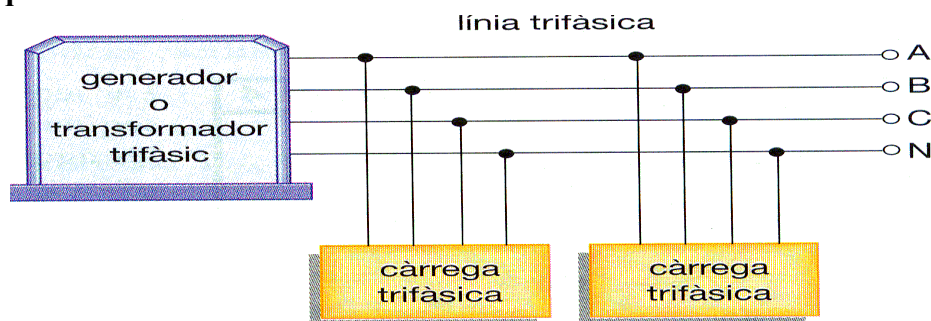


Trifàsic

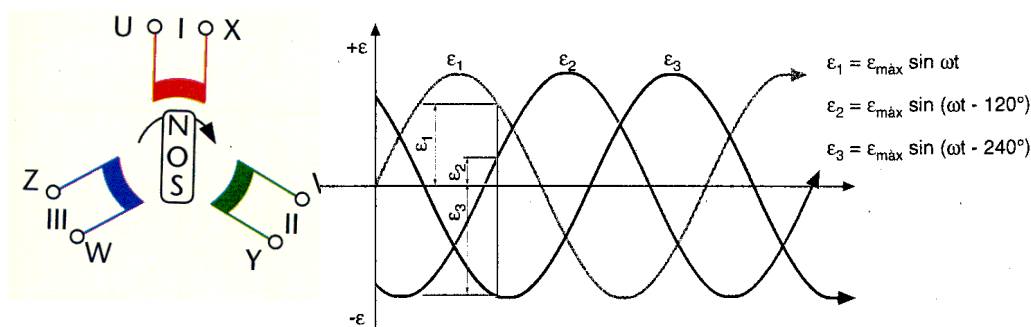
Per què interessa el corrent altern trifàsic ?

- 1. Per reduir el pes del cable i en conseqüència reduir el nombre de torres en el transport d'electricitat. Si volem obtenir la mateixa potència en monofàsic que en trifàsic haurem d'augmentar la secció del conductor i per tant el seu pes, fet que es traduirà en problemes de catenària.
- 2. El corrent altern trifàsic permet tenir diferents voltatges a disposició : 380, 220,
- 3. No hi ha fluctuacions en la potència (potència instantània = potència mitjana) llavors els motors treballen en millors condicions i prestacions.

Esquema d'un Sistema Trifàsic



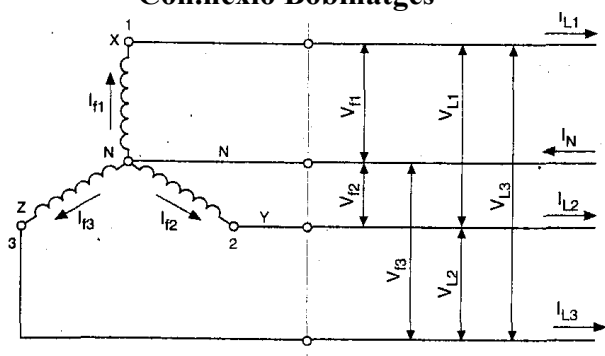
Generador Trifàsic $\varepsilon_{eficax} = \frac{NBS\omega}{\sqrt{2}}$



Propietats

$$\overline{V}_{f1} = \overline{\varepsilon}_1 = \overline{V}_{XU} \quad \overline{V}_{f2} = \overline{\varepsilon}_2 = \overline{V}_{YV} \quad \overline{V}_{f3} = \overline{\varepsilon}_3 = \overline{V}_{ZW}; \quad \overline{V}_{f1} + \overline{V}_{f2} + \overline{V}_{f3} = 0; \quad V_{f1} = V_{f2} = V_{f3} = V_f$$

Con.nexió Bobinatges



Estrella

Consisteix a unir els finals dels tres de bobinatge U, V, W, en un punt N, neutre.

