

Pile, batterie, accumulatori

L'obiettivo che si pone questo articolo è quello di effettuare una panoramica del quadro attuale nel settore, che sta ormai sconfinando al di fuori dei limiti e dei concetti tradizionali che abbiamo quando parliamo di batterie: basti pensare alle celle a combustibile o ai supercondensatori. Innanzitutto un chiarimento terminologico: nel linguaggio comune i termini pila, batteria, accumulatore vengono usati indifferentemente come sinonimi; in realtà con il termine pila si intende un generatore elettrochimico cosiddetto primario, cioè non ricaricabile, mentre con il termine accumulatore si intende un generatore elettrochimico cosiddetto secondario, cioè ricaricabile. Entrambi questi tipi di generatori sono costituiti da uno o più elementi in serie che costituiscono quella che viene chiamata batteria, termine quindi che si adatta sia alle pile sia agli accumulatori.



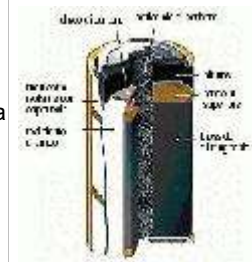
Batterie a piastre piane per applicazioni di sicurezza

Le principali proprietà che contraddistinguono una batteria, che è necessario conoscere per effettuare una scelta e un dimensionamento elettrico-temporale economico- ambientale per l'alimentazione di un qualsiasi carico, sono le seguenti:

- tensione (V): valore nominale di un elemento moltiplicato per il numero degli elementi della batteria;
- capacità (Ah): quantità di elettricità scaricabile con modalità specificate (es. una batteria con capacità di 2 Ah è in grado di fornire continuamente una corrente di 2 A per 1 ora, oppure una corrente di 1 A per 2 ore, o ancora una corrente di 0,5 A per 4 ore, etc.);
- energia specifica riferita al volume (Wh/m³) o riferita al peso (Wh/kg): è la quantità di energia espressa in wattora fornibile dalla batteria, messa in relazione o allo spazio occupato dalla stessa od al suo peso. È chiaramente un fattore estremamente importante nei casi in cui (praticamente tutti) si voglia ottenere un alto livello energetico in poco spazio e contenendo il peso (pensate solamente alle batterie per dispositivi da trasportare come i computer portatili, i cellulari, etc., ma anche alle batterie per trazione);
- caratteristiche di ricaricabilità: innanzitutto se la batteria è ricaricabile o meno, poi i tempi dell'eventuale ricarica e la presenza o meno dell'effetto memoria, cioè dei problemi che sorgono a causa di ricariche troppo frequenti a bassa intensità di corrente oppure se ci si dimentica di scaricare per troppo tempo le batterie completamente cariche. In questi casi la durata della batteria si può ridurre addirittura del 90% perché aumenta la resistenza interna e quindi la tensione scende rapidamente quando la batteria è sotto carica;
- durata: si esplica nel numero di cariche e scariche che la batteria è in grado di fornire, senza che il suo livello di tensione scenda al di sotto di un valore non più in grado di alimentare il carico prestabilito;
- impatto ambientale: conoscere le modalità di smaltimento della batteria utilizzata, quando giunge al termine del suo ciclo di vita;
- costo: deve essere ovviamente valutato il costo della batteria (in relazione alla sua durata) per poter operare una scelta oculata;
- sicurezza di impiego: deve essere valutato anche il rischio di impiego delle batterie (ad esempio si sa che durante i cicli di ricarica delle batterie al piombo dei carrelli elevatori in ambito industriale, viene sviluppato idrogeno e deve essere quindi valutato il conseguente pericolo di esplosione).

Al litio

Il principale punto di forza delle pile al litio (litio-biossido di zolfo, litio-biossido di manganese) sta nella elevata energia specifica (anche 400 Wh/kg), il che permette di avere peso e dimensioni contenute a parità di energia fornita; infatti la forma più comune nella quale si presentano queste batterie è quella "a bottone" utilizzata soprattutto per macchine fotografiche digitali, orologi, MP3, lettori cd portatili, antifurto e allarmi senza fili... Altre caratteristiche importanti delle pile al litio (che hanno una tensione nominale di 3 V) sono l'ampia gamma di temperature sopportabili (da -50 °C a +85 °C) e la loro durata sia in funzionamento (superiore ai 5 anni) sia in conservazione (con perdite inferiori all'1% per anno).



Tipica struttura di una pila zinco-carbone



Caratteristica di scarica di una pila alcalina

Zinco-carbone

Si tratta delle pile classiche, versione attuale della pila realizzata da Leclanché nel 1868. Sono le più utilizzate e le più comuni, caratterizzate da un costo ridotto (tensione nominale 1,5 V), ma anche da una durata inferiore, da una caratteristica di scarica tutt'altro che lineare e da un fenomeno di autoscarica (scarica a circuito aperto) abbastanza vistoso. Possiamo dire che sono le pile adatte un po' per tutti gli usi (lampade portatili, flash fotografici, giocattoli, apparecchi elettronici portatili, recinti elettrificati, orologi da tavolo), ma che non eccellono in nulla.

