

## RIELLO UPS: DURATA DELLE BATTERIE NEI GRUPPI DI CONTINUITÀ

### INTRODUZIONE

Il sistema di batterie collegato ad un gruppo di continuità (UPS) è fondamentale per il suo funzionamento: senza di esso e in assenza di una adeguata manutenzione che gli permette di funzionare quando richiesto, l'UPS è praticamente inutile.

Per un UPS, il guasto alla batteria è un evento grave e indesiderato come lo è un'interruzione dell'alimentazione di rete. Le batterie, inoltre, rappresentano una quota significativa del costo totale di un UPS; ignorare i consigli di manutenzione e/o assistenza e lasciare che il sistema cada in cattivo stato aumenta il rischio di incorrere in tempi di inattività sia per il carico critico che per la continuità operativa aziendale.

Sebbene alternative come gli ioni di litio stiano diventando più popolari e commercialmente valide, la maggior parte degli UPS utilizza ancora oggi batterie tradizionali al piombo-acido. Questa tipologia di batterie ha un rapporto energia/peso ed energia/volume piuttosto bassi ma fornisce alte correnti di picco, quindi è ideale per fornire energia di backup durante un guasto alla rete o per avviare un generatore.

Le batterie UPS hanno una durata che va dai 5 ai 10 anni. Ogni stringa e ogni cella di batteria, a causa della loro natura complessa, si comportano in modo leggermente diverso tra loro e presentano anche un diverso tasso di deterioramento perché influenzato da molteplici di fattori esterni.

### DURATA DELLA BATTERIA VS. VITA UTILE

Anche se i produttori possono dichiarare che le loro batterie hanno una durata di circa 5-10 anni, le linee guida dettate da EUROBAT (Associazione europea dei produttori di batterie automobilistiche e industriali) indicano che una batteria è alla fine della sua vita utile quando la sua capacità scende sotto l'80% del valore nominale.

Ciò significa che una batteria per la quale è dichiarata una durata di 10 anni, durerà 10 anni solo presupponendo condizioni operative perfette. Nella realtà le sue prestazioni si degraderanno finché la batteria non sarà più affidabile.

Ovviamente, nessuna installazione è mai perfetta: sarebbe tecnicamente poco pratico progettare ed implementarla, per non parlare dei costi proibitivi. La durata effettiva della batteria dipende da diversi fattori, tra cui temperature operative e di conservazione, livelli di scarica e da quante volte intervengono per sopperire al carico.

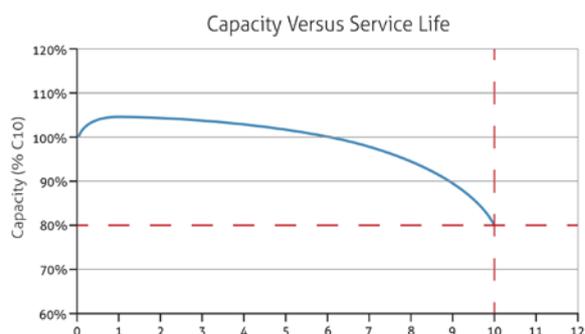


Figura 1

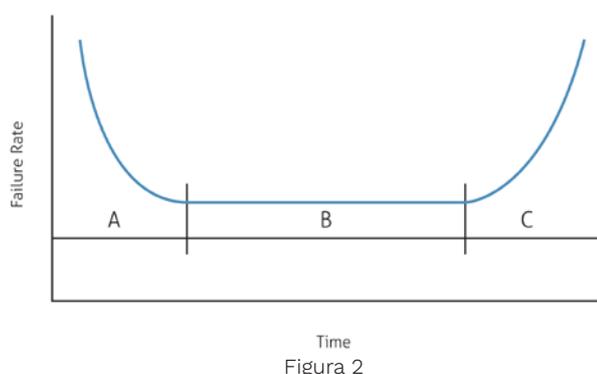
Escludendo queste influenze esterne, la capacità operativa di una batteria con durata ipotetica di 10 anni scende al di sotto della capacità richiesta del 100% circa al 6° anno (Figura 1). Nei restanti 4 anni, la capacità si riduce all'80%, mentre si riduce anche l'autonomia dell'UPS.

