Problema:

Una industria absorbe 415 kVA (con f.d.p.= 0,875 en retraso) de una red trifásica de 240 V en un momento determinado. Si suponemos la industria equilibrada en cargas, calcular:

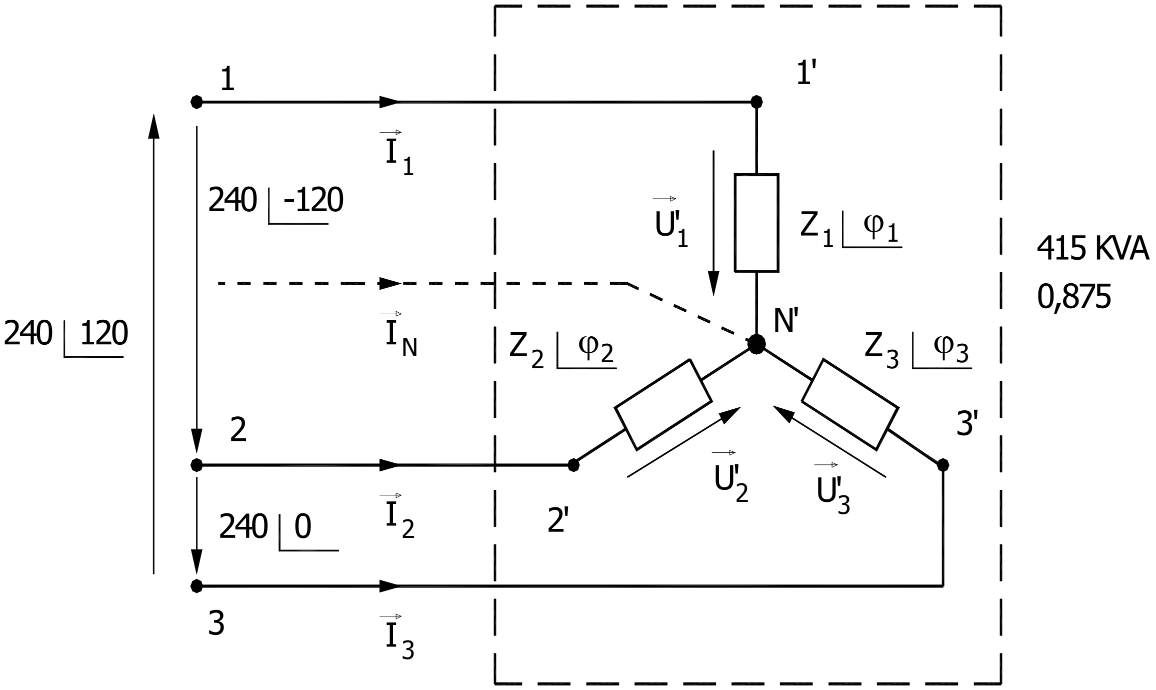
a) La impedancia por fase de la planta.

b) El ángulo de desfase entre la tensión y la intensidad de fase.

c) El diagrama vectorial completo.

Solución:

a) Suponemos la planta eléctricamente equivalente a una conexión en estrella de tres impedancias idénticas $\overline{Z}_1 = \overline{Z}_2 = \overline{Z}_3 = \overline{Z}$.



La tensión por fase es: $U_F = 240 / \sqrt{3} = 138{,}564$ V.

A partir de la formula de la potencia aparente de una carga trifasica equilibrada, podemos despejar la intensidade de línea, $I_L = S/(\sqrt{3}\, U_L)$, y en el caso de la estrella $I_F = I_L$, por lo que la corriente por fase es: $I_F = I_L = S / (\sqrt{3}\, U_L) = 415000 / (1{,}732 \times 240) = 1140{,}954$ A.

La impedancia por fase es: $Z = U_F / I_F = 138{,}564 / 1140{,}954 = 0{,}1214\ \Omega$.

b) El ángulo de desfase entre las tensiónes simples (138,564 V) y las correspondientes intensidades de línea (1141 A) viene dado por: $\cos \varphi = 0{,}875 \ \rightarrow\ \varphi = 28{,}955^{\underline{o}}$.

La corriente en cada fase retrasa 29º respecto a su tensión.

La impedancia compleja por fase vale: $\overline{Z} = 0{,}12\underline{|29^o}$

c) El diagrama vectorial completo es el de la figura siguiente. En la práctica se representaría una fase solamente.

Las intensidades de línea son: $\bar{I}_1 = 1141\underline{|90^{\circ}-29^{\circ}} = 1141\underline{|61^{\circ}}$

$\bar{I}_2 = 1141\underline{|-30^{\circ}-29^{\circ}} = 1141\underline{|-59^{\circ}}$

$\bar{I}_3 = 1141\underline{|-150^{\circ}-29^{\circ}} = 1141\underline{|-179^{\circ}}$

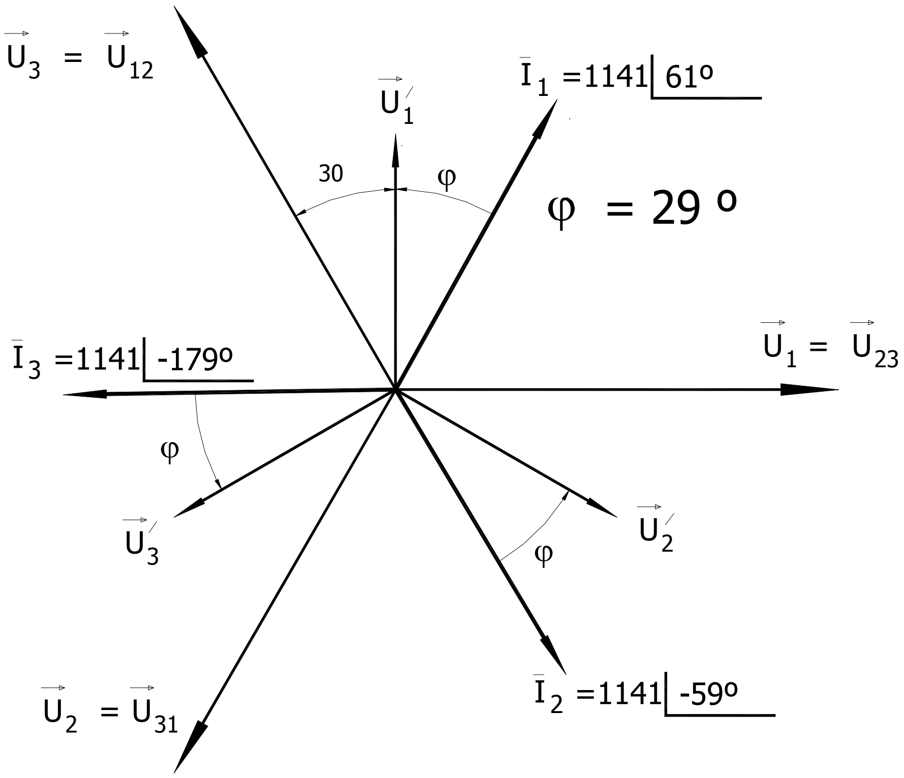
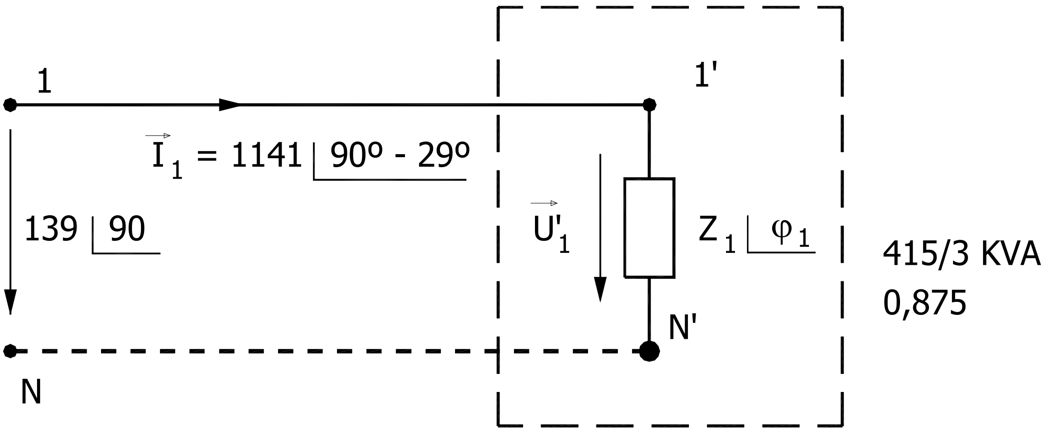


Diagrama de tensiones e intensidades.

