

Protezione dell'alimentazione vs. topologia UPS

La qualità dell'alimentazione costituisce una notevole problematica da affrontare e risolvere per i responsabili di reti elettriche e data center. L'uso ampiamente diffuso di apparecchiature elettroniche e la sempre maggiore dipendenza da esse, come ad esempio nel campo della tecnologia dell'informazione, dell'elettronica di potenza con controllori logici programmabili (PLC) e dell'illuminazione ad alta efficienza energetica, hanno portato ad una completa trasformazione della natura dei carichi elettrici. Questi carichi costituiscono sia le principali cause primarie dei problemi di qualità dell'alimentazione sia sono i principali danneggiati da tali problemi. A causa della loro non-linearità, tutti questi carichi provocano alterazioni della forma d'onda di tensione.

Insieme con i progressi tecnologici, l'organizzazione dell'economia mondiale si è evoluta verso la globalizzazione e i margini di profitto di molte attività hanno riscontrato una tendenza a diminuire.

La maggiore sensibilità della stragrande maggioranza dei processi (industriali, servizi e anche residenziali) nei confronti dei problemi di qualità dell'alimentazione si traduce nel fatto che la disponibilità di energia elettrica di alta qualità costituisce un fattore cruciale in termini di sviluppo di un vantaggio competitivo in ogni settore di mercato.

È ampiamente noto che le strutture mission-critical debbano funzionare ininterrottamente, e, naturalmente, che qualsiasi interruzione dell'energia elettrica, anche per un breve periodo di tempo, può perturbare le attività aziendali e comportare notevoli perdite finanziarie.

Sebbene gli odierni data center siano stati tutti progettati con un elevato livello di ridondanza intrinseca al fine di minimizzare i tempi di inattività, altrettanto importante quanto le stesse applicazioni critiche, tuttavia, è la qualità dell'energia erogata.

Per ottenere l'erogazione costante di energia elettrica di alta qualità, è fondamentale comprendere la natura dei disturbi dell'alimentazione e le loro cause.

Che cosa influenza la qualità dell'energia?

I disturbi più comuni che incidono negativamente sulla qualità dell'energia, sono i seguenti:

- Interruzioni di alimentazione di lunga o breve durata dovute ai guasti in rete.
- Variazioni di tensione di breve durata dovute all'inserzione di forti carichi o alla presenza di guasti in rete.
- Distorsione delle correnti e delle tensioni per effetto di carichi non lineari presenti nello stesso impianto o negli impianti di altri utenti, ecc.
- Flicker dovuto ai grandi carichi intermittenti.
- Dissimmetrie nel sistema delle tensioni di alimentazione.


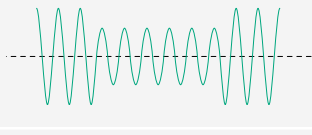
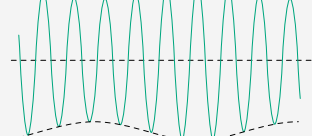

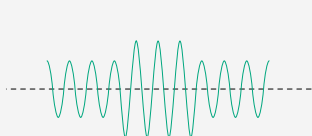
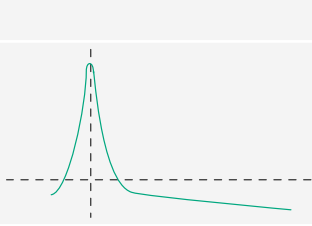
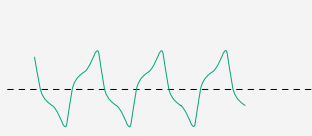
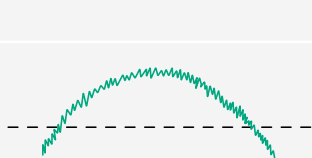

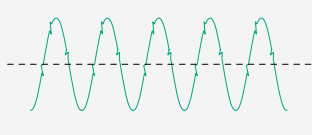
Come garantire la qualità dell'energia: l'UPS

La tecnologia moderna offre diverse soluzioni per garantire la qualità dell'energia; i sistemi UPS statici costituiscono senza dubbio la soluzione più versatile e diffusa e possono essere adottate per una gamma molto ampia di potenze nominali.

Per rispondere alla necessità di classificazione dei vari tipi di sistemi UPS statici attualmente disponibili sul mercato, è stata definita la norma EN 62040-3. I prodotti sono stati distinti in tre grandi topologie, in funzione degli schemi interni adottati:

- VFD "offline"
Voltage and Frequency Dependent - Le utenze vengono normalmente alimentate dalla rete elettrica. In caso di blackout, il carico passa automaticamente a una batteria integrata che ne garantisce l'alimentazione senza interruzioni.
- VI "line interactive"
Voltage Independent - Il carico viene alimentato dalla rete di alimentazione e protetto da sottotensioni e sovratensioni mediante uno stabilizzatore di tensione AVR (Automatic Voltage Regulator, regolazione automatica della tensione). In caso di perdita dell'alimentazione di rete, il carico viene immediatamente alimentato dalla batteria
- VFI "on-line a doppia conversione"
Voltage and Frequency Independent - È l'unica modalità operativa degli UPS che assicura la totale protezione del carico da tutti i possibili problemi di qualità della rete di alimentazione. L'energia viene convertita due volte (da AC a DC mediante un raddrizzatore, quindi da DC a AC mediante un inverter) per fornire tensione di qualità elevata, frequenza stabile e protezione da eventuali disturbi della rete di alimentazione. In caso di perdita dell'alimentazione di rete, il carico viene alimentato esclusivamente dalla batteria. Il bypass interno alimenta le utenze in caso di anomalie della tensione di uscita dell'inverter.

