

Le tecnologie delle batterie per i Data Center: confronto tra VRLA e ioni di litio

White-paper n. 229

Revisione 0

di Victor Avelar
Martin Zacho

Sintesi

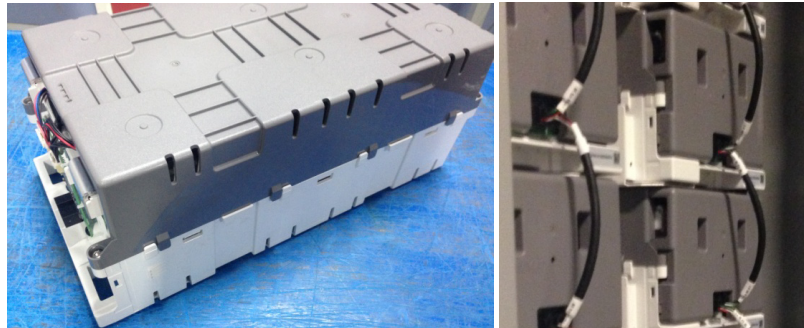
Con il calo dei prezzi registrato nel corso degli anni, oggi le batterie agli ioni di litio rappresentano un'opzione adatta per i gruppi di continuità (UPS) dei Data Center. Questo documento offre una breve panoramica sulle batterie agli ioni di litio, confrontandole con le batterie VRLA per applicazioni UPS statiche e indicando anche le composizioni chimiche e le tecnologie ottimali. Viene presentata un'analisi sul costo totale di proprietà (TCO) decennale relativo alle batterie agli ioni di litio, che si rivela inferiore del 39% rispetto a quello delle batterie VRLA nonostante i maggiori costi di capitale. Un'analisi di sensibilità indica i fattori determinanti per il TCO. Infine viene esaminato l'impiego di batterie agli ioni di litio per applicazioni UPS nuove e per l'adeguamento di sistemi esistenti, nonché l'effetto della temperatura su durata, autonomia e raffreddamento delle batterie.

Introduzione

Le batterie agli ioni di litio (li-ion) sono disponibili in commercio da oltre 20 anni e vengono utilizzate in varie applicazioni¹. Perché, dunque, non sono state adottate comunemente come batterie per i gruppi di continuità (UPS) statici dei² Data Center? La risposta a questa domanda sta nel fatto che, come per tutte le altre applicazioni, non erano disponibili celle agli ioni di litio³ che garantissero ai fornitori di gruppi di continuità l'adeguato equilibrio tra prezzo, densità di energia, potenza, sicurezza e affidabilità per applicazioni UPS statiche. Tuttavia, grazie ai progressi correlati alle sostanze chimiche e alle tecnologie adottati per gli ioni di litio degli ultimi 10 anni, i fornitori di gruppi di continuità possono contare su alternative concrete. Tali progressi sono dovuti in larga misura ai requisiti stabiliti dal settore dei veicoli elettrici. La **Figura 1** riporta un esempio di una batteria agli ioni di litio per un'applicazione UPS trifase.

Figura 1

Modulo batteria agli ioni di litio per applicazioni UPS trifase (sinistra) e vari moduli collegati in un armadio (destra)



Le batterie agli ioni di litio offrono vantaggi oggettivi rispetto alle batterie VRLA (Valve-Regulated Lead-Acid, piombo-acido con valvola di regolazione) tra cui:⁴

- La necessità di un minor numero di sostituzioni (o addirittura nessuna) nel corso della vita utile dell'UPS elimina il rischio di tempi di inattività correlato alla sostituzione delle batterie
- Un peso circa tre volte inferiore per la stessa quantità di energia
- Cicli di scarica fino a 10 volte superiori in base alla composizione chimica, alla tecnologia, alla temperatura e alla profondità di scarica
- Riduzione dell'autoscarica (ovvero della lenta scarica della batteria non utilizzata) di circa quattro volte
- Ricarica oltre quattro volte più rapida, caratteristica fondamentale in varie situazioni di interruzione dell'alimentazione

Tuttavia, le batterie agli ioni di litio presentano anche due inconvenienti principali rispetto alle batterie VRLA:

- Costi di capitale circa due o tre volte più elevati per la stessa quantità di energia a causa dei maggiori costi di produzione e associati al sistema di gestione delle batterie
- Normative per il trasporto più severe

¹ <http://www.sonyenergy-devices.co.jp/en/keyword/> (ultimo accesso il 28/02/2016)

² Il presente documento si riferisce specificamente a UPS statici (ad esempio a doppia conversione o a conversione delta). Per informazioni su questo argomento, consultare il white paper 1, I diversi tipi di sistemi UPS.

³ Nota: il termine "cella" indica il più piccolo componente di una batteria. Le batterie sono composte da due o più celle, combinate in base alle applicazioni specifiche, come ad esempio l'impiego con gruppi di continuità.