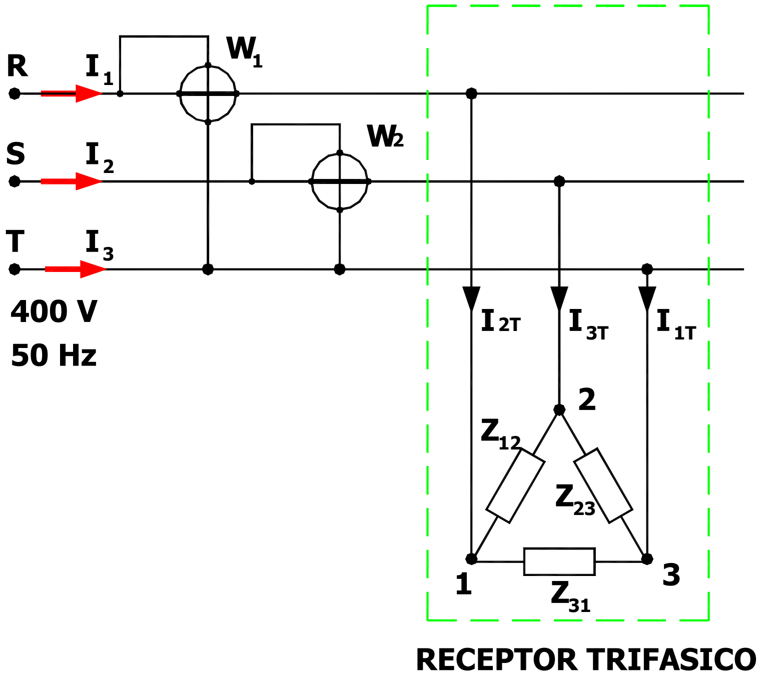


Esquema monofásico equivalente

Ejercicio: *Determinar las lecturas de los vatímetros W_1 y W_2 cuando la impedancia de cada una de las cargas conectadas en triángulo a la red trifásica de la figura sean:*

a) $\overline{Z}_{12} = \overline{Z}_{23} = \overline{Z}_{31} = \overline{Z} = 1 + j\sqrt{3}$ *b)* $\overline{Z}_{12} = \overline{Z}_{23} = \overline{Z}_{31} = \overline{Z} = \sqrt{3} + j$

Comprobar los resultados. Nota: $U_L = 400\ V$.



Solución:

a) Si $\overline{Z} = 1 + j\sqrt{3}$ en forma cartesiana, en forma polar será : $\operatorname{tg}\varphi = \sqrt{3}$, $\varphi = 60^{o}$, $Z = 2\ \Omega$ y por tanto $\overline{Z} = 2\,\underline{|60^{o}}$.

Las intensidades de fase en la carga serán:

$$\overline{I}_{12} = \frac{\overline{U}_{12}}{\overline{Z}_{12}} = \frac{400\,\underline{|120^{o}}}{2\,\underline{|60^{o}}} = 200\,\underline{|60^{o}}$$

$$\overline{I}_{23} = \frac{\overline{U}_{23}}{\overline{Z}_{23}} = \frac{400\,\underline{|0^{o}}}{2\,\underline{|60^{o}}} = 200\,\underline{|-60^{o}}$$

$$\overline{I}_{31} = \frac{\overline{U}_{31}}{\overline{Z}_{31}} = \frac{400\,\underline{|-120^{o}}}{2\,\underline{|60^{o}}} = 200\,\underline{|-180^{o}}$$

y por tanto, los fasores de las intensidades de las corrientes de línea serán:

$$\overline{I}_{1} = \overline{I}_{12} - \overline{I}_{31} = 200\,\underline{|60^{o}} - 200\,\underline{|180^{o}} = 200\sqrt{3}\,\underline{|30^{o}}$$

$$\overline{I}_{2} = \overline{I}_{23} - \overline{I}_{12} = 200\,\underline{|-60^{o}} - 200\,\underline{|60^{o}} = 200\sqrt{3}\,\underline{|-90^{o}}$$

$$\overline{I}_{3} = \overline{I}_{31} - \overline{I}_{23} = 200\,\underline{|-180^{o}} - 200\,\underline{|-60^{o}} = 200\sqrt{3}\,\underline{|-210^{o}}$$

Las lecturas de los vatímetros W_1 y W_2 resultarán, en consecuencia:

$$W_1 = U_{13}\, I_1 \cos(\overline{U}_{13}, \bar{I}_1) = 400 \times 200 \times \sqrt{3} \cos(30^o) = 120000 \text{ W}$$

$$W_2 = U_{23}\, I_2 \cos(\overline{U}_{23}, \bar{I}_2) = 400 \times 200 \times \sqrt{3} \cos(90^o) = 0 \text{ W}$$

Con lo que: $P_T = W_1 + W_2 = 120.000$ W Como comprobación se tendrá:

$P_T = 3\ P_F\ = 3\ (I_{12})^2\ R_{12} = 3 \times 200^2 \times 1 = 120000$ W

o bien: $P_T = \sqrt{3}\ U_L\ I_L \cos \varphi = \sqrt{3}\ \times 400 \times 200 \times 0,5 = 120000$ W

b) En este supuesto: $\overline{Z} = \sqrt{3} + j$ en forma cartesiana, en forma polar será : tg $\varphi = 1/\sqrt{3}$, $\varphi = 30^o$, $Z = \sqrt{3+1} = 2\ \Omega$ y por tanto $\overline{Z} = 2\,\underline{|30^o}$.

Las intensidades de fase y linea serán: $I_F = U_L/Z = 400/2 = 200$ A e $I_L = \sqrt{3}\ I_F = 200\sqrt{3}$ A y los fasores de las intensidades de las corrientes de línea tendran por expresión:

$$\bar{I}_1 = 200\sqrt{3}\ \underline{|90 - 30^o} = 200\sqrt{3}\ \underline{|60^o}$$

$$\bar{I}_2 = 200\sqrt{3}\ \underline{|-30 - 30^o} = 200\sqrt{3}\ \underline{|-60^o}$$

$$\bar{I}_1 = 200\sqrt{3}\ \underline{|-150 - 30^o} = 200\sqrt{3}\ \underline{|-180^o}$$

Las lecturas de los vatímetros W_1 y W_2 serán en estas nuevas condiciones:

$$W_1 = U_{13}\, I_1 \cos(\overline{U}_{13}, \bar{I}_1) = 400 \times 200 \times \sqrt{3} \cos(0^o) = 80000\sqrt{3} \text{ W}$$

$$W_2 = U_{23}\, I_2 \cos(\overline{U}_{23}, \bar{I}_2) = 400 \times 200 \times \sqrt{3} \cos(60^o) = 40000\sqrt{3} \text{ W}$$

Con lo que: $P_T = W_1 + W_2 = 80000\sqrt{3} + 40000\sqrt{3} = 120000\sqrt{3}$ W

Como comprobación: $P_T = 3\ P_F\ = 3\ (I_F)^2\ R = 3 \times 200^2 \times \sqrt{3}\ = 120000\sqrt{3}$ W

o bien: $P_T = \sqrt{3}\ U_L\ I_L \cos \varphi = \sqrt{3}\ \times 400 \times 200\sqrt{3}\ \times \sqrt{3}/2 = 120000\sqrt{3}$ W

