



Zeno Martini (admin)

INTERRUZIONE DEL NEUTRO

10 December 2017

Premessa

Con una certa regolarità arrivano nel forum quesiti sui problemi che si verificano con l'interruzione del neutro.

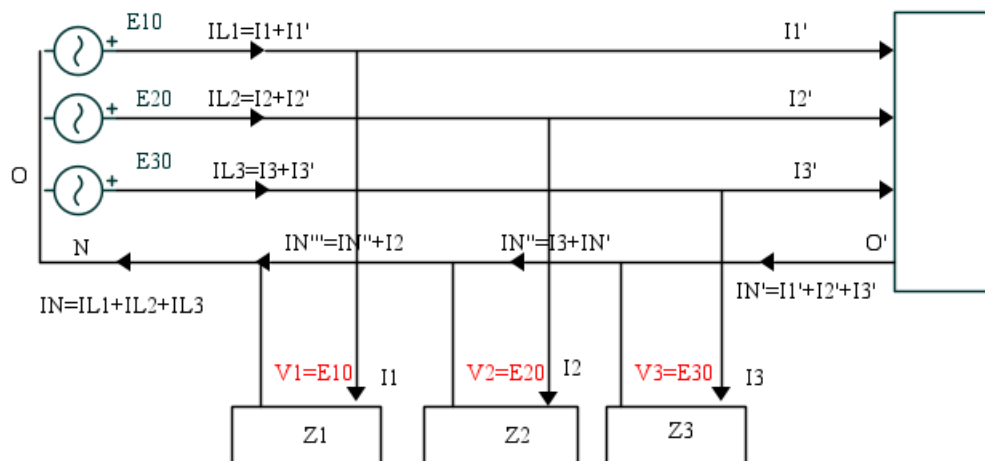
La spiegazione dei fenomeni è un classico della teoria degli impianti trifase e si trova naturalmente in ogni libro nonché in internet. Anche su questo sito c'è già [una mia risposta](#) in proposito, di molti anni fa e questo articolo non è altro che una riedizione di quella risposta con qualche schema, qualche formula ed un esempio numerico.

Quasi tutte le distribuzioni monofase alimentate dall'ente distributore sono derivate da una linea trifase utilizzando il neutro. L'utenza monofase è derivata tra una fase ed il neutro. Il neutro della linea trifase costituisce il filo di ritorno comune per le diverse utenze monofasi distribuite sui tre fili. Il neutro è collegato al centro stella del trasformatore e tra le fasi ed il neutro c'è praticamente sempre la tensione stellata del sistema che è, come noto, la tensione concatenata U (tra fase e fase) del sistema trifase diviso la radice quadrata di tre. Questa è la tensione delle utenze monofasi,

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

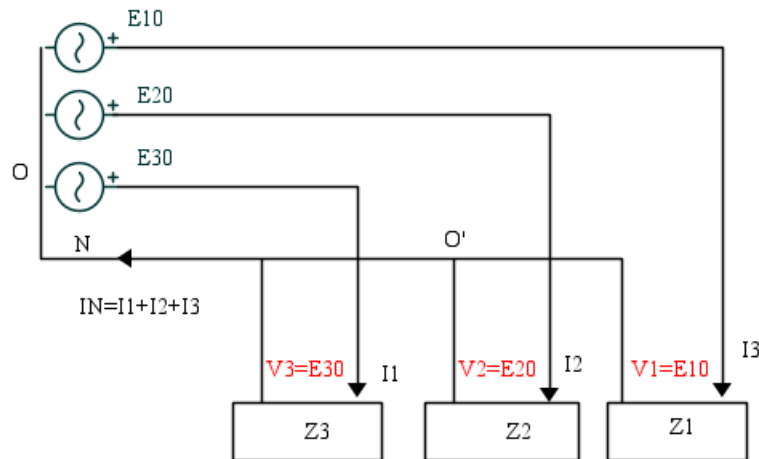
Linee sane

Schematizzazione



Ogni carico trifase con neutro può essere schematizzato con tre carichi monofasi derivati tra ciascuna fase ed il neutro.

Si può quindi considerare solo il seguente schema dove le impedenze sono il parallelo di tutte le impedenze \dot{Z}_i derivate tra la stessa fase i ed il neutro.