$$\overline{V}_{L1} = \overline{V}_{XY} = \overline{V}_{XN} + \overline{V}_{NY} = \overline{V}_{XU} - \overline{V}_{YV} = \overline{V}_{f1} - \overline{V}_{f2}$$

Elevant al quadrat :

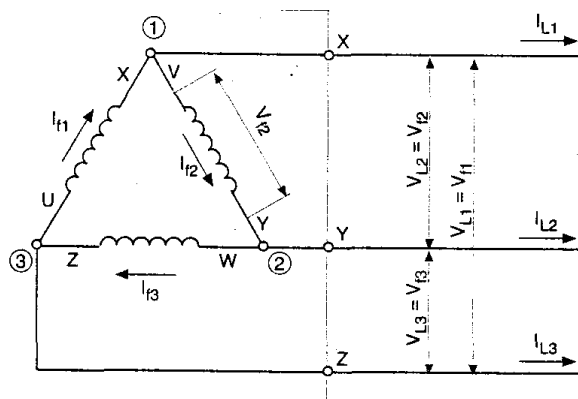
$$V_{L1}^2 = V_{f1}^2 + V_{f2}^2 - 2V_{f1} \cdot V_{f2} \cdot \cos 120^\circ$$

$$V_{L1}^2 = 2V_f^2 - 2V_f^2(-0,5) = 3V_f^2$$

$$V_{L1} = \sqrt{3} \cdot V_f; \text{ en general } V_L = \sqrt{3} \cdot V_f$$

$$I_{L1} = I_{f1}; I_{L2} = I_{f2}; I_{L3} = I_{f3}; I_L = I_f$$

Triangle



Consisteix a unir el final d'una fase amb el principi de la següent :

$$V_F = V_L$$

A cada nus es compleix :

$$\vec{I}_{f1} = \vec{I}_{f2} + \vec{I}_{L1} \rightarrow \vec{I}_{f1} - \vec{I}_{f2} = \vec{I}_{L1}$$

$$\vec{I}_{f2} = \vec{I}_{f3} + \vec{I}_{L2} \rightarrow \vec{I}_{f2} - \vec{I}_{f3} = \vec{I}_{L2}$$

$$\vec{I}_{f3} = \vec{I}_{f1} + \vec{I}_{L3} \rightarrow \vec{I}_{f3} - \vec{I}_{f1} = \vec{I}_{L3}$$

$$\vec{I}_{L1} + \vec{I}_{L2} + \vec{I}_{L3} = 0$$

Sist. equilibrat : $I_{f1} = I_{f2} = I_{f3} = I_f$; $I_{L1} = I_{L2} = I_{L3} = I_L$;

Elevant al quadrat l'equació d'un nus :

$$I_{f1}^2 + I_{f2}^2 - 2I_{f1} \cdot I_{f2} \cdot \cos 120^\circ = I_{L1}^2 \rightarrow 2I_f^2 - 2I_f^2 \cdot (-0,5) = I_L^2 \rightarrow 3I_f^2 = I_L^2$$

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

Relació entre intensitats : I_{LE} i I_{LT}

$$\text{Estrella : } I_{LE} = I_f = \frac{V_f}{Z} = \frac{\frac{V_L}{\sqrt{3}}}{Z} = \frac{V_L}{\sqrt{3} \cdot Z}$$

$$\frac{I_{LT}}{I_{LE}} = \frac{\frac{\sqrt{3} V_L}{Z}}{\frac{V_L}{\sqrt{3} Z}} = (\sqrt{3})^2 = 3$$

$$\text{Triangle : } I_{LT} = \sqrt{3}I_f = \sqrt{3} \frac{V_f}{Z} = \sqrt{3} \frac{V_L}{Z}$$

Per aquest motiu és interessant l'arrencada estrella-triangle , es consumeix tres vegades menys corrent en estrella que en triangle . Però un cop arrencat la potència en triangle es tres vegades superior a la potència en estrella .