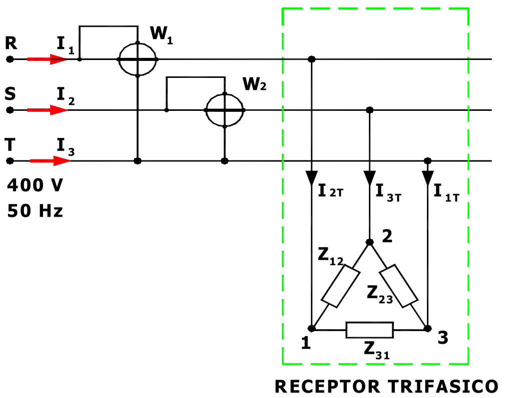
Para el supuesto **(a)** se comprueba asimismo que:

$$\text{tg}\,(\varphi) = \sqrt{3}\ \frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2} = \sqrt{3}\ \frac{120000 - 0}{120000 + 0} = \sqrt{3}.$$

Para el supuesto **(b):**

$$\text{tg}\,(\varphi) = \sqrt{3}\ \frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2} = \sqrt{3}\ \frac{80000\sqrt{3} - 40000\sqrt{3}}{80000\sqrt{3} + 40000\sqrt{3}} = \sqrt{3}\ \frac{40000\sqrt{3}}{120000\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

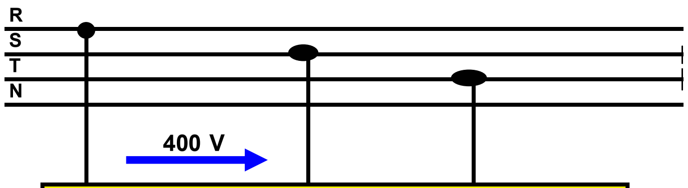
Ejercicio 2: 3/6/2010



2,0000∠60,000

Solución:

UL = 400 V



P= 120000 W
fdp= 0,5
UL= 400 V

P = 120000 W φ= 1,047198 rad
Q = 207846,097 Var φ= 60 °
S = 240000 VA **IL= 346,4102 A**

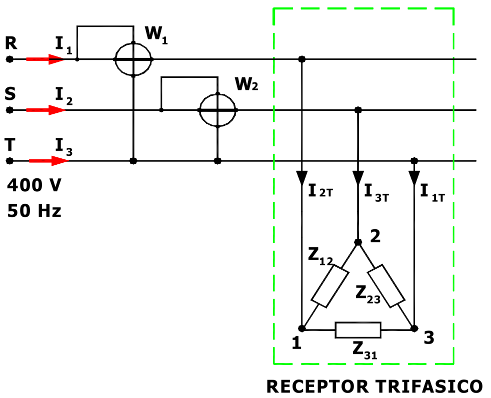
Carga en: Estrella		Carga en: Triángulo	
UF =	230,940108 V	UF =	400 V
IF =	346,410162 A	IF =	200 A
R =	0,33333333 Ω	R =	1 Ω
X =	0,57735027 Ω	X =	1,732051 Ω
Z=	0,66666667 Ω	Z=	2 Ω

I1 = 346,4102∠30,000 ° = 300,00 + 173,21 j
I2 = 346,4102∠-90,000 ° = 0,00 + -346,41 j
I3 = 346,4102∠-210,000 ° = -300,00 + 173,21 j

ZE = 0,6667∠60,000 ° = 0,333333 + 0,577350269 j
ZT = 2,0000∠60,000 ° = 1 + 1,732050808 j
S = 240000,0000∠60,000 ° = 120000 + 207846,0969 j

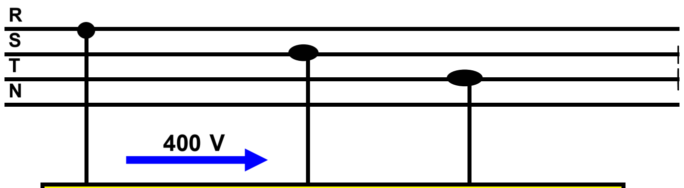
W1 = 400,00 x 346,41 x 0,87 x = 120000,00 W
W2 = 400,00 x 346,41 x 0,00 x = 0,00 W

W1 + W2 = 120000,00 W



2,0000∠30,000

UL = 400 V



P= 120000 W
fdp= 0,8660254
UL= 400 V

P = 120000 W φ= 0,523599 rad
Q = 69282,0323 Var φ= 30 °
S = 138564,065 VA **IL= 200 A**

Carga en: Estrella		Carga en: Triángulo	
UF =	230,940108 V	UF =	400 V
IF =	200 A	IF =	115,4701 A
R =	1 Ω	R =	3 Ω
X =	0,57735027 Ω	X =	1,732051 Ω
Z=	1,15470054 Ω	Z=	3,464102 Ω

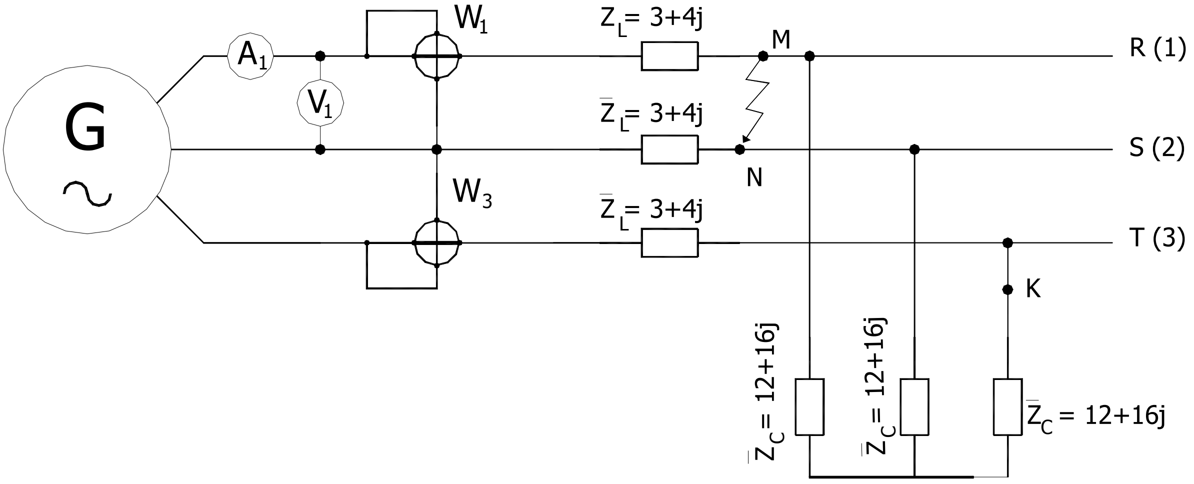
I1 = 200,0000∠60,000 ° = 100,00 + 173,21 j
I2 = 200,0000∠-60,000 ° = 100,00 + -173,21 j
I3 = 200,0000∠-180,000 ° = -200,00 + 0,00 j

ZE = 1,1547∠30,000 ° = 1 + 0,577350269 j
ZT = 3,4641∠30,000 ° = 3 + 1,732050808 j
S = 138564,0646∠30,000 ° = 120000 + 69282,0323 j

W1 = 400,00 x 200,00 x 1,00 x = 80000,00 W
W2 = 400,00 x 200,00 x 0,50 x = 40000,00 W

W1 + W2 = 120000,00 W

Ejercicio: *Se tiene un generador trifásico que alimenta una línea a* $U_L = 400\sqrt{3}$ *V, siendo la impedancia por fase de la línea:* $\overline{Z}_L = 3 + 4j$ *y la de la única carga conectada (en estrella):* $\overline{Z}_C = 12 + 16j$*, asimismo por fase.*



Se pide:

1º) Lectura del amperímetro A_1.

2º) Lectura del voltímetro V_1.

3º) Se montan dos vatímetros según la conexión ARON y se desea saber en este caso, la lectura de cada uno de ellos.

4º) Potencia consumida por la carga.

