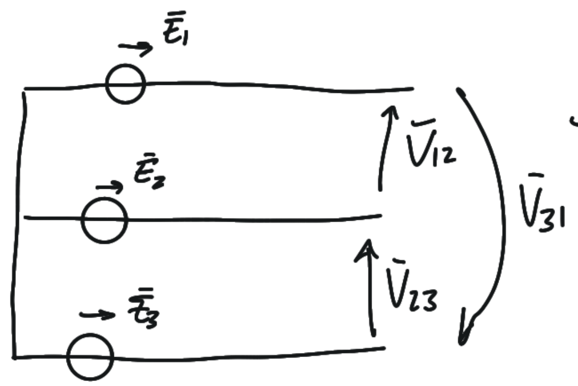
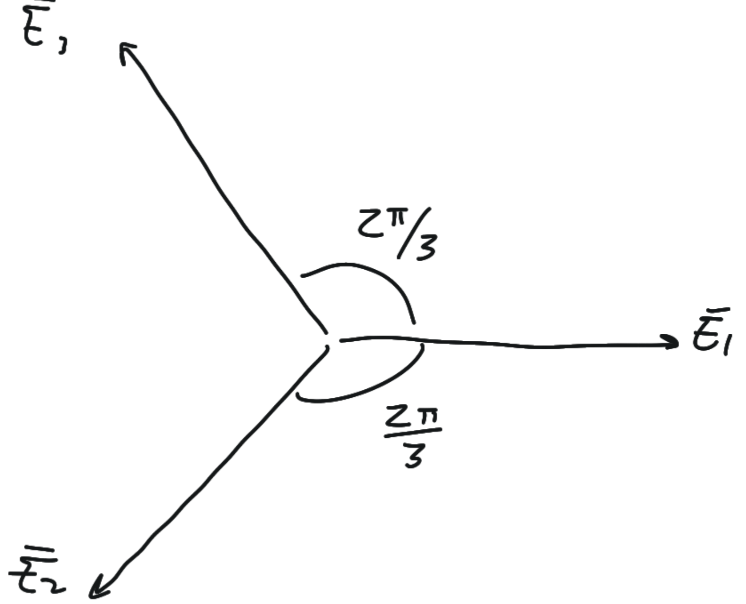
Lezione 13 -

Reti Trifase (ultima parte di circuiti a regime)



3 fili con 3 generatori; 4° filo non avrebbe generatore.

$\bar{E}_1 = \bar{E}_2 = \bar{E}_3$ Tensioni di Fase

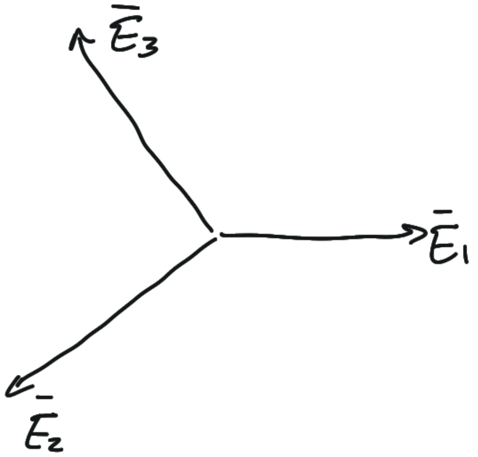


$$\left.\begin{aligned} e_1 &= \sqrt{2}E\cos(\omega t) \\ e_2 &= \sqrt{2}E\cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right) \\ e_3 &= \sqrt{2}E\cos\left(\omega t + \frac{4\pi}{3}\right) \end{aligned}\right\}$$ Terna Simmetrica di Tensioni

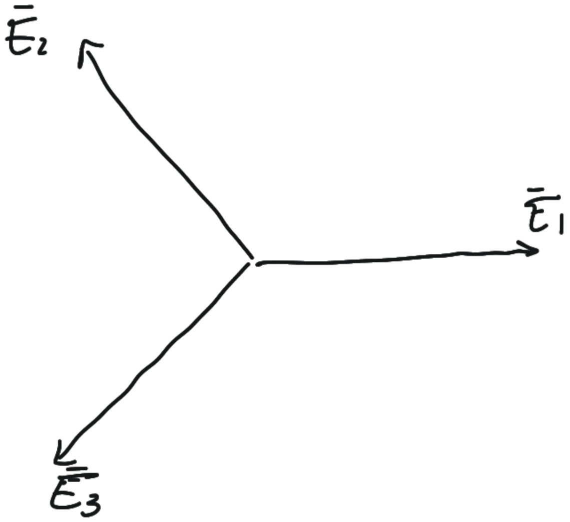
Simmetrica $\varphi = \frac{2\pi}{3}$ una l'altra

