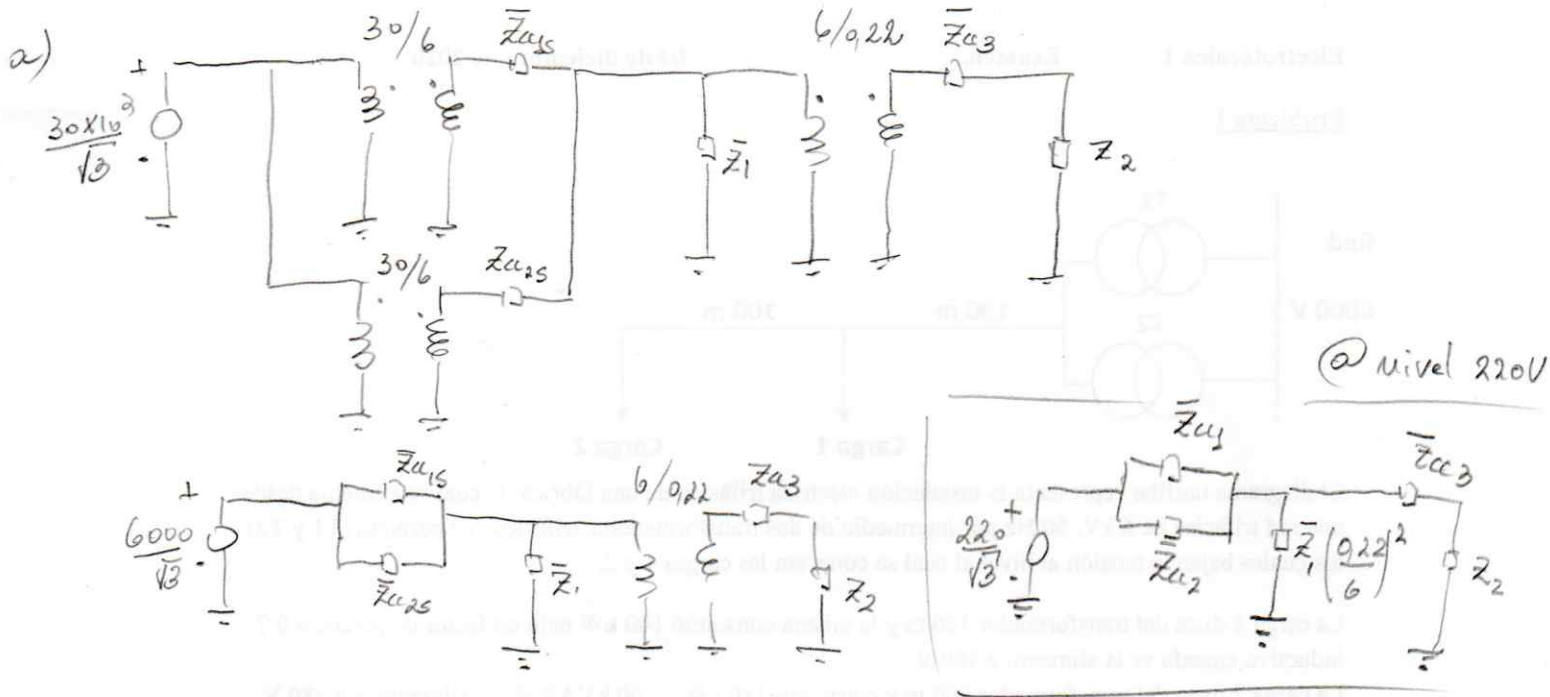


Problema 7

Practico 4



$$\bar{Z}_{15} = 0,08 \times \frac{6000^2}{1 \times 10^6} = j2,88 \Omega \quad \bar{Z}_{25} = 36 \times \left(\frac{6000}{30000}\right)^2 = j1,44 \Omega \quad \bar{Z}_{43} = 0,06 \times \frac{220^2}{1 \times 10^6} = j2,9 \times 10^{-3} \Omega$$