Batterie alcaline

Prestazioni maggiori rispetto alle pile zinco-carbone sono offerte dalle cosiddette pile alcaline (industrializzate dalla ditta Mallory, ora Duracell), le quali hanno durate anche triple o quaduple, minore autoscarica a circuito aperto (anche sei anni di magazzino) e maggior linearità di scarica: tutto questo ad un prezzo, purtroppo, maggiore rispetto alle sorelle povere zinco-carbone. Le applicazioni sono sempre le stesse (tensione nominale 1,5 V), ma si può dire che le alcaline sono pile ideali in quelle applicazioni in cui vengono assorbite alte correnti: macchine fotografiche e telecamere digitali in primo luogo.

Al mercurio

Le pile che utilizzano biossido di mercurio (tensione nominale 1,35 V) hanno, o meglio avrebbero, buone caratteristiche, quali la scarica lineare, il mantenimento nel tempo della capacità, un buon comportamento alle alte temperature ed altre ancora. Abbiamo però usato il condizionale perché, per motivi di protezione ambientale, le pile al mercurio (come i termometri) sono ormai state bandite e hanno quindi limitato presente e nessun futuro.

All'ossido di argento

Miglior sorte tocca alle pile che utilizzano l'ossido d'argento per il polo positivo (tensione nominale 1,5 V) utilizzate per protesi auditive, orologi, strumenti di misura, macchine fotografiche, calcolatrici... Sono pile che hanno una elevatissima energia specifica riferita al volume (anche doppia rispetto alle alcaline) e sono in grado di conservare la carica a più del 90 % rispetto a quella iniziale dopo un anno di immagazzinamento a circuito aperto.

Metallo-aria

Le pile metallo (spesso lo zinco)- aria hanno il gradevole vantaggio di essere le batterie forse meno costose in assoluto e di avere un elevato livello di energia specifica riferita al volume e al peso (fino a 200 Wh/kg). Le pile aria-zinco non attivate hanno addirittura una durata di immagazzinamento dichiarata di dieci anni. Nonostante questi aspetti positivi, questo tipo di batteria non è particolarmente

Al piombo

Le batterie al piombo (tensione nominale 2 V), nelle loro varianti piombo-acido, piombo-gel, ermetiche, piombo-calcio..., costituiscono la più vecchia e diffusa tecnologia di accumulatori. Hanno un costo piuttosto limitato e un'energia specifica riferita al volume di poco inferiore agli accumulatori al nichel-cadmio, mentre l'energia specifica riferita al peso non è delle migliori, come ben si sa.

Le batterie di questo tipo utilizzate in ambiente industriale variano come capacità da 50 A/h a 5000 A/h.

La loro autoscarica è inferiore allo 0,1 % al giorno a temperatura ambiente e non risentono di nessun fenomeno di memoria, nonostante ripetuti brevi utilizzi e continue scariche e ricariche alle quali possono essere sottoposte.

D'altra parte lo sviluppo di idrogeno, soprattutto durante la fase finale della carica, che può portare ad un pericolo di esplosione in ambiente chiuso, e la presenza del piombo che deve essere smaltito secondo precise modalità, sono i maggiori svantaggi (oltre al peso) che questi accumulatori si portano addosso.

Le applicazioni vanno dal settore automobilistico agli Ups, dai carrelli elevatori ai più svariati utilizzi industriali. Per queste batterie vanno adottati dei programmi di manutenzione (in maniera limitata anche per il tipo ermetico) che consistono nella verifica della densità del liquido, nell'ispezione visiva delle interconnessioni fra elementi in serie, nell'aggiunta di elettrolito o acqua, se necessario. Il ciclo di vita non è elevatissimo, con una durata che dopo i 200 cicli risulta avere una capacità inferiore all'80% del valore nominale.

Al nichel-cadmio

Penalizzate dalla presenza del cadmio, elemento tossico, queste batterie (tensione nominale 1,2 V) hanno però notevoli vantaggi, a partire da un rapporto costi/prestazioni elevato, unito ad un elevato numero di cicli di carica possibili (da 500 a 1000).

Di contro, occorre dire che sono soggette al famigerato effetto memoria, cioè dopo un certo numero di scariche e ricariche parziali, la batteria al nichel-cadmio non è in grado di fornire la capacità completa, se non dopo due o tre cicli di carica/scarica completi. L'autoscarica è di circa lo 0,3% al giorno, a temperatura ambiente.

Gli utilizzi sono diversi e vanno dai telefoni cellulari alle macchine fotografiche e a tutte quelle applicazioni combinate spina-batteria (rasoi elettrici, registratori, telecamere, radioricevitori...).