Da qui la pratica comune di sostituire le batterie di durata dichiarata di 10 anni attorno al 7° o 8° anno di vita, il che offre un margine abbastanza sicuro per evitare potenziali guasti, senza compromettere il carico che proteggono. Simili riduzioni delle prestazioni nel tempo si riscontrano anche nelle batterie a durata dichiarata di 5 anni per le quali la sostituzione deve avvenire attorno al 3° o 4° anno di vita.

### GUASTO PREMATURO DELLA BATTERIA

Le batterie degli UPS non sono molto diverse da qualsiasi altro dispositivo o componente elettrico complesso e per questo sono soggette all'andamento del tasso di guasto della cosiddetta "curva della vasca da bagno" (Figura 2):

- **Fase A "Mortalità infantile"**: guasti precoci causati da un difetto di fabbricazione o da un problema durante il trasporto.
- **Fase B "Casuali"**: durante la normale vita di un UPS il tasso di questi guasti è normalmente basso e abbastanza costante.
- **Fase C "Usura"**: verso la fine della vita, i tassi di guasto del sistema aumentano in modo significativo. I problemi alla batterie sono molto comuni e in questa fase possono rappresentare oltre il 98% dei guasti dell'UPS.



### FATTORI CHE INFLUENZANO LA DURATA DELLA BATTERIA

#### Temperatura

L'elevata temperatura ambientale è considerata la causa più comune dei guasti prematuri delle batterie. Più alta è la temperatura e più rapida è la reazione chimica che avviene all'interno della stessa causandone l'aumento della perdita d'acqua e la corrosione.

Le batterie al piombo-acido sigillate hanno una capacità nominale stabilita su di una temperatura operativa ottimale di 20-25 °C. È inoltre generalmente accettato che la durata prevista diminuisca del 50% per ogni aumento costante di 10 °C al di sopra della temperatura consigliata.

Le fluttuazioni della temperatura di breve durata invece hanno scarso effetto sulla durata della batteria e una regolazione della tensione di mantenimento in base alla temperatura può ridurre l'effetto di temperature più elevate, ma solo marginalmente.

La Figura 3 di seguito mostra gli effetti di un innalzamento della temperatura ambiente sull'aspettativa di vita della batteria.

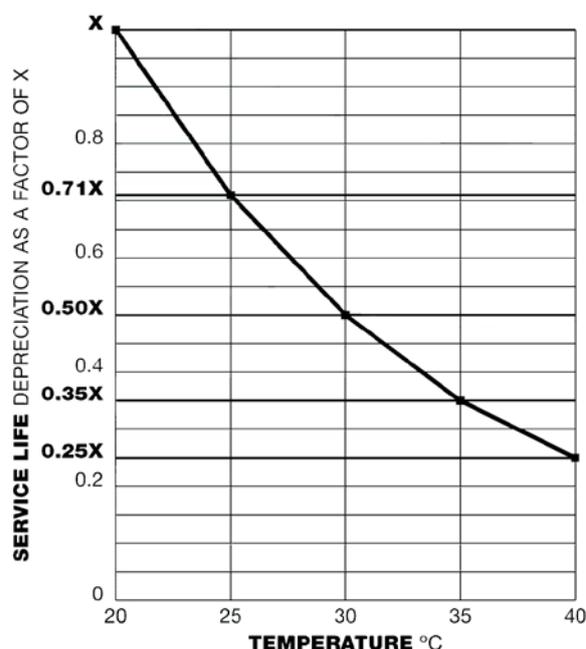


Figura 3 (Fonte EUROBAT)

### Frequenza e profondità di scarica

Dopo che un UPS si è attivato in modalità di funzionamento da batteria, durante un'interruzione di corrente, quest'ultima deve essere ricaricata in modo che sia nuovamente pronta per l'uso: questo processo è noto come ciclo di scarica/carica.

Le batterie sono progettate per un numero finito di questi cicli perché ogni scarica e successiva carica riducono leggermente la capacità della batteria, in proporzione alla profondità della scarica (figura 4). Una batteria che viene solo parzialmente scaricata è in grado di sostenere più cicli di una che viene ogni volta scaricata completamente.