Potència :

$$\text{Estrella : } \text{Pot}_{\text{activa}} = P = 3 V_f I_f \cos \varphi = 3 \frac{V_L}{\sqrt{3}} I_L \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi \quad \text{Watts}$$

$$\text{Pot}_{\text{reactiva}} = Q = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \sin \varphi ; \text{Pot}_{\text{aparent}} = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L$$

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

$$\text{Triangle : } \text{Pot}_{\text{activa}} = P = 3 V_f I_f \cos \varphi = 3 V_L \frac{I_L}{\sqrt{3}} \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi$$

$$\text{Pot}_{\text{reactiva}} = Q = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \sin \varphi ; \text{Pot}_{\text{aparent}} = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L$$

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

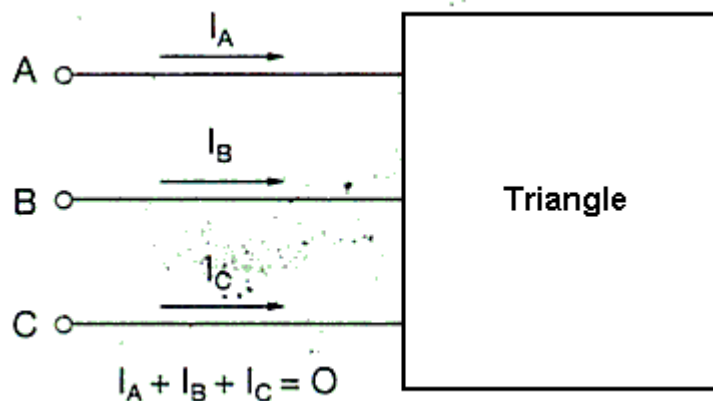


Observació 1

En un sistema trifàsic sempre es verifica que $\overline{\varepsilon_1} + \overline{\varepsilon_2} + \overline{\varepsilon_3} = 0$ independentment de si la càrrega es con.necta en estrella o triangle .

En un sistema trifàsic es verifica sempre : $\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = 0$

- que la càrrega estigui con.nectada en triangle , equilibrada o sense equilibrar



- que la càrrega estigui con.nectada en estrella i equilibrada . Si no està equilibrada

$$\overline{I_{L1}} + \overline{I_{L2}} + \overline{I_{L3}} = \overline{I_n}$$

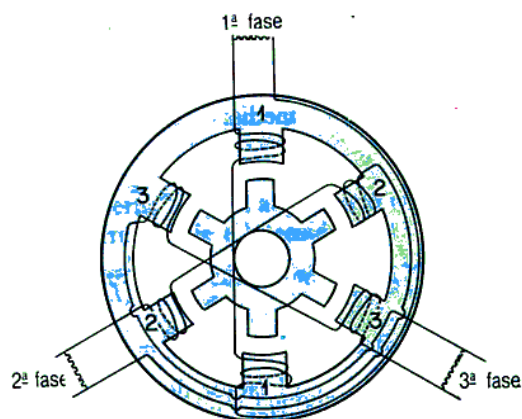
Observació 2

A l'hora d'establir el vector que representa a cadascuna de les intensitats ho farem sense considerar el decalatge geomètric dels bobinatges , solament es considerarà el desfasament temporal , es a dir :

$$I_1 = \frac{V_{0^\circ}}{Z_{\theta 1}} \quad I_2 = \frac{V_{-120^\circ}}{Z_{\theta 2}} \quad I_3 = \frac{V_{-240^\circ}}{Z_{\theta 3}} \quad . \quad \text{En un sistema Equilibrat } Z_{\theta 1} = Z_{\theta 2} = Z_{\theta 3}$$

Caldria fer una observació sobre les potències instantànies consumides en trifàsic i en monofàsic :

En monofàsic la potència fluctua . Els llums de casa s'escalfen molt i encara que la potència varie no es suficient per refredar el filament i continuen fent llum sense que ens adonem d'aquestes fluctuacions . EL mateix passa amb l'ordinador , els nostres ulls no se n'adonen però està passant en realitat .



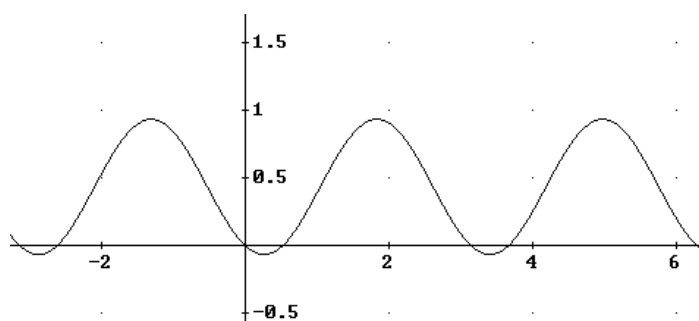
Observació 4

La potència instantània en corrent altern monofàsic :

