delle batterie al nichel-cadmio ed al nichel metallo idruro) che qui è assente e la perdita di carica, che quando non vengono utilizzate, è molto lenta. Queste batterie possono essere modellate con la forma più congeniale rispetto al dispositivo sul quale devono essere installate. Gli ioni di litio hanno una densità di carica molto elevata e questo permette di realizzare batterie dal peso piuttosto



contenuto ed una elevata capacità. Tutto questo però a scapito di costi ben più elevati e di una vita utile ed indipendente dai cicli di carica e scarica. Ciò significa che dal momento in cui escono dalla fabbrica inizia il loro invecchiamento. La durata delle batterie agli ioni di litio è inoltre legata alla temperatura del dispositivo nel quale vengono inserite: maggiore è la temperatura e minore sarà la loro vita utile.

Batteria al litio ferro fosfato

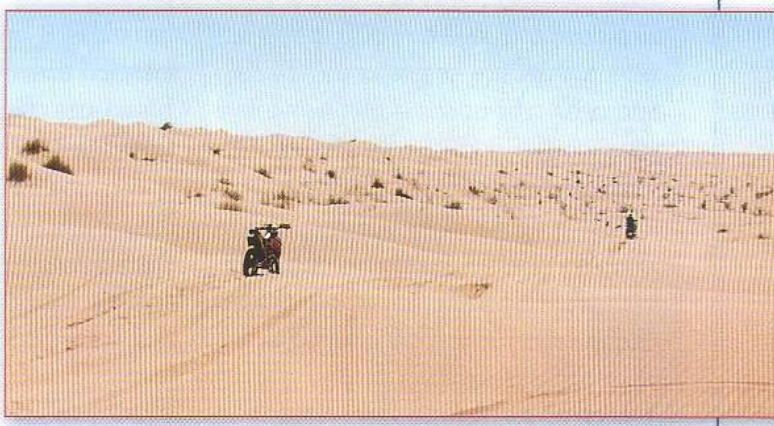
La batteria della famiglia Li-Ion che utilizza come catodo il litio-ferro-fosfato nasce in America, al Massachussetts Institute of Technology all'inizio di questo millennio. Contemporaneamente anche alcuni centri di ricerca in Colorado e in Canada portano avanti soluzioni analoghe , questo rende possibile e disponibile sul mercato , da 4-5 anni a questa parte, le celle al litio fosfato. Le caratteristiche, i vantaggi e gli svantaggi di questa tipologia di batterie, sono molto simili a quelle delle sorelle Li-Ion, ma alcuni parametri sono stati sensibilmente migliorati. Esse dispongono di una maggiore resistenza termica, un'ottima stabilità della tensione, hanno una minore corrente di auto-scarica, una maggiore resistenza all'invecchiamento, (se ben curate e correttamente caricate possono raggiungere i 2000 cicli di carica-scarica), una più alta corrente di picco e sono più ecologiche in quanto il ferro (utilizzato in sostituzione del cobalto) ha un basso impatto ambientale mentre sono più ingombranti di una batteria agli ioni di litio a parità di prestazioni.

Batteria a schiuma di grafite e litio

Le batterie (della famiglia al litio ferro fosfato) più conosciute come A123 Racing, sono le batterie a schiuma di grafite e litio (in forma nana metrica) che offrono prestazioni eccezionale con ben 3.000 watt/kg (5800 watt/litro) e quindi con più che soddisfacenti rapporti energia/peso ed energia/volume. Esse possono essere ricaricate fino al 90% della loro capacità in soli 5 minuti e sono in grado di reggere cicli di carica-scarica 10 volte superiori rispetto alle batterie ricaricabili tradizionali.

Batteria al litio polimero (Li-Poly)

Questa tipologia di batteria deriva dallo sviluppo tecnologico dell'accumulatore agli ioni di litio. L'elettrolita (in sale di litio) non è contenuto in un solvente organico bensì in un composto di polimero solido (generalmente poliacrilonitrile). Uno dei principali vantaggi rispetto alle tradizionali batterie agli ioni di litio, è che il polimero solido non è infiammabile e le batterie risultano molto meno pericolose in caso di danneggiamento o violenti urti a bordo di una motocicletta;inoltre non è necessario inserirle in un contenitore metallico, in tal modo è possibile contenere i pesi ed attribuire alle batterie la forma più adatta al dispositivo nel quale devono essere alloggiate. Uno dei principali svantaggi è invece la minor durata (circa 500 cicli di carica-scarica) rispetto alle batterie agli ioni di litio. La densità energetica è maggiore del 20% rispetto ad una normale batteria agli ioni di litio e pari al triplo di quella delle batterie al nichel cadmio o al nichel metallo idruro. In realtà uno dei principali problemi delle batterie al litio polimero è il comportamento in caso di forte stress: sovraccarico, sottocarica, carica tramite dispositivo esterno oltre i valori di tensione massima indicati. Numerosi esempi e filmati disponibili online mostrano esplosioni ed incendi dovuti al fenomeno della "fuga termica" – che si manifesta intorno ai 250°C e porta appunto ad una esplosione della cella.



