

Sistemi trifasi

POTENZA APPARENTE

Per quanto riguarda la potenza apparente si potrebbero dare due distinte definizioni:
La definizione tradizionale non tiene conto del fatto che le potenze apparenti sono quantità vettoriali per cui la potenza apparente totale viene definita come somma aritmetica delle potenze apparenti delle tre fasi ossia:

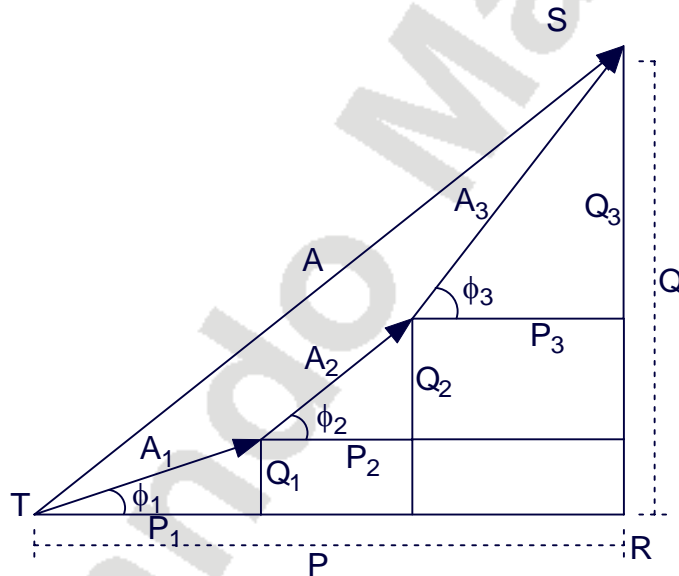
$$A = \sum_{i=1}^3 E_i \cdot I_i$$

L'altra definizione, ovviamente più esatta, stabilisce che:

$$A' = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

tale formula conduce a valori che sono sempre minori della precedente.

La cosa si evince in figura:



La potenza attiva del sistema è rappresentata da \overline{TR} , la reattiva da \overline{SR} , la apparente da \overline{TS} senz'altro minore della somma aritmetica di A_1 , A_2 , A_3 .

Le due definizioni coinciderebbero se $\phi_1 = \phi_2 = \phi_3$ ossia se il sistema fosse equilibrato.

Da questa duplice definizione scaturisce anche una duplice definizione per il fattore di potenza:

Secondo la definizione tradizionale esso è dato da:

$$\cos \phi = \frac{P}{A} = \frac{\sum_{i=1}^3 E_i \cdot I_i \cdot \cos \phi_i}{\sum_{i=1}^3 E_i \cdot I_i}$$

Sistemi trifasi

Secondo l'altra, invece:

$$\cos \phi' = \frac{P}{A'} = \cos \operatorname{arctg} \frac{Q}{P} = \cos \operatorname{arctg} \frac{\sum_{i=1}^3 E_i \cdot I_i \cdot \operatorname{sen} \varphi_i}{\sum_{i=1}^3 E_i \cdot I_i \cdot \cos \varphi_i}$$

Questo secondo valore è inoltre un invariante del sistema, conservando sempre lo stesso valore comunque si sposti il centro stella rispetto al quale sono misurate le E_1, E_2, E_3 .

Il primo $\cos \phi$, invece, per una stessa terna può assumere infiniti valori a seconda della posizione assunta per il centro stella.

La razionalità della seconda definizione viene messa in evidenza da queste ulteriori considerazioni:

Dato un sistema trifase qualunque, determinato dalle tre tensioni concatenate e dalle tre correnti, immaginiamo di ruotare insieme di un angolo δ i tre vettori delle correnti intorno ad un punto 0 scelto arbitrariamente.

La potenza del sistema diventerà:

$$P' = E_1 \cdot I_1 \cdot \cos(\varphi_1 - \delta) + E_2 \cdot I_2 \cdot \cos(\varphi_2 - \delta) + E_3 \cdot I_3 \cdot \cos(\varphi_3 - \delta)$$

e sviluppando i coseni delle tre differenze e raccogliendo i fattori comuni $\cos \delta$ e $\operatorname{sen} \delta$ si avrà:

$$P' = \cos \delta \cdot \sum_{i=1}^3 E_i \cdot I_i \cdot \cos \varphi + \operatorname{sen} \delta \cdot \sum_{i=1}^3 E_i \cdot I_i \cdot \operatorname{sen} \varphi = P \cdot \cos \delta + Q \cdot \operatorname{sen} \delta$$

Evidentemente continuando a ruotare i vettori nello stesso senso la potenza raggiungerà un valore massimo, poi tornerà a diminuire: il valore massimo di δ che rende massima la potenza si avrà ponendo:

$$\frac{dP'}{d\delta} = 0 \quad \text{ossia} \quad -P \cdot \operatorname{sen} \delta + Q \cdot \cos \delta = 0$$

da cui si ricava:

$$\operatorname{tang} \delta = \frac{\sum_{i=1}^3 E_i \cdot I_i \cdot \operatorname{sen} \varphi}{\sum_{i=1}^3 E_i \cdot I_i \cdot \cos \varphi} = \frac{Q}{P}$$

Il valore massimo della potenza si ottiene pertanto ruotando i vettori delle correnti di un angolo δ che ha per tangente la somma delle potenze reattive del sistema divisa per la somma delle potenze attive.

Si definisce allora fattore di potenza di un sistema trifase qualsiasi il coseno dell'angolo δ di cui si deve ruotare il sistema delle correnti rispetto al sistema delle tensioni per rendere massima la potenza attiva del sistema.