⁴ http://batteryuniversity.com/learn/article/whats_the_best_battery (ultimo accesso il 28/02/2016)

Panoramica sulle batterie agli ioni di litio

Questo documento offre una breve panoramica sulle caratteristiche delle batterie agli ioni di litio, confrontandole con le batterie VRLA. Successivamente vengono analizzati i costi di capitale, le spese operative e il costo totale di proprietà (TCO) dei due tipi di batterie. Viene esaminato l'impiego di batterie agli ioni di litio per applicazioni UPS statiche nuove e per l'adeguamento di sistemi esistenti e infine si illustra l'effetto della temperatura su durata, autonomia e raffreddamento delle batterie.

A livello generale, tutte le celle agli ioni di litio possiedono alcune caratteristiche comuni. Ad esempio, sono tutte ricaricabili, utilizzano tutti elettroliti e gli ioni di litio si spostano tra gli elettrodi. Tuttavia, alcuni elementi specifici dipendono dalla composizione chimica e dalla tecnologia. La composizione chimica fa riferimento agli elementi che causano una reazione chimica grazie alla quale la cella si carica e si scarica. La composizione chimica determina la tensione della cella. La tecnologia riguarda invece altre caratteristiche di progettazione (ad esempio spessore degli elettrodi, composizione degli elettroliti, rivestimenti, additivi e così via) che determinano la quantità di energia (wattora), la potenza (watt), la densità di energia (wattora/kg), la densità di potenza (watt/kg), la vita di servizio, l'impatto della temperatura, la stabilità e una serie di altre caratteristiche.

Le sezioni seguenti offrono una breve panoramica di alcune peculiarità essenziali delle batterie agli ioni di litio, confrontandole con le batterie VRLA in applicazioni UPS statiche. Il White-paper 231, [Domande frequenti sull'utilizzo delle batterie agli ioni di litio con gruppi di continuità](#), contiene maggiori informazioni su tali peculiarità.

Composizione chimica ottimale

Le applicazioni UPS richiedono batterie in grado di fornire una notevole capacità di potenza per 5-10 minuti. Di conseguenza, per tali applicazioni sono necessarie composizioni chimiche degli ioni di litio e tecnologie capaci di fornire un'elevata quantità di corrente in un breve periodo di tempo, mantenendo nel contempo un adeguato livello di sicurezza per la temperatura interna della cella. In confronto alla composizione chimica di tipo piombo-acido, quella degli ioni di litio offre maggiore energia e potenza per peso unitario, generalmente denominate densità di energia (Wh/kg) e densità di potenza (W/kg).

Confronto tra celle di alimentazione e celle di energia

Come menzionato in precedenza, le applicazioni UPS richiedono la fornitura di un'elevata quantità di corrente e di potenza per 5-10 minuti da parte delle batterie. In tal senso, una differenza sostanziale tra batterie agli ioni di litio e di tipo VRLA è la quantità di capacità di energia che rimane nella batteria dopo 5-10 minuti di funzionamento.

- Una cella di potenza è concepita per fornire una quantità relativamente alta di potenza in un breve periodo di tempo, utilizzando nel contempo quasi tutta la capacità di energia della batteria. In un'applicazione UPS, ad esempio, una soluzione con batteria di potenza può garantire 1-2 minuti di autonomia a pieno carico scaricando circa l'80% della capacità di energia della batteria.
- Una cella di energia è progettata per erogare una quantità relativamente bassa di potenza per un lungo periodo di tempo. In un'applicazione UPS, una soluzione con batteria di energia può garantire lo stesso volume di potenza per il medesimo intervallo di tempo (indicato sopra), ma scaricando solo il 10-30%⁵ della capacità di energia della batteria.

Confronto tra energia e alimentazione

L'energia (misurata in wattora) è definita come il tempo per il quale la potenza (misurata in watt) viene fornita a un carico. Il seguente esempio illustra questa differenza.

Potenza della batteria (W) = volt x ampere. Se un sistema a batteria fornisce 100 volt a 10 ampere, è in grado di supportare 1.000 W di carico.

Energia della batteria (Wh) = potenza x ore. Se un sistema a batteria fornisce 1.000 watt a un carico per 6 minuti (0,1 ore), significa che può erogare 100 Wh di energia.

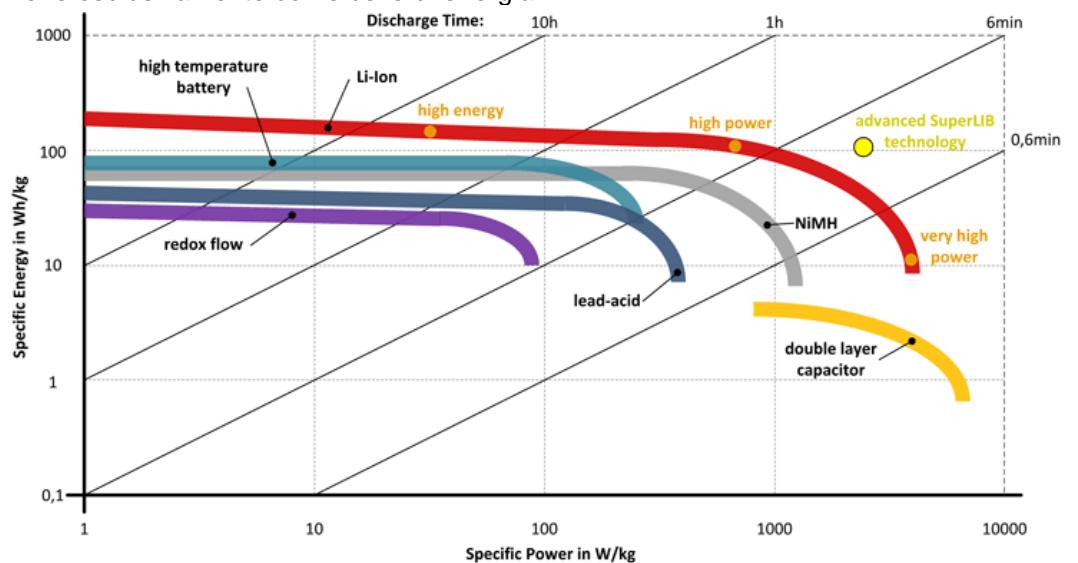
⁵ Figura 7, http://www.altenergymag.com/content.php?post_type=1884 (ultimo accesso il 28/02/2016)

