



Mario Maggi (mario\_maggi)

## CONVERTITORI DC/DC BIDIREZIONALI AUTONOMI ED EFFICIENTI

4 February 2020

### Conversione bidirezionale di potenza DC/DC: una soluzione originale ed efficiente

Un convertitore bidirezionale DC /DC è un'apparecchiatura elettronica di potenza che può trasferire energia in entrambe le direzioni tra due bus a corrente continua. E' noto anche come convertitore a quattro quadranti perché sia la corrente che la tensione possono cambiare direzione. Ultimamente vengono definiti trasformatori a corrente continua, e si presenta con questa configurazione:

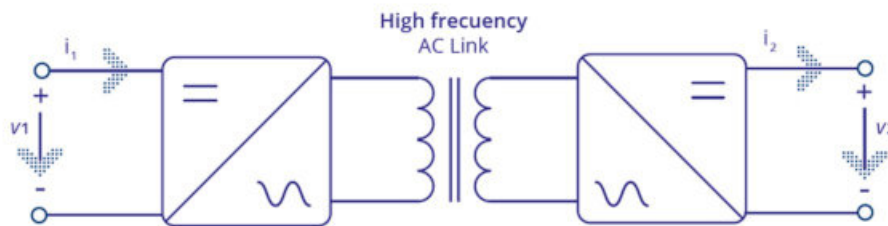


Figure 2. Isolated DC/DC converter with internal transformer

*epic-power\_fig2r.jpg*

Le caratteristiche principali dei convertitori DC bidirezionali sono:

- capacità di gestione della potenza  $P$
- valori di tensione su entrambi i lati ( $v_1$ ,  $v_2$ ) e relativo rapporto, noto anche come guadagno ( $d = v_1/v_2$ ) ed
- efficienza, una cifra che descrive quanta energia viene trasferita nella conversione. È una caratteristica importante dei convertitori bidirezionali perché l'energia va avanti e indietro, quindi l'efficienza complessiva è il prodotto dell'efficienza in ciascuna direzione (non sempre è simmetrica).

Vengono prodotti convertitori di serie, anche con l'integrazione di una batteria di supercondensatori per l'accumulo energetico, come in questi esempi:



*epic-power\_fig3r.jpg*



*epic\_power\_shuttles\_supercapacitors\_300.jpg*

Sono unità facilmente parallelabili, e non è necessaria alcuna sincronizzazione, quindi possono essere impilati per livelli di potenza più elevati senza alcuna comunicazione aggiuntiva tra di loro.



*epic-power-epc-3r.jpg*

### **Convertitore isolato o non isolato?**

I convertitori bidirezionali possono essere isolati o non isolati. L'isolamento implica una separazione galvanica tra le porte, il che significa che non esiste un percorso per la corrente diretto tra di loro. Ciò comporta una maggiore sicurezza, a volte richiesta dalle normative. Inoltre, migliora la robustezza del convertitore perché se qualcosa dovesse andare storto elettricamente da un lato, l'altro lato rimane integro. Per ottenere l'isolamento galvanico tra ingresso e uscita è necessario l'uso di trasformatori interni (vedi figura 2). Se il rapporto di trasformazione della tensione (noto anche come guadagno) è elevato ( $d > 20$ ), un trasformatore interno è necessario, quindi in questi casi l'isolamento è presente. L'uso di un trasformatore che sia leggero e di piccole dimensioni richiede una corrente interna ad alta frequenza DC/AC ed una successiva trasformazione AC/DC. Il termine "alta frequenza" implica che i valori possono variare da diversi kHz ai MHz. Maggiore è la frequenza, più piccolo è il trasformatore. Naturalmente, tutto ha un costo. I convertitori isolati sono generalmente più costosi (il rapporto €/W risulta doppio o anche più), quindi in molte occasioni sorge la domanda: ho davvero bisogno dell'isolamento? E la risposta tipica è "dipende".

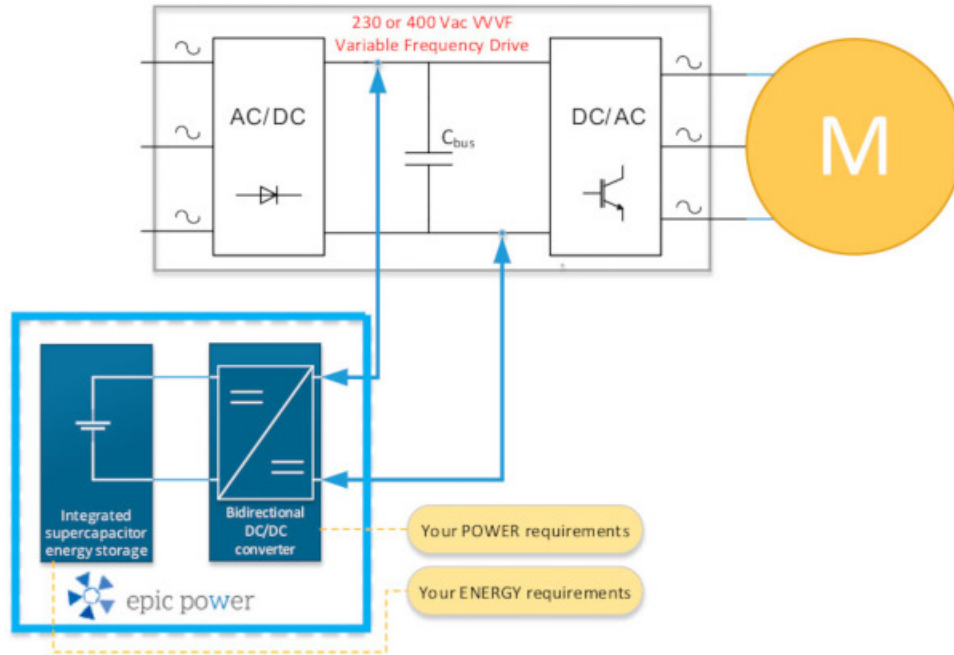
Altre caratteristiche pratiche dei convertitori DC/DC sono le seguenti:

- modalità di raffreddamento (raffreddamento ad aria, con o senza ventilazione forzata oppure raffreddamento a liquido),
- modalità di controllo (controllo in corrente, controllo in tensione) e segnali di controllo o bus (bus CAN, CANopen, Modbus, Profibus),
- densità di potenza volumetrica (W/l) o densità di potenza gravimetrica (W/kg) e, ultimo ma non meno importante,
- dinamica dei convertitori (quanto velocemente possono rispondere ai cambiamenti richiesti dai comandi).

Le caratteristiche collaterali, a volte rilevanti, sono:

- capacità di autoalimentazione da un bus DC o dall'altro, o da entrambi,
- capacità di avvio graduale per evitare correnti di spunto e
- valore molto basso, e idealmente zero, della minima corrente controllabile su entrambi i lati.

La figura seguente mostra un convertitore DC/DC commerciale multiuso isolato e bidirezionale collegato ad un inverter a frequenza variabile per il comando di motori.



*epic-power-battery-supercapacitors\_r.jpg*

### Applicazioni dei convertitori dc / dc bidirezionali

I convertitori bidirezionali sono stati citati in letteratura dal 1978 quando S. Cuk, R. Middlebrook e W. Behn presentarono un circuito di commutazione compatto in grado di flusso di energia bidirezionale come un singolo circuito. Il lavoro è stato applicato per caricare e scaricare le batterie in applicazioni di veicoli spaziali. Da allora, i convertitori DC/DC bidirezionali vengono sempre più utilizzati nei seguenti campi:

- Sistemi di recupero energetico basati su supercondensatori per ascensori, gru e altre applicazioni di frenatura come treni o montagne russe. Una di queste unità, compresi i supercondensatori, è illustrata nella foto qui sopra.
- Veicoli elettrici e ibridi, per trasformare l'energia tra diversi bus DC che collegano diversi tipi di batterie e anche celle a combustibile.
- Nelle navette intralogistiche, AGV o altri veicoli industriali per alimentare normali motori a corrente alternata da batterie a bassa tensione o supercondensatori.
- In barche ibride e barche a vela ibride
- Nei sistemi UPS

- Nelle reti intelligenti, come trasformatori DC tra diversi livelli di tensione. L'uso di questi convertitori si sta espandendo a causa di un recente trend di microreti e nanoreti in DC.
- Nei sistemi di test della catena cinematica o nei sistemi di test della batteria per evitare perdite di energia nella procedura di test
- In apparecchi per ridurre la potenza di picco in molti campi diversi: ascensori e gru, generatori diesel, distribuzione elettrica ferroviaria
- Alimentare i motori per l'inseguimento solare direttamente dalle batterie. Questi possono essere ricaricati direttamente dal pannello solare.
- Per applicazioni V2G (Vehicle-to-Grid) o V2H (Vehicle-to-Home) in cui le batterie dell'auto fanno parte di un sistema intelligente
- Nelle applicazioni Power-to-Gas, per energizzare direttamente elettrolizzatori dai pannelli solari con funzioni MPPT integrate nel sistema. La foto seguente mostra un convertitore modulare utilizzato per tale applicazione.
- Per ibridare diversi tipi di batterie o batterie e supercondensatori, per prolungare l'aspettativa di vita e ridurre i costi complessivi dei sistemi di accumulo dell'energia

In generale, possono essere utilizzati per evitare trasformazioni ridondanti da DC ad AC per poi riportare l'AC in DC. Sicuramente, si tratta di qualcosa che è di fondamentale importanza nei settori di interesse dell'accumulo di energia elettrica.



*epic-power\_fig5r.jpg*

### **Tendenze future nei convertitori bidirezionali**

E' abbastanza recente, ma già consolidato, l'uso di semiconduttori a banda larga, in particolare il carburo di silicio (SiC), come componente dei semiconduttori per commutazione destinati all'elettronica di potenza. Questo tipo di semiconduttori apre la strada a frequenze più elevate e ad un ampio intervallo di temperature operative. Utilizzato insieme alle tecniche di commutazione graduale, le efficienze riportate arrivano fino al 98% o 99% (in una direzione). La commutazione graduale si verifica quando gli interruttori vengono accesi e spenti con una tensione o corrente molto bassa, producendo così perdite più basse.

Le tendenze future mostrano potenziali applicazioni di quelle che sono conosciute come configurazioni per elaborazione di potenza parziale. I convertitori possono non solo essere utilizzati in parallelo ma anche combinati come una serie di convertitori con una capacità di gestione della potenza inferiore rispetto a quella di uno complessivo, che porta a prestazioni migliori e costi ridotti in alcuni casi.

L'azienda spagnola Epic Power progetta, produce e personalizza convertitori DC/DC bidirezionali. Per ulteriori approfondimenti e riferimenti, consultare <https://www.axu.it/ep>

(Testo creato da Pilar Molina Gaudó, CEO di Epic Power, traduzione autorizzata)

Estratto da "[https://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Mario\\_maggi:convertitori-dc-dc-bidirezionali-autonomi](https://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Mario_maggi:convertitori-dc-dc-bidirezionali-autonomi)"