

Corso di impiego industriale dell'energia



Esercitazione sulle batterie

Prof. Rodolfo Taccani

Introduzione

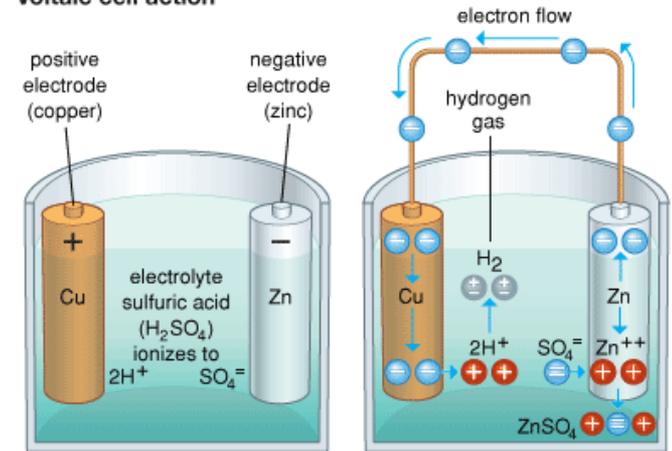
Le batterie sono dei dispositivi che convertono l'energia chimica direttamente in energia elettrica. Una batteria è formata da un certo numero di celle voltaiche o galvaniche collegate in serie.

Il principio chimico-fisico di funzionamento di una batteria è una reazione spontanea di ossidoriduzione (redox):

catodo: Riduzione $\rightarrow A^{n+} + ne^{-} \rightarrow A$

anodo: Ossidazione $\rightarrow B \rightarrow B^{n+} + ne^{-}$

Voltaic cell action



© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.

Ogni cella contiene un elettrolita e due elettrodi, uno negativo ed uno positivo. Gli elettrodi non sono in contatto tra loro ma connessi elettricamente da un ponte o un setto poroso. Durante la scarica gli elettroni migrano dall'anodo (elettrodo negativo) al catodo (elettrodo positivo) generando un flusso di corrente elettrica.

Durante la carica viene ceduta energia alla batteria e i cationi vengono ridotti al catodo e gli anioni vengono ossidati all'anodo.

Definizioni

Elettrodi: sono i conduttori attraverso i quali le cariche elettriche vengono cedute o ritornate all'elettrolita.

Elettrolita: è la sostanza che in soluzione o allo stato fuso subisce la suddivisione in ioni delle loro molecole. Viene detto anche conduttore ionico. Esso può essere un sale, un acido o una base.

Celle primarie e secondarie: in una cella primaria l'elettrodo (solitamente quello negativo) viene consumato dalla reazione chimica. In una cella secondaria gli elettrodi e l'elettrolita vengono alterati dalla reazione chimica quando la cella fornisce corrente. Fornendo una corrente elettrica, cioè tramite un processo inverso alla scarica, queste celle possono essere ricaricate.

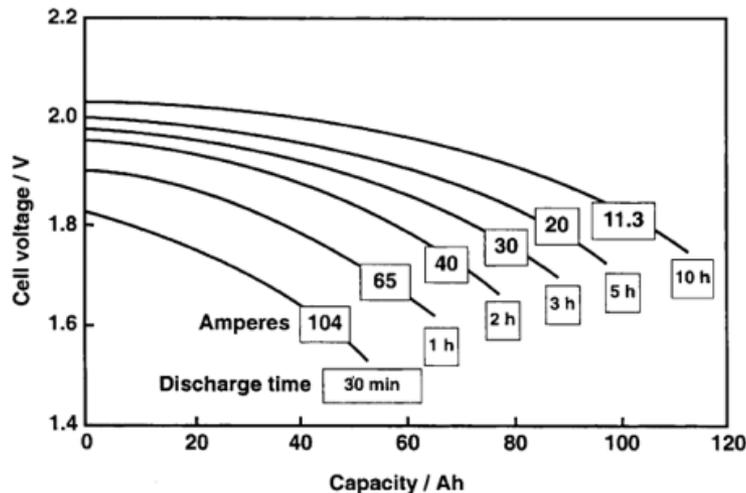
Capacità: sono gli Ah disponibili quando la batteria viene scaricata ad una certa corrente (specificata dal C-rate) dal 100% dello stato di carica (SOC) al voltaggio di cut-off. La capacità è calcolata moltiplicando la corrente di scarica per il tempo di scarica (in ore). Essa decresce quando aumenta il C-rate.

Definizioni

C-rate: la corrente di scarica è spesso espressa come C-rate per normalizzarla con la capacità della batteria. Il C-rate è la misura dell'indice al quale la batteria viene scaricata in relazione alla sua massima capacità (C):

$$C - rate = \frac{C [Ah]}{t [h]} [A]$$

Per esempio 1C significa che la corrente di scarica, esaurirà la batteria in 1 ora. Per una batteria con la capacità di 100 Ah, la corrente di scarica equivale a 100 A. Per la stessa batteria un indice di 5C equivale ad una corrente di 500 A, mentre un indice C/2 equivale a 50 A.



L'immagine a fianco mostra le curve di scarica a diverse correnti per una batteria al piombo con una capacità di 100 Ah quando il C-rate è C/5.

Definizioni

Stato di carica (SOC): rappresenta la quantità di capacità immagazzinata nella batteria nell'istante considerato e viene espressa in termini percentuali rispetto alla capacità nominale della batteria. Generalmente viene calcolato usando la corrente di integrazione per determinare il cambiamento di capacità della batteria nel tempo.

Voltaggio di cut-off: è il minimo voltaggio ammissibile. Quando viene raggiunto questo voltaggio la batteria viene considerata completamente scarica.

Energia nominale: viene espressa in Wh ed è l'energia disponibile quando la batteria viene scaricata ad una certa corrente di scarica (specificata dal C-rate), dal 100% SOC al voltaggio di cut-off. Viene calcolata moltiplicando la potenza per il tempo di scarica (in ore). Essa decresce quando aumenta il C-rate.

Energia specifica: è l'energia nominale della batteria per l'unità di massa e viene espressa in Wh/kg. Dipende dalle sostanze chimiche e dal packaging dalle quali è composta la batteria.

Definizioni

Potenza specifica: è la massima potenza disponibile per unità di massa e viene espressa in W/kg. Anche essa dipende dal packaging e dalle sostanze chimiche.

Rendimento energetico: è il rapporto tra l'energia di scarica (W_D) e quella di carica (W_{CH})

$$\eta_{EN} = \frac{W_D}{W_{CH}}$$

Rendimento di Coulomb: è il rapporto tra la quantità di carica data durante la scarica (Ah_D) e la quantità di carica necessaria per completare la ricarica della batteria (Ah_C):

$$\eta_C = \frac{Ah_D}{Ah_C}$$

Scopo dell'esercitazione

- Determinare le curve di scarica della batteria per diversi C-rate;
- calcolare l'energia ceduta dalla batteria integrando le diverse curve di scarica.

Proprietà della batteria

Tipologia	NiMH
Voltaggio della cella [V]	1.2
Capacità [mAh]	2000
Cut-off voltage[V]	0.9
Corrente max di scarica continua [A]	2
Massa [g]	

Strumentazione utilizzata

- Batterie
- porta batterie;
- carico.