Quando il neutro non è interrotto, la corrente su di esso è la somma vettoriale delle correnti dei carichi sulle tre fasi. Se si trascura l'impedenza delle linee, la tensione sui carichi di ogni fase è la tensione stellata del sistema. Quindi

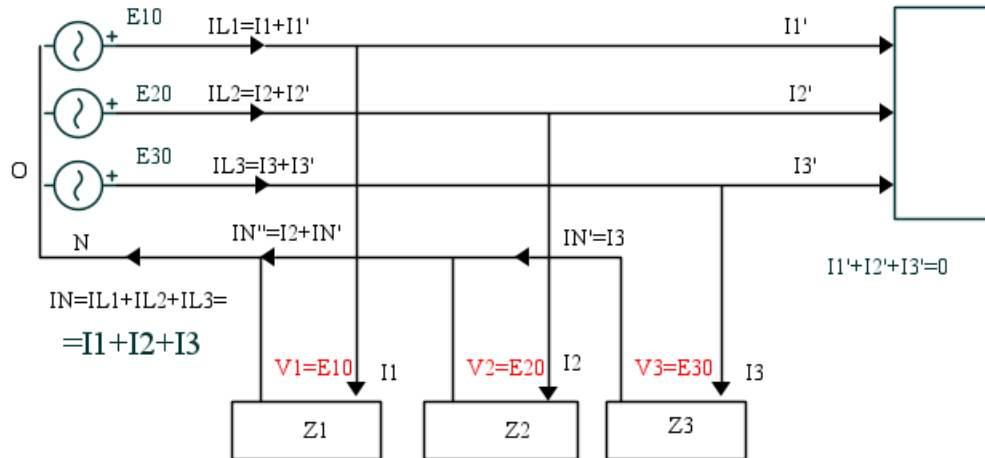
$$\bar{I}_N = \bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \bar{I}_3$$

$$\bar{V}_1 = \bar{E}_{10}$$

$$\bar{V}_2 = \bar{E}_{20}$$

$$\bar{V}_3 = \bar{E}_{30}$$

Carichi monofase e carico trifase senza neutro



Quando nulla è interrotto, la corrente nel neutro è ancora la somma vettoriale delle correnti dei tre carichi monofase distribuiti sulle tre fasi. La somma vettoriale delle correnti del carico trifase senza neutro è sempre nulla.

$$\vec{I}'_1 + \vec{I}'_2 + \vec{I}'_3 = 0$$

Se si trascura l'impedenza delle linee, la tensione sui carichi di ogni fase è la tensione stellata del sistema. Quindi

$$\vec{I}_N = \vec{I}_{L1} + \vec{I}_{L2} + \vec{I}_{L3} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3$$

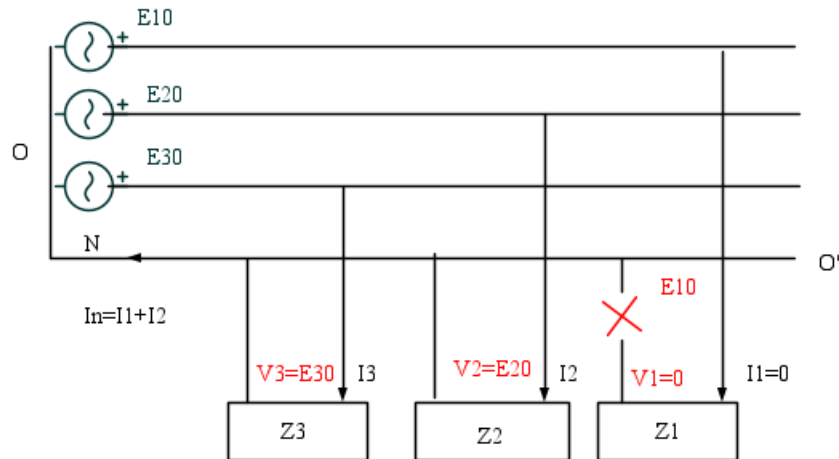
$$\vec{V}_1 = \vec{E}_{10}$$

$$\vec{V}_2 = \vec{E}_{20}$$

$$\vec{V}_3 = \vec{E}_{30}$$

Interruzione del neutro di una derivazione monofase

Se si interrompe il neutro della linea che alimenta i carichi su una fase i carichi, la corrente si interrompe e la tensione su di essi si annulla.



Il funzionamento delle altre due fasi non ne risente. Nel caso dello schema, sempre trascurando l'impedenza delle linee si ha

$$\begin{aligned}\bar{I}_1 &= 0 \\ \bar{V}_1 &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{V}_2 &= \bar{E}_{20} \\ \bar{V}_3 &= \bar{E}_{30} \\ \bar{I}_N &= \bar{I}_1 + \bar{I}_2\end{aligned}$$

Interruzione del neutro della linea trifase

Se si interrompe il neutro della linea trifase, per un guasto, per una manovra errata in cabina, ai carichi monofase manca il filo di ritorno comune che però continuano ad essere alimentati.