Com que voltatge i intensitat estan desfasats un angle φ per la presència de reactàncies

$$Pot = (V_{\max} \sin \omega t) \cdot (I_{\max} \sin (\omega t - \varphi)) .$$

Representació gràfica . $\varphi = 30^\circ = \pi / 6$

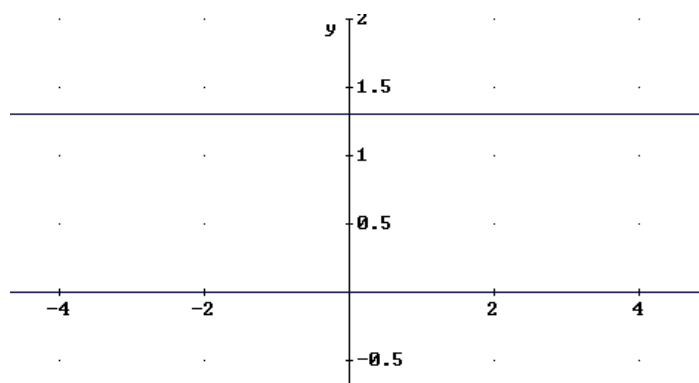


En corrent altern trifàsic serà la superposició o suma de la potència associada a cada fase

$$Pot_{\text{trifàsic}} (\text{instantània}) = P_{\text{activa}} = \sqrt{3} V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad \text{Demostració en el capítol de trifàsic.}$$

$$\sin(\omega t) \cdot \sin(\omega t - \varphi) + \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3}) \cdot \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3} - \varphi) + \sin(\omega t - \frac{4\pi}{3}) \cdot \sin(\omega t - \frac{4\pi}{3} - \varphi)$$

$$\varphi = 30^\circ = \pi / 6$$



Observació 3

La línia de transport d'energia Elèctrica és trifàsica (en estrella , 4 cables) a 380 V . Si volem obtenir 220 V , en qualsevol connexió particular ho farem a partir de punxar una

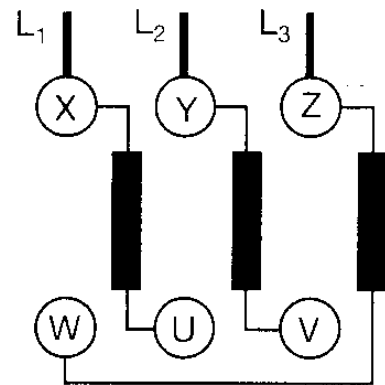
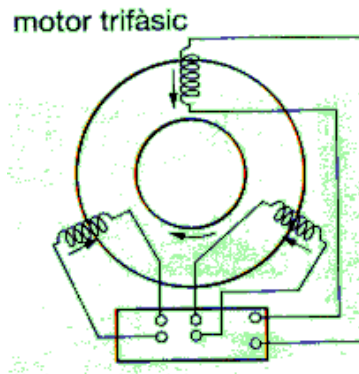
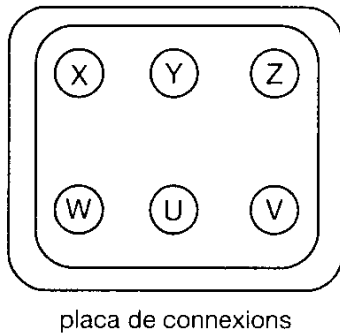
fase i el neutre : $V_L = \sqrt{3} V_F$; $\frac{380}{\sqrt{3}} = V_F = 220V$; Si connectarem dues fases obtindriem 380 V monofàsics

Si volem 220 trifàsics ho farem a partir d'un transformador 380 / 220 V trifàsic .

Con.nexió de càrregues

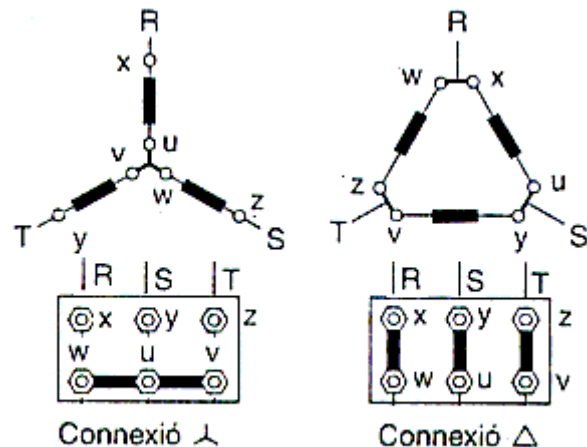
Cas particular : Motor asíncron trifàsic