$$\bar{Z}_{11} = \left(\frac{220}{6000}\right)^2 \bar{Z}_{15} = j3,9 \times 10^{-3} \Omega \quad \bar{Z}_{22} = \left(\frac{220}{6000}\right)^2 \bar{Z}_{25} = j1,9 \times 10^{-3} \Omega$$

$$\bar{Z}_3 = \frac{6300/\sqrt{3}}{2,2 \times 10^6} \angle \text{Arccos}(0,8) = 18,04 \Omega \angle \text{Arccos } 0,8 \quad \bar{Z}_2 = \frac{230^2}{1 \times 10^6} \angle \text{Arccos } 0,8 = 0,0529 \angle \text{Arccos } 0,8 \Omega$$

b) $\bar{Z}_{25} = \frac{U_{Z_2}}{100} \times \frac{6000^2}{2 \times 10^6} = 1,44 \Rightarrow U_{Z_2} = 8\%$ Se cargan T_1 y T_2 en iguales % de sus corrientes nominales.

c)

$$\bar{Z}_{11} = 1,28 \times 10^{-3} \Omega \quad \bar{Z}_{15} = 0,0243 \angle \text{Arccos } 0,8$$

Se desprecia $\bar{Z}_{43} \Rightarrow \bar{Z}_{15} \parallel \bar{Z}_2 = \frac{0,0243 \times 0,0529}{0,0243 + 0,0529} \angle \text{Arccos } 0,8$

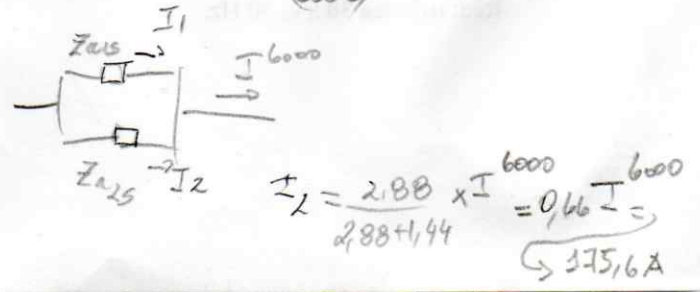
$$\Rightarrow \bar{Z}_{15} \parallel \bar{Z}_2 = 16,7 \times 10^{-3} \Omega \angle \text{Arccos } 0,8 = (13,4 \times 10^{-3} + j10 \times 10^{-3}) \Omega$$

$$\bar{I} = \frac{220/\sqrt{3}}{(1,28j + 13,4 + 10j) \times 10^{-3}} = \frac{220/\sqrt{3} \times 10^3}{17,52 \angle \alpha} \Rightarrow \bar{I} = 7258,4 \text{ A}$$

$$I_{N15} = \frac{1 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 6000} = 96,3 \text{ A} \quad I_{N25} = \frac{2 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 6000} = 192,6 \text{ A} \quad I = \left(\frac{220}{6000}\right) \bar{I} = 266,1 \text{ A}$$

Reparto de corrientes entre T_1 y T_2

$$I_1 = \frac{1,44}{2,88 + 1,44} I^{6000} = 0,33 I^{6000} = 87,8 \text{ A}$$



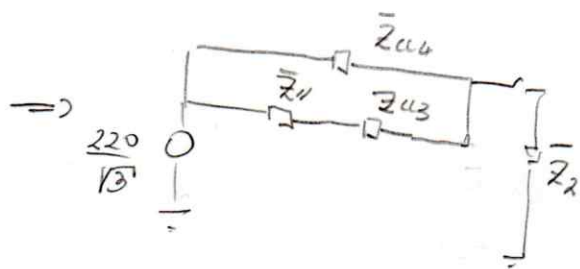
observar que $I_2 = 2I_1$ y que $I_{N25} = I_{N15}$

Ambos trafos cargados a 95,5% de su capacidad.

