POTENZA NEI SISTEMI TRIFASE

In un sistema trifase la potenza istantanea assorbita è uguale alla somma algebrica delle potenze istantanee in ciascuna fase.

$p = v_{10}\, i_1 + v_{20}\, i_2 + v_{30}\, i_3$ dove le tensioni v_{10}, v_{20}, v_{30} sono le tensioni istantanee fra i vari conduttori del sistema trifase e un punto qualsiasi assunto come riferimento.

Il valore della potenza totale "p" è del tutto indipendente dal punto scelto come riferimento ; difatti se come riferimento si prende il punto 0 la potenza istantanea risulta :

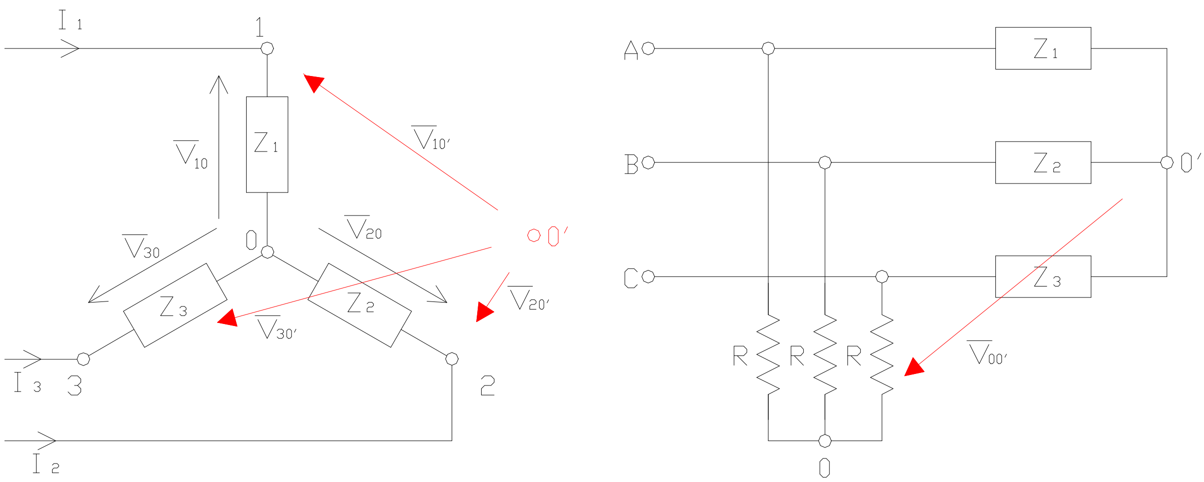
$$p = v_{10}\, i_1 + v_{20}\, i_2 + v_{30}\, i_3$$

se il riferimento viene spostato in 0' l' espressione della potenza diventa :

$$p' = v_{10'} \times i_1 + v_{20'} \times i_2 + v_{30'} \times i_3$$

Ovviamente fra 0 e 0' esisterà una d.d.p. pari a $v_{00'}$

Ma se osserviamo la figura ,possiamo notare che:



$$v_{10'} = v_{10} + v_{00'}$$

$$v_{20'} = V_{20} + v_{00'}$$

$$v_{30'} = v_{30} + v_{00'}$$

e pertanto la potenza assume le seguente espressione :

$$p' = v_{10'} i_1 + v_{20'}\, i_2 + v_{30'}\, i_3 = (v_{10} + v_{00'})\, i_1 + (v_{20} + v_{00'})\, i_2\, (v_{30} + v_{00'})\, i_3$$

quindi facendo delle semplici sostituzioni nella formula della potenza si viene ad avere :

$$p' = v_{10}\, i_1 + v_{20}\, i_2 + v_{30}\, i_3 + v_{00'}\, (i_1 + i_2 + i_3)$$

ma per il primo principio di Kirchhoff la somma delle correnti ($i_1 + i_2 + i_3$) è uguale a zero e quindi la formula ritorna uguale a quella di partenza: $p = p'$

- **N.B.** ***scegliendo un punto di riferimento cambiano i singoli termini della addizione nella formula della potenza senza influenzare minimamente la potenza totale del sistema trifase.***

Questo permette di effettuare di volta in volta la scelta più opportuna del punto di riferimento in modo da facilitare i calcoli e le misure delle potenze totali di un sistema trifase . Molto spesso il punto di riferimento viene fatto coincidere con uno dei fili : il neutro se esiste o un filo di linea .Il filo prescelto come riferimento da contributo nullo alla somma delle potenze riducendo così il numero di termini da calcolare o da misurare.

