

RIELLO UPS: SUPERCONDENSATORI PER GRUPPI DI CONTINUITÀ

INTRODUZIONE

Allo stato attuale l'**energia elettrica può essere accumulata** con tecnologie che si differenziano sia per i principi fisici di funzionamento (elettrostatico ed elettrochimico) sia per le caratteristiche prestazionali (potenza specifica, densità di energia, efficienza di accumulo e di riconversione).

Le **soluzioni** che sembrano essere più adatte a tal scopo, sono rappresentate dalle **batterie elettrochimiche**, dai **sistemi di stoccaggio con accumulo di idrogeno e dai condensatori elettrochimici ed elettrostatici - detti anche supercondensatori** o ultracapacitori.

In questo white paper tratteremo i **supercondensatori** il cui funzionamento è molto simile a quello dei condensatori normali, ma **ciò che li rende "super" è la quantità di energia che sono in grado di accumulare** rispetto a quelli classici.

CARATTERISTICHE

I **supercondensatori rappresentano una tecnologia di accumulo innovativa e green, caratterizzata** da una **densità di energia relativamente bassa** (minore dello stoccaggio con batterie elettrochimiche) e da una **densità di potenza estremamente elevata**. Poiché l'accumulo di energia elettrica si basa su processi elettrostatici quasi reversibili, essi presentano, inoltre, un **rendimento elevato** ed una **lunga durata di vita** (stimati un 1.000.000 di cicli di vita a 25 °C).

Per le loro caratteristiche operative, i supercondensatori possono essere impiegati efficacemente in sistemi di accumulo e per alimentare picchi di potenza di breve durata.

Il diagramma in figura 1 evidenzia come i supercondensatori occupino una regione del piano compresa tra le batterie elettrochimiche e i condensatori tradizionali.

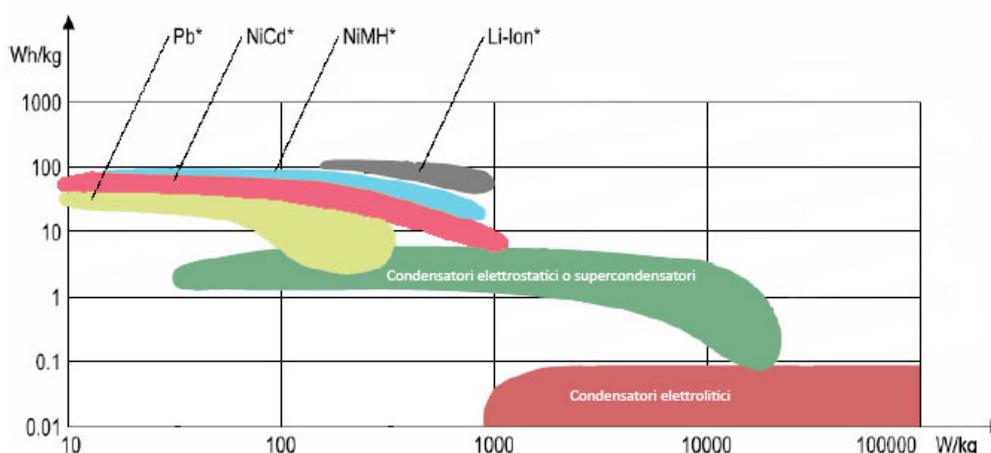
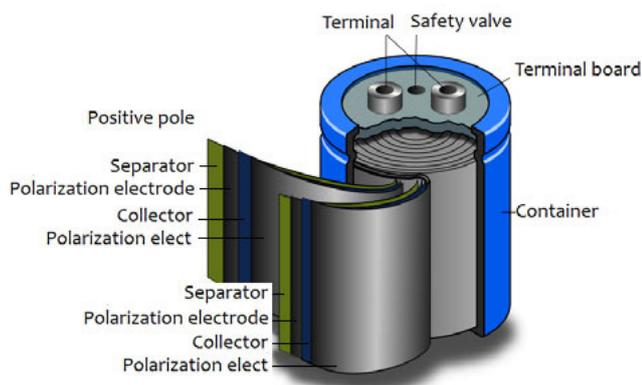


Figura 1

STRUTTURA INTERNA E FUNZIONAMENTO

I supercondensatori accumulano energia elettrica attraverso campi elettrostatici: una cella elementare è costituita essenzialmente da due elettrodi porosi, caratterizzati da un elevato rapporto tra superficie delle piastre e peso, immersi in una soluzione elettrolitica.