Modulo (senza $\bar{E}_x$)

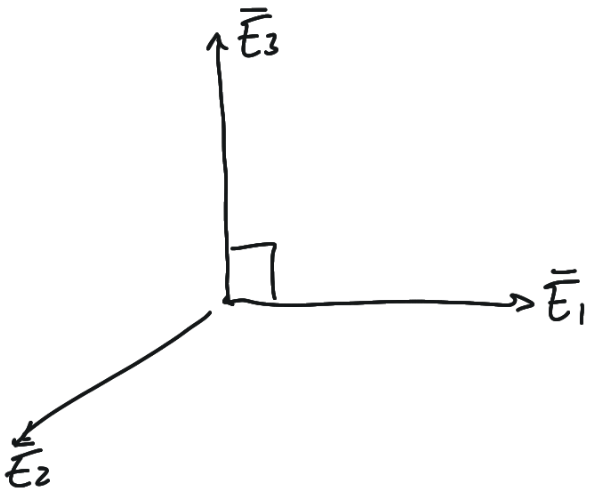
e $E_1 = E_2 = E_3 = E$



Diretto (E_2 in ritardo rispetto a E_1)



Inversa
(E_2 in anticipo rispetto a E_1)



Dissimmetrica
$(\varphi_{12} \neq \varphi_{23} \neq \varphi_{13})$ o $E_1 \neq E_2 \neq E_3 \neq E$

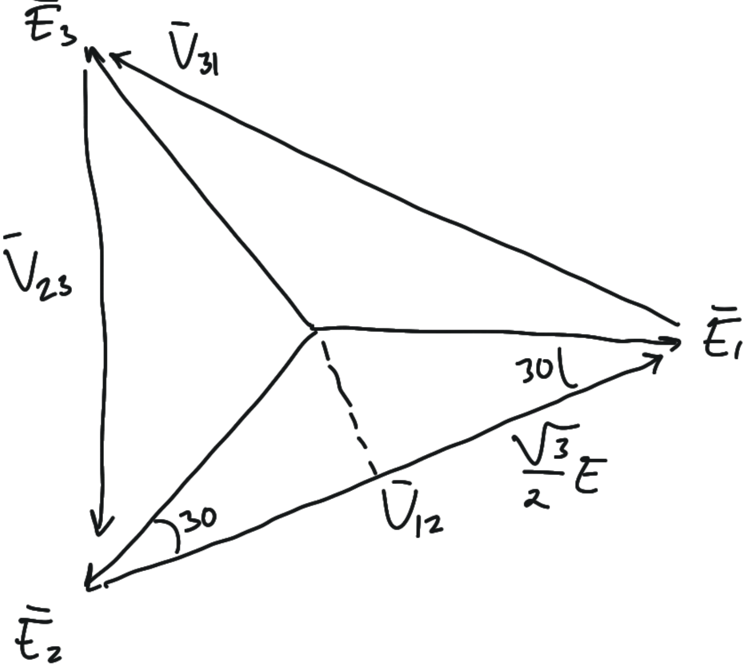
$\bar{V}_{12}, \bar{V}_{23}, \bar{V}_{31}$ tensioni concatenate

$$\bar{V}_{12} = \bar{E}_1 - \bar{E}_2$$

$$\bar{V}_{23} = \bar{E}_2 - \bar{E}_3$$

$$\bar{V}_{31} = \bar{E}_3 - \bar{E}_1$$

Di solito non disegnate all'origine

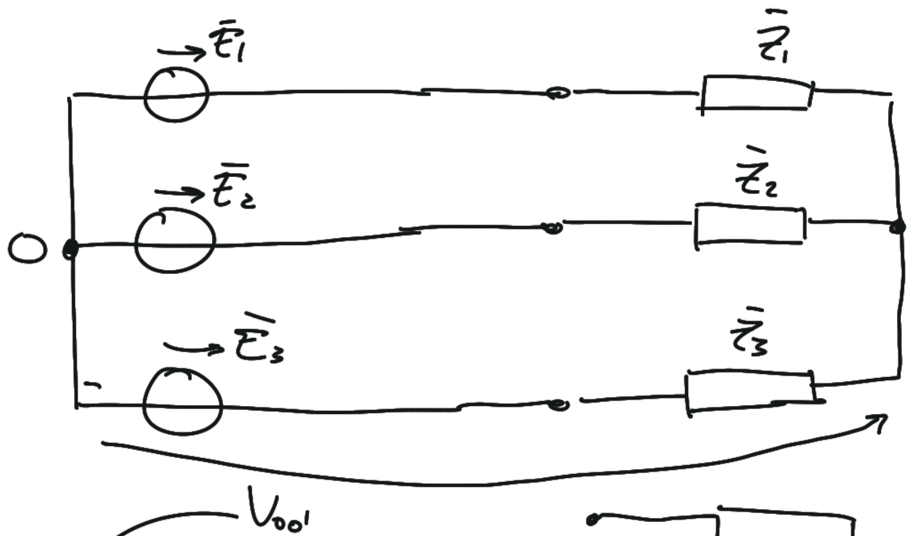


Modulo (senza $\bar{V}$)