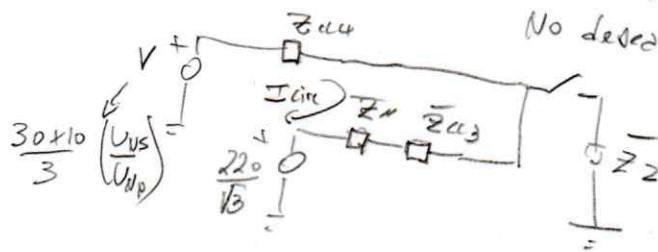
Corriente por T_3 :
$$\bar{I}_3 = \frac{\bar{Z}_{15} \times I}{\bar{Z}_{15} + \bar{Z}_2} \Rightarrow I_3 = \frac{0,243}{0,243 + 0,529} \times I = 0,31 I = 2250,1 A$$

$$I_{N3} = \frac{1 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 220} = 2627 A \Rightarrow T_3: 86\%$$

d) T_4 30/0,22 KV misma relacion de transformacion de barra a barra.



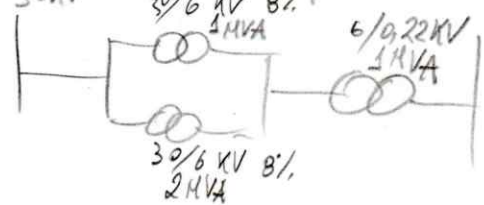
Si relaciones distintas $\Rightarrow I_{circ}$ en Vecio No deseable.



Como tienen igual relacion de transformacion \Rightarrow igual carga en VA = iguales corrientes
 Para que las corrientes sean iguales: $\bar{Z}_{24} = \bar{Z}_{11} + \bar{Z}_{23} = j(1,28 + 2,9) \times 10^{-3} = 4,18 \times 10^{-3} \Omega$

Ademas $Z_{24} = 4,18 \times 10^{-3} = \frac{V_{Z4}}{100} \times \frac{220^2}{S_4} \Rightarrow$ Hay que determinar S_4 !

Para no sobrecargar ningun transformador hay que determinar lo maximo que puede pasar por el arreglo original.



\Rightarrow El circuito original limita T_3 a 1MVA!!

$$I_{max} = \frac{1 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 220} = 2627 A \Rightarrow$$
 por T_4
 No puede pasar mas que esta corriente

$$S_4 = \sqrt{3} \times 220 \times 2627 = 1MVA. \Rightarrow U_{Z4} = 8,6\%$$

Indice horario: $5 \times 30^\circ + 7 \times 30^\circ \Rightarrow$ Indica cero Y_0 30/6 KV 1MVA 8,6%

Problema 1.

El circuito unifilar de la figura representa la alimentación eléctrica interna de una fábrica desde una red de potencia infinita de 31 kV, 50 Hz.

Se pide:

1. Circuito monofásico estrella equivalente de la instalación a nivel 220 V.
2. Con la carga 1 y la carga 2 conectadas a la instalación determinar el porcentaje de carga en corriente de cada transformador.
3. En la situación de (2) determinar la tensión en la barra B y la Barra C.
4. Se proyecta conectar un quinto transformador T5 entre las barras A y B de relación de transformación 31.5/6.3 kV. Determinar potencia nominal (S_n) y tensión de cortocircuito (U_z) en % si se pretende que este nuevo transformador se cargue igual que la rama ya existente sin sobrecargar a ningún transformador.
5. Estando T5 instalado y suministrándose la máxima potencia posible para el conjunto en la barra B; determinar el estado de carga de T1, T2, T3 y T5.