Un condensatore è caratterizzato dalla sua capacità (misurata in Farad) che è l'indice della quantità di carica, o meglio, di elettroni, che è in grado di accumulare. La capacità aumenta all'aumentare dell'area delle piastre e al diminuire della distanza tra loro.

I supercondensatori si differenziano dai condensatori standard perché sono in grado di accumulare milioni di volte il numero di elettroni dei comuni condensatori.

I supercondensatori, come già accennato, non necessitano di processi chimici per rendere disponibile l'energia accumulata, perciò il tempo di cui necessitano per accumulare gli elettroni su una piastra, e quindi a caricare il condensatore, è molto breve, così come lo è il tempo necessario per scaricarlo completamente.

Per questo motivo i supercondensatori sono molto **utilizzati in applicazioni in cui sono richieste grandi quantità di energia in brevi tempi, o per dispositivi in grado di caricarsi in pochi minuti.**

CAMPI DI APPLICAZIONE

Grazie ai loro livelli di capacità e correnti elevate, possono essere sfruttati per soluzioni di stoccaggio dell'energia installabili in spazi ridotti. Quando vengono utilizzati come fonti di alimentazione ausiliarie nelle correnti di picco, consentono di ridurre le dimensioni degli alimentatori e forniscono una corrente superiore e migliorare le prestazioni complessive.

Alcuni esempi:

- **Frenatura con recupero di convogli metropolitani:** l'energia cinetica dei convogli in frenata può essere immessa direttamente nella linea motrice principale per alimentare i convogli in accelerazione e l'eventuale parte eccedente può essere, invece che dissipata, accumulata in batterie di supercondensatori disposte nelle stazioni elettriche di alimentazione dell'impianto per alimentare altri carichi critici.
- **Apparecchiature di diagnostica ospedaliera:** molte apparecchiature di tipo radiologico sono caratterizzate da grossi assorbimenti di potenza di breve durata – il tempo di effettuazione dell'esame – intervallati da periodi di assorbimento modesto. L'introduzione di batterie di supercondensatori permette di contenere i picchi di potenza prelevati dalla rete evitando sovradimensionamenti degli impianti di alimentazione.
- **Miglioramento della qualità della fornitura di energia elettrica:** l'introduzione di banchi di supercondensatori nei gruppi di continuità permette, in presenza di carichi critici con prelievi di potenza intermittenti e caratterizzati da picchi di potenza di breve durata, di ottimizzare l'utilizzo degli UPS. In questo modo non si è costretti al sovradimensionamento delle batterie per far fronte all'erogazione delle potenze richieste anche se per brevi intervalli di tempo.
- **Applicazioni per l'energia rinnovabile:** nelle applicazioni solari fotovoltaiche è necessario sostituire le batterie ogni 3-7 anni, in quanto tendono a decadere di prestazioni. I supercondensatori si caricano e scaricano rapidamente e supportano molteplici cicli di carica/scarica, quindi possono essere sostituiti ogni 20 anni. Riducendo la frequenza degli interventi di manutenzione, si riducono anche i costi del ciclo di vita, aumentando l'efficienza.

PERCHÉ SCEGLIERE I SUPERCONDENSATORI?

In applicazioni critiche come i più moderni Data Center, applicazioni elettromedicali o applicazioni industriali, l'installazione di un sistema con batterie tradizionali fornisce un tempo insufficiente per risolvere alcuni dei più comuni problemi di guasto all'avviamento del gruppo elettrogeno (ad esempio il blocco carburante o un guasto alla batteria di avviamento).

- Un Data Center può richiedere dalle 3 alle 6 ore per trasferire la sua operatività ad un sito di mirroring o per eseguire lo shut-down
- Installazioni elettromedicali richiedono un'energia sicura e continua per garantire servizi salva vita
- Processi di produzione automatizzati richiedono un'alimentazione ininterrotta per prevenire guasti a macchinari o attrezzature

In ognuno di questi e in molti altri casi, un gruppo elettrogeno supportato da un UPS con supercondensatori che offre un'autonomia relativamente breve è la soluzione di continuità più efficiente ed efficace.