5º) Si se rompe la líena por el punto "K", determinar las nuevas lecturas del amperímetro A_1 *y del voltímetro* V_1.

6º) En estas nuevas condiciones hallar la potencia consumida por la carga.

7º) En las condiciones de los dos últimos apartados cae sobre la línea una rama de un árbol produciendo un cortocircuito entre M y N. Indicar la nueva lectura de A_1 *instantes antes de que funcione la protección automática.*

Solución:

1º) El ángulo de desfase debido a la impedancia de la carga y a la de la línea será:

$\varphi_C = \mathrm{tg}^{-1}(4/3)$ con lo que: $\varphi_C = 53{,}13^\circ$ y $\cos(\varphi_C) = 3/5$.

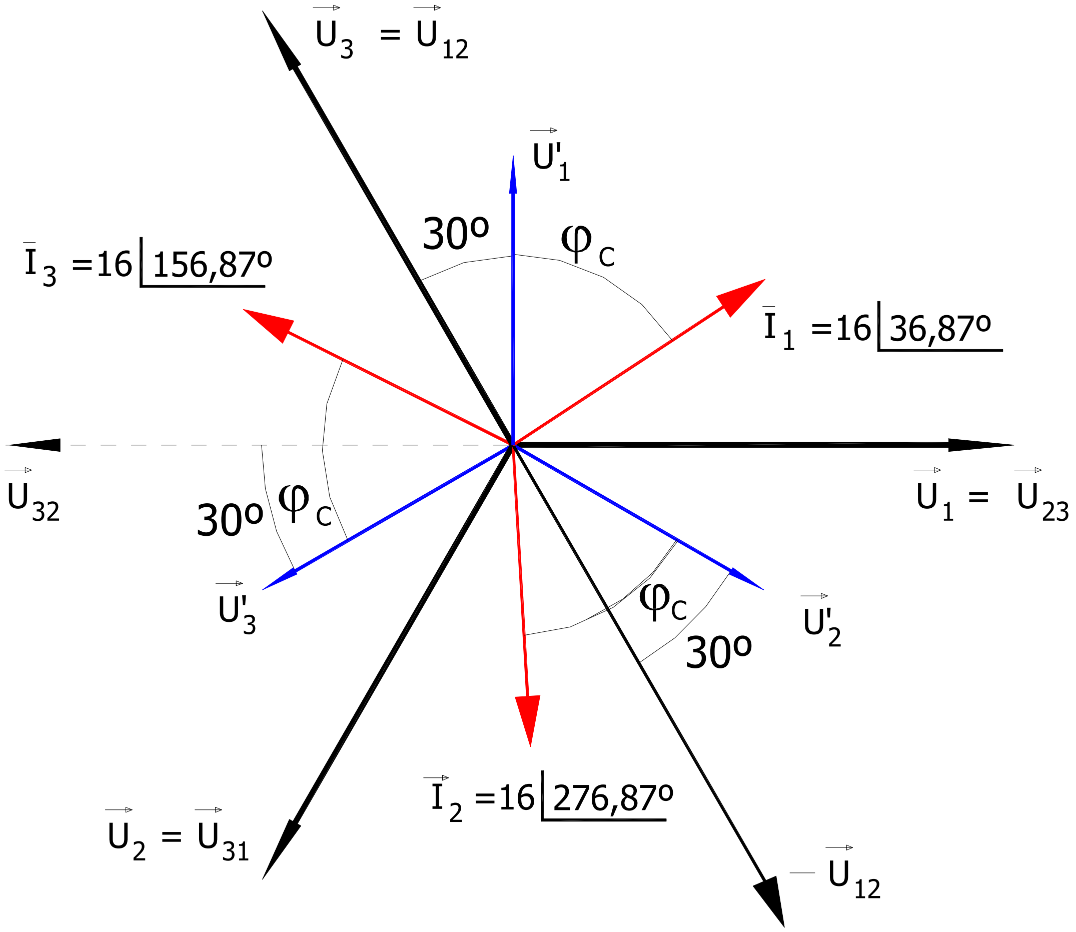
El fasor de la intensidad de la corriente de línea **R** será:

$$\overline{I}_1 = \frac{400\underline{|90^\circ}}{(3+12)+j(4+16)} = \frac{400\underline{|90^\circ}}{15+20j} = \frac{400\underline{|90^\circ}}{25\underline{|53{,}13^\circ}} = 16\underline{|36{,}87\ ^\circ}$$

con lo que la lectura de **A₁** será 16 AMPERIOS.

Las demas intensidades de línea valdrán: $\overline{I}_2 = 16\,\underline{|-30-53{,}13^o} = 16\,\underline{|-83{,}13^o}$

$$\overline{I}_3 = 16\,\underline{|-150-53{,}13^o} = 16\,\underline{|-203{,}13^o}$$



2º) Evidentemente la lectura del voltímetro **V_1** será: 400 $\sqrt{3}$ voltios.

3º) Las lecturas de los vatímetros valdrán:

$$W_1 = U_{12}\, I_1 \cos(\overline{U}_{12}, \overline{I}_1) = 400\sqrt{3} \times 16 \times \cos(\varphi_C + 30) = 1325{,}95 \text{ W}$$

$$W_3 = U_{32}\, I_3 \cos(\overline{U}_{32}, \overline{I}_3) = 400\sqrt{3} \times 16 \times \cos(\varphi_C - 30) = 10194{,}05 \text{ W}$$

4º) La potencia consumida por la carga y pérdida en la impedancia de la línea será:

$P_T = W_1 + W_3 = 1325{,}95 + 10194{,}05 = 11520$ W

La potencia perdida en la línea tendrá por valor: $P_L = 3\ R_L\ (I_L)^2 = 3 \times 3 \times 16^2 = 2304$ W

La potencia absorbida por las cargas resulta: $P_L = 3\ R_C\ (I_F)^2 = 3 \times 12 \times 16^2 = 9216$ W

y naturalmente: $P_T = P_L + P_C = 2304 + 9216 = 11520$ W

5º) La lectura del voltímetro es la misma que la indicada en el apartado 2º) o sea, $400\sqrt{3}$ V.

El fasor de la corriente en la línea en la que se ha conectado el amperímetro A_1, será ahora:

$$\overline{I'}_1 = \frac{\overline{U}_{12}}{2\,(3+4\,j+12+16\,j)} = \frac{400\sqrt{3}\,\underline{|120^{\circ}}}{2\,(15+20\,j)} = 8\sqrt{3}\,\underline{|68{,}87^{\circ}}$$

y la nueva lectura del amperímetro A_1 será: $8\sqrt{3} = 13{,}856$ A

6º) La potencia consumida por las cargas vendrá dada por:

$$P'_C = 2(I'_1)^2 R_C = 2 \times 13{,}856^2 \times 12 = 4607{,}7 \text{ W}$$

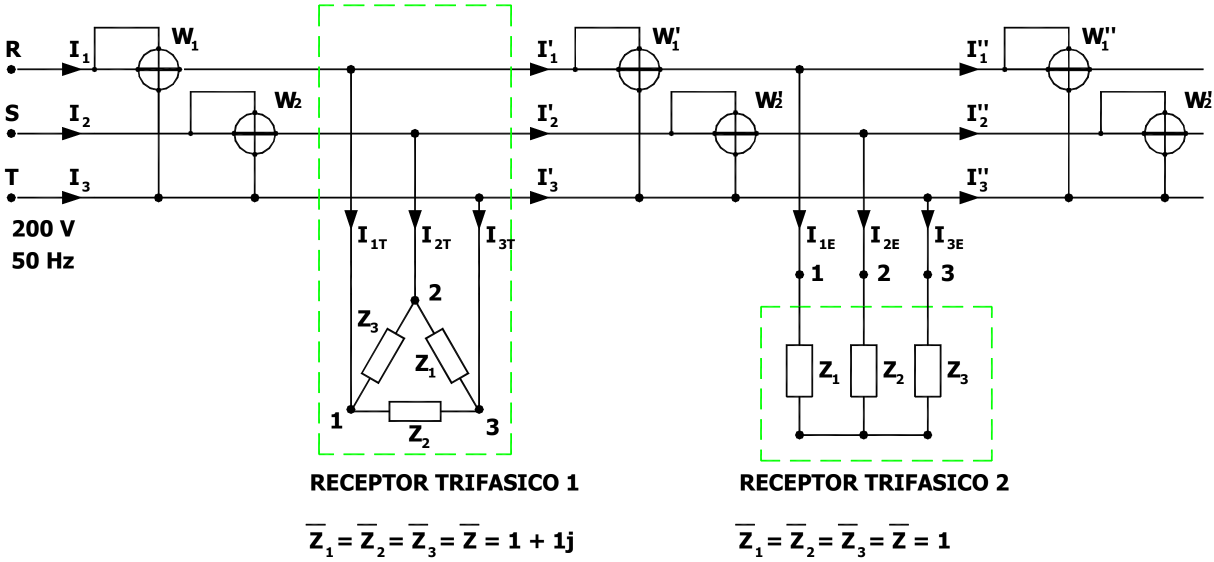
o sea, la mitad de la absorbida cuando la línea no se habia roto.