In sostanza ciò significa che, per questa applicazione, una soluzione con batteria di energia è sovradimensionata (in termini di energia) e probabilmente assicurerà molta più autonomia di quella richiesta. In base al prezzo della cella di energia rispetto a quello della cella di potenza, in un'applicazione UPS potrebbe essere più economico utilizzare una soluzione con batteria di energia sovradimensionata anziché una batteria di potenza di dimensioni adeguate. La **Figura 2** illustra la relazione tra energia e potenza per varie tecnologie di stoccaggio energetico, oltre al corrispondente impatto sull'autonomia. La curva verso il basso di ciascuna linea rappresenta il limite della batteria nel fornire la propria capacità di energia totale a intervalli di funzionamento più brevi. Da notare le posizioni relative delle batterie a ioni di litio e di tipo piombo-acido per la densità di energia e di potenza.

Una delle conclusioni più importanti è che le batterie agli ioni di litio possono essere concepite come celle di potenza o celle di energia. Al contrario, la composizione chimica e la tecnologia delle batterie VRLA limitano la loro progettazione esclusivamente come celle di energia.

Figura 2

Grafico che mostra la relazione tra densità di energia e di potenza, nota anche come diagramma di Ragone



Fonte: <http://www.superlib.eu/index.php?spid=en&site=preview&id=020000>

Vita utile

La durata della batteria prima del momento in cui deve essere sostituita è ciò che conta davvero quando si parla di vita utile. Tuttavia, è importante comprendere i diversi parametri utilizzati dai fornitori per misurare la vita utile. Uno di quelli fondamentali è la **vita di servizio**. Si tratta della durata stimata di una batteria prima che questa raggiunga l'80% della sua capacità di energia, la definizione classica di esaurimento delle batterie. La vita di servizio presuppone che la batteria operi in condizioni "reali" per un'applicazione prestabilita ed quindi caratterizzata da un'elevata variabilità. Al contrario, la **vita di calendario** è la durata stimata di una batteria se dovesse mantenere la carica per l'intera vita utile senza interruzioni di alimentazione a una temperatura specificata, di solito 25° C (77° F). Le batterie VRLA presentano una vita di servizio compresa tra 3 e 6 anni, mentre le batterie agli ioni di litio possono arrivare a oltre 10 anni di vita di servizio (stima ottenuta utilizzando test di durata accelerati). È opportuno sottolineare che trascorreranno diversi anni prima che siano disponibili dati sulla vita di servizio effettiva delle batterie agli ioni di litio più recenti; tuttavia, alcune batterie di questo tipo offrono garanzie decennali come copertura dai rischi derivanti dalla mancanza di dati.

Ingombro

Grazie alle maggiori densità di energia, le batterie agli ioni di litio sono molto più piccole in termini di ingombro e volume rispetto a quelle di tipo VRLA. Questa ottimizzazione dello spazio è particolarmente interessante per i Data Center in colocation o con elevati costi immobiliari.

Peso

Come per l'ingombro, la maggior densità di energia delle batterie agli ioni di litio contribuisce inoltre ad alleggerirne il peso in confronto alle batterie VRLA. Il peso determina un aumento dei costi di trasporto.

Monitoraggio della batteria

I sistemi di monitoraggio delle batterie (BMS) costituiscono di solito un componente aggiuntivo per le batterie VRLA tradizionali. Per prolungarne la durata, alcuni operatori di Data Center acquistano sistemi BMS. Tuttavia, le batterie agli ioni di litio dispongono di un sistema BMS predefinito, poiché richiedono il controllo completo dei processi di ricarica e scarica per evitare temperature non sicure all'interno delle celle agli ioni di litio.

Sicurezza

La sicurezza è un aspetto di primaria importanza quando si parla di batterie, in particolare di quelle agli ioni di litio. È infatti opportuno ricordare che i fornitori di gruppi di continuità devono collaborare in modo efficace con fornitori di soluzioni agli ioni di litio per trovare la miglior combinazione possibile di composizione chimica, tecnologia, involucro per le celle e processi di gestione delle batterie da adottare per UPS specifici. Consultare il white paper 231, [Domande frequenti sull'utilizzo delle batterie agli ioni di litio con gruppi di continuità](#), per maggiori informazioni sui rischi di sicurezza.