Un supercondensatore offre

- Elevata densità di potenza
- Carica/scarica istantanea
- Deterioramento molto lento
- Scarsa sensibilità alle temperature
- Niente componenti tossici e infiammabili
- Fino a 15 anni o 1.000.000 di cicli di ricarica
- Una lunga durata del ciclo di vita si traduce in una riduzione dei costi di smaltimento e una mitigazione dell'impatto ambientale

Per contro, i suoi difetti sono

- Poca densità energetica e conseguente ricarica frequente
- Costi ancora piuttosto elevati, in parte a causa dei materiali utilizzati che sono essenzialmente carbonio e grafene

COSTI

Gli ostacoli odierni alla piena adozione di questa tecnologia per alimentare gruppi di continuità sono limitati al suo costo di adozione iniziale. Per capire l'attuale stato di utilizzo dei supercondensatori, rispetto alle normali batterie, facciamo un'analisi dei costi del loro ciclo di vita e un confronto sul ritorno dell'investimento (ROI).

L'ipotesi che segue fa riferimento a:

- un fabbisogno di potenza di 5 kW per 20 secondi;
- il calcolo si basa sul costo aggiuntivo sostenuto per l'adozione di un sistema che utilizza supercondensatori;
- l'assunzione che il costo iniziale della batteria sia pari a zero;
- l'assunzione che il costo della sostituzione del supercondensatore e della batteria sia uguale al prezzo iniziale (costo hardware 100%);
- mantenimento delle condizioni ottimali della batteria e sua durata di 20 anni;
- manutenzione batteria effettuata ogni 2 anni, e per i supercondensatori ogni 10.

Capex in sistemi UPS: Supercondensatori vs. Batterie classiche			
Soluzione richiesta			
Richiesti 5 KW di potenza per 20 secondi V max 300 - V nominale 240 - V min 160			
Ipotesi iniziale di costi e manutenzione			
Durata dell'UPS = 20 anni			
<u>Supercondensatori</u>		<u>Batterie</u>	
n° supercondensatori	6	n° batterie	20
costo cadauno	405 €	costo cadauno	0 €
costo iniziale tot	2.430 €	costo iniziale tot	0 €
periodo di manutenzione	ogni 10 anni (1 volta)	periodo di manutenzione	ogni 2 anni (9 volte)
costi singola manutenzione	442 €	costi singola manutenzione	442 €
costo manutenzione tot	442 €	costo manutenzione tot	3.978 €
n° sostituzioni	1	n° sostituzioni	3
costo hardware	100%	costo hardware	100%
costo sostituzione	884 €	costo sostituzione	884 €
costo sostituzione tot	884 €	costo sostituzione tot	2.652 €
costo smaltimento	85 €	costo smaltimento	384 €
costo smaltimento tot	85 €	costo smaltimento tot	1.152 €
Costo totale 3.841 €		Costo totale 7.782 €	
Risparmio 3.941 €			

Figura 2. Vita batteria migliore vs. aspettative vita supercondensatori. Costo dell'UPS escluso dai conteggi. I valori e i costi descritti sono a titolo esemplificativo, non devono essere considerati come prezzi di listino, in caso contattare l'azienda.

In questa seconda ipotesi si assume invece una durata dell'UPS di 30 anni e che il prezzo dei supercondensatori si sia ridotto della metà entro il primo periodo di sostituzione richiesto.

Capex in sistemi UPS: Supercondensatori vs. Batterie classiche			
Soluzione richiesta			
Richiesti 5 KW di potenza per 20 secondi V max 300 - V nominale 240 - V min 160			
Ipotesi iniziale di costi e manutenzione			
Durata dell'UPS = 30 anni			
<u>Supercondensatori</u>		<u>Batterie</u>	
n° supercondensatori	6	n° batterie	20
costo cadauno	405 €	costo cadauno	0 €
costo iniziale tot	2.430 €	costo iniziale tot	0 €
periodo di manutenzione	ogni 10 anni (2 volte)	periodo di manutenzione	ogni 2 anni (14 volte)
costi singola manutenzione	442 €	costi singola manutenzione	442 €
costo manutenzione tot	884 €	costo manutenzione tot	6.188 €
n° sostituzioni	2	n° sostituzioni	5
costo hardware	50%	costo hardware	100%
costo sostituzione	884 €	costo sostituzione	884 €
costo sostituzione tot	884 €	costo sostituzione tot	4.420 €
costo smaltimento	85 €	costo smaltimento	384 €
costo smaltimento tot	170 €	costo smaltimento tot	1.920 €
Costo totale 4.368 €		Costo totale 12.528 €	
Risparmio 8.160 €			

