

Potenza in alternata

$$v = V_{max} \sin \omega t \quad i = I_{max} \sin(\omega t + \varphi)$$

Potenza istantanea $p = vi$

Potenza apparente $S = V_{eff} * I_{eff} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} * \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{V_{max} * I_{max}}{2}$ si misura in VA (Volt-Ampere)

Potenza attiva $P = V_{eff} * I_{eff} * \cos \varphi$

Potenza reattiva $Q = V_{eff} * I_{eff} * \sin \varphi$ si misura in VAR (Volt-Ampere Reattivi)

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

$\cos \varphi$ è chiamato FATTORE DI POTENZA

La potenza attiva è quella dissipata nelle resistenze.

La **potenza attiva** è quella dissipata nelle resistenze, è quel valore di potenza che, moltiplicato per il periodo, fornisce l'energia trasformata durante il periodo stesso. Essa si indica con P , si misura in watt e coincide con il valore della componente continua della potenza istantanea in un periodo

Un wattmetro inserito in modo da rilevare contemporaneamente la tensione e la corrente alternate, indica proprio il valore della potenza attiva

La **potenza apparente** è data dal prodotto del valore efficace della tensione per il valore efficace della corrente, indipendentemente dalla loro posizione relativa e quindi dall'andamento della potenza nel tempo.

Essa è indicata con S e viene misurata in **volt-ampere** (abbreviato VA).

Si definisce **fattore di potenza**, e si indica con f_p , il rapporto tra la potenza attiva e quella apparente; esso può assumere tutti i valori compresi fra zero e uno, nel caso di tensioni sinusoidali dal rapporto S/P otteniamo $\cos \varphi$

Nel caso in cui le forme d'onda di tensione e corrente sono in fase, $\cos \varphi = 1$, la potenza apparente e quella attiva sono uguali $S = P$. Questo avviene solamente quando il circuito è formato da soli resistori. In tutti gli altri casi la potenza apparente è maggiore di quella attiva.

Nell'arco di un periodo avvengono alternativamente scambi di energia tra il campo elettrico o magnetico della reattanza e il resto del circuito, senza alcuna dissipazione. La **potenza reattiva** è quella potenza che alternativamente fluisce nelle reattanze senza essere trasformata in altre forme di energia.

Essa è indicata dal simbolo Q ed è misurata in VAR (volt-ampere reattivi).

La reattanza assorbe e restituisce potenza istantanea due volte nel periodo; in una induttanza l'energia assorbita viene immagazzinata temporaneamente nel campo magnetico dell'induttore quando il valore assoluto della corrente è in aumento, mentre viene restituita alla rete quando il valore assoluto della corrente è in diminuzione.

In un condensatore il campo elettrico immagazzina energia quando il valore assoluto della tensione cresce e la restituisce quando il valore assoluto della tensione diminuisce.

La potenza reattiva capacitiva assume segno negativo, mentre quella induttiva assume segno positivo: questo non significa affatto che l'una sia generata e l'altra assorbita, poiché abbiamo appena visto che le potenze istantanee invertono il loro senso due volte nel periodo e danno sempre media nulla.

La differenza di segno indica solamente che, se in un dato istante del periodo un induttore sta erogando potenza, un condensatore alimentato dallo stesso generatore sta assorbendo e viceversa.

In una rete complessa possono essere presenti contemporaneamente più resistori, induttori e condensatori. Il calcolo della potenza è regolato dal **teorema di Boucherot** per il quale **la potenza attiva totale è data dalla somma delle potenze dissipate da ogni resistore**

$$P_T = P_1 + P_2 + \dots + P_N$$

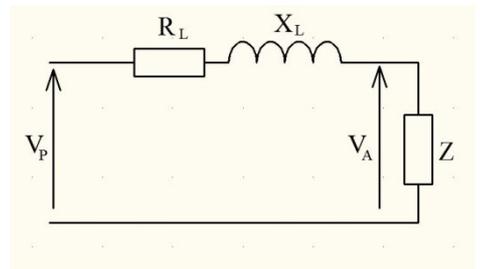
mentre la potenza reattiva totale è ottenuta come somma algebrica delle singole potenze reattive: le potenze induttive e capacitive si compensano e quando sono uguali in valore assoluto si annullano a vicenda

$$Q_T = Q_{L1} + Q_{L2} + \dots + Q_{LN} - Q_{C1} - Q_{C2} - \dots - Q_{CN}$$

Caduta in linea in c.a.

la caduta di tensione nella linea di distribuzione di un circuito in corrente continua, e si può ricavare come prodotto tra la resistenza R , della linea e la corrente.