Norme

Esistono varie normative sulla spedizione di qualunque tipo di batteria, comprese quelle agli ioni di litio o VRLA. Tali normative tendono ad essere più severe con le composizioni chimiche agli ioni di litio, a causa delle maggiori densità di energia e alla superiore volatilità di alcune di esse.

Analisi finanziaria

L'utilizzo del costo totale di proprietà come parametro sta prendendo piede in relazione a determinati investimenti per i Data Center, come modalità economizzata per sistemi di raffreddamento e batterie per gruppi di continuità. Nel caso delle batterie agli ioni di litio, alcune composizioni chimiche e tecnologie per celle di potenza presentano un TCO favorevole su un periodo compreso tra 10 e 15 anni rispetto alle batterie VRLA. Si tratta del tipico intervallo del ciclo di vita di un gruppo di continuità prima di doverlo sostituire.

Sono disponibili alcuni studi sui costi delle batterie agli ioni di litio, che tuttavia si rivelano solo parzialmente utili per vari motivi:

- Si concentrano su veicoli elettrici o applicazioni a lunga autonomia che richiedono celle di energia anziché celle di potenza, ideali per le applicazioni UPS.
- Il confronto dei costi avviene tra batterie agli ioni di litio concorrenti e non con batterie VRLA.
- Non indicano composizioni chimiche agli ioni di litio e tecnologie specifiche per applicazioni UPS.
- Sono focalizzati sui costi di capitale anziché sul TCO.

In assenza di precedenti studi sui costi delle celle di potenza per applicazioni UPS, ci siamo basati sui dati forniti dai produttori di tali celle per due famiglie specifiche di UPS trifase: Symmetra MW e Galaxy. Nelle sezioni seguenti vengono analizzati i costi di capitale, le spese operative e il TCO su un periodo di 10 anni per un'applicazione UPS da 1 MW.

Presupposti

La Tabella 1 riporta un elenco di attributi delle batterie pertinenti a questa analisi sul TCO.

Tabella 1

Attributi delle batterie utilizzate nell'analisi sul TCO

Attributo batteria	VRLA	Ioni di litio
Composizione chimica	Piombo-acido	LMO/NMC
Capacità di potenza nominale	1 MW	1 MW
Autonomia a 25° C (77° F)	6 minuti	6 minuti
Vita di calendario a 25° C (77° F)	5 anni	17 anni
Vita di servizio delle batterie a 25° C (77° F)	4 anni	12 anni
Ingombro delle batterie	5,4 m ² (59 ft ²)	2,2 m ² (23 ft ²)
Peso delle batterie	11.340 kg (25.000 libbre)	2.767 kg (6.100 libbre)
Dispersioni dovute alla carica di mantenimento (come % della capacità nominale del gruppo di continuità)	0,2%	0,1%
Costo dei materiali delle batterie	\$ 0,06/W	\$ 0,12/W
Costo sistema di gestione delle batterie	Incl. nel costo delle batterie	Incl. nel costo delle batterie

La Tabella 2 riporta un elenco dei presupposti stabiliti per questa analisi.

Tabella 2

Presupposti stabiliti per l'analisi sul TCO

Presupposto	VRLA	Ioni di litio
Carico dell'UPS	100%	100%
Vita di servizio dell'UPS	10 anni	10 anni
Temperatura di esercizio	25° C (77° F)	25° C (77° F)
Anni in cui le batterie vengono rigenerate prima della fine del ciclo di vita dell'UPS	Anno 4 e 8	Non richiesto
Costi dell'azienda fornitrice di energia elettrica	\$ 0,15/kWh	\$ 0,15/kWh
Costi mensili di locazione dell'immobile	\$ 32/m ² (\$ 3/ft ²)	\$ 32/m ² (\$ 3/ft ²)
Area del vano batterie (include gli spazi per la manutenzione)	18 m ² (196 ft ²)	9,5 m ² (102 ft ²)
Installazione delle batterie	\$ 0,012/W	\$ 0,012/W

Presupposto	VRLA	Ioni di litio
Costi di trasporto delle batterie per 322 km (200 miglia)	\$ 0,55/kW0	\$ 0,37/kW
Manutenzione delle batterie	10%	1,5%
Il raffreddamento consuma 0,33 kW di energia per ogni kW di calore espulso	0,33 kW/kW	0,33 kW/kW
Costo di capitale	5%	5%

Spese di capitale

Le spese iniziali per le batterie, nell'anno 0, includono i costi dei materiali, di installazione e di trasporto. Nella **Tabella 3** le spese di capitale vengono scomposte per entrambi i tipi di batterie.