Protezione dell'alimentazione vs. topologia UPS

Tipo di disturbo	Forma d'onda	Possibili cause	Conseguenza	Topologia UPS		
				VFD	VI	VFI
Interruzione di tensione		Principalmente a causa dell'apertura e richiusura automatica di dispositivi di protezione per disattivare una sezione di rete difettosa. Le principali cause di guasto sono guasti di isolamento, fulmini e scariche superficiali dell'isolante.	Intervento dei dispositivi di protezione, perdita di informazioni e malfunzionamenti delle apparecchiature di elaborazione dati.	•	•	•
Cadute/microinterruzioni di tensione		Guasti sulla trasmissione, nella rete di distribuzione o nell'impianto dell'utente Inserzione di carichi.	Malfunzionamento di apparecchiature IT, sistemi di sicurezza o illuminazione. Perdita di dati. Arresto del sistema.	•	•	•
Oscillazioni di tensione		Trasmettitori (radio), apparecchiature difettose, messa a terra inefficace, vicinanza a sorgenti EMV/RFI.	La maggior parte delle conseguenze è dovuta a sottotensioni. Fermi impianto, perdita dati. Le conseguenze visibili sono il flickering dell'illuminazione e degli schermi.	•	•	•
Sottotensione		Aumento del consumo, riduzione della tensione per abbassare il consumo.	Fermi impianto, perdita dati, arresto di apparecchiature sensibili	-	•	•
Sovratensione dinamica		Le sovratensioni atmosferiche sono causate dai fulmini; le sovratensioni transitorie sono causate da guasti di isolamento tra fase e terra o apertura del conduttore di neutro; le sovratensioni di commutazione sono causate dall'apertura di dispositivi di protezione, generate da banchi di condensatori sotto tensione o provocate da variazioni di corrente induttiva.	Perdita dati, flicker di illuminazione e schermi, arresto o danneggiamento di apparecchiature sensibili.	-	•	•
Picco/transitorio di tensione		Fulmini, ESD, commutazione di linee o condensatori di rifasamento, eliminazione dei guasti utenza.	Distruzione dei componenti elettronici, errori di elaborazione dati o perdita dati.	-	-	•
Distorsioni armoniche		Le moderne sorgenti come tutti i carichi non lineari quali le apparecchiature di elettronica di potenza tra cui i driver motori, gli alimentatori switching, le apparecchiature di elaborazione dati, illuminazione ad alto rendimento.	Maggiore probabilità di occorrenza di risonanze, sovraccarico del neutro nei sistemi trifase, surriscaldamento di tutti i cavi e attrezzature, perdita di efficienza nelle macchine elettriche, interferenze elettromagnetiche con i sistemi di comunicazione, errori di misura quando si utilizzano contatori che utilizzano la media delle rilevazioni, sganci intempestivi di protezioni termiche.	-	-	•
Rumore		Trasmettitori (radio), apparecchiature difettose, messa a terra inefficace, vicinanza a sorgenti EMV/RFI.	Disturbi su apparecchiature elettroniche, di solito non distruttive. Possono provocare perdite dati ed errori di elaborazione dati.	-	-	•
Variazione di frequenza		Funzionamento instabile del generatore, frequenza instabile del sistema di alimentazione dell'utenza.	Fermi impianto, perdita dati.	-	-	•
Armoniche		Commutazione rapida di componenti di potenza (diodi, SCR, ecc.), variazione rapida della corrente di carico (saldatrici, motori, laser, banchi di condensatori, ecc.).	Fermi impianto, perdita dati.	-	-	•

Soluzioni per garantire prestazioni di flessibilità e disponibilità

Le diverse configurazioni rendono possibile la creazione di architetture in grado di soddisfare le richieste più esigenti in termini di disponibilità, flessibilità e risparmio energetico e consentire quanto segue:

Facilità d'uso

Considerata la criticità delle applicazioni alimentate a valle dalle unità UPS, gli arresti per manutenzione sono sempre meno attuabili. Sono state analizzate varie configurazioni per affrontare specificamente questo vincolo operativo.

Aumenti di potenza

All'aggiornamento nel tempo delle utenze alimentate spesso si accompagna la necessità di aumentare la potenza dell'UPS. Le configurazioni offerte consentono di soddisfare tale necessità e proteggere così il vostro investimento iniziale.

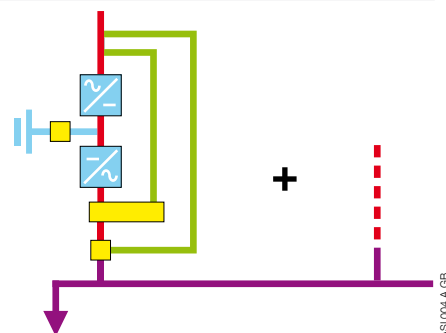
Aumenti della disponibilità

Per aumentare la disponibilità, l'aggiunta di un'unità in parallelo superiore ai requisiti di potenza delle applicazioni (ridondante), assicura un'alimentazione continua, in caso di arresto di un inverter, senza ricorrere a un bypass.

UPS singolo (stand-alone)

Una soluzione incrementabile

Questa architettura è protetta da un bypass automatico integrato, che rappresenta un primo livello di ridondanza garantita dalla rete. La funzione di bypass di manutenzione consente di effettuare la manutenzione senza interrompere l'alimentazione delle applicazioni. Può rappresentare il primo stadio del vostro investimento, con la possibilità di effettuare l'aggiornamento, con il mutare delle esigenze, a un'architettura modulare parallela per aumentare potenza o disponibilità (ridondanza).



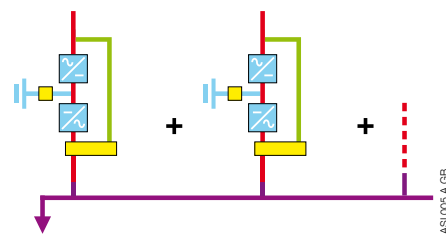
Singola unità con bypass o configurazione ridondante 1+1

Sistemi UPS in parallelo

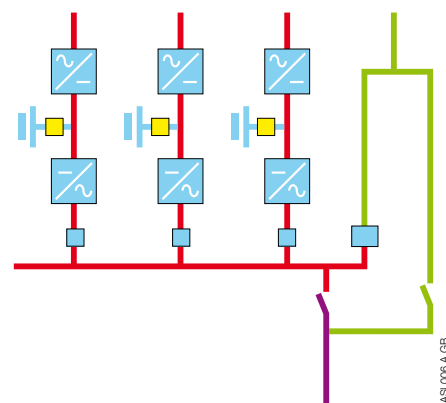
Espandibilità senza limitazioni

Costituisce la soluzione più semplice per garantire la disponibilità dell'alimentazione e la flessibilità in caso di ampliamenti non programmati dell'impianto mediante la configurazione in parallelo delle unità UPS, ciascuna dotata del proprio bypass. Questa configurazione permette di aumentare la potenza ed è adatta alla ridondanza N+1. Gli ampliamenti possono anche essere effettuati senza interrompere l'alimentazione del carico da parte del sistema.

Per una maggiore agilità, i sistemi UPS in parallelo sono disponibili anche con un bypass centralizzato sulla sorgente di alimentazione ausiliaria: in questa configurazione, il bypass statico è in parallelo ai moduli UPS e può essere dimensionato in base a particolari vincoli locali (tenuta al cortocircuito, selettività e così via).