In alternata $\Delta V = V_P - V_A = (R_l \cos \varphi + X_l \sin \varphi)$



Si presenta spesso il problema di **trasferire la massima potenza possibile** dal generatore al carico.

Un generatore reale in alternata trasferisce al carico la massima potenza quando il valore dell'impedenza di carico Z_u è reso uguale al complesso coniugato dell'impedenza interna Z_i del generatore

$$\overline{Z_U} = \underline{Z_i} \text{ ovvero } R_U = R_i \text{ e } X_U = -X_i$$

Nell'impedenza interna Z_i dev'essere inclusa anche l'eventuale impedenza della linea di connessione. Se il carico è alimentato da una rete complessa, questa dev'essere sostituita dal generatore equivalente di Thévenin.

Rifasamento

La potenza attiva rappresenta l'energia che, in un secondo, viene effettivamente trasferita dal generatore all'utilizzatore e trasformata in qualche altra forma. Per la sua produzione è necessario ricorrere a una fonte di energia primaria (per esempio combustibili, salti idraulici ecc.). Le tariffe dell'energia elettrica sono basate sulla misura dell'energia attiva.

D'altra parte le macchine elettriche e le linee di distribuzione devono essere progettate per sopportare sia la tensione sia la corrente: le loro dimensioni risultano funzione del prodotto della corrente per la tensione, cioè della potenza apparente.

Inoltre la tensione V delle macchine generatrici deve essere aumentata rispetto a quella dell'utente a causa della caduta di linea, che è proporzionale al modulo della corrente.

Risulta evidente la convenienza, da parte dei produttori di energia elettrica, di alimentare carichi la cui potenza apparente sia prossima il più possibile alla potenza attiva, in modo da non essere costretti a sovradimensionare o a sovraccaricare i propri impianti, a fronte della stessa energia attiva assorbita e pagata dall'utente.

L'ideale sarebbe che tutti i carichi fossero costituiti da resistori; invece una gran parte dei carichi è costituita da motori, che equivalgono a impedenze ohmico-induttive: la potenza attiva assorbita da un motore viene trasformata prevalentemente in potenza meccanica e, per la parte rimanente, in calore.

La potenza reattiva è necessaria per generare i campi magnetici operanti all'interno del motore e può assumere valori rilevanti; essa non viene misurata dai contatori, ma costituisce comunque un onere per il produttore di energia i cui impianti vengono maggiormente impegnati. Per ridurre la potenza reattiva richiesta alla rete di distribuzione si ricorre al rifasamento.

Esso consiste nel collegare in parallelo al circuito dell'utente una batteria di condensatori che assorbe una potenza capacitiva equivalente a quella induttiva.

Si è già visto che, in ciascun istante del periodo, la potenza capacitiva ha segno opposto a quella induttiva: la potenza reattiva fluisce così alternativamente dai carichi induttivi ai condensatori e viceversa, senza interessare la rete.

Poiché stiamo considerando un regime sinusoidale, ricordiamo che il fattore di potenza coincide con il $\cos \varphi$. In assenza di rifasamento il fattore di potenza della linea è minore di uno; con un perfetto rifasamento si riporta il fattore di potenza della linea al valore uno, senza aver con questo alterato il funzionamento del carico ohmico-induttivo: la corrente nel carico non varia; solamente la sua componente reattiva viene mascherata dalla corrente capacitiva della batteria di rifasamento.

La reattanza necessaria per rifasare un impianto è ottenuta ponendo la potenza capacitiva uguale in valore assoluto alla potenza induttiva