$V_{12} = V_{23} = V_{31} = \sqrt{3}\,E$

380 in EU è la $V_{12} = V_{23} = V_{31}$

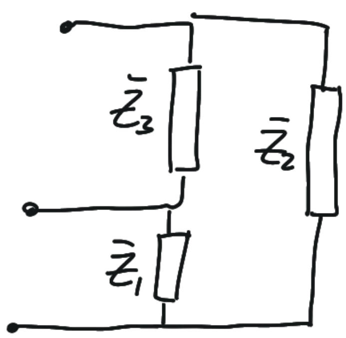
Si fa di tutto per avere sistemi simmetrica
(esercizi saranno molti dissimmetrici)



Collegamento a stella

Millmann

Altra orientazione



Collegamento a triangolo

Rete Trifase ⇒ Applicazione iterativa di Millman

È possibile attraverso una trasformazione:

Stella $\Longleftrightarrow$ Triangolo

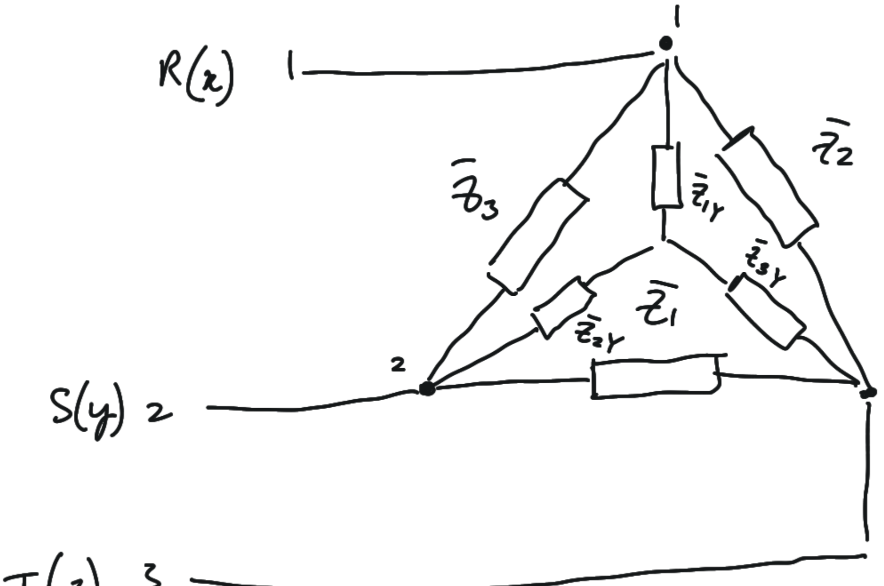
Trovare questa equivalenza

<u>Come fare questa equivalenza?</u>

↳ Equivalenza ai morsetti esterni non interna.

$\bar{Z}_1 = \bar{Z}_2 = \bar{Z}_3$ carico equilibrato → molto difficile in pratica

I numeri complessi non i moduli devono esser esser uguali

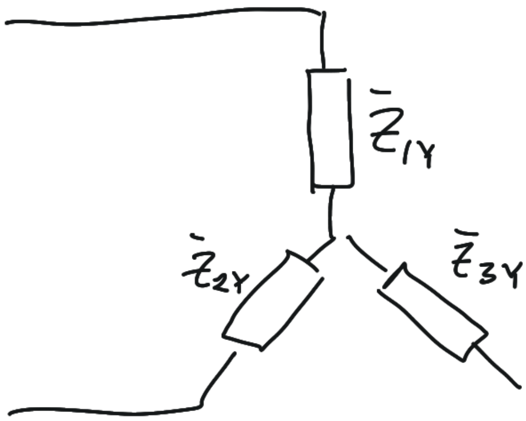


3 fili, diamo il nome del nodo opposto

Y stella anche y

Δ triangolo anche d

↪ Diagramma utile per capire i calcoli



12 $$\bar{Z}_{1Y} + \bar{Z}_{2Y} = \frac{\bar{Z}_{3\Delta}\left(\bar{Z}_{1\Delta} + \bar{Z}_{2\Delta}\right)}{\bar{Z}_{1\Delta} + \bar{Z}_{2\Delta} + \bar{Z}_{3\Delta}}$$

