



Zeno Martini (admin)

CARICO TRIFASE

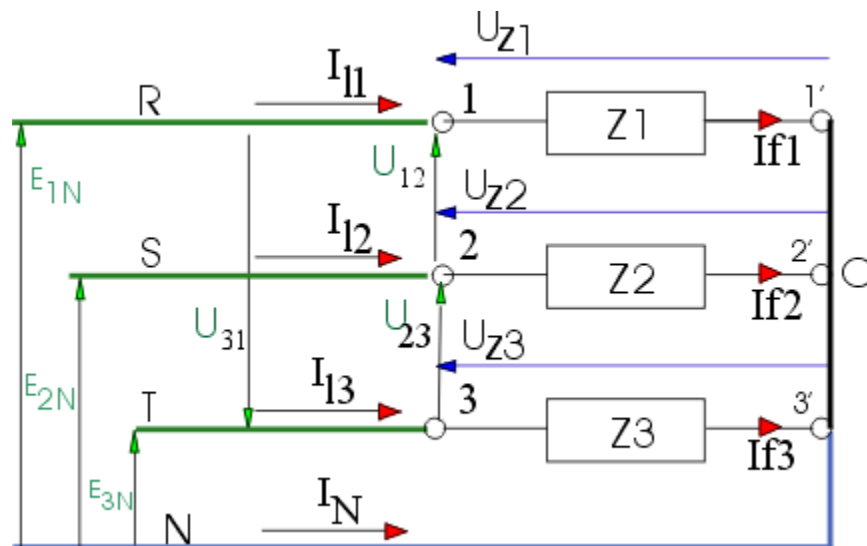
1 January 2004

CARICO TRIFASE

STELLA DI IMPEDENZE

Tre impedenze collegate a stella costituiscono un carico trifase che può essere alimentato da una linea trifase a tre o a quattro fili. Se le tre impedenze sono uguali il carico si dice equilibrato.

Considereremo carichi equilibrati alimentati da sistemi simmetrici.



In questo collegamento le correnti di linea sono uguali alle correnti di fase,

$$I_{li} = I_{fi}$$

mentre le tensioni di fase, cioè le tensioni ai capi delle impedenze, (indicate con U_{zi}) coincidono con le tensioni stellate del sistema o, ciò che è lo stesso, le tensioni dei fili di fase rispetto al filo neutro (indicate con E_{iN})

$$U_{zi} = E_{iN}$$

ed è sempre

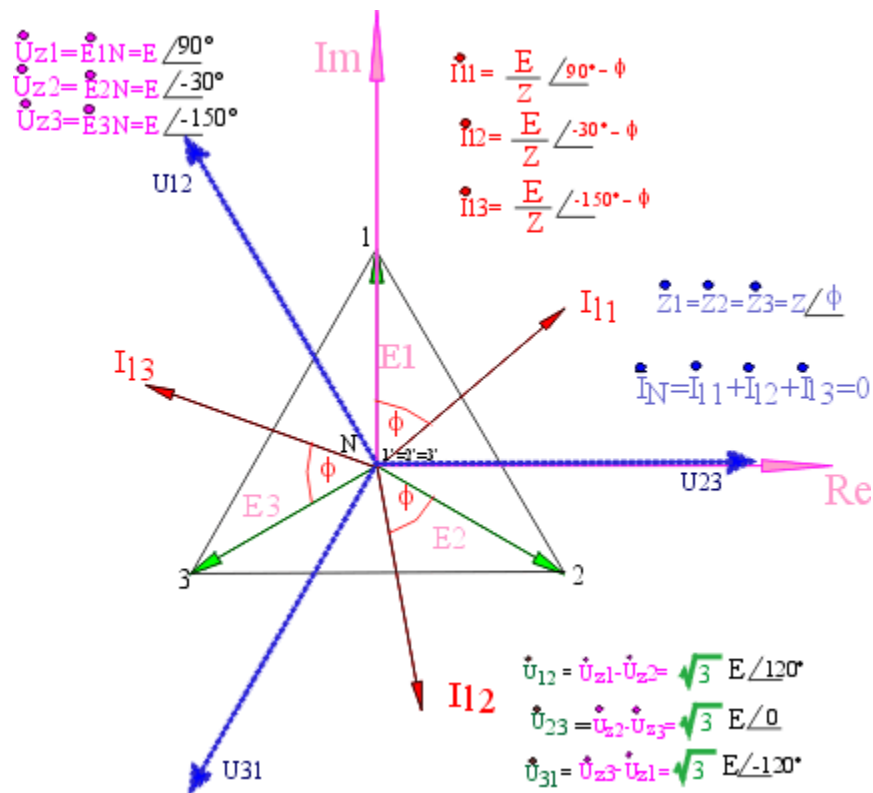
$$U = \sqrt{3} \cdot E$$

dove \mathbf{U} indica il valore efficace della tensione di linea ed \mathbf{E} il valore efficace della tensione di fase.