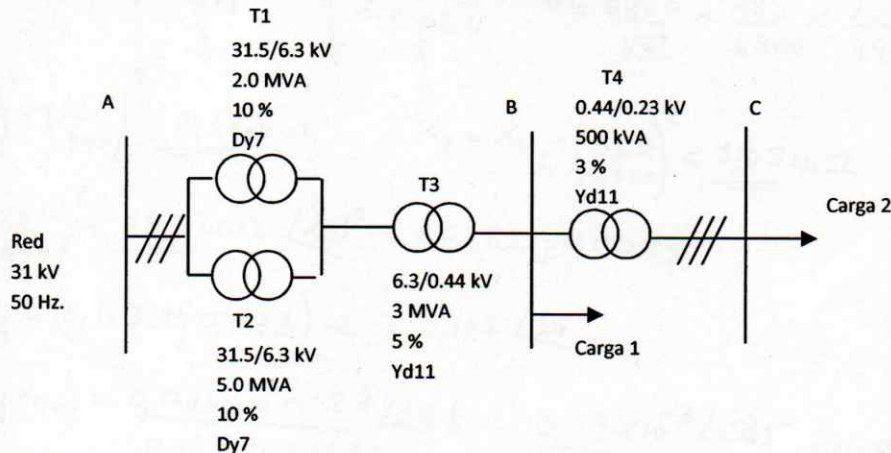
No. }

Datos:

Carga 1: bajo 440 V consume 2MW bajo factor de potencia 0.92.

Carga 2: bajo 220 V consume 1000 A y 370 kW.

No se consideran las impedancias de vacío de los transformadores.

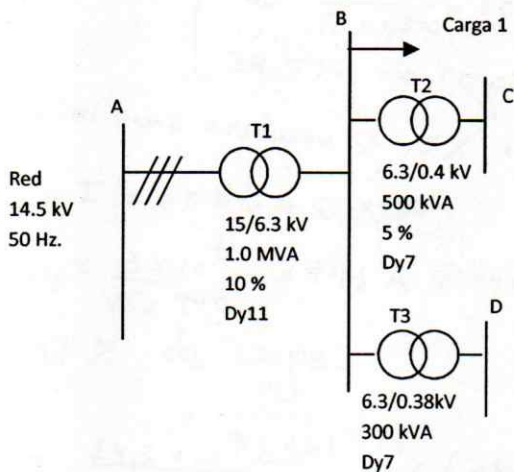


Problema 2.

En el circuito unifilar de la figura todos los transformadores y cargas son trifásicas de 50 Hz de frecuencia nominal.

Se pide:

1. Circuito monofásico estrella equivalente.
2. Estando las barras C y D en vacío determinar la tensión en las barras: B, C y D.
3. Se conecta a la barra C la carga 2 y se mantiene la barra D en vacío; determinar la tensión en las barras B, C y D.
4. Con la carga 2 conectada a la barra C se conecta la carga 3 a la barra D. Determinar las tensiones en las barras B, C y D y el porcentaje en que se encuentra cargado cada transformador.



Carga 1: bajo 6100 V consume 9.5 A y 95 kW.

Carga 2: bajo 380 V consume 275 kVA con un factor de potencia 0.9 inductivo.

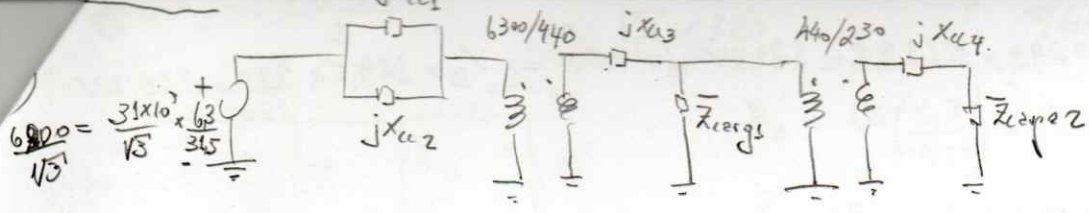
Carga 3: carga resistiva pura en triángulo de 96 kW.

T3) Ensayo de cortocircuito: $U_{cc} = 300$ V $I_{cc} = 9$ A
 $P_{cc} = 500$ W. Ensayo efectuado a 50 Hz.

No se consideran las impedancias de vacío de los transformadores.

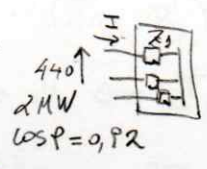
0,1272
0,1357.