Sistema UPS modulare parallelo con bypass distribuito



Sistema UPS modulare parallelo con bypass centralizzato

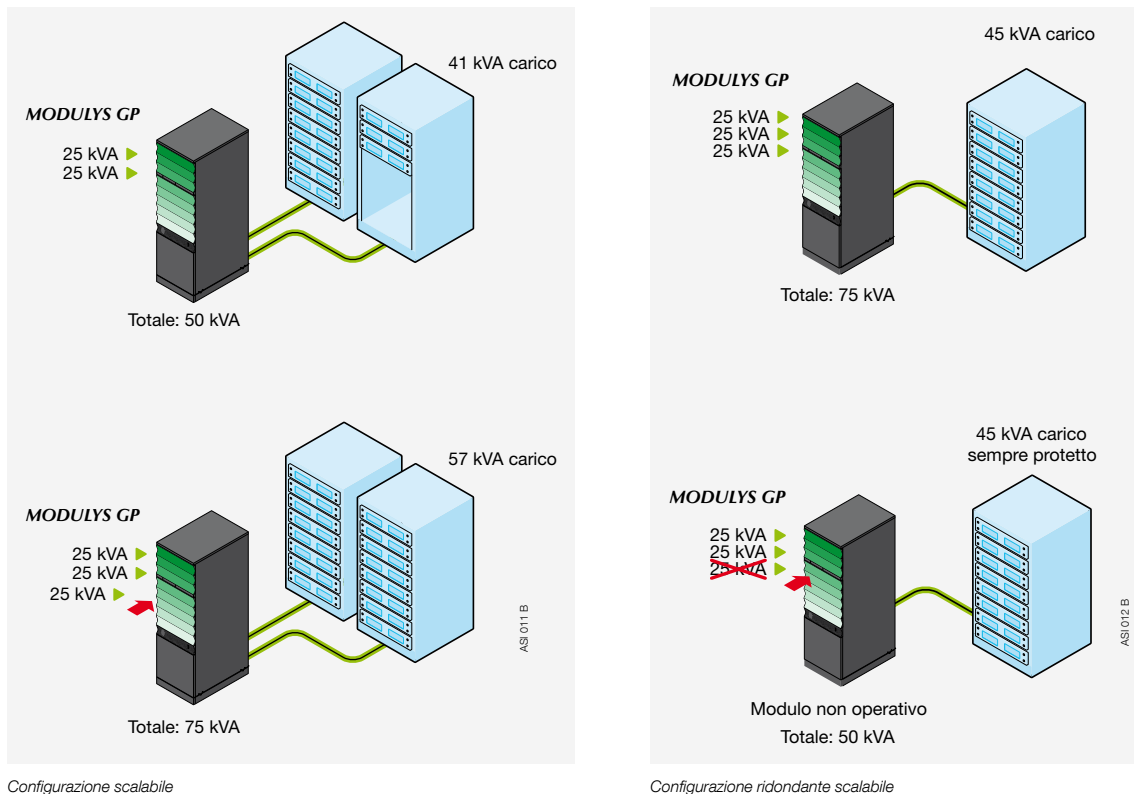
Soluzioni per garantire prestazioni di flessibilità e disponibilità

Sistema modulare verticale e orizzontale

Versatile e completamente modulare

Si tratta di un nuovo concetto innovativo di UPS, adattabile a tutti i tipi di crescita. La potenza può essere aumentata tramite l'aggiunta successiva di moduli.

L'aumento della disponibilità (ridondanza) viene effettuato semplicemente aggiungendo un modulo al numero richiesto per soddisfare i requisiti di potenza delle applicazioni. Tutti i moduli sono inseribili (plug-in). La rimozione o l'aggiunta di moduli può essere effettuata mentre il sistema è in funzione (hot swap) senza influire sul funzionamento generale dell'impianto.



Soluzioni per garantire prestazioni di risparmio energetico e disponibilità

Green Power 2.0

Risparmio energetico: elevato rendimento senza compromessi.

- Offre il più elevato rendimento del mercato utilizzando la modalità a doppia conversione VFI, l'unica modalità operativa degli UPS che assicura la totale protezione del carico contro tutti i problemi di qualità della rete elettrica.
- Rendimento elevatissimo, testato e verificato indipendentemente da un ente di certificazione internazionale
- Rendimento elevatissimo, testato e verificato su un'ampia varietà di condizioni di carico e tensione, per ottenere i risultati più vicini alla realtà.
- Rendimento elevatissimo in modalità VFI, garantito da una topologia innovativa (tecnologia a 3 livelli) che è stata sviluppata per tutte le gamme di UPS Green Power 2.0.

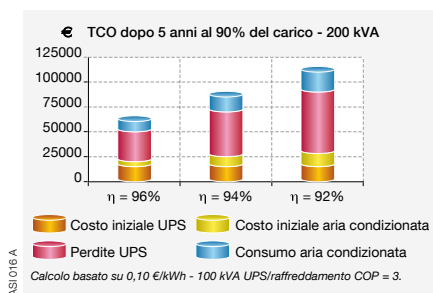
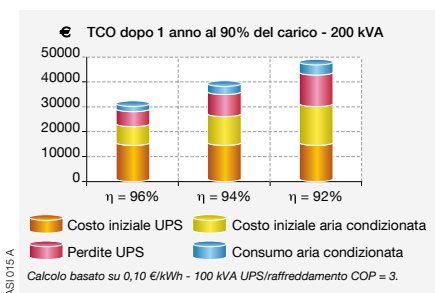
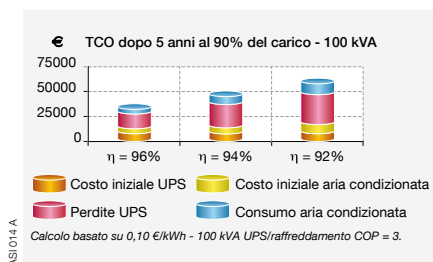
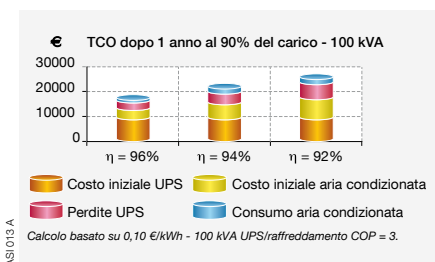
Piena potenza nominale: kW=kVA

- Nessun declassamento di potenza nell'alimentazione dei server di ultima generazione (fattore di potenza capacitivo o unitario).
- La piena potenza reale, in conformità alla norma IEC 62040: kW=kVA (fattore di potenza unitario) si traduce in un 25% di maggiore potenza attiva disponibile in confronto agli UPS preesistenti.
- Idoneo anche per carichi di fattore di potenza capacitivo fino a 0,9 senza declassamento di potenza apparente.

Significativo risparmio sui costi (TCO)

- Massimo risparmio energetico grazie al rendimento di uscita del 96% in modalità a doppia conversione reale: il 50% di riduzione delle perdite di energia rispetto agli UPS preesistenti offre riduzioni in termini di costi energetici.
- Grazie al risparmio di energia, l'UPS si ripaga da sé.
- Modalità Energy Saver per il miglioramento globale del rendimento sui sistemi in parallelo.
- La formula kW=kVA offre la massima potenza disponibile con UPS di uguali caratteristiche nominali: nessun costo dovuto al sovradimensionamento e quindi un minor costo €/kW.
- Ottimizzazione dei costi delle infrastrutture a monte (sorgenti e distribuzione), grazie al raddrizzatore IGBT ad alte prestazioni.

Vantaggi

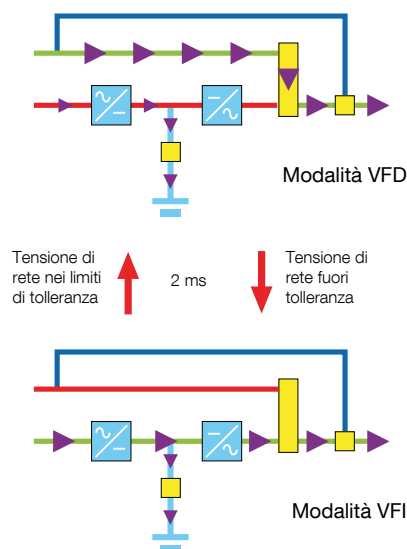


Soluzioni per garantire prestazioni di risparmio energetico e disponibilità

Fast EcoMode

Disponibile su richiesta per la gamma DELPHYS GP, Fast EcoMode è una modalità di funzionamento automatica che ottimizza il rendimento in funzione della qualità della tensione d'ingresso (tensione, frequenza, distorsione armonica). Quando la tensione d'ingresso rientra nella tolleranza prevista (il valore è regolabile), l'utenza viene alimentata dal bypass (modello VFD) e il rendimento ottenuto è del 99%. Se la tensione non rientra nella tolleranza prevista, il sistema trasferisce immediatamente il carico in modalità on-line finché non vengono ripristinate le condizioni normali.

