

Zeno Martini (admin)

POTENZA

1 January 2004



Nell'Applet interattiva che segue sono tracciati i diagrammi di tensione (in blu) e corrente (in rosso) nella parte superiore. I segmenti rosso e blu i sono i vettori rappresentativi di tensione e di corrente.

Il browser non supporta Java

Nella casella di testo centrale è indicato il valore dell'angolo di sfasamento (ϕ) tra la tensione e la corrente, modificabile mediante i pulsanti ai lati ad intervalli di 15° .

I diagrammi inferiori rappresentano la potenza effettiva (blu) e le sue componenti: puramente attiva(rossa) il cui valore medio è P , e puramente reattiva (verde) il cui valore massimo è la Q . (vedi spiegazione sottostante)

TEORIA

La potenza elettrica che istante per istante si trasferisce tra due sezioni circuitali bipolari è data dal prodotto della tensione istantanea tra i due poli e l'intensità di corrente istantanea:

$$p(t)=u(t)*i(t).$$

I versi positivi di tensione e di corrente stabiliscono il verso positivo del flusso di potenza (è sempre concorde con il verso che la corrente ha nel punto a potenziale più elevato). Poiché sia l'intensità di corrente che la tensione elettrica assumono, rispetto ai versi prefissati come positivi, valori sia positivi che negativi, il loro prodotto, cioè la potenza, può essere sia positiva che negativa. Ciò significa che può esserci un intervallo di tempo, minore o, al massimo, uguale a $T/2$ in cui il bipolo utilizzatore funziona da generatore. Questo succede in quanto, in regime variabile, le energie elettriche immagazzinate (magnetica nell'induttanza, elettrostatica nella capacità) sono permanentemente scambiate tra questi componenti ed il generatore il quale, a regime, si trova a dover fornire al circuito la sola potenza consumata. Quest'ultima viene detta potenza attiva, il suo flusso è sempre diretto verso l'utilizzatore ed oscilla tra 0 ed un valore massimo pari a $2P$ dove P indica il suo valore medio, mentre la potenza scambiata tra generatore ed elementi reattivi(induttanze e condensatori) è chiamata potenza reattiva il cui valore massimo è indicato con Q .

Vediamo matematicamente le cose.

$$u(t) = U_M \sin \omega t$$

$$i(t) = I_M \sin(\omega t - f)$$

$$p(t) = u(t) \cdot i(t) = U_M I_M \sin \omega t \cdot \sin(\omega t - f)$$

con alcuni passaggi matematici si perviene alla

$$p(t) = P \cdot (1 - \cos 2\omega t) - Q \cdot \sin 2\omega t$$

dove si è posto

$$P = UI \cos f$$

$$Q = UI \sin f$$

essendo U ($U_M/1.41$), I ($I_M/1.41$) i valori efficaci di tensione e di corrente.

Il primo addendo $P(1 - \cos 2\omega t)$ è sempre positivo, è la somma di un valore costante P e di una sinusoide di ampiezza P : il suo valore medio è dunque P con valore massimo $2P$.

Il secondo, $-Q \sin 2\omega t$ è una sinusoide di frequenza doppia della tensione ed ampiezza Q .

A P si dà il nome di **potenza attiva** e, per la sua unità di misura, si conserva il Watt. $\cos f$ viene chiamato **fattore di potenza** (f.p. , $\cos f$)

A **Q** si dà il nome di **potenza reattiva** e, alla sua unità di misura (dimensionalmente sempre watt) si dà il nome di *var* (volt-ampere-reattivi).

Al prodotto dei valori efficaci di tensione e di corrente

$$S = U \cdot I$$

si dà il nome di potenza apparente ed alla sua unità di misura (dimensionalmente sempre watt) si dà il nome VA (volt*ampere).

E' immediato constatare che

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

S rappresenta cioè l'ipotenusa di un triangolo rettangolo i cui cateti sono **P** e **Q**. **P** viene generalmente disegnato orizzontale e **Q** verticale (verso l'alto se **Q** è positiva). L'angolo tra l'ipotenusa ed il cateto **P** è l'angolo di sfasamento tra la tensione e la corrente, corrispondente, in valore e segno, all'argomento dell'impedenza.

Molto importante dal punto di vista pratico è il **teorema di Boucherot**. Esso afferma che, immaginando di dividere un qualsiasi circuito elettrico in due parti, la totale potenza attiva proveniente da una delle due parti è esattamente uguale alla somma aritmetica delle potenze attive presenti nella seconda parte calcolate per ogni bipolo di essa, mentre la potenza reattiva **Q** è la somma algebrica delle potenze reattive di tutti i suddetti bipoli. Nella somma algebrica si considerano positive le potenze reattive degli induttori e negative quelle dei condensatori.

$$P = P_1 + P_2 + \dots + P_n$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$

La potenza apparente totale non è mai uguale alla somma delle potenze apparente parziali (tranne il caso particolare di bipoli aventi tutti impedenza con lo stesso argomento). Essa si ricaverà pertanto dalla $S^2 = P^2 + Q^2$

Il teorema di Boucherot dà luogo ad un efficace metodo di analisi dei circuiti in c.a. denominato *Metodo delle potenze*.

E' stato anche introdotto il concetto di **potenza complessa**. Si tratta di un [numero complesso](#) la cui parte reale corrisponde alla potenza attiva **P** e la cui parte immaginaria corrisponde in valore e segno alla potenza reattiva **Q**. Questo numero si ottiene moltiplicando tra loro il numero complesso che rappresenta la tensione per il coniugato del numero complesso che rappresenta la corrente:

$$\dot{S} = P + jQ = \dot{U} \cdot \check{I}$$

Per il teorema di Boucherot si ha allora che il numero complesso che rappresenta la potenza complessa nella sezione di un circuito è uguale alla somma delle potenze complesse dei singoli bipoli della parte a valle.