

## LE BATTERIE AL NICHEL - CADMIO: COME FUNZIONANO E COME CARICARLE

*Questo testo è stato tratto dalla rivista americana QST dell'ottobre 1981. Traduzione e impaginazione di Fiorindi Massimiliano IW3 HLB*

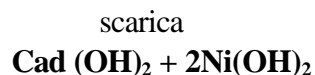
Le batterie al Ni-Cad sono degli elementi veramente affidabili. La loro nascita risale ormai a circa una sessantina d'anni fa, quando si rese indispensabile avere delle fonti d'energia elettrica portatili senza dover ogni volta sostituire la pila.

Questi elementi hanno un ciclo di carica e scarica di circa trecento volte prima che l'invecchiamento ne riduca le caratteristiche.

La resistenza interna di questi elementi è piuttosto bassa ad elemento carico e rimane a tale valore per tutta la durata del ciclo di scarica; la tensione ai suoi capi rimane pressoché costante per tutto il periodo. La tensione tipica di un elemento appena caricato è di 1.3V per diminuire fino ad un volt durante la scarica: questo valore indica la fine del periodo di scarica dell'elemento. Se la scarica continua vi è poi una rapida caduta di tensione da questo valore comportando uno stress per l'elemento. Naturalmente l'elemento al Ni-CD è un generatore di tensione a tutti gli effetti, perciò per ottenere tensioni maggiori degli 1.3v tipici, occorre mettere in serie più elementi. Queste unità sono sigillate in celle cilindriche, chiamate elementi, comunemente utilizzati dai radioamatori, la loro costruzione ricorda un condensatore elettrolitico assiale.

I due elettrodi sono formati rispettivamente da un foglio di idrossido di nichel e idrossido di cadmio, separati da un foglio poroso. Una piccola quantità di idrossido di potassio funge da elettrolita. Questi tre fogli sono avvolti insieme da formare un cilindro che viene inserito in un contenitore sempre cilindrico in acciaio; un anello isolante svolge il duplice ruolo di guarnizione e isolante del polo positivo sulla parte superiore del cilindro.

La reazione chimica della cella al nichel cadmio è:



La reazione può avvenire in ogni direzione. Se la corrente, da una sorgente di carica fluisce verso la direzione giusta, causerà una reazione contraria che come effetto ha quello di ricaricare gli elettrodi. Quello che non è specificato chiaramente dalla formula è che durante il periodo di sovraccarica, gli elettrodi producono gas; viene prodotto ossigeno dall'elettrodo di nichel (positivo) e idrogeno dall'elettrodo negativo non appena essi raggiungono il livello di piena carica. Se il rapporto di carica è circa 1C (vedremo dopo cosa significa), quando la cella avrà raggiunto il valore di piena carica la pressione all'interno della cella comincerà a salire fino a danneggiare la cella stessa. Fintanto che la cella è sigillata, la pressione all'interno non deve mai divenire eccessiva. In genere le celle hanno una feritoia che rilascia pressione qualora essa salga oltre i 150 - 300 psi ma questa feritoia accorcia la vita della batterie. I fabbricanti sono quindi spinti a produrre celle che evitano la generazione di gas di idrogeno realizzando l'elettrodo positivo più piccolo di quello negativo, cosicché esso raggiunge la piena carica prima del elettrodo negativo.

L'ossigeno così generato dal polo positivo comincerà a migrare verso il polo negativo con il quale innescherà una reazione che impedirà una ulteriore carica di questo elettrodo: in questa maniera si evita la produzione di idrogeno da parte del polo negativo. Le celle al Ni-CD possono quindi essere ricaricate indefinitamente grazie a questo sistema proprietà protettiva intrinseca del sistema ( questo almeno in teoria).

