



# Struttura di un inverter

## 1 Struttura del commutatore DC/AC

Il circuito di commutazione interno all'inverter DC/AC può avere una struttura a mezzo ponte (*half-bridge*) o a ponte intero (*full-bridge*).

La struttura a mezzo ponte (fig. 1) è composta da due rami in parallelo tra loro, il primo formato dalla serie di due condensatori di elevata capacità e il secondo dalla serie di due interruttori, ciascuno dei quali presenta un diodo in antiparallelo.

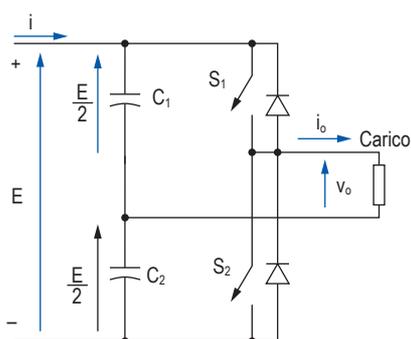


Fig. 1. Inverter half-bridge.

Il carico è connesso tra i punti intermedi dei due rami. Considerata l'alta capacità dei condensatori, si può supporre che la tensione nel punto centrale della serie rimanga costante a  $\frac{1}{2}E$ .

Con  $S_1$  chiuso e  $S_2$  aperto, la tensione di uscita applicata al carico ( $V_o$ ) risulta positiva e pari a  $\frac{1}{2}E$ , mentre con  $S_1$  aperto ed  $S_2$  chiuso, la tensione sul carico è negativa e di valore  $-\frac{1}{2}E$ . Il carico può quindi essere alimentato con tensione duale  $\pm\frac{1}{2}E$ .

Ovviamente i due interruttori non possono mai essere chiusi contemporaneamente in quanto si creerebbe un cortocircuito distruttivo sull'alimentazione in ingresso.

Sostituendo i due condensatori con altrettanti switch, si ottiene l'inverter a ponte intero (fig. 2).

Comandando in modo complementare gli switch dei due rami, sul carico si presenta una tensione  $\pm E$ .

Con  $S_1$  e  $S_4$  accesi ed  $S_2, S_3$  spenti, la tensione sul carico è pari a  $E$ , mentre con  $S_2$  ed  $S_3$  accesi ( $S_1, S_4$  spenti) la tensione è di segno opposto  $-E$ . Rendendo indipendenti i controlli dei due rami, l'inverter a ponte intero permette anche la generazione di una tensione di uscita nulla, sia con tutti gli interruttori aperti e carico flottante, sia con entrambi gli interruttori superiori (o inferiori) chiusi, con il carico cortocircuitato.

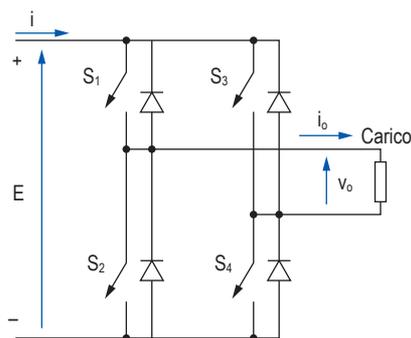


Fig. 2. Inverter full-bridge.

A parità di tensione continua in ingresso, la dinamica di uscita di un inverter a ponte intero risulta quindi il doppio di quella di un inverter a mezzo ponte.

Inoltre, la tensione prodotta da un inverter full-bridge presenta un minor contenuto di armoniche indesiderate, con frequenza superiore alla fondamentale, con conseguente riduzione delle dimensioni del filtro passa basso da porre sull'uscita (fig. 3).

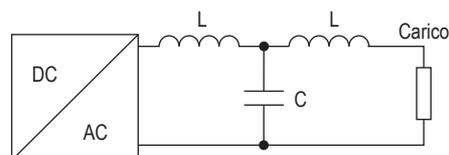


Fig. 3. Filtro LCL tra convertitore e carico.

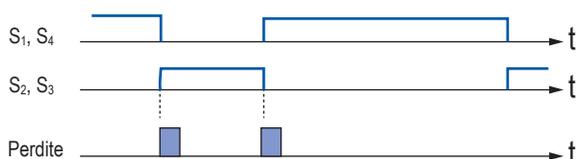
Poiché tale filtro è attraversato dalla corrente di carico, va realizzato con componenti reattivi (induttori e capacità) a basso contenuto resistivo.

Le principali tipologie di filtro utilizzate sono LC e LCL.

## 2 Tempi morti di comando

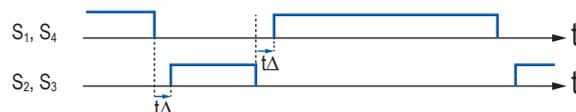
Fino ad ora si sono ipotizzati interruttori ideali, con commutazioni istantanee.

In realtà, ad ogni commutazione, i ritardi di apertura e di chiusura degli switch posti in serie sul medesimo ramo, introducono possibili conduzioni di cortocircuito (*shoot through*) sul ramo, con perdite di potenza indesiderate (perdite di conduzione, **fig. 4**).



**Fig. 4.** Tensioni ideali di comando.

Perciò, rispetto al comando di apertura, la chiusura dello switch appartenente al medesimo ramo è ritardata di un intervallo  $t\Delta$  (**fig. 5**), detto tempo morto (*dead-time*), scelto con un certo margine di sicurezza.



**Fig. 5.** Tensioni di comando con tempo morto.

Il tempo morto può variare da poche decine di ns per gli switch molto veloci (di piccola potenza) alle decine di  $\mu$ s, per switch molto lenti, di elevata potenza.