Bobinatge



Con.nexió Bobinatges

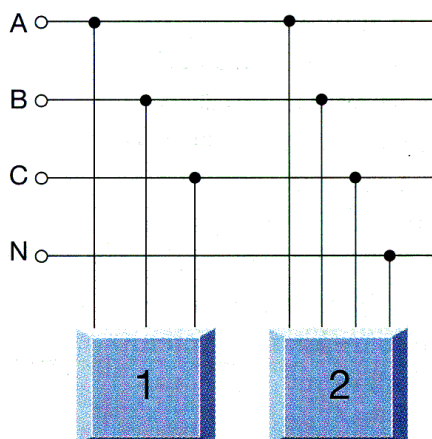
Observació : Hem de pensar també en els trets característics dels bobinatges del motor trifàsic : $125V_T / 220 V_E$; $220V_T / 380 V_E$ per que en funció d'aquestos i del voltatge de la línia trifàsica podrem fer una con.nexió en estrella o en triangle o totes dues . El voltatge de l'esquerra és el que pot aguantar cada fase , llavors a partir d'aquí podrem deduir com fer la con.nexió :



Exercicis

1. Un sistema trifàsic amb $V_F = 127 \text{ V}$ alimenta un grup de tres càrregues idèntiques $Z = 4 + 3j \, \Omega$ connectades en triangle. Calcula :
 - a) (mòdul i fase) la intensitat a cada càrrega
 - b) Intensitat cada línia .
 - c) Potència a la càrrega
2. Un sistema trifàsic amb $V_F = 220 \text{ V}$ alimenta un grup de tres càrregues idèntiques $Z = 8 + 6j \, \Omega$ connectades en estrella. Calcula:
 - a) (mòdul i fase) la intensitat a cada càrrega
 - b) Intensitat cada línia .
 - c) Potència en la càrrega
3. Un sistema trifàsic amb $V_F = 220 \text{ V}$ alimenta un grup de tres càrregues desequilibrades : $Z_{AB} = 8 + 6j \, \Omega$, $Z_{BC} = 8 + j \, \Omega$, $Z_{CA} = 8 + 2j \, \Omega$ connectades en triangle. Calcula:
 - a) (mòdul i fase) la intensitat a cada càrrega i a cada línia .
 - b) Verifica que la suma de les intensitats de línia és nul·la .
 - c) Potència en la càrrega
- 4 Un sistema trifàsic amb $V_F = 110 \text{ V}$ alimenta un grup de tres càrregues desequilibrades : $Z_A = 8 \, \Omega$, $Z_B = 1 + j \, \Omega$, $Z_C = 4 - j \, \Omega$ connectades en estrella. Calcula:
 - a) (mòdul i fase) la intensitat a cada càrrega i a cada línia .
 - b) La intensitat pel conductor neutre .
 - c) Potència en la càrrega
5. Tenim tres càrregues resistives desequilibrades connectades en estrella : $Z_A = 5 \, \Omega$, $Z_B = 3 \, \Omega$; $Z_C = 7 \, \Omega$. Connectem el grup a un sistema de distribució trifàsic amb $V_F = 220 \text{ V}$ amb neutre . Calcula :
 - a) La intensitat a cada fase
 - b) La intensitat a cada línia
 - c) La intensitat pel conductor neutre.
 - d) Si descon.nectem el conductor neutre del grup de càrrega tindrem un sistema desequilibrat sense neutre .Per calcular les intensitats de línia pots treballar de la manera següent : transforma el sistema en estrella en un sistema equivalent en triangle .
6. Un sistema trifàsic amb $V_L = 220 \text{ V}$ alimenta un grup de tres càrregues idèntiques $Z = 15 + 9j \, \Omega$ connectades en triangle. Per avaria es desconnecta el conductor de la línia A. Calcula la intensitat de línia en les dues línies restants en aquesta situació.
7. Tenim tres impedàncies idèntiques $Z = 12 \angle 25^\circ \, \Omega$ connectades en estrella , i unes altres tres $Z = 18 \angle 0^\circ$ connectades també en estrella. Les dues càrregues equilibrades s'alimenten amb un sistema trifàsic de $V_L = 380 \text{ V}$ amb quatre conductors . Calcula el triangle de potències del conjunt de les dues càrregues .