23 $$\bar{Z}_{2Y} + \bar{Z}_{3Y} = \frac{\bar{Z}_{1\Delta}\left(\bar{Z}_{2\Delta} + \bar{Z}_{3\Delta}\right)}{\bar{Z}_{1\Delta} + \bar{Z}_{2\Delta} + \bar{Z}_{3\Delta}}$$

31 $$\bar{Z}_{1Y} + \bar{Z}_{3Y} = \frac{\bar{Z}_{2\Delta}\left(\bar{Z}_{1\Delta} + \bar{Z}_{3\Delta}\right)}{\bar{Z}_{1\Delta} + \bar{Z}_{2\Delta} + \bar{Z}_{3\Delta}}$$

12 + 31 − 23 =

$$= 2\bar{Z}_{1Y} = \frac{\cancel{\bar{Z}_{1\Delta}\bar{Z}_{3\Delta}} + \underbrace{\bar{Z}_{2\Delta}\bar{Z}_{3\Delta} + \cancel{\bar{Z}_{1\Delta}\bar{Z}_{3\Delta}} + \bar{Z}_{2\Delta}\bar{Z}_{3\Delta}}_{2\bar{Z}_{2\Delta}\bar{Z}_{3\Delta}} - \cancel{\bar{Z}_{1\Delta}\bar{Z}_{3\Delta}} - \cancel{\bar{Z}_{1\Delta}\bar{Z}_{2\Delta}}}{\bar{Z}_{1\Delta} + \bar{Z}_{2\Delta} + \bar{Z}_{3\Delta}}$$

$$\boxed{\bar{Z}_{1Y} = \frac{\bar{Z}_{2\Delta}\bar{Z}_{3\Delta}}{\bar{Z}_{1\Delta} + \bar{Z}_{2\Delta} + \bar{Z}_{3\Delta}}}$$

$$\boxed{\bar{Z}_{2Y} = \frac{\bar{Z}_{1\Delta}\bar{Z}_{3\Delta}}{\bar{Z}_{1\Delta} + \bar{Z}_{2\Delta} + \bar{Z}_{3\Delta}}}$$

$$\boxed{\bar{Z}_{3Y} = \frac{\bar{Z}_{1\Delta}\,\bar{Z}_{2\Delta}}{\bar{Z}_{1\Delta}+\bar{Z}_{2\Delta}+\bar{Z}_{3\Delta}}}$$

$$\bar{Z}_{1\Delta} = \bar{Z}_{2\Delta} = \bar{Z}_{3\Delta} \rightarrow \bar{Z}_{1Y} = \bar{Z}_{2Y} = \bar{Z}_{3Y}$$

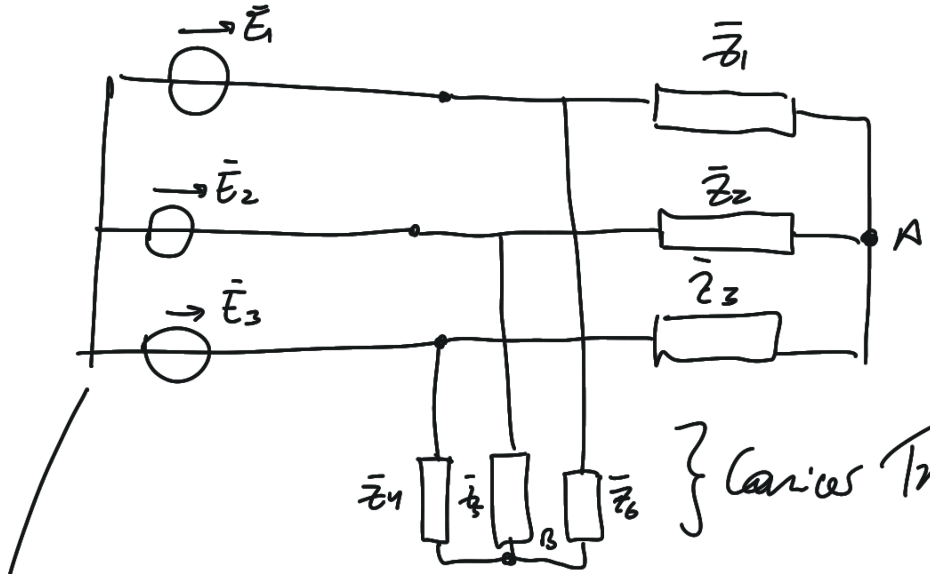
$$\Longrightarrow \boxed{\bar{Z}_{Y} = \frac{\bar{Z}_{\Delta}}{3}}$$