Tabella 3

Scomposizione delle spese di capitale

Spese di capitale	VRLA	Ioni di litio	Modifica %
Costi dei materiali delle batterie	\$ 60.000	\$ 120.000	Batterie agli ioni di litio: spese di capitale superiori del 100% rispetto alle batterie VRLA
Costi di installazione	\$ 12.000	\$ 12.000	Batterie agli ioni di litio: spese di capitale superiori del 0% rispetto alle batterie VRLA
Costi di trasporto	\$ 549	\$ 366	Batterie agli ioni di litio: spese di capitale inferiori del 33% rispetto alle batterie VRLA
TOTALE	\$ 72.549	\$ 132.366	Batterie agli ioni di litio: spese di capitale superiori dell'82% rispetto alle batterie VRLA

Spese operative

Le spese operative delle batterie iniziano nell'anno 1 e proseguono fino all'anno 10. I costi relativi a manutenzione, locazione degli spazi e consumi energetici devono essere sostenuti ogni anno, mentre quelli associati alla rigenerazione delle batterie vengono affrontati negli anni 4 e 8. Nella **Tabella 4** le spese operative vengono scomposte per entrambi i tipi di batterie.

Esistono due tipi di perdite energetiche dovute alla carica delle batterie: dispersioni dovute alla carica di mantenimento e perdite transitorie associate alla carica o scarica della batteria dopo un'interruzione di alimentazione. I costi energetici in questa analisi includono le dispersioni della carica a regime permanente nonché l'energia di raffreddamento necessaria per espellere quella termica associata a tali perdite. Tuttavia sono necessarie altre analisi per comprendere meglio l'effetto di eventi transitori delle batterie sui requisiti di raffreddamento. La capacità termica delle batterie riveste un ruolo importante per la definizione della capacità di eliminazione del calore del sistema di raffreddamento, nonché per la determinazione dei relativi consumi energetici. L'analisi sul TCO presentata in questo documento sarà aggiornata includendo l'effetto degli eventi transitori al termine dell'esame di questi ultimi. Nella **Tabella 4** le spese operative vengono scomposte per entrambi i tipi di batterie.

Tabella 4

Scomposizione delle
spese operative

Spese operative	VRLA	Ioni di litio	Modifica %
Manutenzione delle batterie	\$ 46.330	\$ 13.899	Batterie agli ioni di litio: spese operative inferiori del 70% rispetto alle batterie VRLA
Costi minimi in termini di spazio	\$ 54.597	\$ 28.368	Batterie agli ioni di litio: spese operative inferiori del 48% rispetto alle batterie VRLA
Costi energetici	\$ 26.989	\$ 13.495	Batterie agli ioni di litio: spese operative inferiori del 50% rispetto alle batterie VRLA
Rigenerazione delle batterie	\$ 108.790	\$ 0	Batterie agli ioni di litio: spese operative inferiori del 100% rispetto alle batterie VRLA
TOTALE	\$ 236.706	\$ 55.762	Batterie agli ioni di litio: spese operative inferiori del 76% rispetto alle batterie VRLA

TCO

Il TCO decennale prende in considerazione le spese di capitale e operative indicate in precedenza. Le batterie agli ioni di litio assicurano un TCO decennale inferiore del 39% rispetto alle batterie VRLA. I flussi di cassa di questa analisi determinano un ritorno economico in 3,4 anni fino al punto di pareggio partendo dai costi di capitale più elevati delle batterie agli ioni di litio nell'anno 0. Nella **Tabella 5** il TCO viene scomposto per entrambi i tipi di batterie.

Tabella 5

Scomposizione del
TCO

TCO	VRLA	Ioni di litio	Modifica %
Spese di capitale	\$ 72.549	\$ 132.366	Batterie agli ioni di litio: spese di capitale superiori dell'82% rispetto alle batterie VRLA
Spese operative	\$ 236.706	\$ 55.762	Batterie agli ioni di litio: spese operative inferiori del 76% rispetto alle batterie VRLA
TOTALE	\$ 309.255	\$ 188.128	Batterie agli ioni di litio: TCO inferiore del 39% rispetto alle batterie VRLA

Analisi di sensibilità

Abbiamo modificato in modo indipendente 12 fattori di spesa per valutare la loro variabilità e l'impatto sul TCO in termini di cambiamento. Ad esempio, abbiamo modificato la vita di servizio delle batterie VRLA da 2 a 7 anni, determinando una riduzione del TCO compresa tra 0,8% e 15,5%. In base a questa analisi di sensibilità, i fattori che influenzano maggiormente il confronto tra il TCO delle batterie agli ioni di litio e quello delle soluzioni VRLA sono:

- Vita di servizio batterie VRLA
- Vita di servizio dell'UPS
- Rapporto \$/W batterie VRLA
- Rapporto \$/W batterie agli ioni di litio
- Area vano batterie
- Manutenzione batterie VRLA
- Costo di capitale

È importante sottolineare che, sebbene ciascuno di questi singoli fattori possa causare un cambiamento significativo del TCO di entrambi i tipi di batterie, la combinazione di alcuni elementi è in grado di influenzare la decisione relativa all'adozione di una soluzione o dell'altra. In particolare, la vita di servizio delle batterie VRLA, più breve di quella delle batterie agli ioni di litio, diventa una leva fondamentale in combinazione con la vita di servizio del gruppo di continuità. Ad esempio, una vita di servizio di una soluzione VRLA pari a 4 anni, combinata con una vita di servizio di un UPS di 8 anni implica una sola rigenerazione delle batterie. Tuttavia, aumentando la vita di servizio dell'UPS di appena 2 anni, le batterie VRLA dovranno essere rigenerate due volte, un cambiamento significativo del TCO a favore delle batterie agli ioni di litio.