Le correnti si calcolano immediatamente con:

$$\dot{I}_{L1} = \frac{\dot{E}_{1N}}{\dot{Z}_1} \dot{I}_{L2} = \frac{\dot{E}_{2N}}{\dot{Z}_2} \dot{I}_{L3} = \frac{\dot{E}_{3N}}{\dot{Z}_3}$$

Il grafico vettoriale seguente, oltre a mostrare correnti di linea e tensioni, illustra calcoli e relazioni con maggiori dettagli.



- Le tre correnti di linea (e di fase) formano una terna di vettori uguali tra loro e sfasati di 120° , ruotata rispetto alla terna delle tensioni di fase dell'angolo \mathbf{f} pari all'argomento delle impedenze.
- La loro somma vettoriale, che corrisponde alla corrente nel neutro, è nulla.

- Togliendo il filo neutro nulla cambia. Sia con tre che con quattro fili, per il calcolo delle correnti di linea, si opera come su un semplice circuito monofase di impedenza \mathbf{Z} ed alimentato dalla tensione stellata.
- Senza filo neutro il centro stella O del carico equilibrato coincide con il centro stella dei generatori simmetrici collegato a stella (o con il centro stella ideale del sistema).
- Lo squilibrio del carico comporta regimi di corrente diversi con e senza filo neutro; il centro stella reale del carico squilibrato, in assenza di neutro, si sposta rispetto al centro stella ideale del sistema. Immaginando i generatori simmetrici collegati a stella, lo spostamento del centro stella può essere agevolmente calcolato ricorrendo al teorema di Millmann:

$$\bar{U}_{or} = \frac{\frac{\bar{E}_{1T}}{\bar{Z}_1} + \frac{\bar{E}_{2T}}{\bar{Z}_2} + \frac{\bar{E}_{3T}}{\bar{Z}_3}}{\frac{1}{\bar{Z}_1} + \frac{1}{\bar{Z}_2} + \frac{1}{\bar{Z}_3}}$$

TRIANGOLO DI IMPEDENZE

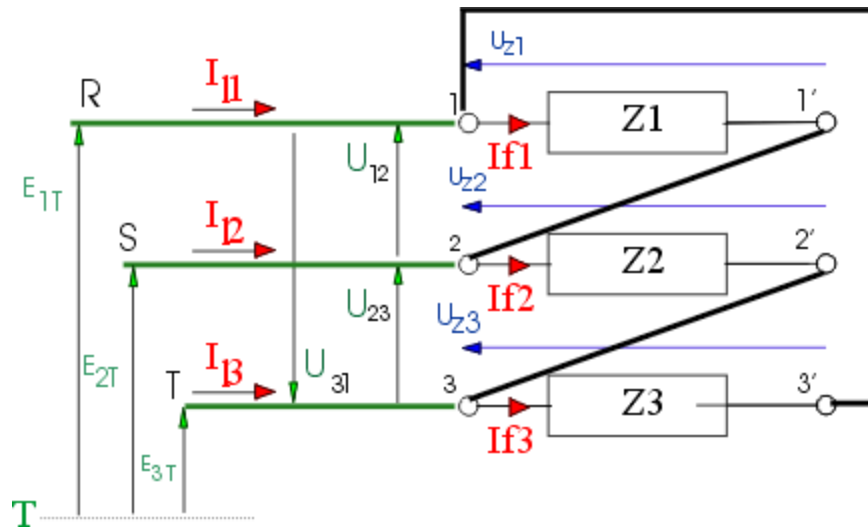
Anche tre impedenze collegate a triangolo costituiscono un carico trifase che può essere alimentato da una linea trifase a tre fili. Le tensioni di linea siano, per ipotesi simmetriche. I fili di linea sono collegati ai punti comuni a due impedenze consecutive.