Una altro interessante caratteristica queste batterie da altri tipi è che la loro tensione è massima alla temperatura 24°C circa. La loro tensione decresce quando questa scende o sale da questo livello. Parallelamente la resistenza

interna è minore proprio a questa temperatura ed incrementa se questa aumenta o diminuisce. Per questa caratteristica e per altre ragioni il range operativo di temperatura deve essere da 0° a 40° C.

### *Capacità della cella*

La capacità ( C ) di una cella al Ni-Cad è espressa in ampere ora o in milliampere ora.

Una cella a 500mA/h ha un C uguale a 500. Questo significa che la scarica può avvenire a 50 mA/h per 10 ore oppure a 500 mA per un ora considerando però che la capacità decresce aumentando il rateo di scarica.

Il termine C ha anche un altro significato: esso può definire la corrente di carica o scarica. Un rateo di scarica equivale ad 1 C per una batteria di 500 mA/h scaricata a 500 mA mentre un rateo di scarica di 0.1 C sta ad indicare una batteria di 500 mA / h scaricata a 50 mA.

Quindi il termine C definisce o la capacità milliampere / ora di una cella oppure il la carica / scarica basato sul rapporto mA / ora.

### *Caratteristiche di carica*

Ora che la teoria di base delle celle al NiCad è stata spiegata, come si può ricaricare una cella sensibilmente tanto da ottenere centinaia di cicli di carica e scarica?

Primo, il rapporto di carica deve essere limitato a 0.1 C. se il rateo di carica è maggiore a 0.1 C, l'ossigeno generato da una cella vicina alla piena carica non si diffonderà abbastanza rapidamente all'elettrodo negativo innescando una rapida reazione, la pressione interna tenderà a salire danneggiando l'elemento.

Un rapporto di carica di 0.1 C comporterà un periodo di carica di 10 ore ( 0.1 C x 10 = 1 C ) ma ciò non sarà sufficiente a raggiungere il 100 % dell'efficienza della batteria. È necessario portarla al 140 % 160 % della sua carica; ecco spiegate le 14 / 16 ore consigliate per la ricarica completa tipica delle batterie al NiCad.

Una batteria al nichel Cadmio consiste in una o più celle collegate in serie. Due celle non hanno necessariamente la stessa capacità: una cella può scaricarsi prima delle altre. Quando questo accade, la cella più debole risulterà polarizzata inversamente rispetto alle altre e questo causerà la generazione di ossigeno da parte dell'elettrodo di cadmio e idrogeno dall'elettrodo di nichel. Questo sarà causa non solo di un aumento di pressione ma la resistenza interna tenderà a salire e la cella si surriscalderà.

I fabbricanti hanno introdotto un ingegnoso stratagemma per sopprimere la generazione di gas in caso di inversione di polarità ma tale protezione ha effetto solo per un rapporto di scarica di solo 0.1 C. Qualora il rapporto di scarica di una cella dovesse essere superiore a 0.1 C, la scarica deve essere interrotta quando il potenziale della cella scende sotto 1V. Questo vale per ogni singola cella. Quindi in una batteria da 12 V formata da 10 celle, la scarica deve essere interrotta quando la tensione ai capi della batteria scende sotto i 10V.

Alcuni alimentatori a batterie NiCad per impieghi radiomateriali hanno un indicatore che avverte quando la scarica giunge alla soglia del 1V per cella. Quando si verifica questa condizione è necessario interrompere ogni operazione.

Le batterie al NiCad possono fornire grossi spunti di corrente in quanto la loro resistenza interna è bassa.

Un attento lettore potrebbe chiedersi perché una cella si può scaricare in sicurezza con un rapporto maggiore anche di diverse volte da C, mentre caricando la stessa cella con un identico rapporto sarebbe distruttivo.

La risposta è basata sulla generazione dei gas quando la cella si trova vicino al livello di piena carica, come spiegato prima.

Caricabatterie rapidi esistono in commercio ma il loro impiego è strettamente legato al tipo di batteria ( si parla di batterie di celle ) impiegato. Infatti non tutte le batterie sono indicate per essere caricate in maniera rapida. Quelle adatte allo scopo contengono internamente un sensore termico il quale si attiva quando la temperatura delle celle raggiunge un determinato livello

riducendo la corrente di carica agendo direttamente sul caricabatterie.