CONFRONTO TRA BATTERIE TRADIZIONALI E AL LITIO.

Dopo aver analizzato le caratteristiche tecniche e costruttive delle batterie tradizionali e di quelle al litio credo sia interessante effettuare un confronto finale sintetico dei vantaggi/ svantaggi nell'utilizzo di queste batterie in relazione agli aspetti più frequenti e importanti.

Rapporto peso/energia minore

In sintesi possiamo dire che, a parità di caratteristiche tecniche, con il litio si può ottenere una riduzione di peso anche del 70% .

Dimensioni

In sintesi, come per il peso, a parità di caratteristiche tecniche, con il litio abbiamo una riduzione di volume anche del 20/30%.

Confronto A/h di targa

A dimostrazione delle "performance" delle batterie con tecnologia Litrio-Polimeri si puo' verificare come sia possibile installare accumulatori aventi capacità in A/h (Amper/ora) inferiori a quella dichiarata per le batterie al piombo.

Tutto cio' è reso possibile dal fatto che la capacità in A/h di una normale batteria al piombo è calcolata dalle case produttrici che considerano di scaricarle con correnti molto basse.

In una batteria al piombo standard con capacità 12 A/h, ad esempio, la capacità è misurata scaricandola con una corrente di 1,2 Amper per 10 ore consecutive, se però la stessa batteria viene scaricata con correnti elevate, come quelle in gioco durante gli avviamenti del motore, la reale capacità fornita dal piombo è circa la metà di quella dichiarata.

Tutto questo non avviene con le batterie al litio che forniscono tutta la capacità dichiarata anche con le grandi correnti di scarica, mantenendo anche una tensione (Volt) più alta rispetto alle tradizionali al piombo. Per contro avendo comunque un valore di Amh minore rispetto alle batterie tradizionali e' in grado di alimentare eventuali accessori (fari, strumentazione, ecc) con la moto a motore spento per un tempo minore.

Effetto memoria

Questo fenomeno tipico delle batterie al nichel-cadmio ed al nichel metallo idruro mentre per le batterie al litio è assente e la perdita di carica, quando non vengono utilizzate, è molto lenta (circa 1/3 rispetto alle batterie al piombo).

Tempi di ricarica

Con il litio si riducono i tempi di ricarica che sono dell'ordine dei 30 – 45 minuti per avere una ricarica del 100% e di circa 10 – 20 minuti per avere una ricarica del 50% (più rapidi rispetto alla ricarica della batteria al piombo.

Tempi di vita

Questo parametro e' di più difficile misurazione, la letteratura riporta un rapporto di 5 volte superiore a favore delle batterie al litio, l' importante e' che la batteria non venga scaricata completamente.

Prezzo di acquisto

Il costo delle batterie al litio e' più elevato di quello delle batterie tradizionali e può essere stimato in circa il 70-90 % in più a cui si deve aggiungere il costo del caricabatteria che deve essere quello indicato dalla casa costruttrice e che aumenta il costo iniziale di circa 60-80 euro cad. Come sempre questo e' un parametro importante e di difficile confronto poiche' le condizioni di utilizzo e di fermo moto sono molto variabili tra loro, in particolar modo nel caso in cui si voglia esaminare la durata di vita o la perdita di carica .

In ultima analisi riteniamo che l'impiego di questa tecnologia abbia senso laddove le dimensioni e il peso ridotto, uniti alla capacità di mantenere nel tempo le proprie caratteristiche ,risultino essere aspetti importanti se non decisivi (pensiamo all'impiego nelle competizioni, su mezzi sportivi o nel fuoristrada), fattori che possono sicuramente giustificare il prezzo superiore.