2,772



$$X_{u3} = 0,1 \times \frac{6300^2}{2 \times 10^6} = 1,98 \Omega \quad X_{u2} = 0,1 \times \frac{6,3^2}{5} = 0,79 \Omega \quad X_{u3} = 0,05 \times \frac{0,44^2}{3} = 3,23 \text{ m}\Omega$$

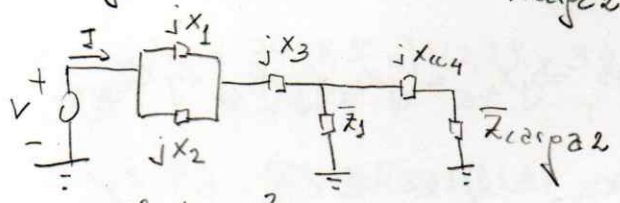
$$X_{u4} = 0,03 \times \frac{230^2}{500 \times 10^3} = 3,17 \text{ m}\Omega$$



$$I = \frac{2 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 440 \times 0,92} = 2856 \text{ A} \quad \bar{Z}_{carga1} = \frac{440/\sqrt{3}}{2856} \quad \text{Arccos } 0,92$$

$$\bar{Z}_{carga1} = 89 \text{ m}\Omega \angle 13,1^\circ$$

$$\bar{Z}_{carga2} = \frac{220/\sqrt{3}}{1000} \angle \text{Arccos} \left(\frac{370 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 220 \times 1000} \right) = 0,127 \angle 13,6^\circ \Omega$$



$$V = \frac{6200}{\sqrt{3}} \times \frac{440}{6300} \times \frac{230}{440} = \frac{226,3}{\sqrt{3}} \text{ V}$$

$$X_1 = X_{u1} \left(\frac{440}{6300} \right)^2 \times \left(\frac{230}{440} \right)^2 = 2,64 \text{ m}\Omega \quad X_2 = X_{u2} \times \left(\frac{230}{6300} \right)^2 = 1,05 \text{ m}\Omega$$

$$X_3 = X_{u3} \left(\frac{230}{440} \right)^2 = 0,88 \text{ m}\Omega$$

$$\bar{Z}_1 = \bar{Z}_{carga1} \left(\frac{230}{440} \right)^2 = 24,3 \text{ m}\Omega \angle 23,1^\circ = 0,0223 + j 0,0095$$

$$2) \quad \bar{Z}_{carga2} + jX_{u4} = (0,123 + j 0,033) \Omega \approx 0,127 \angle 15^\circ$$

$$\bar{Z}_1 \parallel (\bar{Z}_{carga2} + jX_{u4}) = \frac{0,0243 \times 0,127 \angle 38,1^\circ}{0,142 + j 0,0425} = \frac{3,09 \times 10^{-3} \angle 38,1^\circ}{0,148 \angle 16,7^\circ} = 20,9 \times 10^{-3} \angle 21,4^\circ \Omega$$

$$jX_1 \parallel jX_2 = j 975 \times 10^{-3} \Omega \quad = (19,4 \times 10^{-3} + j 7,63 \times 10^{-3}) \Omega$$

$$\bar{I} = \frac{226,3/\sqrt{3}}{(j 975 + j 9,88 + 19,4 + j 7,63) \times 10^{-3}} = \frac{130,8}{(19,4 + j 9,26) \times 10^{-3}} = \frac{130,8}{25,49 \angle 25,5^\circ \times 10^{-3}} = 6086,6 \text{ A} \angle -25,5^\circ$$

Transformador T_1 : $I_1 = \frac{1,05}{2,64 + 1,05} \times 6086,6 = 1732 \text{ A} @ \text{ nivel } 230 \text{ V}$
 $I_{N1} = \frac{2 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 6300} = 183,5 \text{ A} @ 6300 \text{ V} \Rightarrow I_{N+1}^{230} = 183,5 \times \left(\frac{6300}{440} \right) \times \left(\frac{440}{230} \right) = 5026,3 \text{ A}$
 34,5% de carga

T_2 en la misma condición 34,5% de carga.