Stella - Triangolo sono duali

$$\bar{Y}_{1\Delta} = \frac{\bar{Y}_{2Y}\,\bar{Y}_{3Y}}{\bar{Y}_{1Y}+\bar{Y}_{2Y}+\bar{Y}_{3Y}} \qquad \bar{Y}_{1\Delta} = \frac{1}{\bar{Z}_{1\Delta}}$$

Aggiungiamo delle Definizioni

La rete trifase comunica sempre una unica terna di generatori

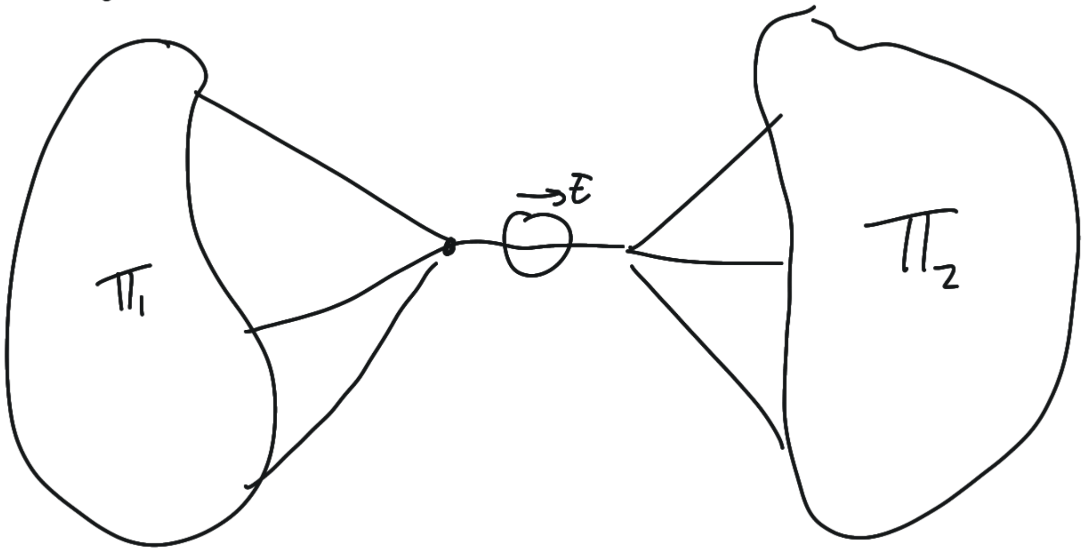


} Carico Trasversale

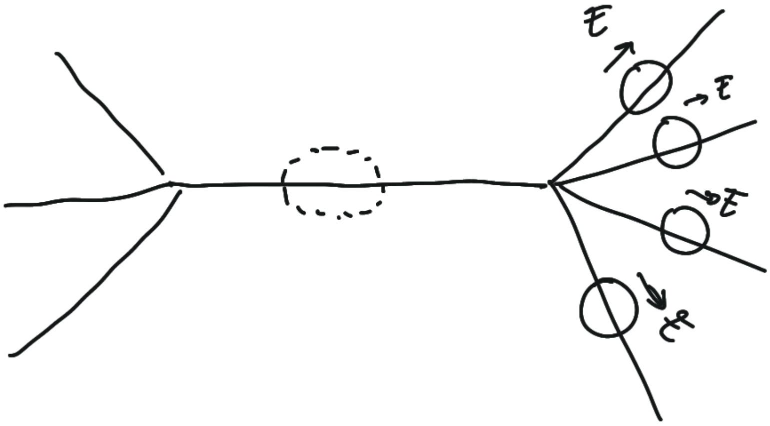
Non presenta serie o parallelo e nessuna struttura binodale. Però possiamo risolvere come una serie di binodali.

Risolviamo per la proprietà

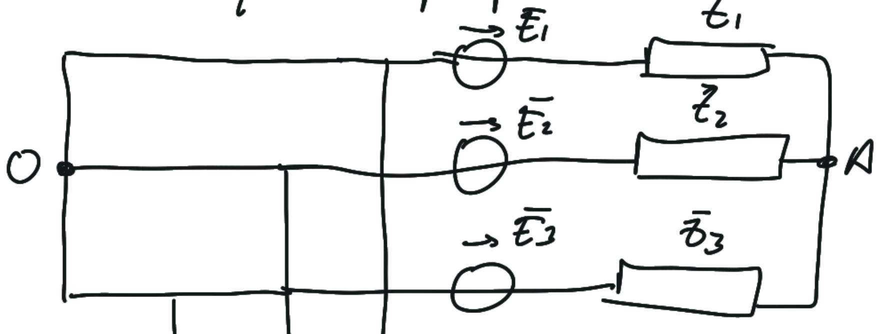
Una rete fatta così (oltre $\vec{E}$ non si sa cosa c'è in mezzo)