Analogamente a quanto visto per i sistemi monofasi definiamo ora la potenza attiva, reattiva ed apparente.

La potenza attiva è data dalla somma :

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 = V_1\, I_1 \cos\varphi_1 + V_2\, I_2 \cos\varphi_2 + V_3\, I_3 \cos\varphi_3$$

dove I rappresenta il valore efficace della corrente che attraversa la fase
dove V rappresenta il valore efficace della tensione ai capi del carico
dove φ lo sfasamento tra questa tensione e questa corrente.

Per quanto riguarda la potenza reattiva si suppone per convenzione ***pari alla somma algebrica delle potenze reattive delle singole fasi***. In verità per carichi squilibrati la cosa è abbastanza arbitraria perchè si arriva all' assurdo che una potenza reattiva induttiva assorbita da una fase può essere compensata da una ugual potenza reattiva capacitiva assorbita da un altra. Comunque, ritenuta valida questa ipotesi si avrà :

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_t = V_1\, I_1 \,\mathrm{sen}\varphi_1 + V_2\, I_2 \,\mathrm{sen}\varphi_2 + V_3\, I_3 \,\mathrm{sen}\varphi_3$$

dove I rappresenta il valore efficace della corrente che attraversa la fase
dove V rappresenta il valore efficace della tensione ai capi del carico
dove φ lo sfasamento tra questa tensione e questa corrente.

Analogamente la potenza apparente totale è data dall' espressione

$$S_t = \sqrt{P_t^2 + Q_t^2}$$

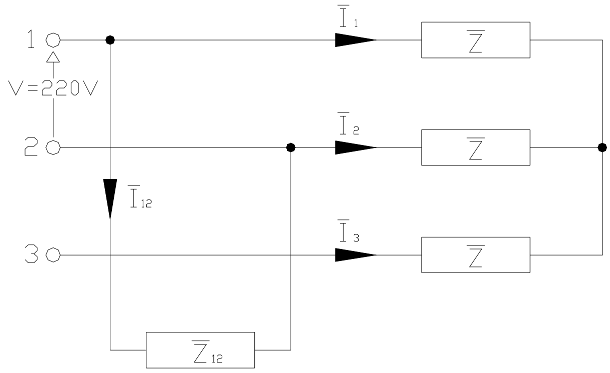
Se si varia il punto di riferimento varieranno i singoli valori di P_1, P_2, P_3, e Q_1, Q_2, Q_3, ma non viene minimamente influenzato il valore totale di P_t, e Q_t, e quindi anche di S_t.

Anche per il sistema trifase si definisce il fattore di potenza totale come rapporto fra la potenza attiva totale e quella apparente totale.

Esso coincide con il cosφ= R/Z nel caso in cui il carico è equilibrato ed ha senso parlare di un unico sfasamento delle impedenze. Negli altri casi non coincide con nessuno dei cosφ delle impedenze e pertanto verrà chiamato cosΦ **convenzionale**.

$$f_p = \cos\Phi = \frac{P_t}{S_t}$$

Esercizio: trovare potenza attiva,reattiva,apparente e fattore di potenza convenzionale del seguente circuito:



$\overline{Z} = 7 + j\,3$

$\overline{Z_{12}} = 9 – j\,2$

Svolgimento:

si ha Z = $\sqrt{7^2 + 3^2}$ = 7,62 Ω ; Z_{12} = $\sqrt{9^2 + 2^2}$ = 9,22 Ω

Da cui $I_1 = I_2 = I_3 = I = \dfrac{220}{\sqrt{3}x7{,}62}$ = 16,7 A

$I_{12} = \dfrac{220}{Z_{12}} = \dfrac{220}{9{,}22}$ = 23,9 A

P = 3 R I^2 = 3 x 7 x $16{,}7^2$ = 5.857 W = 5,86 kW

Q = 3 X I^2 = 3 x 3 x $16{,}7^2$ =2.510 VAR = 2,5 kVAR (induttiva)

$P_{12} = R_{12}\, I_{12}^2$ = 9 x $23{,}9^2$ = 5.141 W = 5,14 kW

$Q_{12} = X_{12}\, I_{12}^2$ = 2 x $23{,}9^2$ =1.142 Var = 1,142 kVAR (capacitiva)

Quindi

$P_t = P_1 + P_{12}$ = 5.857 + 5.141 = 10.998 W = 11 kW

$Q_t = Q – Q_{12}$ = 2.510 – 1.142 = 1.368 VAR (indutt.)

$S_t = \sqrt{P_t^{\ 2} + Q_t^2}$ = 11.083 VA = 11 kVA cos Φ = $\dfrac{10.998}{11.083}$ = 0,99