8. Tenim tres impedàncies idèntiques $Z = 12 \angle -40^\circ \Omega$ connectades en triangle, i unes altres tres $Z = 12 \angle -40^\circ$ connectades en estrella. Les dues càrregues equilibrades s'alimenten amb un sistema trifàsic de $V_L = 380 \text{ V}$ amb quatre conductors. Calcula el triangle de potències del conjunt de les dues càrregues.



9. Si $V_L = 380 \text{ V}$ i les dues càrregues són equilibrades:

- la primera càrrega composta de tres impedàncies: $Z = 12 + 5j$ en triangle
- la segona càrrega composta de tres impedàncies: $Z = 9 + 2j$ en estrella amb neutre.

Calcula per efecte de les dues càrregues:

- La intensitat a cada càrrega
- La intensitat a cada línia.

10. Un motor trifàsic té les característiques següents: $P = 5 \text{ kW}$; $V_L = 380 \text{ V}$; $\cos \phi = 0,85$. Els debanats del motor estan connectats en triangle. Quina intensitat circula per cada debanat?

11. Un taller alimentat per un sistema trifàsic de $V_L = 380 \text{ V}$ té les càrregues següents:

- Calcula el triangle de potències del conjunt de càrregues del taller
- Calcula la intensitat de línia consumida per tot el taller
- Hem d'anul·lar la potència reactiva consumida. Calcula la capacitat adequada d'una bateria de condensadors connectada en triangle.

Càrrega	Potència	$\cos \phi$
Motor M1	3500 W	0,85
Motor M2	2000 W	0,75
Calefacció elèctrica	3000 W	1

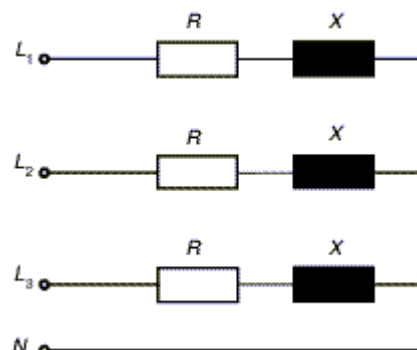
12. Tres impedàncies idèntiques $Z = 12 + 5j \Omega$ estan connectades en estrella amb neutre a un sistema trifàsic de $V_L = 380 \text{ V}$. Els conductors de la línia tenen una impedància equivalent de $Z_L = 0,3 + 0,1j \Omega$.

- Quina intensitat passa per cada càrrega?
- Quina tensió de fase hi ha realment en cada impedància de càrrega?

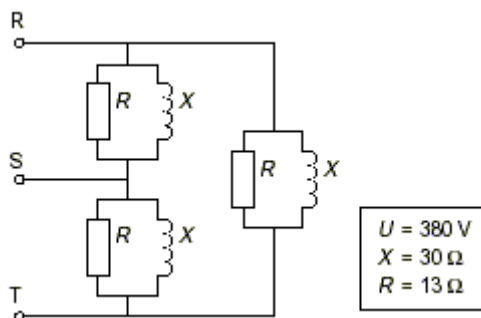
13. El consum trifàsic de la figura s'alimenta amb una tensió (composta o de línia) $U = 400 \text{ V}$. Si $R = X = 10 \Omega$

Determineu:

- Els corrents de línia i del neutre.
- Les potències activa, reactiva i aparent del consum.
- La caiguda de tensió a les reactàncies.



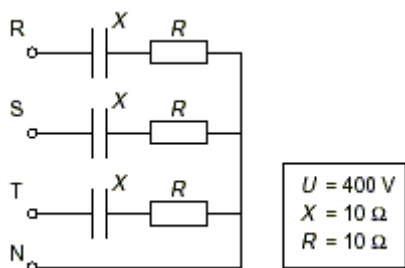
14. El consum trifàsic de la figura s'alimenta amb una xarxa de tensió de línia (o composta) U .



Determineu:

- El corrent de branca (o fase).
- El corrent de línia.
- Les potències activa, reactiva i aparent del consum.

15. El consum trifàsic de la figura s'alimenta amb una xarxa de tensió (composta o de línia) $U = 400$ V. Determineu:



- Els corrents de línia i del neutre.
- La potència reactiva del consum.
- La potència dissipada per cadascuna de les resistències.

16. El circuit trifàsic de la figura s'alimenta a una tensió de línia U .

Determineu:

- La mesura de l'amperímetre A_2 .
- La mesura de l'amperímetre A_1 .
- El factor de potència del conjunt.
- Les potències activa, reactiva i aparent del conjunt.