Al nichel-idruro metallico

Gli accumulatori al nichel-idruri metallici hanno una capacità più elevata di quella degli accumulatori al cadmio (circa doppia).

La durata di vita è simile alle nichel-cadmio (500-100 cicli di carica/scarica), ma l'effetto memoria è quasi completamente assente, anche se occorre fare attenzione, durante il processo di carica, a non superare i 50 °C, pena il danneggiamento delle batterie stesse: per questo motivo vengono utilizzati caricatori appositi.

Gli svantaggi rispetto agli accumulatori al cadmio sono rappresentati da una minore energia specifica e da un più marcato processo di autoscarica. Sul lato ambientale non c'è ovviamente confronto, a vantaggio degli accumulatori NiMH che sono ecologicamente molto più accettabili, non avendo metalli pesanti come il cadmio.

Purtroppo il costo è attualmente del 25% circa superiore rispetto a quello di un'analogica batteria al NiCd. Le applicazioni sono pressoché infinite e si sovrappongono quasi perfettamente a quelle delle batterie sorelle al NiCd: computer portatili, cellulari, sistemi audiovisivi, applicazioni domestiche, periferiche industriali...

Al litio

Sfruttano, come le pile al litio, l'alto potenziale elettrochimico del litio e il suo basso peso specifico (tensione nominale 3 V).

Altri vantaggi consistono in un'elevata energia specifica (sia di massa sia di volume), in una lunga durata in cicli e in una minima autoscarica. Infine, con gli accumulatori al litio non si corre il rischio di contaminare l'ambiente (a differenza di quanto avviene con gli accumulatori al cadmio). I tempi di ricarica sono molto brevi e - anche se necessitano di un caricatore particolare. Il loro costo (400-600 € kWh) non aiuta la loro diffusione sul mercato, che pure è in espansione particolarmente per pc portatili, telefoni cellulari e videoregistratori.



Confronto fra celle a combustibile e generazione tradizionale (Enea)



Con il termine accumulatore si intende un generatore elettrochimico cosiddetto secondario, cioè ricaricabile



Supercondensatore da 2700 F con energia specifica riferita al volume di 5,8 kWh/m³ e al peso di 3,9 kWh/kg (Maxwell)

Celle a combustibile

Il corpo normativo che intreccia le batterie con la difesa dell'ambiente è abbastanza consistente, visto il frequente utilizzo al loro interno di metalli pesanti quali piombo, cadmio e mercurio di natura tossica.

- Dm 476/97: è il decreto di recepimento delle direttive 91/157/Cee e 93/86/Cee relative alle pile ed agli accumulatori contenenti sostanze pericolose (mercurio, cadmio e piombo). Il decreto definisce gli obblighi di produttori, importatori, distributori e rivenditori nel garantire la raccolta differenziata, il recupero e lo smaltimento di pile e accumulatori contenenti al loro interno le tre sostanze citate. La direttiva 91/157/Cee è attualmente in fase di revisione alla Commissione Europea.
- Dlgs 151/05: è il decreto, da poco pubblicato, che recepisce le direttive 2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE, relative alla riduzione dell'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, nonché allo smaltimento dei rifiuti.
Il decreto legislativo prevede un'apposita "campana" per raccogliere questo genere di rifiuti, particolari restrizioni sull'uso di determinate sostanze pericolose in queste apparecchiature, l'onere a carico dei distributori, al momento della fornitura di una nuova apparecchiatura destinata ad un nucleo domestico, di ritirare gratuitamente i vecchi prodotti, il finanziamento delle operazioni di trasporto, trattamento, recupero e smaltimento finale della spazzatura elettronica a carico dei produttori.

Tra le finalità principali del provvedimento c'è quella di garantire la realizzazione di un sistema di raccolta differenziata, recupero e riciclaggio dei rifiuti elettrici, di vietare l'utilizzo di sostanze pericolose come mercurio, piombo, cadmio, cromo, etc., di realizzare sistemi di trattamento, recupero e smaltimento finale di questi rifiuti finanziati essenzialmente dai produttori delle apparecchiature e di marcare tutte le apparecchiature con un simbolo che indichi ai cittadini la necessità della raccolta differenziata.

- Legge 475/88: è la legge istitutiva del Consorzio obbligatorio per le batterie al piombo esauste e i rifiuti piombosi (Cobat), ente senza fini di lucro che assicura la raccolta, il trasporto e il riciclo delle batterie al piombo esauste in impianti specifici che garantiscono il recupero del piombo metallico e l'inertizzazione o l'eventuale recupero dell'acido solforico evitando, in questo modo, la dispersione nell'ambiente di elementi pericolosi.
Dalla legge 475/88 (modificata dalla legge 39/2002) c'è l'obbligo per chiunque detenga batterie al piombo esauste o rifiuti piombosi del loro conferimento al Cobat direttamente o mediante consegna a soggetti incaricati dal consorzio o autorizzati, in base alla normativa vigente, a esercitare le attività di gestione di tali rifiuti.