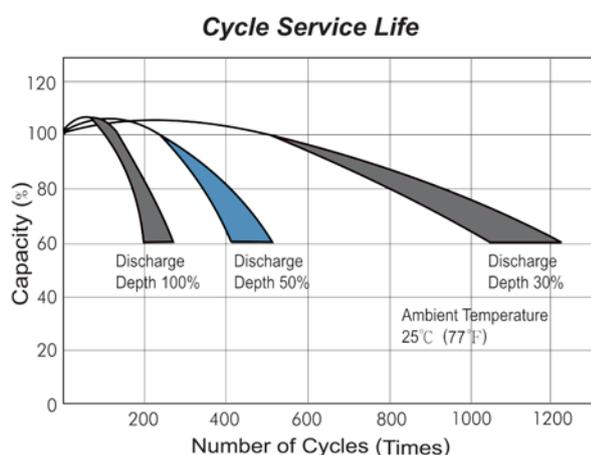


Figura 4

### Tensioni operative

Ogni produttore di batterie indica la velocità di carica più appropriata per ogni specifica tipologia di cella. La ricarica della batteria al di fuori di questi parametri consigliati può causarne danni significativi e ridurne la durata prevista.

Se si lascia una batteria troppo a lungo in carica, le sue celle si scaldano, il calore generato durante il sovraccarico provoca una reazione termica all'interno della batteria che può generare gas tossici e la batteria potrebbe bruciare o scoppiare.

Una tensione troppo bassa o una carica troppo bassa possono invece causare la formazione di cristalli di solfato sulle piastre, che col tempo si induriranno e ridurranno la capacità della batteria.

### Ripple current

La ripple current di ricarica (ondulazione AC) generata dal raddrizzatore, dal carica batterie o dall'inverter, è una delle principali cause della riduzione della durata delle batterie in quanto ne causa il surriscaldamento che accelera il deterioramento dei poli della batteria e porta a guasti prematuri.

Eventuali tensioni applicate devono quindi avere una ripple current praticamente a pari zero.

### Conservazione delle batterie non utilizzate

Anche se le batterie UPS rimangono inutilizzate, la loro vita utile inizia comunque a diminuire man mano che scaricano automaticamente piccole quantità di energia (autoscarica).

Se le batterie devono essere conservate per un periodo prolungato, è consigliabile ricaricarle secondo le linee guida del produttore (di solito ogni tre o quattro mesi) e mantenerle ad una temperatura di 10 °C o meno per prolungarne la l'affidabilità ed i tempi di vita.



### Durata del periodo di scarica

Se la batteria è completamente scarica (allo 0%), è fondamentale non lasciarla in questo stato per un periodo troppo lungo poiché potrebbero insorgere danni permanenti. Danni come ad esempio la solfatazione (che tratteremo più sotto), processo che causa la degenerazione delle prestazioni di una batteria fino a renderla inutilizzabile.

### Utilizzo scorretto della batteria

Le batterie dell'UPS sono progettate per fornire alti livelli di energia per un breve periodo, generalmente pochi minuti. In alcuni casi e per particolari applicazioni questo periodo può essere prolungato: esistono infatti delle batterie,

come ad esempio quelle per il backup di sistemi telecomunicazione o quadri elettrici, progettate per garantire un'autonomia di diverse ore.

Una batteria progettata per un sistema di telecomunicazioni non funziona dunque come una progettata per un sistema UPS tradizionale.

Anche la tipologia dell'UPS può influire sulle prestazioni di una batteria.

Gli UPS funzionano in modalità batteria in due occasioni: se l'alimentazione di rete viene a mancare o se l'ingresso dell'alimentazione di rete non rientra nella tolleranza prevista (ovvero la tensione è troppo alta o troppo bassa o si verifica un'anomalia nella frequenza quando il generatore si spegne).

Gli UPS ON LINE, ad esempio, possono gestire finestre di tolleranza di tensione e/o frequenza in ingresso più ampie, esaurendo le batterie solo in caso di emergenza e prolungandone di conseguenza la vita.