MARCHE PRESENTI SUL MERCATO

Senza la pretesa che l'elenco sia esaustivo, abbiamo verificato la disponibilità sul mercato di alcune marche che producono batterie al litio adatte all'utilizzo sui motocicli. Quelle individuate sono ALIANT, ENERGA, SHORAI, SKYRICH, TURNTECH che propongo i propri prodotti sui relativi siti internet con elencate le caratteristiche tecniche e la compatibilità con i più diffusi modelli di motociclette presenti sul mercato. Al fine di provare direttamente sul campo questo prodotto abbiamo scelto di testare la batteria dell'ALIANT azienda italiana che ha iniziato lo sviluppo di queste batterie già dal 2010, presentandosi sul mercato con una prima serie di prodotti dedicati principalmente alle applicazioni di avviamento per moto, con l'intenzione di progettare e realizzare anche sistemi per trazione elettrica e per applicazioni stazionarie nel prossimo periodo. Si consideri comunque che anche le altre case citate hanno in catalogo prodotti con analoghe caratteristiche di targa.

Le batterie al litio ALIANT esistenti a catalogo ed adatte all'uso motociclistico sono divise in 2 serie, la X e la X-P, con una gamma di 8 modelli aventi differenti dimensioni esterne al fine di soddisfare tutte le esigenze del mercato.

Interessante e' il confronto di peso, per alimentare una BMW 80 g/s, ad esempio, una batteria tradizionale al piombo 18 Amh pesa circa 6 - 6,5 kg mentre una equivalente al litio modello X4 circa 1,4 kg. Per una KTM LC8 abbiamo un peso di 3,9 kg per la batteria tradizionale 12 Amh e circa 1,15 kg per la batteria al litio X3 equivalente. A livello di prezzi a listino il modello X4 costa circa 330 euro ed il modello X3 circa 260 euro.

IL NOSTRO TEST.

Per il nostro test abbiamo scelto di montare su un KTM LC8 la batteria modello X3 che risulta quella equivalente all'originale e consigliata dal produttore. Montata la batteria abbiamo lasciato la moto ferma senza avviarla per 15 gg con temperature notturne di –12° verificando dopo tale periodo avviamenti pronti ed equiparabili all'originale. Abbiamo poi utilizzato per 12 giorni la moto in un viaggio in Tunisia con temperature esterne in alcune notti sotto lo 0 sempre riscontrando avviamenti pronti. Evidentemente sarà fondamentale verificare i valori di corrente di spunto e di voltaggio in un periodo di tempo di almeno un anno di utilizzo, ci diamo appuntamento quindi tra 12 mesi per una verifica strumentale delle caratteristiche di questo interessante prodotto. ■

PER SAPERNE DI PIU'

www.ralph-dte.eu
www.ing.unitn.it
www.lsoft.it/tecnica/batterie.htm
www.go-aliant.com
www.digilander.libero.it/nick47/icit02.htm
www.sicurauto.it/g
www.rrrquarrata.it/

Modello	X4	X3	X2
Tensione Nominale	13,2 V	13,2 V	13,2 V
Capacità	9,2 Ah	6,9 Ah	4,6 Ah
Corrente impulsiva di scarica	480 A (10 s)	360 A (10 s)	240 A (10 s)
Corrente di spunto CCA @ -20°C	400 A	300 A	200 A
Massima corrente di scarica continuativa	160 A	120 A	80 A
Corrente di carica nominale	12 A @ 25°C	9 A @ 25°C	6 A @ 25°C
Max corrente di carica	20 A @ 25°C	15 A @ 25°C	10 A @ 25°C
Durata	1000 cicli @ 100% D.o.d. / 10C	1000 cicli @ 100% D.o.d. / 10C	1000 cicli @ 100% D.o.d. / 10C
Vita utile	Circa 5 anni	Circa 5 anni	Circa 5 anni
Tensione di carica	14,4 V	14,4 V	14,4 V
Tensione di carica massima	14,6 V	14,6 V	14,6 V
Peso	≈ 1.42 Kg	≈ 1.15 Kg	≈ 0.80 Kg
Dimensioni [mm]	L 148 x P 67 x H 140	L 148 x P 67 x H 112	L 148 x P 67 x H 85
Temperatura ambiente	-30°C / +60°C [operativa e stoccaggio]	-30°C / +60°C [operativa e stoccaggio]	-30°C / +60°C [operativa e stoccaggio]
Massima altitudine operativa	5000 m	5000 m	5000 m
Batteria Pb equivalente	Fino a 18 Ah	Fino a 12 Ah	Fino a 8 Ah