In questo collegamento le tensioni di fase coincidono con le tensioni concatenate,

$$\mathbf{U}_{zi} = \mathbf{U}_{ij} \quad (j=i+1)$$

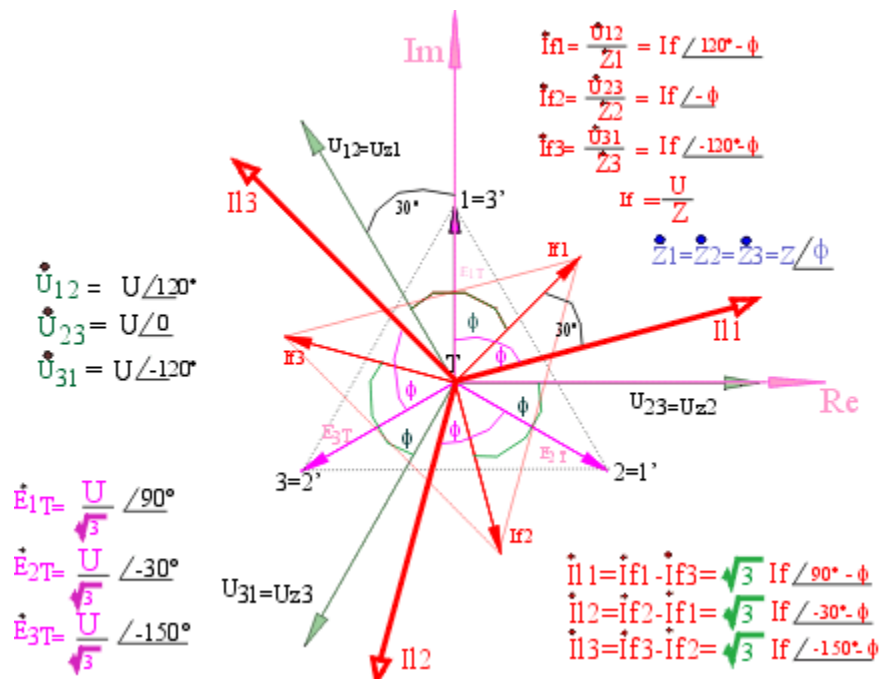
mentre le correnti di linea sono la differenza vettoriale di due correnti di fase.

$$\mathbf{I}_{li} = \mathbf{I}_{fi} - \mathbf{I}_{fj} \quad (j=i-1)$$



Come si può vedere dai diagrammi vettoriali, sussiste tra i valori efficaci delle correnti di linea e di fase la relazione

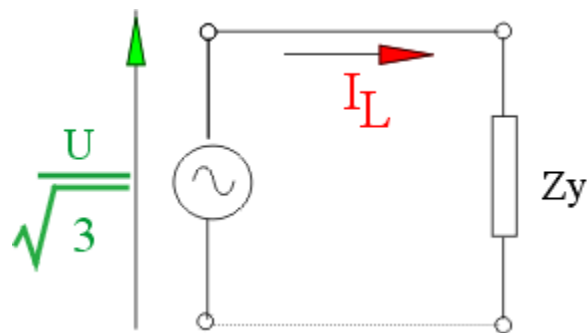
$$I_L = \sqrt{3} \cdot I_f$$



Come esempio di calcolo ecco i passaggi per il calcolo di I_{L1}

$$I_{L1} = \frac{\frac{U}{\sqrt{3}} \angle 90}{\frac{Z}{3} \angle \phi} = \frac{3}{\sqrt{3}} \cdot \frac{U}{Z} \angle 90 - \phi = \sqrt{3} \cdot I_f \angle 90 - \phi$$

- La terna delle correnti di linea è ruotata dell'argomento dell'impedenza f rispetto alla terna delle tensioni stellate del sistema.
- Se si trasforma il triangolo nella stella equivalente, ci si accorge che i calcoli per determinare le correnti di linea sono identici a quelli del collegamento a stella per cui ci si può sempre riferire al seguente schema



$$\dot{Z}_y = \frac{\dot{Z}_D}{3}$$

detto **Monofase equivalente** in cui il generatore ha il valore della tensione stellata del sistema, mentre l'impedenza alimentata è il valore dell'impedenza della stella equivalente.

Infatti, sempre con riferimento al diagramma vettoriale, si può calcolare I_{L1} con

$$I_{L1} = \frac{\frac{U}{\sqrt{3}} \angle 90}{\frac{Z}{3} \angle \phi} = \frac{3}{\sqrt{3}} \cdot \frac{U}{Z} \angle 90 - \phi = \sqrt{3} \cdot I_f \angle 90 - \phi$$

Le altre due si ottengono sfasandole rispetto a questa di $+120^\circ$ e -120° .