Se uno qualsiasi dei problemi sopra evidenziati non viene prontamente rilevato e risolto, potrebbe innescarsi un "effetto domino" che accelera la probabilità che si verifichino guasti ad altre batterie all'interno dello stesso sistema, anche se in perfette condizioni.

Alcuni esempi: se una batteria si sta surriscaldando, è probabile che si riscaldino anche quelle circostanti, ed è probabile che una di esse si guasti e smetta di funzionare. Allo stesso modo, se l'impedenza di una batteria diventa un problema, potrebbe essere necessario aumentare la tensione applicata a tutte le altre, accelerando la velocità del guasto.

## **PROBLEMI PIÙ COMUNI CHE INCIDONO SULLA DURATA DELLA BATTERIA**

### **Corrosione della griglia**

Ciò si verifica con una batteria che è stata in servizio per più della durata prevista. Nel tempo infatti, le normali reazioni chimiche all'interno della batteria possono causare corrosione o la disgregazione delle piastre al piombo.

Queste reazioni possono essere rallentate ma non possono essere fermate e la struttura compatta della maggior parte delle batterie

moderne ne è il principale responsabile. La corrosione della griglia spesso può causare anche cortocircuiti.

### **Batterie VRLA**

Le batterie al piombo acido regolate da valvole (VRLA), note anche come Sealed Lead Acid (SLA) o esenti da manutenzione, sono le più comunemente utilizzate con le installazioni UPS.

Una batteria VRLA è costituita da celle che a loro volta sono composte da piastre in lega di piombo immerse in un elettrolita di acido solforico diluito. Questo liquido (o gel) riempie lo spazio tra le piastre positive e negative, formando un circuito chiuso. La reazione chimica che si genera crea corrente continua che può essere immagazzinata per scariche successive.

Le batterie VRLA incorporano una valvola che, in caso di eccesso di idrogeno, si apre e diminuisce la pressione accumulata.

Gli involucri per batterie VRLA generalmente sono realizzati in polipropilene ritardante di fiamma o in plastica acrilonitrile butadiene stirene (ABS).

### **Solfatazione**

Si tratta di una condizione comune nelle applicazioni con batteria di tipo stop-start come ad esempio gli UPS. Si verifica quando la batteria rimane per lunghi periodi senza essere utilizzata, innescando un processo di autoscarica che origina sugli elettrodi dei cristalli di solfato, grandi e profondi da non poter più essere rimossi durante il processo di ricarica.

La solfatazione riduce la capacità della batteria di ricevere una carica e ne aumenta la resistenza interna, causando un ciclo di carica più lungo.

Se il grado di solfatazione non è troppo elevato, in alcuni casi è possibile recuperare le batterie caricandole a una corrente più elevata per circa 12 ore. Tuttavia, questa corrente di carica più alta genera ulteriore calore: se la batteria non si riprende, è necessario rimuoverla e sostituirla.

### **Cortocircuito**

La causa principale di un cortocircuito all'interno di una batteria è la presenza di una pasta porosa sull'elettrodo positivo: man mano che diventa

sempre più porosa produce una perdita di contatto tra il polo positivo e la griglia.

Durante la fase di scarica è possibile che le piastre perdano un po' di questa pasta: se questo materiale viene a contatto con le piastre della batteria, la cella entra in cortocircuito.

### Prosciugamento della batteria

Il fluido presente nella batteria, l'elettrolita, è composto da acido solforico e acqua: quando la batteria si carica, l'elettrolita si riscalda facendo evaporare una parte dell'acqua. Quando la batteria è in sovraccarico la concentrazione di acido aumenta notevolmente provocando una riduzione della sua capacità nel tempo e a volte anche un guasto del separatore.

L'effetto a catena del prosciugamento della batteria è l'aumento dei tassi di autoscarica e di solfatazione.

### Instabilità termica

Quando la temperatura all'interno della batteria è così alta che non riesce a fuoriuscire attraverso le aperture di sicurezza delle celle, si ha un aumento della temperatura anche sulla parte esterna della batteria, e di conseguenza un ulteriore aumento della temperatura all'interno della batteria.

L'instabilità termica può provocare il collasso del contenitore in plastica ed esporre la griglia della batteria.