I prezzi delle batterie ovviamente rivestono un ruolo centrale in questo modello di TCO, ma il rapporto \$/W delle soluzioni VRLA è più importante del costo di quelle agli ioni di litio, poiché il numero di rigenerazioni moltiplica l'effetto di un prezzo superiore o inferiore delle batterie VRLA. In effetti qualsiasi componente con un costo annuale quantificabile gioca un ruolo di primo piano nella decisione relativa a un tipo di batteria o all'altro. Ecco perché l'area del vano batterie e la manutenzione delle soluzioni VRLA (superiore rispetto alle batterie agli ioni di litio) sono fattori determinanti per il TCO. Infine, essendo evidente che tali flussi di cassa operativi influenzano notevolmente il TCO, si comprende perché i costi di capitale possono ridurre al minimo (ad esempio tasso di costo di capitale pari al 20%) o aumentare al massimo (tasso di costo di capitale pari allo 0%), i flussi di cassa, con il conseguente incremento o calo del TCO.

Per ulteriori informazioni sulla sensibilità del TCO consultare il TradeOff Tool 18, [Strumento di calcolo per il confronto tra batterie agli ioni di litio e VRLA](#). Questo strumento consente di modificare vari input, come la vita di servizio dell'UPS e verificarne l'impatto sul TCO dei due tipi di batterie.

Applicazioni UPS nuove e adeguamento di sistemi esistenti

Se si decide di impiegare batterie agli ioni di litio per un'applicazione UPS statica, vi sono alcune importanti considerazioni da fare, diverse in caso di adeguamento delle batterie di un gruppo di continuità esistente o di acquisto di un nuovo UPS. I presupposti implicano una durata prevista dell'UPS statico di circa 10-15 anni, una vita di servizio delle batterie VRLA di 3-6 anni e una vita di servizio delle batterie agli ioni di litio di 10 o più anni.

Esistono tre possibili scenari quando si decide di adeguare le batterie VRLA di un gruppo di continuità esistente:

1. UPS nella fase iniziale del suo ciclo di vita
2. UPS prossimo alla fase centrale del suo ciclo di vita
3. UPS nella fase finale del suo ciclo di vita

Per un UPS **nella parte iniziale del suo ciclo di vita**, generalmente con meno di 5 anni di utilizzo, può essere sensato sostituire le batterie VRLA con soluzioni agli ioni di litio poiché queste ultime probabilmente raggiungeranno la fine della vita utile contemporaneamente all'UPS.

Per un UPS **prossimo alla fase centrale del suo ciclo di vita**, generalmente con 5-10 anni di utilizzo, è opportuno rigenerare le batterie VRLA. Sostituire tali batterie con quelle agli ioni di litio in questa fase della vita dell'UPS potrebbe non avere senso da un punto di vista economico, visto che le soluzioni agli ioni di litio supereranno la vita utile dell'UPS di più di 5 anni. Tuttavia, considerando il calo del prezzo

delle batterie agli ioni di litio nei prossimi anni, potrebbe essere conveniente sceglierle in sostituzione delle soluzioni VRLA.

Per un UPS **prossimo alla fase finale del suo ciclo di vita**, generalmente con oltre 10 anni di utilizzo, si potrebbe considerare la sostituzione dell'intero gruppo di continuità con un modello nuovo dotato di batterie agli ioni di litio. È una decisione che dipende molto dai costi di gestione e manutenzione di un UPS datato (ovvero contratti di assistenza, parti di ricambio e così via) rispetto alla spesa per una nuova soluzione.

Nei casi in cui si valuta la sostituzione delle batterie VRLA con soluzioni agli ioni di litio, bisogna tenere ben presente che queste ultime non rappresentano un'alternativa "pronta all'uso" per le batterie VRLA. Infatti, anche se una batteria agli ioni di litio avesse la stessa tensione nominale di una soluzione VRLA esistente, per l'UPS potrebbe essere necessario firmware e/o hardware aggiornato. I motivi possono essere diversi, tra cui il cambiamento delle caratteristiche di carica delle batterie, una formula di autonomia differente e un errore nella stima dell'autonomia. Oltre a ciò, potrebbe essere necessario chiedere al fornitore di integrare il sistema di monitoraggio delle batterie nell'UPS. Il fornitore del gruppo di continuità deve tenere in considerazione questi e altri fattori quando propone una batteria agli ioni di litio per modelli di UPS specifici.

L'acquisto di un nuovo gruppo di continuità rappresenta lo scenario più semplice, a condizione che il fornitore abbia integrato correttamente la tecnologia a ioni di litio all'interno dell'UPS. L'integrazione tra UPS e sistema BMS per batterie a ioni di litio dipende fortemente dal funzionamento del sistema di monitoraggio, che varia da fornitore a fornitore. In futuro saranno definiti standard che favoriranno la coerenza tra UPS e BMS di diversi fornitori. Un esempio di UPS che impiega batterie agli ioni di litio è illustrato nella **Figura 3**.