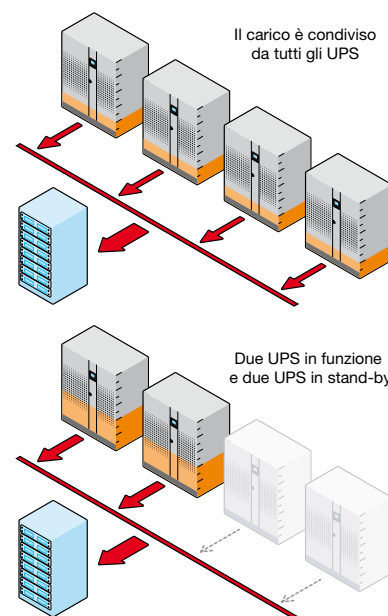
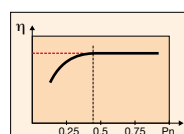
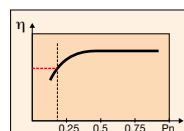
Le batterie sono mantenute costantemente in carica di mantenimento, massimizzandone la durata di vita ed evitando riavvii periodici del raddrizzatore.



ASI 018 C

Energy Saver (Risparmio di energia)

- Questa funzione ottimizza il rendimento (η) dei vostri UPS in parallelo durante il funzionamento con carico parziale.
- Solo gli UPS necessari per assicurare l'energia richiesta dalle utenze alimentano il carico.
- La ridondanza è garantita mantenendo un'unità supplementare in funzione.
- Quando la potenza richiesta dall'applicazione aumenta, le unità UPS necessarie per soddisfarla si riattivano immediatamente.
- Questo tipo di funzionamento si adatta perfettamente alle applicazioni soggette a frequenti variazioni di potenza.
- Il risparmio di energia permette di mantenere la migliore efficienza del sistema.



ASI 017 A

Tecnologie UPS

Tecnologie con e senza trasformatore

Le due principali tecnologie di UPS disponibili sul mercato sono:

- La tecnologia con trasformatore, utile nei casi in cui le sorgenti principale e di emergenza provengono da reti diverse con diversi sistemi di neutro,
- La tecnologia senza trasformatore, che offre i vantaggi dell'alto rendimento, abbinata a un ingombro ridotto.

Entrambe le tecnologie hanno i loro pro e i loro contro. La sfida consiste perciò nel trovare il miglior compromesso con i vincoli progettuali esistenti in loco quali: l'ingombro a terra, il sistema di neutro, il rendimento, le correnti di cortocircuito e altro ancora. SOCOMEC è in grado di offrire ai clienti entrambe le tecnologie, a seconda dei requisiti.

Un raddrizzatore a IGBT "pulito"

Elimina qualsiasi disturbo sulla rete a monte (sorgente di alimentazione e distribuzione).

- Questo tipo di raddrizzatore garantisce il rifornimento di corrente con un tasso di distorsione armonica particolarmente basso: THDI < 2,5%.

Un raddrizzatore pulito

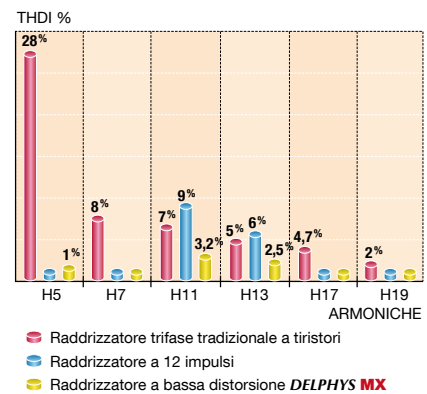
- Le prestazioni del raddrizzatore a IGBT sono indipendenti dalle variazioni di frequenza che possono essere prodotte dal gruppo elettrogeno.
- Il fattore di potenza ed il THDI all'ingresso del raddrizzatore sono costanti qualunque siano lo stato di carica della batteria (livello di tensione continua) e la percentuale di carico dell'UPS.

Un raddrizzatore a IGBT economico

- Il fattore di potenza a monte del raddrizzatore è 0,99, riducendo del 30% i kVA utilizzati rispetto alla tecnologia tradizionale. La riduzione della corrente d'ingresso comporta un risparmio in termini di dimensionamento delle sorgenti, dei cavi e dei dispositivi di protezione.
- Capacità del raddrizzatore:
 - bassa THDI a monte,
 - riavvio graduale temporizzato,
 - possibilità di sospendere la carica della batteria, se in funzionamento con un gruppo elettrogeno.
- Questo permette di ridurre il dimensionamento del gruppo elettrogeno nonché l'energia consumata e l'ingombro a terra.

DELPHYS MX garantisce la compatibilità ottimale con il vostro impianto elettrico di alimentazione a bassa tensione e, in particolare, con i vostri gruppi elettrogeni:

- corrente sinusoidale in ingresso al raddrizzatore THDI: < 4,5% senza filtro,
- fattore di potenza superiore a monte del raddrizzatore: 0,93 induttivo senza l'ausilio di filtri, che riduce la corrente assorbita e quindi la dimensione dei cavi e dei dispositivi di protezione,
- avvio graduale e sequenziale dei raddrizzatori in parallelo, che facilita l'avviamento del gruppo elettrogeno,
- ricarica ritardata della batteria durante il funzionamento da gruppo elettrogeno al fine di ridurre l'assorbimento di energia.



AS/008 A

SVM, modulazione vettoriale digitale

La modulazione vettoriale digitale (SVM) unitamente al trasformatore d'isolamento installato sull'uscita dell'inverter, fornisce:

- Tensione di uscita perfettamente sinusoidale caratterizzata da THDV < 2% con carichi lineari e < 3% con carichi non lineari.
- Precisione della tensione di uscita anche quando il carico fra le fasi è completamente sbilanciato.
- Una risposta immediata alle variazioni significative del carico, senza scostarsi dalla tensione di uscita ($\pm 2\%$ in meno di 5 ms).

- Un'elevata capacità di cortocircuito fino a 4 In (fase/N) permette la selettività.
- Un isolamento galvanico completo tra il circuito DC e l'uscita utenza.

SVM, i componenti che integrano l'ultima tecnologia a elevate prestazioni e i ponti di potenza IGBT consentono l'alimentazione di:

- Carichi non lineari con un elevato fattore di cresta fino a 3.
- Potenza attiva senza declassamento, con carichi induttivi o capacitivi con fattore di potenza fino a 0,9.

Sistemi di trasferimento statico (STS) per l'implementazione di architetture ad alta disponibilità

Sistemi di trasferimento statici (STS)

I sistemi di trasferimento statico (STS) sono unità intelligenti che trasferiscono il carico su una sorgente alternativa quando quella principale è fuori tolleranza. Questo assicura un'"alta disponibilità" dell'alimentazione elettrica per gli impianti sensibili o critici.

Scopo dei dispositivi STS è:

- Garantire la ridondanza dell'alimentazione elettrica degli impianti critici a partire da due sorgenti indipendenti.
- Aumentare l'affidabilità dell'alimentazione degli impianti sensibili.
- Facilitare la concezione o l'estensione degli impianti che garantiscano un'alta disponibilità dell'alimentazione elettrica.
- Aumentare la flessibilità complessiva in loco, consentendo la sostituzione della sorgente o una manutenzione o semplice e sicura.