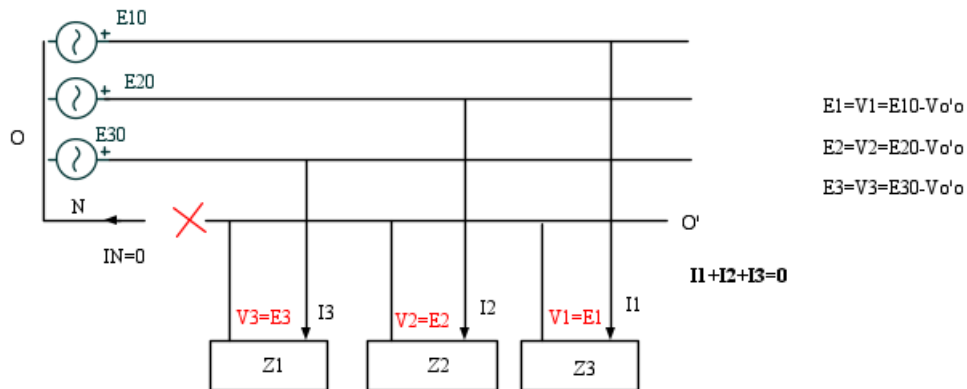
L'insieme dei carichi monofase costituisce infatti un carico trifase collegato a stella, con il centro stella collegato ad un neutro che è stato interrotto, quindi isolato. In questa situazione ogni fase costituisce il ritorno delle altre due, ed il potenziale del centro stella assume valori diversi da quello del centro stella del trasformatore di cabina cui, per l'interruzione, non è più collegato. Se nel funzionamento con il neutro il potenziale del centro stella poteva essere identificato con il baricentro del triangolo equilatero costituito dalle tre tensioni concatenate, ora, con il neutro interrotto, potrebbe coincidere ancora con il baricentro solo nel caso che la stella dei carichi monofase fosse equilibrata, cioè nel caso in cui ogni utenza monofase assorbisse la stessa potenza, attiva e reattiva. Solo così le utenze monofasi sarebbero sottoposte ancora alla corretta tensione $U=230\text{ V}$, ma questa è una situazione statisticamente improbabile.

Le utenze monofase formano con molta più probabilità una stella squilibrata, ed il potenziale del loro centro stella si sposta nel piano del triangolo equilatero delle concatenate, tanto più quanto più la stella è squilibrata.

Se una fase è molto più carica delle altre due, cioè assorbe una corrente notevolmente superiore, quindi è caratterizzata da un'impedenza inferiore, il centro stella si sposta verso il vertice del

triangolo delle concatenate che corrisponde alla fase maggiormente carica. La tensione in questa utenza monofase si abbassa notevolmente mentre la tensione nelle altre due si innalza. La fase carica sarà dunque sottoposta ad una tensione notevolmente inferiore a 230 V, le altre due ad una tensione sensibilmente superiore. Se supponiamo per semplicità i carichi resistivi, se la resistenza della fase carica diventa trascurabile rispetto a quella delle altre due fasi, in queste ultime la tensione tende al valore della concatenata; quindi 400 invece di 230.

Illustriamo con uno schema ed un grafico vettoriale quanto scritto sopra. Con \bar{E}_{i0} sono indicate le tensioni stellate ideali del sistema, quelle cioè riferite al baricentro del triangolo delle concatenate, O , mentre con \bar{E}_i (che sono le V_i) sono indicate le tensioni stellate rispetto al centro stella reale dei carichi, O' .



In questo caso si ha una tensione tra il centro stella dei generatori O ed il centro stella dei carichi O'

Le tensioni sulle derivazioni monofase variano, anche notevolmente rispetto al valore della stellata del sistema.

Applicando Millman si ha

$$\bar{V}_{O'O} = \frac{\frac{\bar{E}_{10}}{Z_1} + \frac{\bar{E}_{20}}{Z_2} + \frac{\bar{E}_{30}}{Z_3}}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3}}$$