7º) La intensidad de la corriente en la línea (R) será en el supuesto considerado:

$$\overline{I''_1} = \frac{\overline{U}_{RS}}{\overline{Z}_{RS}} = \frac{400\sqrt{3}\,\underline{|120^{\circ}}}{2(3+4j)} = \frac{400\sqrt{3}\,\underline{|120^{\circ}}}{10\,\underline{|53{,}13^{\circ}}} = 40\sqrt{3}\,\underline{|66{,}87^{\circ}}$$

con lo que la lectura del amperímetro A_1 sería ahora: $40\sqrt{3} = 69{,}28$ A

Ejercicio: *En una línea trifásica a 200 V se conectan, "eléctricamente contiguas" (ver figura) una carga trifásica equilibrada en triángulo, de impedancia individual:* $\overline{Z}_{R1} = 1 + j$ *y otra carga, asimismo equilibrada, en estrella de naturaleza óhmica:* $\overline{Z}_{R2} = 1 + 0j$*. En un momento determinado queda fuera de servicio la resistencia óhmica de la fase 3. Indicar las lecturas de los vatímetros* (W_1, W_2), (W'_1, W'_2), (W''_1, W''_2)*. Comprobar los resultados.*



Solución:

La impedancia compleja de la carga conectada en triangulo vale: $\overline{Z} = \sqrt{2}\,\underline{|45^{o}} = 1 + j$ por lo que las intensidades de fase en la carga en triangulo serán:

$$\overline{I}_{12} = \frac{\overline{U}_{12}}{\overline{Z}_{12}} = \frac{200\,\underline{|120^{o}}}{\sqrt{2}\,\underline{|45^{o}}} = 100\sqrt{2}\,\underline{|75^{o}}$$

$$\overline{I}_{23} = \frac{\overline{U}_{23}}{\overline{Z}_{23}} = \frac{200\,\underline{|0^{o}}}{\sqrt{2}\,\underline{|45^{o}}} = 100\sqrt{2}\,\underline{|-45^{o}}$$

$$\overline{I}_{31} = \frac{\overline{U}_{31}}{\overline{Z}_{31}} = \frac{200\,\underline{|-120^{o}}}{\sqrt{2}\,\underline{|45^{o}}} = 100\sqrt{2}\,\underline{|-165^{o}}$$

y por tanto, los fasores de las intensidades de las corrientes de línea del **receptor 1** serán:

$$\overline{I}_{1T} = \overline{I}_{12} - \overline{I}_{31} = 100\sqrt{2}\,\underline{|75^{o}} - 100\sqrt{2}\,\underline{|-165^{o}} = 100\sqrt{6}\,\underline{|45^{o}} = 173{,}206 + 173{,}206j$$

$$\overline{I}_{2T} = \overline{I}_{23} - \overline{I}_{12} = 100\sqrt{2}\,\underline{|-45^{o}} - 100\sqrt{2}\,\underline{|75^{o}} = 100\sqrt{6}\,\underline{|-75^{o}} = 63{,}397 - 236{,}603j$$

$$\overline{I}_{3T} = \overline{I}_{31} - \overline{I}_{23} = 100\sqrt{2}\,\underline{|-165^{o}} - 100\sqrt{2}\,\underline{|-45^{o}} = 100\sqrt{6}\,\underline{|-195^{o}} = -263{,}603 + 63{,}397j$$

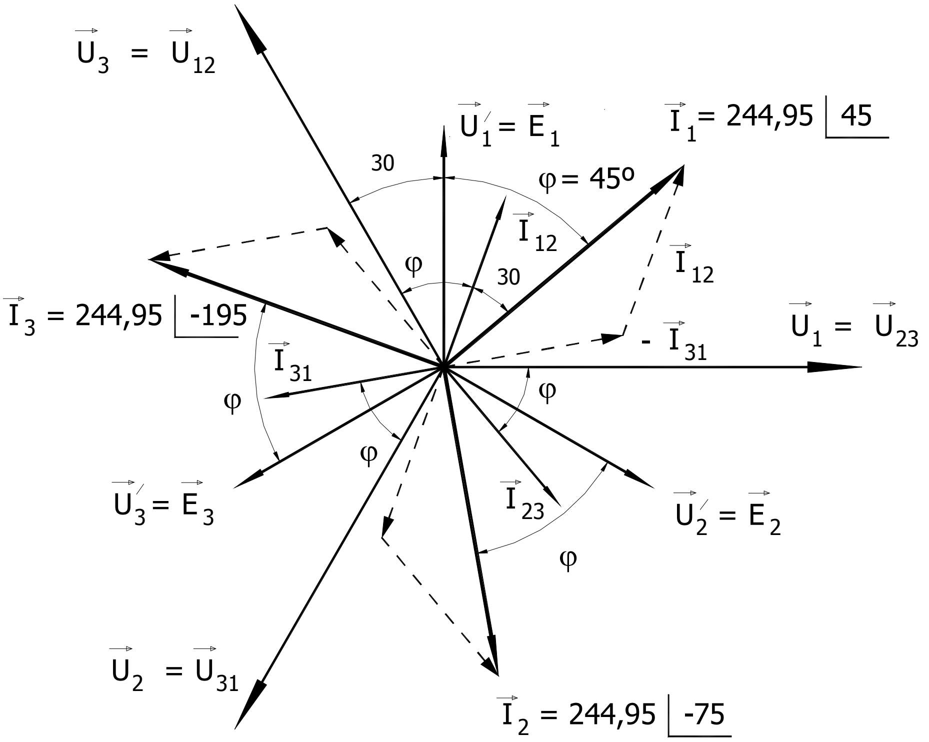


Diagrama vectorial de tensiones e intensidades del receptor 1 (carga en triangulo).