I sistemi STS integrano tecnologie affidabili e consolidate di interruttori allo stato solido (SCR), che grazie alla loro velocità di commutazione consentono di effettuare il trasferimento automatico o manuale in tutta sicurezza, senza perturbazioni per gli impianti alimentati.

L'utilizzo di componenti di qualità, l'architettura fault tolerant, la capacità di discriminare la posizione dei guasti, la gestione dei guasti e dei carichi con considerevoli correnti di spunto sono solo alcune delle caratteristiche che rendono gli STS la soluzione per raggiungere i massimi livelli di disponibilità.

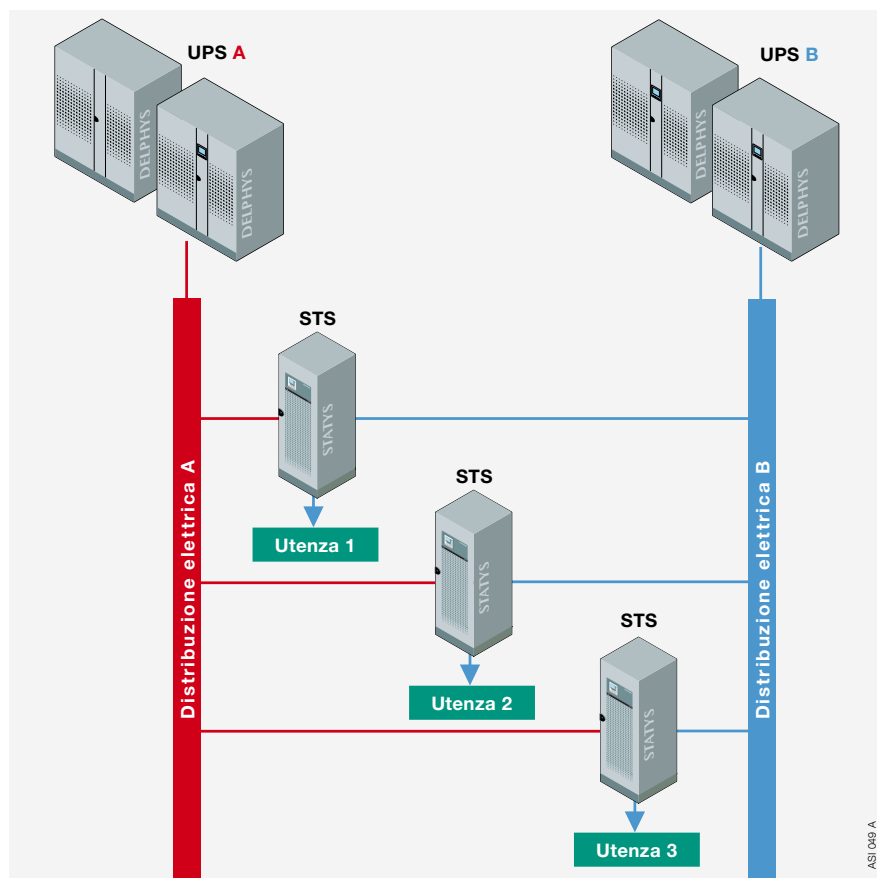
I sistemi STS possono anche proteggere da:

- Indisponibilità della sorgente di alimentazione principale.
- Intervento spurio dei dispositivi di protezione a monte.
- Disturbi reciproci causati da apparecchiature difettose (cortocircuiti) alimentate dalla stessa sorgente.
- Errori di funzionamento (apertura circuitale) nella catena di alimentazione.

Sistemi di trasferimento statico: alcuni esempi di utilizzo

Normalmente, i sistemi STS garantiscono la ridondanza tra 2 sistemi UPS indipendenti. Ogni sistema STS è dimensionato in funzione del carico (o set di carichi) che protegge.

Si consiglia di installare il dispositivo STS il più vicino possibile al carico, in modo da ridondare la distribuzione a monte e mantenere il singolo punto di guasto (il conduttore tra STS e carico) il più breve possibile. L'uso di diversi STS inoltre fornisce la segregazione elettrica del carico.



Sistemi di trasferimento statici (STS)

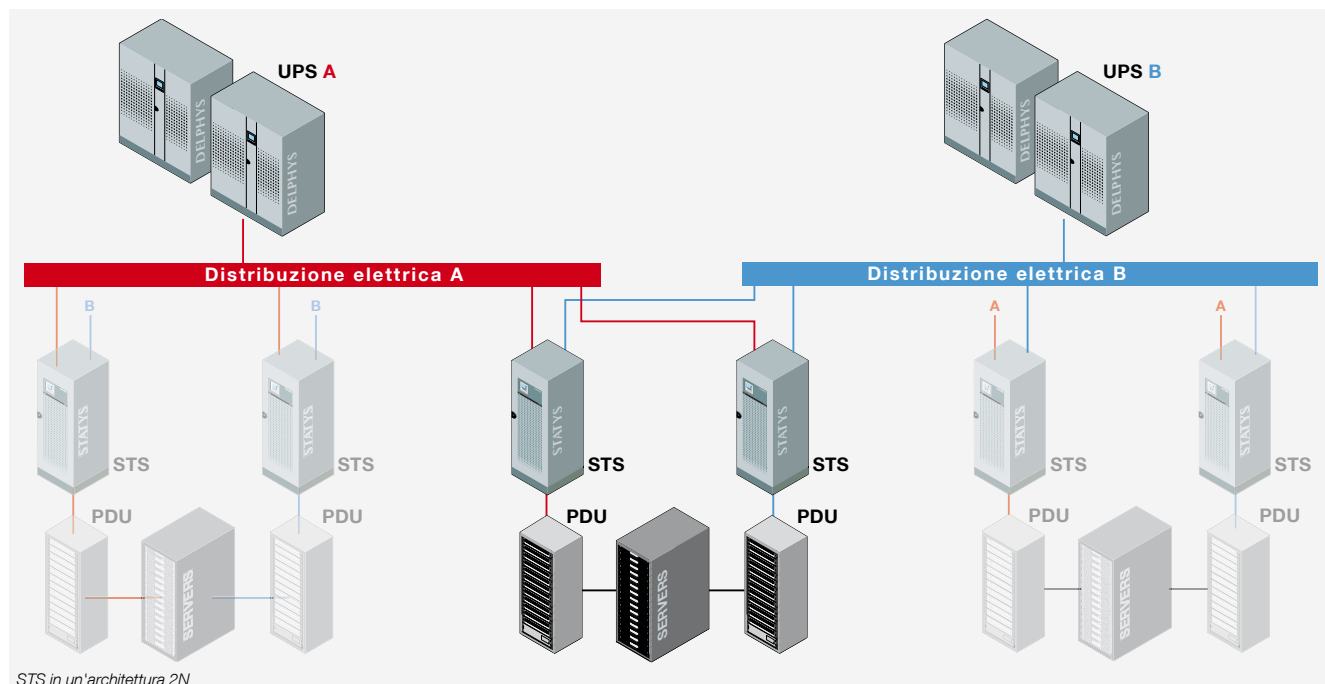
Sistemi di trasferimento statico: alcuni esempi di utilizzo

I sistemi di trasferimento statico garantiscono un'elevata disponibilità aziendale e offrono agilità di manutenzione in loco.