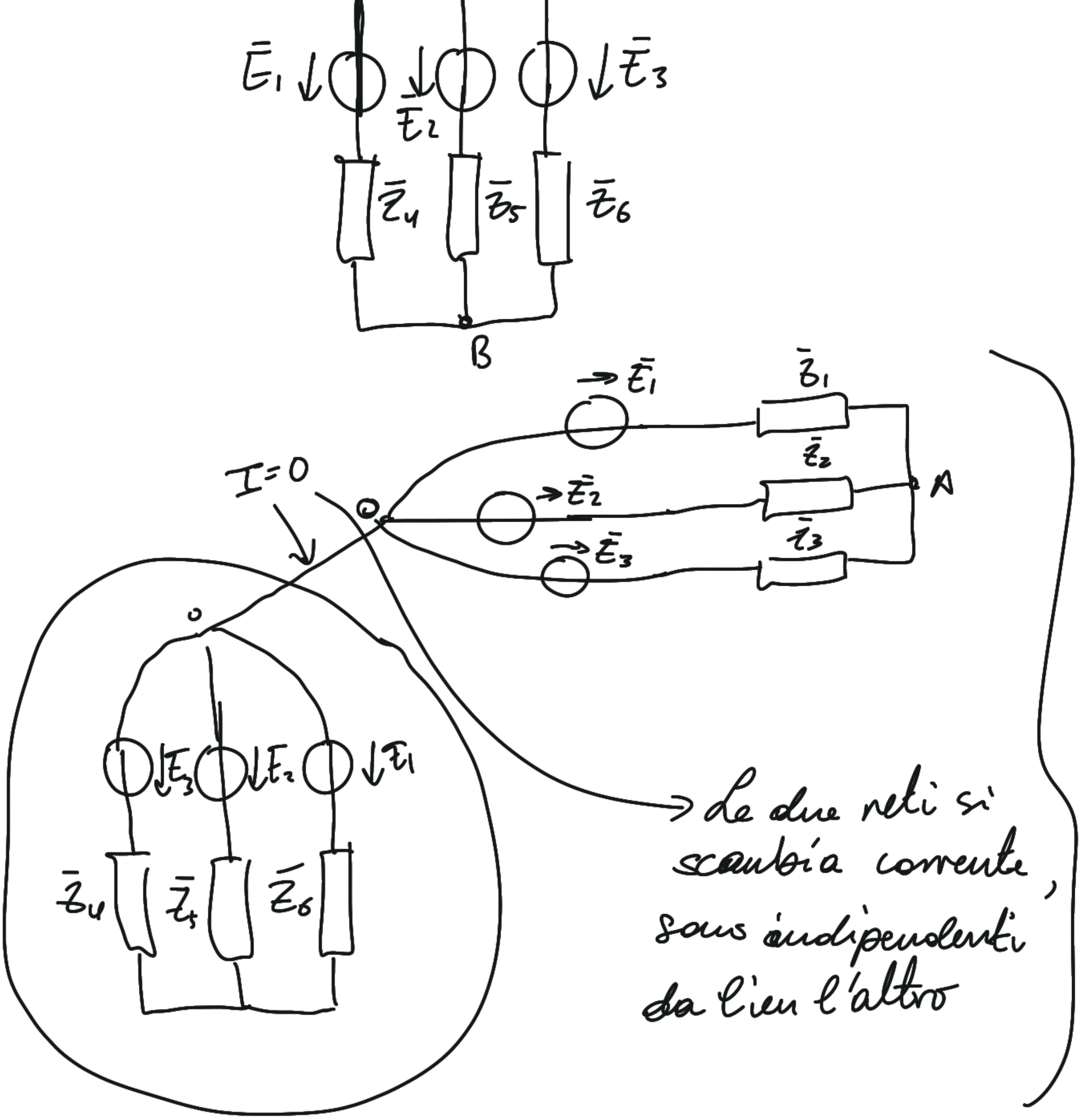


Si può ristrutturare come: (Spingiamo il generatore)



Ora con questa proprietà





Uguale a a prima

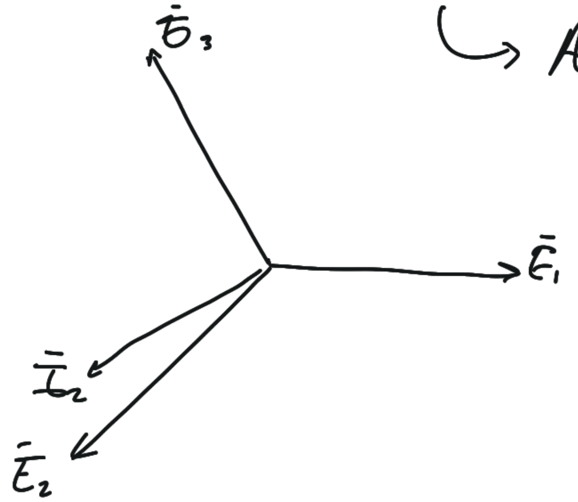
Sappiamo risolvere tutti e due indipendentemente con Millman