Por las cargas que permanecen en servicio de la carga en estrella circularán corrientes de intensidades:

$$\bar{I}_{12E} = \bar{I}_{1E} = \frac{200\underline{|120^{o}}}{2\underline{|0^{o}}} = 100\underline{|120^{o}} = -50 + j\,86{,}603$$

$$\bar{I}_{21E} = -\bar{I}_{12E} = \bar{I}_{2E} = 100\underline{|300^{o}} = 50 - j\,86{,}603.$$

Las intensidades de las corrientes totales en las líneas (1) y (2) valdrán, respectivamente:

$$\bar{I}_{1} = \bar{I}_{1T} + \bar{I}_{1E} = 244{,}95\underline{|45^{o}} + 100\underline{|120^{o}} = 173{,}206 +$$

$$+ 173{,}206\,j - 50 + 86{,}603\,j = 123{,}205 + 259{,}808\,j = 287{,}54\underline{|64{,}629^{o}}.$$

$$\bar{I}_{2} = \bar{I}_{2T} + \bar{I}_{2E} = 63{,}397 - 236{,}603\,j + 50 - 86{,}603\,j =$$

$$= 113{,}397 - 323{,}205\,j = 342{,}521\underline{|-70{,}666^{o}}.$$

Las lecturas de los vatímetros W_1 y W_2 serán, en consecuencia:

$$W_1 = U_{13}\, I_1 \cos(\overline{U}_{13}, \bar{I}_1) = 200 \times 287{,}54 \cos(4{,}629^{o}) = 57320{,}42\ \text{W}$$

$$W_2 = U_{23}\, I_2 \cos(\overline{U}_{23}, \bar{I}_2) = 200 \times 342{,}521 \times \sqrt{3} \cos(70{,}666^{o}) = 22679{,}98\ \text{W}$$

siendo entonces: $W_1 + W_2 = 57\,320{,}42 + 22679{,}98 = 80000{,}4$ W

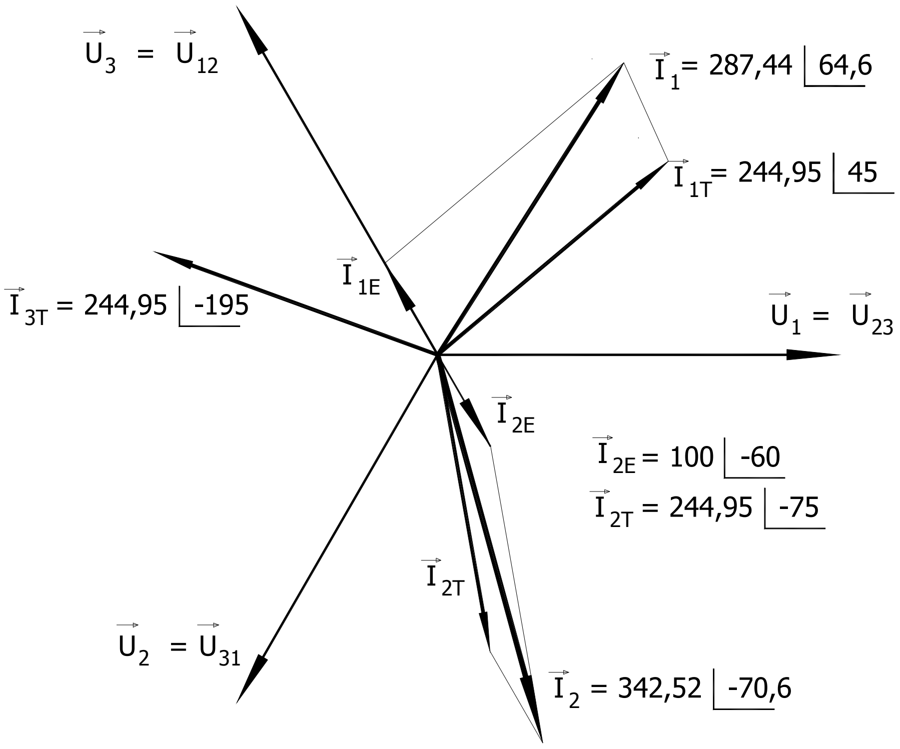


Diagrama vectorial de tensiones e intensidades de la instalación .

Las lecturas de los vatímetros W'_1 y W'_2 serán, por su parte:

$$W'_1 = U_{13}\, I_{1E} \cos(\overline{U}_{13}, \bar{I}_{1E}) = 200 \times 100 \times \cos(60º) = 10000 \text{ W}$$

$$W'_2 = U_{23}\, I_{2E} \cos(\overline{U}_{23}, \bar{I}_{2E}) = 200 \times 100 \times \cos(60º) = 10000 \text{ W}$$

con lo que: $W'_1 + W'_2 =$ 20000 W

Por fin: $W''_1 = W''_2 =$ 0 W.

Como comprobación se tendrá:

- Potencia consumida por las cargas en Triángulo (Receptor trifásico 1):

  $P_T = 3\,(100\sqrt{2}\,)^2 \times 1 = 60000$ W

  o bien: $P_T = 3\, U_F\, I_F \cos\varphi = 3 \times 200 \times (100\sqrt{2}\,) \times (\sqrt{2}\,/2) = 60000$ W

- Potencia consumida por las cargas en Estrella (Receptor trifásico 2):

  $P_E = 2\,(I_E)^2\, R = 2 \times (100)^2 \times 1 = 20000$ W

  o bien: $P_E = U\, I_E \cos\phi = 220 \times 100 \times 1 = 20000$ W

  y, por tanto: $P_T + P_E = 60000 + 20000 = 80000$ W.

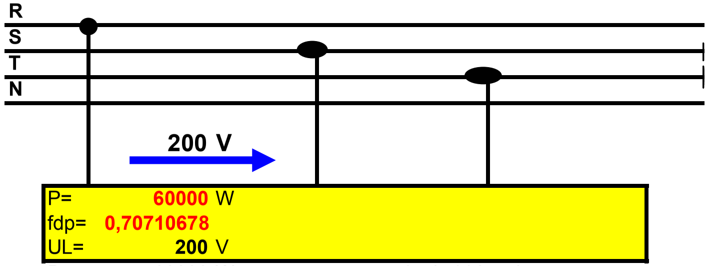
Ejercicio 4: **3/6/2010**

ZT = 1,4142 $\angle$ 45,000

Z = 2,0000 $\angle$ 0,000

Solución:

UL = 200 V



P = 60000 W φ= 0,785398 rad
Q = 60000 Var φ= 45 °
S = 84852,8137 VA **IL= 244,949 A**

Carga en: Estrella		Carga en: Triángulo	
UF =	115,470054 V	UF =	200 V
IF =	244,948974 A	IF =	141,4214 A
R =	0,33333333 Ω	R =	1 Ω
X =	0,33333333 Ω	X =	1 Ω
Z=	0,47140452 Ω	Z=	1,414214 Ω

I1 = 244,9490 $\angle$ 45,000 ° = 173,21 + 173,21 j

I2 = 244,9490 $\angle$ -75,000 ° = 63,40 + -236,60 j

I3 = 244,9490 $\angle$ -195,000 ° = -236,60 + 63,40 j

ZE = 0,4714 $\angle$ 45,000 ° = 0,333333 + 0,333333333 j

ZT = 1,4142 $\angle$ 45,000 ° = 1 + 1 j

S = 84852,8137 $\angle$ 45,000 ° = 60000 + 60000 j

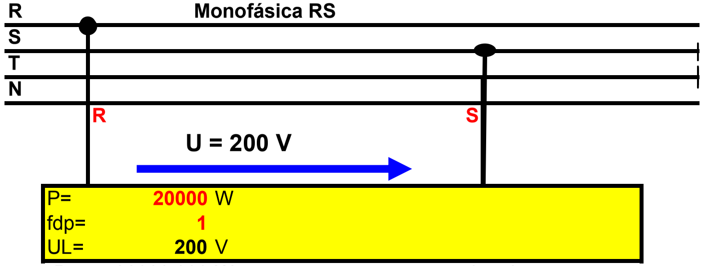
W1 = 200,00 x 244,95 x 0,97 = 47320,51 W

W2 = 200,00 x 244,95 x 0,26 = 12679,49 W

W1 + W2 = 60000,00 W

UL = 200 V

Monofásica RS



P = 20000,000 W φ = 0 rad
Q = 0,000 Var φ = 0 °
S = 20000,000 VA Z = 2,000 Ω

IF= 100 A R = 2,000 Ω
X = 0 Ω

URS = 200,00 $\angle$ 120 ° = -100,00 + 173,21 j

IRS = 100,00 $\angle$ 120 ° = -50,00 + 86,60 j

I_1 = 100,00 $\angle$ 120 ° = -50,00 + 86,60 j

I_2 = 100,00 $\angle$ 300 ° = 50,00 + -86,60 j

I_3 = 0,00 $\angle$ 0 ° = 0,00 + 0,00 j

ZRS = 2,00 $\angle$ 0 ° = 2,00 + 0,00 j

SRS = 20000,00 $\angle$ 0 ° = 20000,00 + 0,00 j

W1 = 200,00 x 100,00 x 0,50 = 10000,00 W

W2 = 200,00 x 100,00 x 0,50 = 10000,00 W

W1 + W2 = 20000,00 W

Aplicando el primer lema a cada fase
obtenemos las intensidades totales:

I_{T1} : 287,540418 $\angle$ 64,63 ° = 123,21 + 259,81 j

I_{T2} : 342,520814 $\angle$ 289,33 ° = 113,40 + -323,21 j

I_{T3} : 244,948974 $\angle$ 165,00 ° = -236,60 + 63,40 j

W1 = 200,00 x 287,54 x 0,997 = 57320,51 W

W2 = 200,00 x 342,52 x 0,331 = 22679,49 W

W1 + W2 = 80000,00 W

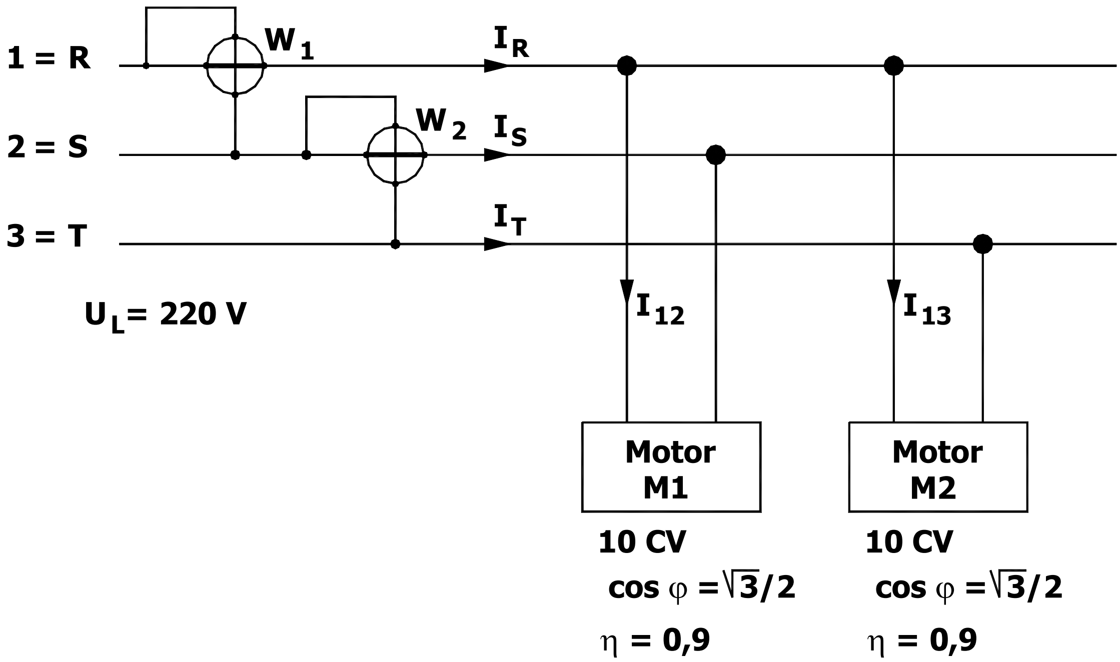
P1+P2 = 0,33 W

Sistema Desequilibrado

Ejercicio: *En la línea III de la figura siguiente se conectan dos motores monofásicos idénticos, de potencia en el eje 10 CV, rendimiento:* $\eta = 0{,}9$ *y* $\cos\varphi = \sqrt{3}/2$ $(U_L = 220\ V)$.

1º) Se desea conocer las lecturas de los vatímetros W_1 *y* W_2.

2º) ¿Coincidirá la suma de dichas lecturas con la potencia total absorbida por los dos motores?. En caso negativo modificar las conexiones del vatímetro W_1 *para que la suma de las nuevas lecturas exprese la potencia total absorbida.*



Solución:

1) La potencia mecánica proporcionada por cada motor será: $P_{m1} = P_{m2} = 10 \times 736 = 7360$ W

Dicha potencia mecánica supone que se deberá absorber de la red una potencia eléctrica (por cada motor):

$$P_{e1} = P_{e2} = 7360 / 0{,}9 = 8177{,}77\ \text{W}$$

Para los dos motores: $P_e = 2\ P_{e1} = 16355{,}55$ W

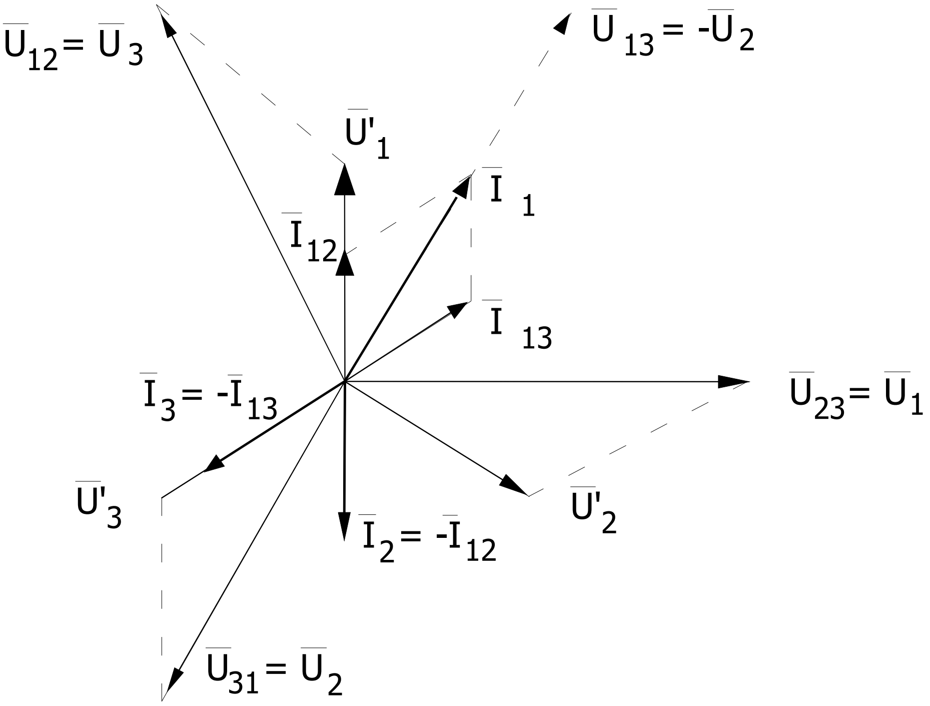
La intensidad de la corriente absorbida por cada motor será: $I_M = \dfrac{81777{,}77}{220\sqrt{3}/2} = 42{,}92$ A

La intensidad absorbida por el motor 1, $\bar{I}_{12}$, tiene un desfase de 30º con respecto a la tensión de línea $\overline{U}_{12} = \overline{U}_3$, y la intensidad absorbida por el motor 2, $\bar{I}_{13}$, de 30º con respecto de $\overline{U}_{13} = -\overline{U}_2$; por lo que las intensidades en la línea trifásica serán:

$$\bar{I}_1 = \bar{I}_{12} + \bar{I}_{13} = 43\,\underline{|90^{\circ}} + 43\,\underline{|30^{\circ}} = 74{,}34\,\underline{|60^{\circ}}$$

$$\bar{I}_2 = -\bar{I}_{12} = 43\,\underline{|90^{\circ}-180^{\circ}} = 43\,\underline{|-90^{\circ}}$$

$$\bar{I}_3 = -\bar{I}_{13} = 43\,\underline{|30^{\circ}-180^{\circ}} = 43\,\underline{|-150^{\circ}}$$