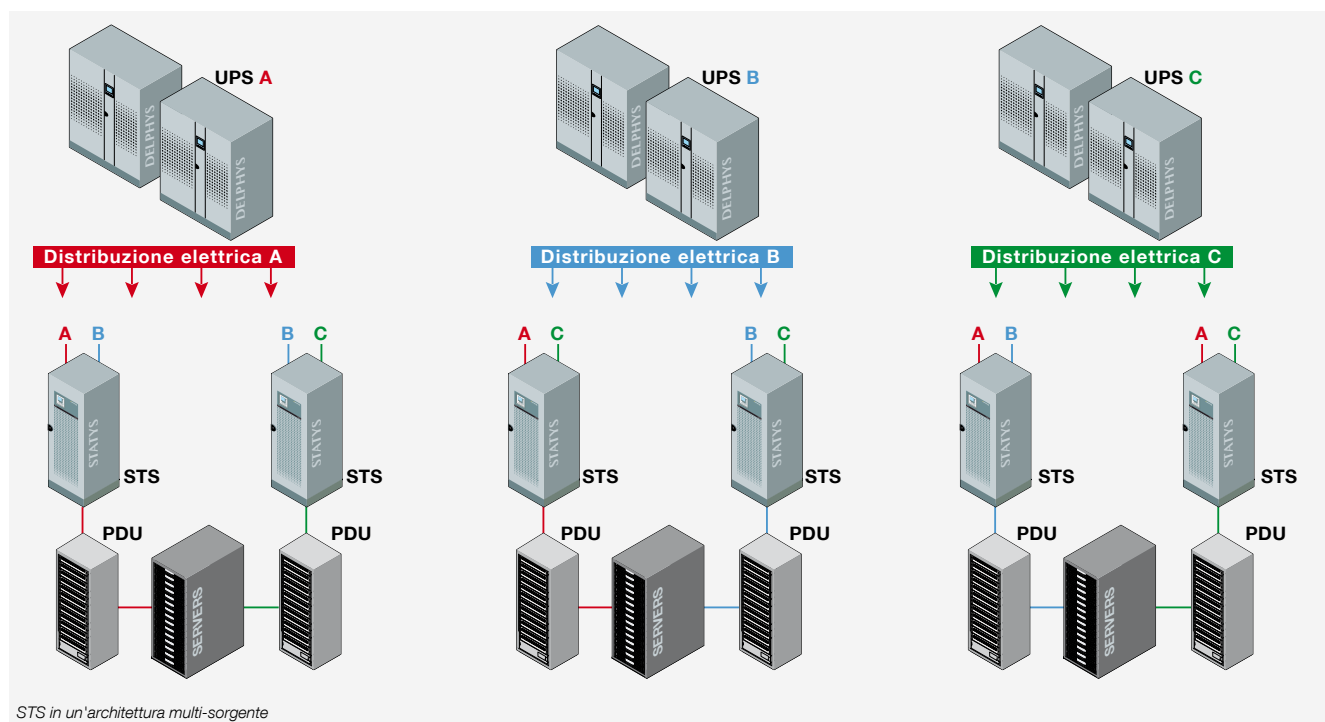
L'architettura '2N + STS' garantisce che il carico sia sempre alimentato da energia di alta qualità su ciascun ingresso, anche nel caso che una distribuzione elettrica non sia operativa a causa di un guasto critico o per manutenzione a lungo termine (per es. sostituzione di sorgente o guasto dell'infrastruttura elettrica).

La combinazione di un'architettura multi-sorgente e di STS per il collegamento del carico a due sorgenti indipendenti ne garantisce l'alimentazione anche nel caso di inattività di una delle due. Di conseguenza l'impianto critico trae vantaggio dalla tolleranza ai guasti estremamente elevata.

In entrambi gli esempi è possibile centralizzare gli STS (un unico STS per ogni quadro di distribuzione elettrica) o distribuirli (vicino a ogni sala server, fila, rack, ecc.). La scelta di ciascuna soluzione dipende dall'impianto da proteggere e sulla disponibilità attesa o il livello di manutenibilità richiesti.



STS in un'architettura 2N



STS in un'architettura multi-sorgente

Sistemi di accumulo di energia

Expert Battery System: per la protezione del vostro investimento in batterie

La tecnologia EBS (Expert Battery System) è un sistema che gestisce il caricabatterie.

In base alla temperatura di funzionamento consente di prolungare la durata della batteria e ridurre i costi di esercizio tramite:

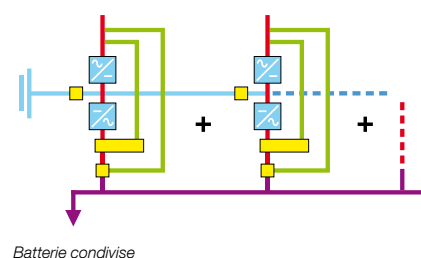
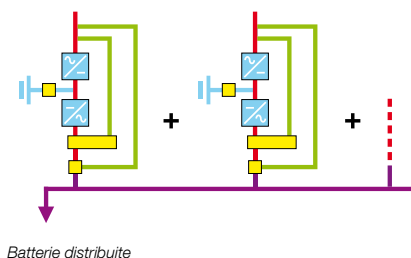
- Carica secondo un algoritmo che si adatta alle condizioni ambientali e allo stato della batteria.

- Eliminazione degli effetti di eccessivo utilizzo dovuti a continue oscillazioni di tensione, che accelerano la corrosione, la solfatazione e la corrosione delle piastre.
- Isolamento della batteria dal bus DC (funzione del caricabatteria indipendente). Si elimina l'usura precoce, dovuta all'ondulazione residua causata dall'inverter.

I test effettuati da SOCOMEC su varie marche di batterie e gli anni di esperienza provano che la durata delle batterie può essere aumentata fino al 30% utilizzando l'EBS rispetto ad una gestione tradizionale della batteria.

Batteria condivisa: per ottimizzare il dimensionamento della batteria per i sistemi in parallelo

Disponibile con batterie distribuite, DELPHYS GP consente di ottimizzare il dimensionamento delle batterie grazie all'utilizzo condiviso della batteria. Ciò consente di ridurre l'ingombro a terra totale, il peso delle batterie occorrenti, il sistema di monitoraggio della batteria nonché la quantità di cablaggi necessari e la quantità di piombo. In combinazione con un adeguato design di collegamento (fusibili e interruttori di accoppiamento), tale soluzione consente di aumentare la disponibilità del set di batterie e delle unità UPS in caso di guasto interno.



Altro sistema di accumulo di energia per sistemi UPS

La batteria è un sistema di accumulo di energia elettrochimica in grado di generare una differenza di potenziale che può far circolare una corrente elettrica in un circuito finché l'energia non è esaurita.

Le batterie possono essere suddivise in due categorie:

- **Primarie:** batterie che, una volta esaurite, non possono essere ricaricate e riportate al loro stato iniziale di carica (batterie non ricaricabili).
- **Secondarie:** queste batterie, note anche come accumulatori, possono essere ricaricate e riportate al loro stato iniziale di carica. Vengono ricaricate con un caricabatterie che deve essere dotato di caratteristiche idonee a caricare la batteria della specifica tecnologia.