Per tutti i carichi a valle dell'interruzione si ha

$$\bar{V}_1 = \bar{E}_{10} - V_{O'O}$$

$$\bar{V}_2 = \bar{E}_{20} - V_{O'O}$$

$$\bar{V}_3 = \bar{E}_{30} - V_{O'O}$$

$$\bar{I}_1 = \frac{\bar{V}_1}{Z_1}$$

$$\bar{I}_2 = \frac{\bar{V}_2}{Z_2}$$

$$\bar{I}_3 = \frac{\bar{V}_3}{Z_3}$$

$$\bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \bar{I}_3 = 0$$

Esempio

$$P_1 = 120\text{kW}; \cos \varphi_1 = 0,95$$

$$P_2 = 60\text{kW}; \cos \varphi_2 = 0,9$$

$$P_3 = 30\text{kW}; \cos \varphi_3 = 0,92$$

$$I_1 = \frac{P_1}{E_1 \cos \varphi_1} = \frac{120000}{230 \times 0,95} = 549\text{A}$$

$$Z_1 = \frac{E_1}{I_1} = 0,419\Omega$$

$$\dot{Z}_1 = 0,419 \angle 18,2\Omega$$

$$I_2 = \frac{P_2}{E_2 \cos \varphi_2} = \frac{60000}{230 \times 0,9} = 289\text{A}$$

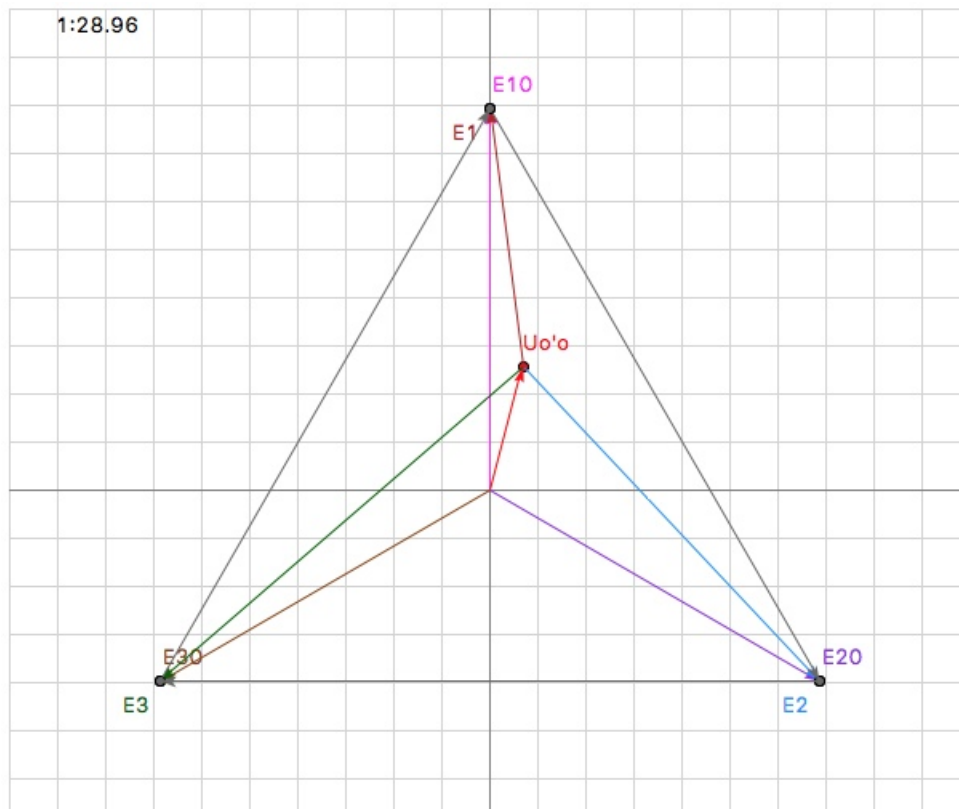
$$Z_2 = \frac{E_2}{I_2} = 0,796\Omega$$

$$\dot{Z}_2 = 0,796 \angle 25,8\Omega$$

$$I_3 = \frac{P_3}{E_3 \cos \varphi_3} = \frac{30000}{230 \times 0,92} = 142\text{A}$$

$$Z_3 = \frac{E_3}{I_3} = 1,62\Omega$$

$$\dot{Z}_3 = 1,62 \angle 23\Omega$$



$$U = 400\text{V} \rightarrow E_{i0} = 231\text{V}$$

$$U_{O'O} = 77,5 \angle 75 \text{ V}$$

$$\bar{E}_1 = \bar{V}_1 = 157 \angle 97,3 \text{ V}$$

$$\bar{E}_2 = \bar{V}_2 = 261 \angle -46,6 \text{ V}$$

$$\bar{E}_3 = \bar{V}_3 = 290 \angle -139 \text{ V}$$

Nella fase più carica la tensione si abbassa, mentre si innalza nelle fasi meno cariche. Se lo squilibrio è consistente, le variazioni di tensione sulle fasi, conseguenti all'interruzione del neutro di linea, superano i valori di tolleranza delle apparecchiature, danneggiandole.

Estratto da "<https://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Admin:interruzione-del-neutro>"