



Zeno Martini (admin)

SUL FATTORE DI POTENZA REALE

14 July 2004

Domanda:

Ho letto che il fattore di potenza coincide con il coseno dell'angolo di sfasamento solo se il regime è sinusoidale. Mentre la definizione corretta di fattore di potenza lo definisce come rapporto tra potenza attiva e potenza reattiva. Può spiegarmi perché la coincidenza si ha solo in regime sinusoidale?

Risponde admin

Il fattore di potenza, erroneamente chiamato *cosfi*, è in realtà proprio il rapporto tra la potenza attiva, P (watt), e la potenza apparente, S (VA). Il suo nome deriva proprio dal fatto che è il fattore per cui si deve moltiplicare la potenza apparente per ottenere la potenza attiva. Questo fattore coincide con il coseno dell'angolo di sfasamento tra tensione e corrente solo per forme d'onda perfettamente sinusoidali, che è del resto l'unico caso in cui si può parlare di un ben preciso angolo di sfasamento. La potenza apparente è il prodotto di valori efficaci di tensione, U , e di corrente, I , $S=U \cdot I$, mentre la potenza attiva è il valore medio della potenza istantanea $p(t)$, prodotto dei valori istantanei di tensione e corrente, rispettivamente $u(t)$ ed $i(t)$: $p(t)=u(t) \cdot i(t)$ e $P= \text{valore medio di } [p(t)]$

Il valore efficace di una forma d'onda qualsiasi, è dato dalla radice quadrata della somma dei quadrati della componente continua e dei valori efficaci delle sinusoidi che la compongono, secondo il teorema di Fourier: le cosiddette armoniche.

Supponiamo, per semplicità, che la tensione $u(t)$ sia perfettamente sinusoidale, $u(t)=U_M \cdot \sin \omega t$, mentre non lo è la corrente $i(t)$. E', in pratica, ciò che si verifica in presenza di apparecchiature elettroniche quali raddrizzatori ed inverter. La corrente, di valore medio nullo, è scomponibile in una successione di armoniche: $i(t)=I_M \cdot \sin(\omega t + f) + \dots + I_{Mn} \cdot \sin(n\omega t + f_n) + \dots$. La **fondamentale** ha la stessa frequenza $f=\omega/2\pi$, della tensione di alimentazione, le **armoniche** un multiplo di essa. Il valore medio della potenza, cioè la potenza attiva, è data dal prodotto del valore efficace della tensione, $U=U_M/\sqrt{2}$ per il valore efficace della sola fondamentale di corrente $I=I_M/\sqrt{2}$ e per il coseno dell'angolo di sfasamento tra le due, $\cos f$: cioè $P=U \cdot I \cdot \cos f$. I valori efficaci delle armoniche non contribuiscono al valore della potenza attiva perché il prodotto della tensione $u(t)$ per una qualsiasi armonica che non sia la fondamentale, ha valore medio nullo: cioè

valore medio di $[U_M \sin n\omega t] \cdot I_{Mn} \sin(n\omega t + f_n)] = 0$ con $n > 1$.

Contribuiscono però al valore della potenza apparente in quanto il valore efficace della $i(t)$, I , è maggiore del valore efficace della sola fondamentale di corrente, $I_1 = I_{M1}/\sqrt{2}$. Infatti si ha

$$I = \sqrt{(I_{M1}^2 + \dots + I_{Mn}^2 \dots)/2} > \sqrt{I_{M1}^2/2} = I_1$$

In presenza di armoniche cresce dunque la potenza apparente, ma non la potenza attiva, quindi diminuisce il fattore di potenza. Si è detto che il prodotto di una tensione per una corrente di frequenza multipla ha sempre un valore medio nullo: ma questa è proprio la stessa cosa che succede per il prodotto della tensione per la componente della fondamentale della corrente in quadratura con la tensione, cui si è dato il nome di potenza reattiva, $Q = U \cdot I_1 \cdot \cos f$. In presenza di armoniche si ha dunque una potenza reattiva aggiunta che è detta potenza deformante, **D**. Solo in assenza di armoniche **D** è nulla e vale la relazione **$S^2 = P^2 + Q^2$** . In questo caso il fattore di potenza coincide con il coseno dell'angolo di sfasamento tra tensione e corrente:

$$(P/S)^2 = 1 - (Q/S)^2 = \cos^2 f,$$

cioè

$$fp = P/S = \cos f.$$

In presenza di armoniche, oltre a non essere definibile un angolo di sfasamento tra tensione e corrente globale, ma solo uno sfasamento tra la tensione e la fondamentale della corrente, la relazione corretta è **$S^2 = P^2 + Q^2 + D^2$** . Il fattore di potenza non coincide più con il coseno del suddetto angolo di sfasamento, ma è inferiore:

$$(P/S)^2 = 1 - (Q/S)^2 - (D/S)^2 = \cos^2 f - (D/S)^2$$

cioè

$$fp = P/S = \sqrt{\cos^2 f - (D/S)^2} < \cos f$$