Parametri e definizioni relativi alla batteria

- **Capacità (C):** la corrente media espressa in Ah erogata dalla batteria in una scarica completa effettuata nel corso di un preciso periodo di tempo. Ad esempio, C indica la corrente erogata dalla batteria nel caso di scarica in 1 ora, C/5 la corrente nel caso di scarica in 5 ore, C/10 nel caso di scarica in 10 ore, ecc.
- La capacità nominale dipende dalla tecnologia della batteria: per esempio, la capacità nominale delle batterie al piombo acido è C/10, mentre quella delle batterie NiCd è C/5.
- **Densità di energia:** la quantità di energia immagazzinata per unità di volume o peso espressa in Ah/kg o Wh/kg.

- **Profondità di scarica (DoD):** la frazione di capacità (o di energia) prelevata dalla batteria durante la fase di scarica. Espressa in % della capacità, viene calcolata in base alla seguente formula:

$$\text{DoD} = \frac{\text{Capacità scaricata}}{\text{Capacità nominale}}$$

- **Stato di carica (SoC):** la frazione di capacità (o di energia) residua in una batteria. Espressa in % della capacità, viene calcolata in base alla seguente formula:

$$\text{SoC} = \frac{\text{Capacità residua}}{\text{Capacità nominale}} = 1 - \text{DoD}$$

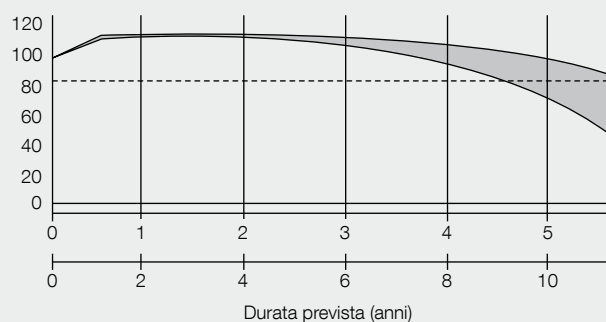
$$\text{DoD} + \text{SoC} = 100\%$$

- **Durata prevista:** il periodo di tempo dopo il quale la batteria, caricata regolarmente e mantenuta a una temperatura controllata, riduce la sua capacità nominale iniziale all'80%. Normalmente, i produttori di batterie parlano di "vita attesa", in quanto si tratta di una stima ottenuta da prove di laboratorio. La durata della batteria è un parametro importante per il confronto di varie tecnologie di batteria.
- **Quantità di cicli:** il numero di cicli di carica e scarica a temperatura controllata che la batteria è in grado di sopportare prima che la capacità nominale si riduca all'80%

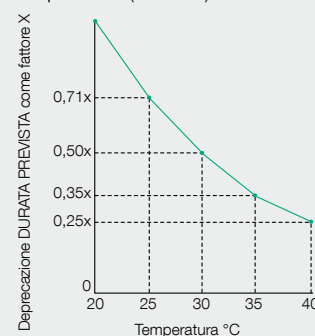
del valore iniziale. La quantità di cicli è molto sensibile alla temperatura e alla profondità di carica, nella misura in cui è dichiarata in corrispondenza di uno specifico valore DoD.

- **Durata effettiva:** la durata della batteria in condizioni reali di utilizzo. Dipende dalla durata prevista, dalla quantità di cicli, dalla temperatura ambiente e dal tipo di carica e scarica.
- **Auto-scarica:** la percentuale di capacità persa dalla batteria quando non viene utilizzata (ad esempio, durante la conservazione in magazzino). Il parametro è legato al tipo di batteria e dipende molto anche dalla temperatura (quando la temperatura aumenta, la percentuale di auto-scarica aumenta).
- **Impedenza interna:** è composta da una parte induttiva, una capacitiva e una resistiva. Impedisce il passaggio di corrente, aumentando la generazione di calore nella fase di scarica. La parte più importante dell'impedenza da monitorare è la parte resistiva, in quanto indica lo stato di integrità della batteria e il possibile deterioramento in corso. La resistenza interna è influenzata da diversi fattori, il più importante dei quali è la temperatura. I valori tipici di impedenza cambiano a seconda della tecnologia della batteria e della capacità.

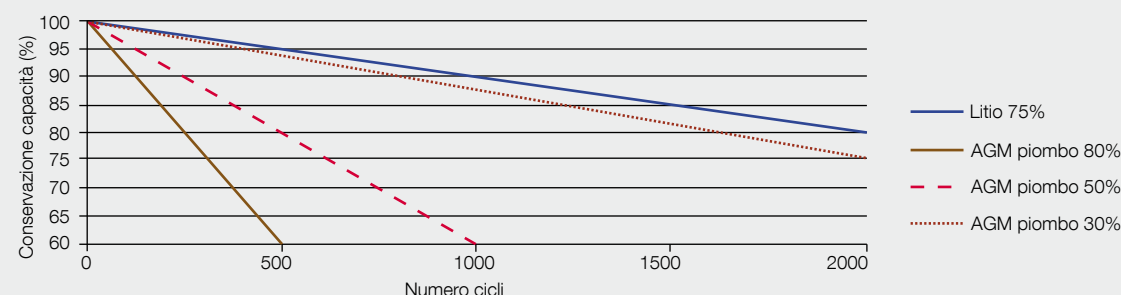
Durata prevista di una batteria al piombo in mantenimento a 20°C (Ah%)



Durata prevista di una batteria al piombo vs. temperatura (Eurobat)



Clima moderato, confronto della quantità di cicli



Batteria al piombo acido (LA)

Le batterie al piombo acido costituiscono il tipo di batterie più usato per applicazioni stazionarie. La durata prevista per questo tipo di batterie va da 3 a 12 anni, secondo la classificazione Eurobat. La quantità di cicli è di solito scarsa, anche se alcune di queste batterie raggiungono buoni livelli di prestazioni in applicazioni cicliche. Le batterie al piombo acido sono il prodotto di una tecnologia matura e ben studiata a basso costo. Sono disponibili molti tipi di batterie al piombo acido, ad esempio versioni in contenitori ermetici sigillati (denominate batterie al piombo acido regolate da valvola di sicurezza, VRLA, che richiedono meno manutenzione). Le batterie VRLA possono essere di tipo AGM (absorbed glass material, in cui l'elettrolita è assorbito in una fibra di vetro) o di tipo GEL (dove l'elettrolita è un gel utilizzato in ambienti con temperature elevate e in applicazioni specifiche). Uno svantaggio delle batterie al piombo acido è la diminuzione di capacità utilizzabile quando viene scaricata una potenza elevata. Ad esempio, se la batteria è scaricata in un'ora, solo una percentuale approssimativamente dal 50% al 70% della capacità nominale è disponibile. Altri inconvenienti sono la minore densità di energia (il piombo ha un elevato peso specifico) e l'uso del piombo, un materiale pericoloso vietato o limitato in ambienti e applicazioni specifiche. I vantaggi sono il favorevole rapporto costo/prestazioni, la facile riciclabilità e una semplice tecnologia di carica.