### Cristallizzazione

Questo fenomeno tende ad essere il risultato di una scarsa qualità e imprecisione durante il processo iniziale di progettazione e produzione della batteria. Se i separatori e le piastre, ad esempio, sono mal allineati, le aree delle piastre possono risultare esposte rendendo possibile la

formazione di uno strato cristallino: il risultato potrebbe essere l'autoscarica della cella e un breve cedimento.

Le batterie in questo caso possono lavorare lo stesso anche se solo al 20% della loro piena capacità.

### PREVENIRE GUASTI PREMATURE

Numerosi elementi possono aiutare a massimizzare la durata della vita di una batteria di un UPS e a ridurre al contempo al minimo il rischio di guasti prematuri.

### Importanza della manutenzione, del monitoraggio e dei test delle batterie.

Si raccomanda un regime di manutenzione preventivo, proattivo e rigoroso per l'intero sistema UPS, e in particolare per le batterie. Questa strategia deve prevedere un adeguato regime di monitoraggio per permettere di rilevare in tempi brevi il problema, consentendo una rapida sostituzione ed evitando lo svilupparsi di un guasto su vasta scala.

È quindi essenziale monitorare le batterie a livello di singola cella almeno una volta all'anno.

I test fisici dovrebbero comprendere: ispezione di terminali e connessioni per rivelare un principio di corrosione, e controllo delle batterie per evidenziare eventuali crepe, perdite o rigonfiamenti. I tecnici dovrebbero anche verificare periodicamente il corretto serraggio dei collegamenti tra le celle e, ove necessario, pulire le batterie e rimuovere eventuali detriti.

Oltre a questi controlli di base, i sistemi dedicati di monitoraggio della batteria offrono un supporto più avanzato: ci si deve però assicurare che il sistema di monitoraggio copra tutti i parametri raccomandati dalla norma IEEE 1491 riconosciuta a livello globale, tra i quali:

- tensione di mantenimento della stringa e della singola cella
- tensione di carica/scarica di stringhe e celle
- tensione di ripple CA
- corrente di ripple CA
- corrente di carica della stringa
- corrente di scarica della stringa
- temperature di funzionamento e delle singole celle
- resistenza interna della cella
- numero di cicli di funzionamento

Oltre alla manutenzione e al monitoraggio, numerosi sono i test che possono essere fatti per determinare se una batteria sta per degradarsi o incorrere in problemi di efficienza.

Molti UPS moderni hanno integrato al loro interno un sistema che testa regolarmente le batterie, di solito ogni 24 ore e avvisa in caso di guasti. Il test consiste nel porre sotto carica la stringa batteria e nel monitorarne la scarica. Tuttavia, ciò fornisce solo un'indicazione generale dello stato complessivo della stringa batteria, non delle singole celle.

**Il test di impedenza** è un modo non intrusivo per ottenere lo storico di ogni singola cella della batteria. Dovrebbe essere intrapreso annualmente per tenere traccia delle prestazioni nel tempo, facilitando l'identificazione di eventuali segni di debolezza o deterioramento.

Questo test consiste nell'applicare una corrente alternata a ciascuna batteria tramite sonde collegate ai terminali del blocco, con l'impedenza che viene misurata e registrata in milliohm. Ciò fornisce un'ampia indicazione delle condizioni generali delle batterie senza però che vengano sollecitate eccessivamente o che vengano messe offline.

**Il test di scarica (noto anche come test del banco di carico)** è il test che determina veramente la capacità effettiva della stringa della batteria: permette di verificare le batterie in condizioni di carico normale e di picco, mostrando quali celle mantengono la carica e quali potrebbero avvicinarsi alla fine del ciclo di vita.

Le migliori pratiche IEEE raccomandano di eseguire questa operazione al momento dell'installazione e di ripeterla idealmente ogni anno.

Lo svantaggio principale con il test di scarica è che le batterie devono essere momentaneamente disconnesse dal sistema (off line): nel caso peggiore la batteria può rimanere off line per diversi giorni, quando invece di solito le batterie sono disponibili entro 24 ore. Come suggerisce il nome, il test di scarico parziale offre una via di mezzo: la scarica delle batterie arriva fino all'80%, la loro disponibilità

è fortemente ridotta, ma tornano pienamente disponibili al massimo della capacità di carica entro 8 ore. Nel contempo, in caso di emergenza, se l'UPS deve poter funzionare da batteria, lo può fare ma solo al 20% della sua piena capacità.

