

# RIFASAMENTO IN PRESENZA DI CORRENTI ARMONICHE

Negli impianti industriali è frequente la presenza di macchine operatrici azionate da motori con variatori di velocità, di gruppi statici di continuità, di convertitori di frequenza, ecc. Queste macchine utilizzano convertitori AC/DC che, oltre a prelevare energia con un Fattore di Potenza molto basso, sono caratterizzati da una forma d'onda della corrente assorbita "non lineare", cioè con andamento non sinusoidale, ma sotto forma di impulsi. Le forme d'onda tipiche di tali carichi sono rappresentate in Fig. A

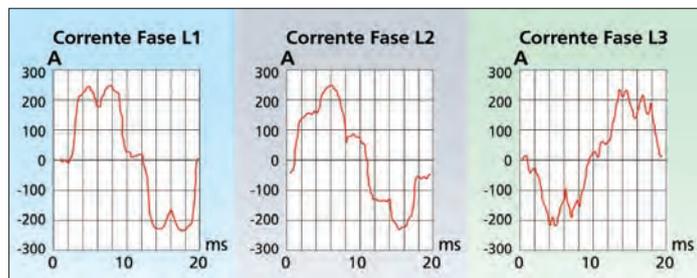


Fig. A

Una curva periodica deformata può essere scomposta in una frequenza *Fondamentale* ed in altre sinusoidi *Armoniche di frequenza rispettivamente doppia, tripla, quintupla, ecc., denominate seconda, terza, quinta Armonica ecc.*

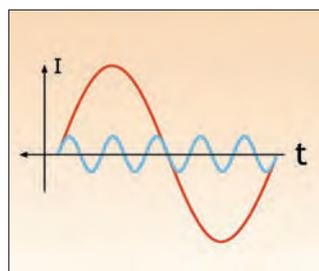


Fig. B

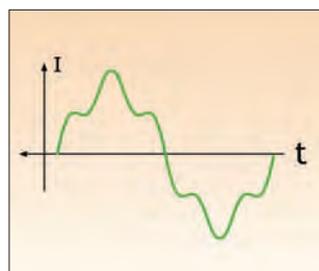


Fig. C

L'esempio di Fig. B mostra una sinusoide di frequenza *Fondamentale* (50Hz) sovrapposta ad una sinusoide più piccola rappresentante la *Quinta Armonica* (250Hz).

La Fig. C mostra la *distorsione armonica* risultante dalla sovrapposizione delle due sinusoidi precedenti.

Si definisce "**DISTORSIONE ARMONICA TOTALE**" (THD) il rapporto percentuale tra il valore della corrente armonica totale e quello della fondamentale:

$$THD \% = \frac{\sqrt{\sum_n I_{an}^2}}{I_f} \times 100 = \frac{I_{aT}}{I_f} \times 100$$

**dove:**  $n$  = ordine delle armoniche  
 $I_{an}$  = ampiezza delle correnti armoniche  
 $I_f$  = ampiezza della corrente fondamentale  
 $I_{aT}$  = ampiezza della corrente armonica totale

L'installazione di condensatori in presenza di *armoniche di corrente* (le armoniche di tensione sono in genere irrilevanti), presenta una serie di problemi che devono essere attentamente valutati.

I condensatori, amplificando le armoniche presenti in rete, sono sottoposti a sovracorrenti superiori ai dati di targa e si possono originare fenomeni di *risonanza* con valori pericolosi sia per le batterie di condensatori che per l'impianto stesso.

La condizione più gravosa è quando si verifica la condizione di *Risonanza Parallelo o Antirisonanza*, cioè un'oscillazione distruttiva tra l'induttanza del circuito e le batterie di condensatori.

Il carico, ad esempio, di un Inverter, equivale ad un potente generatore di armoniche, mentre la Rete ed il Trasformatore si possono rappresentare con l'induttanza di cortocircuito equivalente, come indicato nello schema di Fig. D.

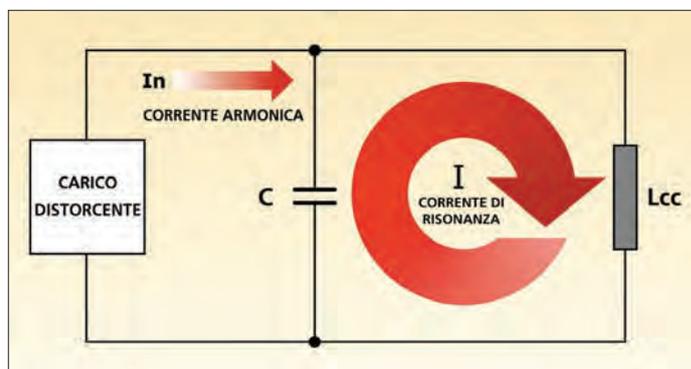


Fig. D

La frequenza di risonanza è data da:

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \sqrt{L_{cc} \cdot C}}$$

In condizioni di Risonanza la corrente e la tensione relative alla maglia Lcc-C sono fortemente amplificate e, in minore misura, anche le armoniche adiacenti.

Quando la frequenza della corrente armonica coincide con quella del sistema Condensatore/Rete, l'impedenza assume il valore minimo e la corrente del circuito il valore massimo, anche se la tensione resta costante.

Per limitare questi gravi inconvenienti si associano ai condensatori di rifasamento degli induttori, realizzando un filtro serie LC accordato su di un valore di frequenza inferiore a quello delle armoniche presenti in rete: in questo modo i condensatori non vengono interessati dalle correnti armoniche.

Lo scopo dei filtri di blocco è quindi di evitare la Risonanza tra il trasformatore ed i condensatori ed il conseguente sovraccarico dei condensatori di rifasamento.

Il filtro di blocco è inserito in serie all'alimentazione dei condensatori, secondo lo schema di Fig. E. La frequenza di risonanza tra le reattanze ed i condensatori è calcolata a 189 Hz e la curva di risposta tipica è quella indicata sempre in Fig. E.

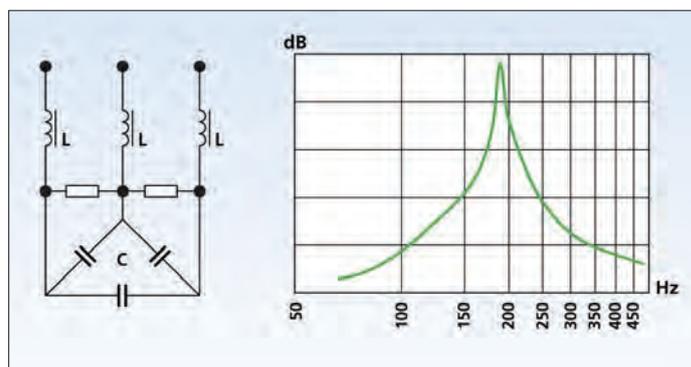


Fig. E

Le reattanze di blocco in serie introducono sui condensatori un aumento di tensione che è tanto più elevato quanto maggiore è il valore dell'induttore e che può arrivare al 10% di  $V_n$ : pertanto i condensatori dovranno essere opportunamente dimensionati.