$$\bar{V}_{AO} = \frac{\frac{\bar{E}_1}{\bar{Z}_1} + \frac{\bar{E}_2}{\bar{Z}_2} + \frac{\bar{E}_3}{\bar{Z}_3}}{\frac{1}{\bar{Z}_1} + \frac{1}{\bar{Z}_2} + \frac{1}{\bar{Z}_3}}$$

$$\bar{V}_{Z1} = \bar{E}_1 - \bar{V}_{AO}$$

$$\bar{I}_1 = \frac{\bar{V}_{Z1}}{\bar{Z}_1}$$

Sulla 3ª e 2ª fase I può avere parte reale negativa.



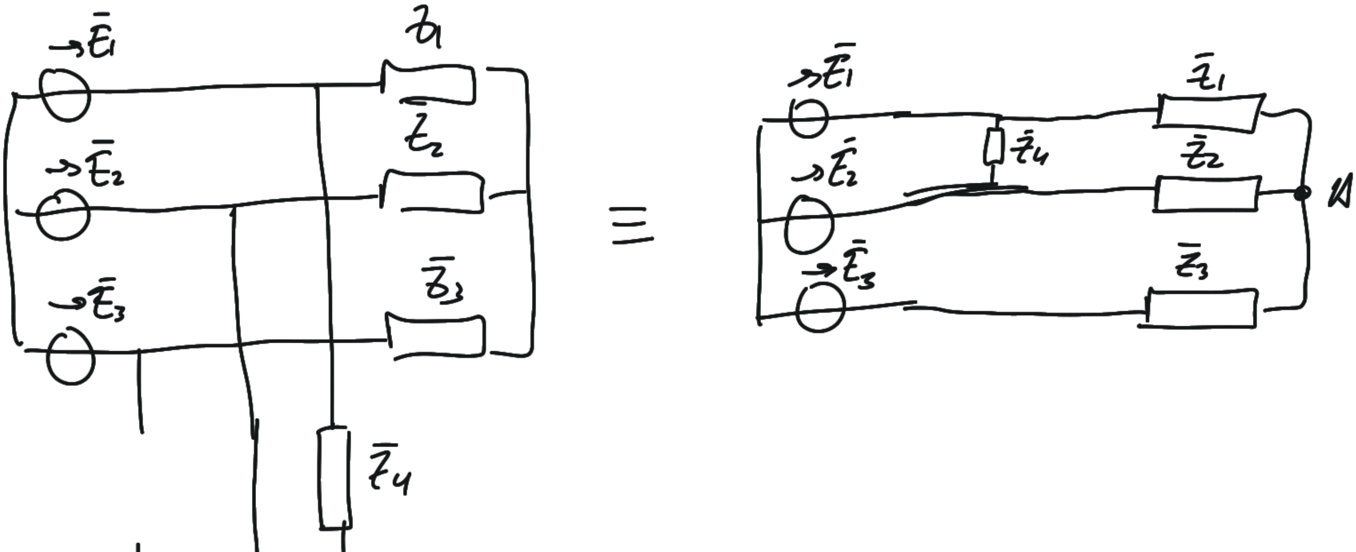
↳ Attenzione (controllare che la parte reale di giusta.

$$\bar{V}_{BO} = \frac{\dfrac{\bar{E}_1}{\bar{Z}_4} + \dfrac{\bar{E}_2}{\bar{Z}_5} + \dfrac{\bar{E}_3}{\bar{Z}_6}}{\dfrac{1}{\bar{Z}_4} + \dfrac{1}{\bar{Z}_5} + \dfrac{1}{\bar{Z}_6}}$$

Per V_{AO} non contano i carichi trasversali $\bar{Z}_4, \bar{Z}_5, \bar{Z}_6$

Per V_{OO} non contano i carichi trasversali $\bar{Z}_1, \bar{Z}_2, \bar{Z}_3$

È possibile anche:

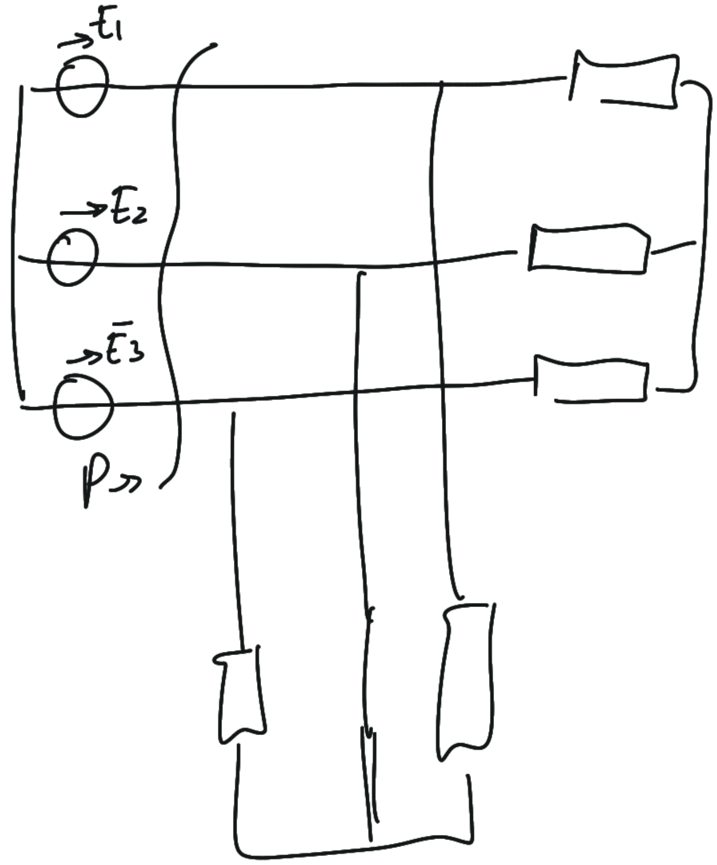


V_{AO} → NON CONTANO CARICHI TRASVERSALI

V_{BO} ↗

Attenti ai cortocircuiti per calcolare Millman

Calcolo di Potenze con Boucherot

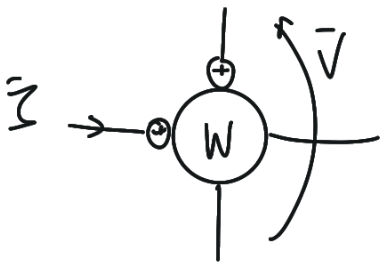


$$\bar{A} = \bar{V}\,\underline{I} = P + jQ$$

Wattmetri

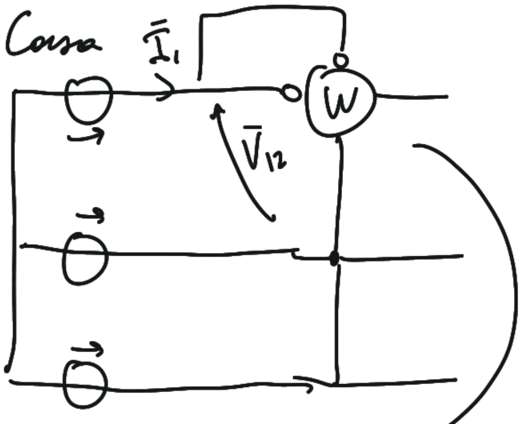
↳ Misura potenza attiva

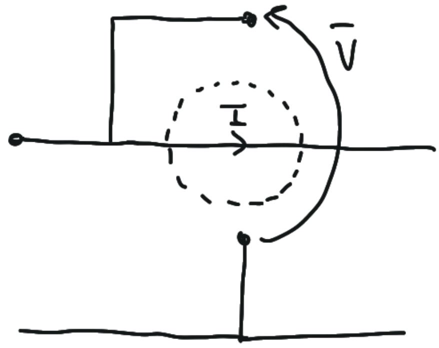
$$P_{ATTIVA} = V I \cos\varphi = \mathrm{Re}(\bar{V}\,\underline{I})$$



Tensione verticale

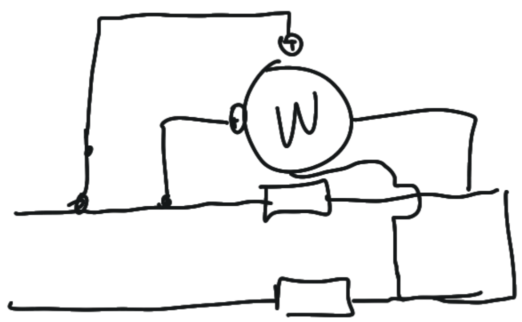
Corrente Orizzontale





$$W = \mathrm{Re}\,(\bar{V}_{12} \cdot \bar{I}_1)$$

Non indica la pulsazione, perchè la pulsazione è in tutti e 3 i fili. Non indica la potenza vera in tutto il circuito se non messo in una posizione opportuna



$\equiv$

Il comportamento del circuito cambia

Bisogna avere 2 o 3 per wattmetri