Figura 3

Il Galaxy VX di Schneider Electric è un esempio di UPS con batterie agli ioni di litio

Effetto della temperatura

Esistono numerose ragioni per la quali la temperatura influisce sulle batterie in molti modi diversi ed alcuni di questi effetti sono specifici per determinate composizioni chimiche. Ma in sostanza le considerazioni fondamentali in relazione alla temperatura sono tre, in ordine di importanza:

- Vita di servizio delle batterie
- Autonomia delle batterie
- Energia per il raffreddamento

Vita di servizio delle batterie

La letteratura scientifica attesta chiaramente che la temperatura influisce sulla vita di servizio della maggior parte dei componenti e le batterie non fanno eccezione. La regola generale per le batterie (VRLA e agli ioni di litio) indica che la vita di servizio diminuisce del 50% per ogni incremento di 8-10° C (14-18° F) della temperatura ambiente media⁶. Supponendo che la vita di servizio delle batterie VRLA raggiunga i 3-6 anni e quella delle soluzioni a ioni di litio sia nell'ordine di 10 anni, ci aspettiamo che l'aumento della temperatura determini rigenerazioni più frequenti delle batterie VRLA rispetto a quelle agli ioni di litio, all'interno del periodo di vita di servizio dell'UPS. Tale effetto viene quantificato nell'analisi sul TCO riportata in precedenza. Consultare il white paper 39, [Tecnologia basata su batterie per Data Center e sale di rete: affidabilità e sicurezza delle soluzioni VRLA](#), per maggiori informazioni sulla durata delle batterie VRLA.

Autonomia

Con autonomia si intende la capacità di una batteria di fornire una certa quantità di corrente o ampere (A) a una certa tensione (V). Moltiplicando questi due valori si ottiene la **potenza** (W) per supportare il carico IT.

$$V \times A = \text{watt (W)}$$

Aggiungendo il tempo a questa formula otteniamo l'**energia** misurata in wattora (Wh).

$$V \times A \times \text{tempo} = \text{Wh}$$

Mentre la batteria si scarica, la sua tensione di uscita diminuisce ed è quindi necessaria più corrente per garantire al carico una **potenza costante**. Ora la domanda è: che effetto ha l'incremento della temperatura sull'autonomia? Con l'incremento della temperatura si verifica un calo della resistenza interna delle batterie VRLA e agli ioni di litio. Una minor resistenza significa perdite inferiori, che a loro volta determinano un calo della tensione di uscita meno repentino: in sostanza le batterie disperdono meno ampere al minuto a temperature più alte rispetto a quanto avverrebbe a temperature inferiori. Quindi perché non utilizzare le batterie a temperature più elevate per ricavare maggior capacità di energia e autonomia? La risposta riporta al concetto di diminuzione della vita di servizio. Questa relazione tra temperatura e resistenza resta valida anche per la carica delle batterie.

Come spiegato in precedenza, esistono due tipi di celle agli ioni di litio: celle di potenza e celle di energia. Il loro comportamento si differenzia in funzione della temperatura, poiché per natura le celle di potenza dispongono di una resistenza più bassa rispetto a quelle di energia. Dunque per lo stesso tempo di funzionamento della batteria, la temperatura interna delle celle di energia è superiore a quella delle celle di potenza. Durante la scarica, le celle di energia possono registrare un aumento della temperatura interna di 30° C (54° F). Ciò non rappresenta un problema se la temperatura del vano batterie è di 25° C (77° F), ma se invece raggiunge i 40° C (104° F), lo stesso aumento di 30° C (54° F) può causare l'arresto della batteria da parte del sistema di monitoraggio per evitare @@irr. Nonostante questo comportamento a temperature ambiente relativamente alte, le batterie agli ioni di litio sono molto più adatte di quelle di tipo VRLA per l'impiego in ambienti caldi

⁶ http://www.cdtechno.com/pdf/ref/41_7329_0512.pdf (ultimo accesso il 02/03/2016)

grazie alla loro prolungata vita di servizio. Per le batterie VRLA, l'aumento della temperatura dovrebbe essere generalmente limitato⁷ a 10° C (18° F).

Raffreddamento

Per le batterie VRLA e agli ioni di litio esistono due approcci correlati al dimensionamento del sistema di raffreddamento: basarsi solo sulle dispersioni in regime stazionario (ovvero carica di mantenimento) oppure considerare l'energia termica generata durante la scarica (perdite transitorie). In termini di potenza (kW) le perdite transitorie sono molto più elevate rispetto alle dispersioni in regime stazionario, ma la quantità totale di energia termica (kWh), supponendo 6 minuti di funzionamento e 20 interruzioni dell'alimentazione all'anno, è circa 100 volte inferiore rispetto all'energia termica generata dalla carica di mantenimento per un anno.

Se si scarica un sistema con batterie agli ioni di litio o VRLA, la temperatura del vano batterie registrerà un determinato aumento. Qualora il sistema di raffreddamento sia dimensionato per il carico in regime stazionario, impiegherà più tempo a riportare la temperatura ambiente al relativo setpoint (nell'ordine di qualche ora). Che impatto ha questo aumento temporaneo della temperatura sulle batterie? È chiaro che l'effetto sulle soluzioni a ioni di litio è minimo rispetto a quello su batterie VRLA.