### Caricabatterie per elementi al NiCad

Se siete degli autocostruttori di dispositivi elettronici potete risparmiare molto denaro nel costruire una caricabatterie magari anche migliore di quelli che si trovano normalmente in commercio. Un buon caricabatterie può essere costruito con poche decine di migliaia di lire più qualche componente che avete sicuramente in una cassetto.

Un semplice caricabatterie a corrente costante da 0.1 C può essere realizzato impiegando un LM 317, un regolatore a tre terminali con tensione di uscita regolabile. Il circuito della figura sottostante riporta uno schema semplice di un caricabatterie a corrente costante.

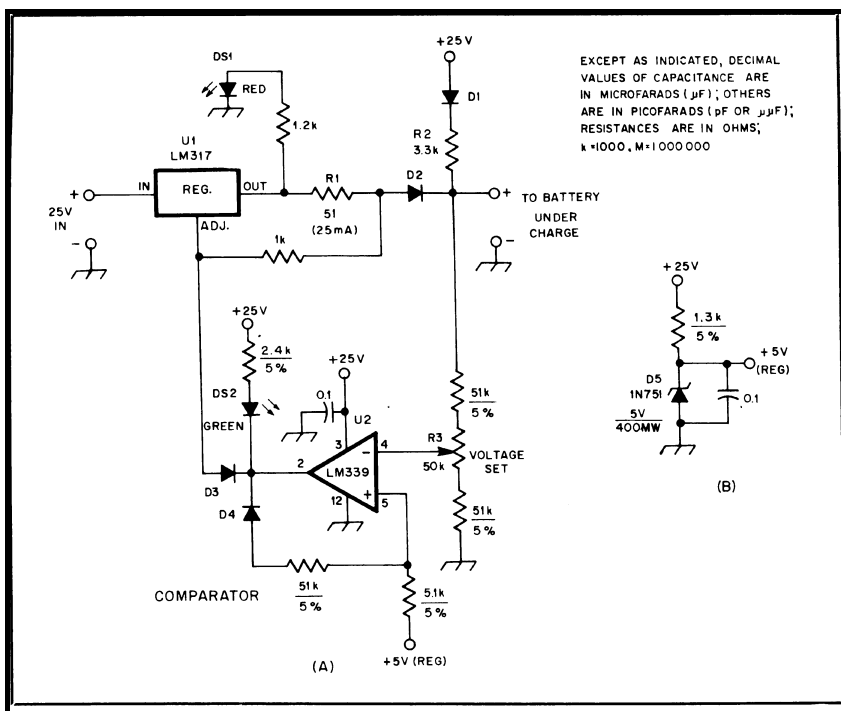
di uscita, più grande sarà la dissipazione sotto forma di calore.

La corrente di carica, in mA è data dalla formula:

$$I = \frac{1200}{R1}$$

Occorre mantenere il rapporto di carica a 0.1C come specificato precedentemente; in queste condizioni sono necessarie dalle 14 / 16 ore per una ricarica completa. Sovraccaricare a questo rapporto la batteria non si danneggia.

Osservando lo schema sopra riportato, il diodo in serie al ramo di ricarica, D2 impedisce che la tensione delle batterie ritorni verso il regolatore qualora l'alimentatore venga disconnesso dalla rete.



Il regolatore è disponibile in diversi tipi di contenitori a seconda delle necessità.

Il livello della tensione di ingresso al regolatore deve essere di 5 - 6 volte maggiore della tensione richiesta in uscita per un corretto funzionamento. La tensione di ingresso può essere fino a 40 volte più grande e quindi vi è la possibilità di lavorare su un ampio range di tensioni.

Naturalmente occorre considerare che maggiore è la differenza tra la tensione di ingresso e quella