Figura 3. Vita batteria peggiore vs. aspettative vita supercondensatori. Costo dell'UPS escluso dai conteggi. I valori e i costi descritti sono a titolo esemplificativo, non devono essere considerati come prezzi di listino, in caso contattare l'azienda.

Total cost of Ownerships (TCO) Supercondensatori vs. Batterie classiche		
UPS da 200 kW Sostituzione ogni 3 anni delle batterie		
<u>Batterie</u>	<u>Flywheel</u>	<u>Supercondensatori</u>
Requisiti vita: 15 anni potenza: 200kW bridge time: 15 secondi	Requisiti vita: 15 anni potenza: 200kW	Requisiti vita: 15 anni potenza: 200kW bridge time: 15 secondi
Input durata tipica: 2 anni Float voltage: 560V Min voltage: 440V Tempo di scarica: 30 sec	Input durata tipica: 15 anni Float voltage: 560V Min voltage: 440V Tempo di scarica: 30 sec	Input durata tipica: 15 anni Float voltage: 600V Min voltage: 330V Tempo di scarica: 30 sec
Costo iniziale 15.190* € Costo annuale** 3.976 €	Costo iniziale 42.891 € Costo annuale** 1.912 €	Costo iniziale 53.613 € Costo annuale** 491 €
Costo totale 74.867 €	Costo totale 71.619 €	Costo totale 61.021 €
		Risparmio 13.846 € (18% circa)

* Include 8.935 € per il sistema di monitoraggio

** Include spazio, costi elettrici, manutenzione e sostituzione

SUPERCONDENSATORI E NANOTECNOLOGIA

L'eccezionale capacità di un supercondensatore è dovuta essenzialmente all'enorme area superficiale delle piastre da cui è composto, per le quali il carbone attivo è attualmente il materiale più utilizzato. Il carbone attivo però ha bassa tensione e limitazioni di natura geometrica, con l'effetto di rendere gran parte delle proprie cavità inaccessibili per gli ioni elettrolitici.

Molto lavoro di ricerca si sta concentrando sullo sviluppo di supercondensatori abbinati alla nanotecnologia. Alcuni studi hanno permesso di realizzare prototipi composti da milioni di microscopici filamenti rivestiti da materiali capaci di far fluire gli elettroni molto più velocemente - riducendo i tempi di ricarica - e rivestiti da nanomateriali capaci di fornire una superiore densità e quindi consentire un maggior accumulo di energia e potenza.

L'obiettivo è quello di ottenere una nuova struttura di nano tubi - tendenzialmente in carbonio - in grado di aumentare di molto la densità energetica dei supercondensatori, garantendone le stesse caratteristiche di potenza. In altre parole, si vuole arrivare ad avere dispositivi meno voluminosi e più compatti.

I SUPERCONDENSATORI SONO DISPOSITIVI ECO-FRIENDLY

Grazie al numero elevato dei cicli di carica-scarica, il supercondensatore ha un ciclo di vita simile a quello dell'UPS.

La sua resistenza interna straordinariamente bassa (ESR) e conseguente alta efficienza di ciclaggio (95% o più) aggiunte ad una minore produzione di calore, rendono possibile l'utilizzo di meno sistemi di raffreddamento, più semplici e economici.

PREVISIONI

I supercondensatori sono quindi un argomento molto importante per lo storage energetico, numerose sono le ricerche in corso in tutto il mondo e gli sviluppi sembrano davvero promettenti; c'è chi addirittura ipotizza che i supercondensatori potranno assorbire nei prossimi 15 anni fino al 50% del mercato oggi appannaggio degli accumulatori Li-Ion.