In base alle conoscenze attuali, è più logico dimensionare il sistema di raffreddamento delle batterie a ioni di litio per la condizione di regime stazionario. In questo modo sarà possibile risparmiare sui costi di capitale di un sistema di raffreddamento con capacità superiore e sui maggiori costi energetici associati all'impiego di un sistema di raffreddamento più grande (presupponendo dispersioni più elevate). Infine, considerando la vita di servizio relativamente lunga delle soluzioni agli ioni di litio, gli operatori di Data Center hanno la possibilità di scegliere tra alcune opzioni. Possono aumentare la temperatura del vano batterie per risparmiare energia (o eliminare del tutto il sistema di raffreddamento) e affidarsi alla garanzia delle loro batterie⁸ per essere certi di raggiungere la vita di servizio dell'UPS senza alcun esborso di capitale. Oppure possono portare il vano a una temperatura di 25° C (77° F), dimensionare il sistema di raffreddamento per dispersioni in regime stazionario e sostenere una spesa energetica annuale minima.

Per le soluzioni VRLA, le considerazioni sono diverse, data la vita di servizio notevolmente più breve. Nel modello presentato in questo documento, se si potesse estendere la durata delle batterie VRLA di un anno, riducendo la temperatura ambiente e incrementando la capacità del sistema di raffreddamento, varrebbe la pena sostenere l'aumento delle spese operative per l'energia e dei costi di capitale per il sistema di raffreddamento.

Conclusioni

Si può affermare con certezza che i prezzi delle batterie agli ioni di litio continueranno a calare, nuove composizioni chimiche e tecnologie saranno disponibili sul mercato e quelle esistenti verranno migliorate. In tale contesto e considerando l'analisi presentata in questo documento, i sistemi con batterie agli ioni di litio per applicazioni UPS nei Data Center (e per applicazioni UPS in generale) offrono vantaggi interessanti. Sebbene i prezzi in qualche caso siano troppo alti per giustifi-

⁷ http://www.cdtechno.com/pdf/ref/41_7944_0712.pdf (ultimo accesso il 02/03/2016)

⁸ Ciò presuppone che la garanzia consenta l'impiego in ambienti con temperature più elevate e non preveda una ripartizione proporzionale delle spese per un nuovo sistema di batterie.

care l'abbandono delle batterie VRLA, alcune soluzioni agli ioni di litio presentano un TCO decennale favorevole con un ritorno economico in meno di 4 anni.

Informazioni sugli autori

Victor Avelar è direttore e Senior Research Analyst presso il Data Center Science Center di Schneider Electric. È responsabile della progettazione di Data Center e della ricerca nel settore; fornisce consulenze ai clienti sulla valutazione dei rischi e sulle procedure di progettazione finalizzate all'ottimizzazione della disponibilità e dell'efficienza degli ambienti dei Data Center. È laureato in ingegneria meccanica al Rensselaer Polytechnic Institute ed è titolare di un master del Babson College. È membro di AFCOM.

Martin Zacho è Senior Engineer per le tecnologie di stoccaggio energetico di Schneider Electric, Secure Power, IT Business. È laureato in ingegneria informatica presso la University of Southern Denmark. Ha iniziato la sua attività all'interno di Schneider Electric (allora American Power Conversion) nel 2000, lavorando sulle celle a idrogeno. Dopo tre anni è passato al controllo del firmware e alla programmazione FPGA per la linea di prodotti Symmetra. Si è occupato di tutti gli aspetti correlati alle tecnologie di stoccaggio energetico dal 2008, con un'attenzione speciale su UPS trifase di grandi dimensioni. Tra le tecnologie di riferimento figurano batterie di tipo piombo-acido, ultracondensatori, sistemi a volano e varie soluzioni basate su litio. È membro del Danish Standardization Committee per lo stoccaggio energetico.



[I diversi tipi di sistemi UPS](#)

White paper n. 1



[Tecnologia basata su batterie per Data Center e sale di rete: opzioni offerte dalla batterie di tipo piombo-acido](#)

White paper n. 30



[Tecnologia basata su batterie per Data Center e sale di rete: affidabilità e sicurezza delle soluzioni VRLA](#)

White paper n. 39



[Ciclo di vita delle batterie di tipo piombo-acido: termini e definizioni](#)

White paper n. 230



[Domande frequenti sull'utilizzo delle batterie agli ioni di litio con gruppi di continuità](#)

White paper n. 231



**Sfoglialtutti i
white paper**

whitepapers.apc.com



[Strumento di calcolo per il confronto tra batterie agli ioni di litio e VRLA](#)

TradeOff Tool 19



**Sfoglialtutti i
TradeOff Tools™**

tools.apc.com



Contatti

Per esprimere opinioni e formulare commenti relativi a questo white paper:

Data Center Science Center

dcsc@schneider-electric.com

Per formulare richieste specifiche sulla progettazione del Data Center:

Contattare Schneider Electric all'indirizzo

www.apc.com/support/contact/index.cfm