### **Mantenimento di temperature e condizioni operative ottimali**

La maggior parte dei sistemi UPS è progettata per funzionare in sicurezza a temperature comprese tra 0 e 40 °C, ma come già evidenziato in precedenza, elevate temperature potrebbero costituire lo stesso un problema per le batterie.

Per ovviare a questo, ci sono due opzioni:

- le batterie possono essere interne all'UPS o conservate nella stessa stanza. Mantenere quindi una temperatura costante tra i 20-25 °C ne prolungherà la loro durata.
- alloggiare le batterie in un locale dedicato, climatizzato, con controllo dell'umidità e mantenuto ad una temperatura ottimale, spostando invece l'UPS (e altre apparecchiature IT) in uno spazio separato.

Particolarmente importante, per evitare il fenomeno dell'instabilità termica, è anche la distanza che ci deve essere tra i vari blocchi batteria: deve essere sufficiente per garantire l'espansione della contenitore esterno e la dissipazione del calore.

### **Garantire un uso corretto dell'UPS**

Nelle società sviluppate, la stragrande maggioranza delle interruzioni di corrente sono di breve durata e durano al massimo pochi secondi; nel peggiore dei casi, pochi minuti.

Nel caso in cui invece si verificano interruzioni dell'alimentazione più lunghe, si consiglia di non scaricare completamente la batteria: quando possibile, spegnere l'apparecchiatura IT o trasferirla sotto un'altra fonte di backup (ad esempio un generatore) e solo allora spegnere l'UPS per assicurarsi che le batterie non si scarichino completamente.

Le batterie possono sostenere solo un numero finito di cicli di carica-scarica e se non si scaricano completamente, si otterranno più cicli. La maggior parte dei moderni UPS incorpora anche un **sistema Battery Care** progettato

per prolungare la durata del gruppo batterie e ottimizzarne le prestazioni. Questi sistemi testano automaticamente le batterie a intervalli regolari e le proteggono da scariche lente e da correnti di ondulazione.

I sistemi di cura della batteria offrono inoltre agli utenti una gamma di metodi di ricarica tra cui:

- **Variabile:** lo stato di carica della batteria è costantemente monitorato. Quando è presente l'alimentazione di rete, le batterie vengono caricate a un livello di tensione prestabilito e la corrente limitata relativamente al tempo di ricarica richiesto e alla capacità della batteria stessa.
- **A due livelli:** il primo utilizza una tensione di carica rapida, mentre il secondo una carica variabile. Questo tipo di ricarica viene utilizzato principalmente con batterie a vaso aperto o per i tipi di batteria che richiedono un tempo di ricarica accelerata.
- **Ciclica:** questo metodo è talvolta consigliato dai produttori di batterie per prolungarne la durata.
- **Messa in servizio:** questo metodo di ricarica è utile ogni volta che delle nuove batterie vengono installate nell'UPS. La tensione viene aumentata a 2.4 V per elemento (cella) per un massimo di 24 ore: ciò garantisce una perfetta equalizzazione della carica della batteria, garantendone anche un'uniforme scarica e usura dei monoblocchi.

## CONCLUSIONE

Il sistema batterie di un UPS può essere costituito da una singola batteria o comprendere migliaia di celle. Sfortunatamente, misurarne accuratamente le condizioni e prevederne il guasto non è una scienza esatta proprio per via delle molteplici variabili che ne influenzano il tasso di deterioramento.

È perciò fondamentale tenere sempre presente i limiti di sicurezza (ovvero la sostituzione delle batterie con durata di progettazione di 10 anni attorno circa al 7°-8° anno di vita), e investire su regimi di monitoraggio e manutenzione delle batterie efficaci ed efficienti.

Lasciare il tutto al caso in queste situazioni è come aspettare inevitabilmente che falliscano, un approccio inaccettabile in qualsiasi ambiente mission-critical.