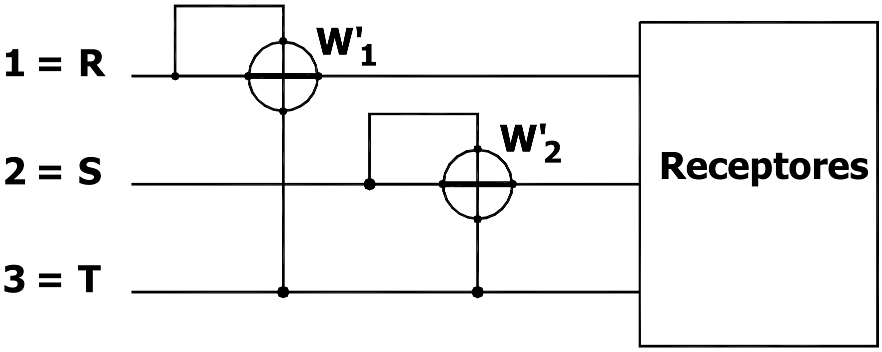
Con todo ello, las lecturas de los vatímetros W$_1$ y W$_2$ resultarán:

$$W_1 = U_{12}\, I_1 \cos(\overline{U}_{12}, \overline{I}_1) = 220 \times 74{,}34 \times \cos(60^o) = 8177{,}778 \text{ W}$$

$$W_2 = U_{23}\, I_2 \cos(\overline{U}_{23}, \overline{I}_2) = 220 \times 43 \times \cos(90^o) = 0 \text{ W}$$

2) Si sumamos las lecturas de los vatimetros: W$_1$ + W$_2$ = 8177,778 W ≠ 16355,55 W

Si se disponen los dos vatímetros en conexión ARON como la indicada en la figura siguiente se tendrá:

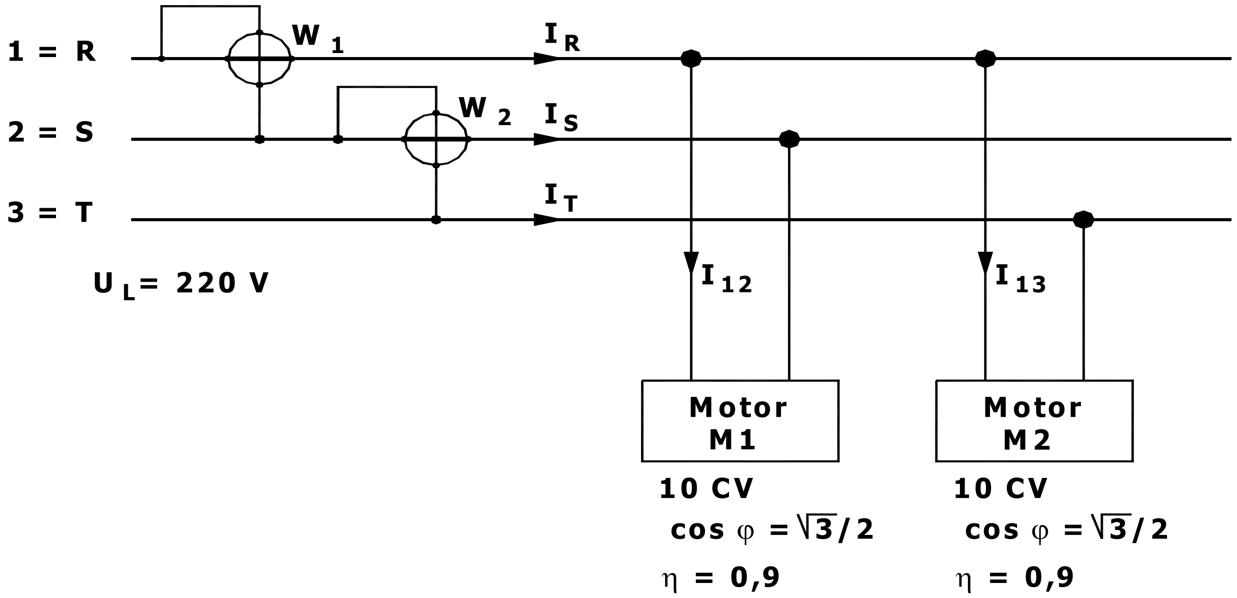


$$W'_1 = U_{13}\, I_1 \cos(\overline{U}_{13}, \overline{I}_1) = 220 \times 74{,}34 \times \cos(0^o) = 16355{,}55 \text{ W}$$

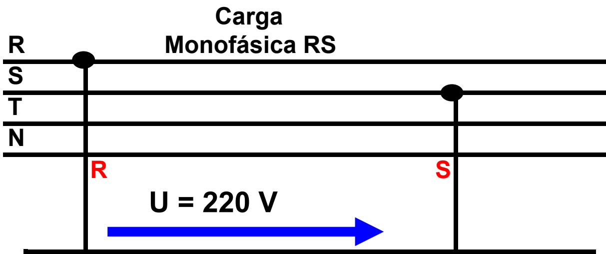
$$W'_2 = U_{23}\, I_2 \cos(\overline{U}_{23}, \overline{I}_2) = 220 \times 43 \times \cos(90^o) = 0 \text{ W}$$

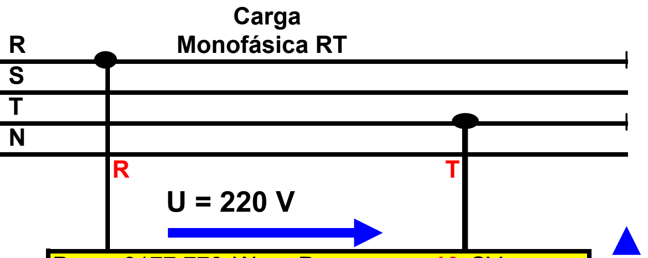
Ahora W’$_1$ + W’$_2$ = 16355,5 W que es el valor de la potencia eléctrica absorbida por los dos motores.

Ejercicio : Calcular la lectura de los dos watímetros. 3/6/2010



Solución:





Pe =	8177,778 W	P =	10 CV	Pe =	8177,778 W	P =	10 CV
fdp=	0,866025	η =	0,9	fdp=	0,866025	η =	0,9
UL=	220 V			UL=	220 V		
P =	8177,778 W	φ =	0,523599 rad	P =	8177,778 W	φ =	0,5236 rad
Q =	4721,442 Var	φ =	30 °	Q =	4721,442 Var	φ =	30 °
S =	9442,884 VA	Z =	5,126 Ω	S =	9442,884 VA	Z =	5,126 Ω
IF=	42,9222 A	R =	4,439 Ω	IF=	42,9222 A	R =	4,439 Ω
		X =	2,562776 Ω			X =	2,56278 Ω

URS =	220,00∠120 °	=	-110,00 +	190,53 j	URT =	220,00∠60 °	=	110,00 + 190,53 j
IRS =	42,92∠90 °	=	0,00 +	42,92 j	IRT =	42,92∠30 °	=	37,17 + 21,46 j
ZRS =	5,13∠30 °	=	4,44 +	2,56 j	ZRT =	5,13∠30 °	=	4,44 + 2,56 j
SRS =	9442,88∠30 °	=	8177,78 +	4721,44 j	SRT =	9442,88∠30 °	=	8177,78 + 4721,44 j
I1 =	42,92∠90 °	=	0,00 +	42,92 j	I1 =	42,92∠30 °	=	37,17 + 21,46 j
I2 =	42,92∠270 °	=	0,00 +	-42,92 j	I2 =	0,00∠0 °	=	0,00 + 0,00 j
I3 =	0,00∠0 °	=	0,00 +	0,00 j	I3 =	42,92∠210 °	=	-37,17 + -21,46 j

Aplicando el primer lema a cada fase
obtenemos las intensidades totales:

IT1 =	**74,34343∠60,00** ° =	37,17 +	64,38 j	W1 =	220 x 74 x 0,5	= 8177,78 W
IT2 =	**42,9222∠#####** ° =	0,00 +	-42,92 j	W2 =	220 x 43 x -0	= 0,00 W
IT3 =	**42,9222∠#####** ° =	-37,17 +	-21,46 j		**W1 + W2**	**= 8177,78 W**

Sistema Desequilibrado

P1+P2 = 16355,56 W