Batteria al nichel-cadmio (NiCd)

Rispetto alle batterie al piombo acido, le batterie al nichel-cadmio hanno una densità di potenza più elevata, una densità di energia leggermente maggiore e un numero di cicli superiore. Le batterie NiCd sono relativamente robuste: le uniche in grado di offrire buone prestazioni anche a basse temperature (tra -20°C a -40°C). La loro aspettativa di vita è buona anche ad alta temperatura, così vengono usate in paesi caldi e in applicazioni dove l'alta temperatura costituisce un vincolo. Grandi sistemi di batterie che utilizzano batterie al nichel-cadmio aperte (con valvola di sfogo) operano su una scala simile alle batterie al piombo acido. Le batterie al nichel-cadmio sono normalmente aperte quindi hanno bisogno di essere impilate verticalmente con una buona ventilazione, e non possono essere trasportate in una condizione di carica (l'elettrolita viene fornito separatamente).

Batteria agli ioni di litio (Li-ion)

Le batterie Li-ion sono dotate di un'alta densità di energia gravimetrica, il che significa che una soluzione per batteria Li-ion è più leggera e ha bisogno di meno spazio rispetto alle batterie al piombo acido o NiCd. Per le batterie Li-ion la durata prevista (oltre 10 anni) e la quantità di cicli (migliaia di cicli) sono eccellenti anche ad alte temperature. Dato che il rendimento ciclico è elevato e senza sovradimensionamento per un periodo di autonomia breve (tipico per applicazioni UPS), si può notare che la tecnologia agli ioni di litio presenta diversi

vantaggi tecnici. La maggior parte degli elettrodi di ossido di metallo sono termicamente instabili e possono decomporsi a temperature elevate, liberando ossigeno che può portare ad una deriva termica. Per minimizzare questo rischio, le batterie agli ioni di litio collegate in serie per ottenere una tensione compatibile con la gamma UPS sono dotate di un'unità di controllo per evitare un eccesso di carica e una scarica eccessiva. Viene installato anche un circuito di bilanciamento della tensione per monitorare il livello di tensione di ogni singola cella e prevenire deviazioni di tensione tra celle.

Supercondensatori/ Ultracondensatori

Diverse tecnologie rientrano nella denominazione di "supercondensatori" o "ultracondensatori". Le 2 principali tecnologie sono:

- Condensatori a doppio strato elettrico simmetrico (Symmetric EDLC), in cui viene utilizzato carbonio attivo per entrambi gli elettrodi. Il meccanismo di carica è puramente elettrostatico: nessuna carica si muove attraverso l'interfaccia elettrodo/elettrolita.
- Condensatori a doppio strato elettrico asimmetrico (Asymmetric EDLC), in cui viene utilizzato un elettrodo di batteria per uno degli elettrodi. L'elettrodo di batteria ha una grande capacità rispetto all'elettrodo di carbonio, in modo che la sua tensione non varia significativamente con la carica. Questo consente una tensione di cella complessiva superiore.

I supercondensatori sono caratterizzati da rapide emissioni di energia durante le richieste di potenza di picco, quindi accumulano rapidamente l'energia; la loro resistenza interna estremamente bassa permette una scarica e una ricarica molto rapida con un rendimento ciclico complessivo insuperabile. Inoltre, di solito non utilizzano materiali pericolosi e hanno un'auto-scarica estremamente bassa in modo da utilizzare poca corrente in modalità di mantenimento (= meno consumo di energia per l'UPS) e possono funzionare per lunghi periodi senza essere ricaricate.

Condensatori agli ioni di litio (LIC)

Il condensatore è un ibrido tra una batteria e un condensatore (asimmetrico EDLC). Il condensatore agli ioni di litio comprende un catodo al carbonio attivo (quindi senza rischi di sicurezza dovuti alla deriva termica⁽¹⁾), un anodo di carbonio drogato di litio e l'elettrolita contenente un sale di litio come in una batteria. La costituzione ibrida del condensatore combina le caratteristiche in grado di offrire le prestazioni migliori di batterie e condensatori. La costituzione ibrida della batteria offre molti vantaggi. Tra questi, alta densità di energia e alta tensione, con il vantaggio che nel collegamento in serie, fino a 1/3 meno di celle LIC sono necessarie rispetto a un condensatore convenzionale EDLC. Un altro vantaggio è il basso livello di auto-scarica: il LIC può mantenere il 95% della propria carica per 3 mesi. Essendo richiesto un valore così esiguo di corrente in modalità

di mantenimento, l'UPS richiede un minore consumo di energia e il LIC può funzionare per lunghi periodi senza essere ricaricato.

Un ulteriore vantaggio della tecnologia LIC sono i livelli di sicurezza più elevati (nessun rischio di instabilità termica), una elevata densità di potenza e una rapida carica e scarica. È anche più affidabile, con un elevato numero di cicli (la durata stimata è di 1 milione di cicli di carica/scarica) e resistenza a un ampio intervallo di temperature (da -20°C a +70°C) che lo rende ideale per l'uso in ambienti operativi difficili.

Flywheel

I volani accumulano energia sotto forma di quantità di moto in una massa rotante. Un motore elettrico fa girare il rotore a velocità elevata per caricare il volano. Durante la scarica, il motore agisce come un generatore, convertendo l'energia di rotazione in elettricità. L'energia immagazzinata in un volano dipende dalla massa e dalla velocità secondo la seguente equazione:

$$E = \frac{1}{2} J \omega^2$$

in cui J indica il momento di inerzia e ω la velocità angolare. Poiché l'energia è proporzionale al quadrato della velocità angolare è molto importante che il volano funzioni a velocità molto elevata (oltre 30.000 rpm). Per questi motivi i volani moderni utilizzano la levitazione magnetica per evitare perdite per attrito e la rotazione avviene sotto vuoto ermetico. Il volano non è soggetto a limitazioni dovute ad alta temperatura (nessuna riduzione della durata prevista), non presenta alcuna emissione di idrogeno durante la ricarica (come nel caso delle batterie al piombo acido), può essere ricaricato in un tempo molto breve, ha un alto range ciclico senza ridurre la durata attesa, non utilizza alcun materiale pericoloso e può essere installato in spazi limitati. I volani hanno una potenza di uscita misurata in centinaia di kW e quindi sono ideali per l'utilizzo in sistemi UPS ad alta potenza.

Accumulo di energia ad aria compressa (CAES)

Nell'accumulo di energia ad aria compressa, l'energia elettrica è utilizzata per comprimere l'aria e immagazzinarla in una struttura dedicata. Quando è richiesta potenza, l'aria compressa viene immediatamente convertita in elettricità guidandola attraverso un espansore a scorrimento, che a sua volta aziona un generatore elettrico. L'applicazione tipica è il power bridging (per commutare l'alimentazione di rete al gruppo elettrogeno), ma non nel caso di frequenti microinterruzioni. I sistemi CAES possono essere messi in parallelo per aumentare l'autonomia o aggiungere ridondanza. La tecnologia CAES può essere utilizzata anche in ambienti gravosi e la lunga durata prevista non è influenzata dalla temperatura. Quando il sistema è completamente carico non richiede alcun consumo di energia significativo, aumentando l'efficienza complessiva di un tradizionale sistema UPS a batteria.

(1) Deriva termica: una situazione in condizioni anomale di funzionamento in cui una batteria genera calore a un tasso superiore a quello che è in grado di dissipare. La deriva termica può provocare la fusione delle parti in plastica delle batterie, rilasciando gas, fumo e acido che possono danneggiare le apparecchiature adiacenti.