T_3 $I_3 = I = 6086 \text{ A} @ 230 \text{ V}$
 $I_{N3} = \frac{3 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 440} = 3941 \text{ A} @ 440 \Rightarrow I_{N3}^{230} = 3941 \times \frac{440}{230} = 7539,3 \text{ A}$
 897% de carga.

TH) $I_4 = \frac{24,3 \times 10^{-3} \angle 23,1^\circ}{0,123 + j 0,033 + 0,0223 + j 0,0095} \times 6086,6 \Rightarrow I_4 = 979,5 \text{ A} \Rightarrow T_4) 78\%$
 $= 0,1453 + j 0,0425 = 0,151 \angle 16^\circ$
 $I_{T4} = \frac{500 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 230} = 1256,6 \text{ A}$

3) $I_{cargas} = \frac{0,124}{0,151} \times 6086,6 = 5119,2 \text{ A} @ 230$

$V_B^{230} = Z_1 \cdot I_{cargas} = 0,0243 \times 5119,2 = 124,5 \text{ V} @ 230 \Rightarrow V_B = 124,5 \times \frac{440}{230} = 238,2 \text{ V}$

$\Rightarrow U_B = 412,1 \text{ V}$

Otra forma: $V_B^{230} = \bar{Z}_1 \parallel (jX_{u4} + \bar{Z}_{cargas}) \times 6086,6 = 20,9 \times 10^{-3} \times 6086,6 = 127,2 \Rightarrow V_B = 243,3 \text{ V}$

$U_B = 421 \text{ V}$

4) TS) 31,5/6,3 kV

De T1, T2 y T3 el que limita es T3 \Rightarrow No se puede pasar mas de 3 MVA.

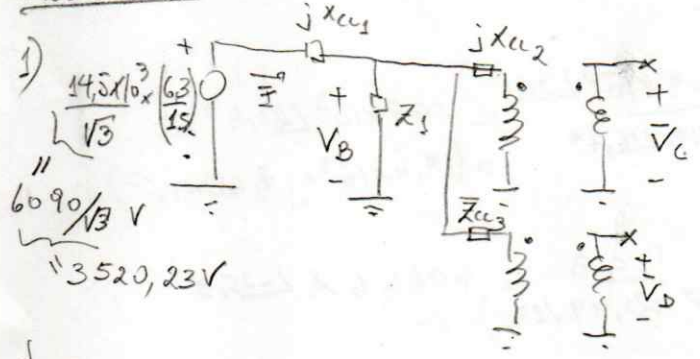
$\Rightarrow I_{U3}^{TS} = \frac{3 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 6300} = 275,2 \text{ A} \quad S_{NTS} = 3 \text{ MVA}$

Para que pase igual corriente por ambas ramas $\Rightarrow jX_{u5} = (jX_{u1} \parallel jX_{u2}) + jX_{u3}$

$X_{u3}^{6300} = 3,23 \times 10^{-3} \left(\frac{6300}{440}\right)^2 = 0,662 \Omega \quad X_{u3} = 1,662 \Omega @ 6300 \text{ V}$

$\frac{X_1 \times X_2}{X_1 + X_2} = 1 \Omega \Rightarrow 1,662 = \frac{U_2}{100} \times \frac{6300/\sqrt{3}}{275,2} \Rightarrow U_2 = 12,56\%$

Problema 2



1) $\bar{I} = \frac{3520,23}{jX_{u1} + \bar{Z}_1} = \frac{3520,23}{372,44 \angle 10} \Rightarrow I = 9,45 \text{ A}$

$V_B = Z_B I = 371,16 \times 9,45 = 3507,46 \text{ V} \Rightarrow U_B = 6067,9 \text{ V} \Rightarrow U_C = 385,26 \text{ V}$
 $U_D = 366 \text{ V}$

$X_{u1} = 0,1 \times \frac{6,3^2}{1} = 3,97 \Omega$

$X_{u2} = 9,05 \times \frac{6300^2}{500 \times 10^3} = 3,97 \Omega$

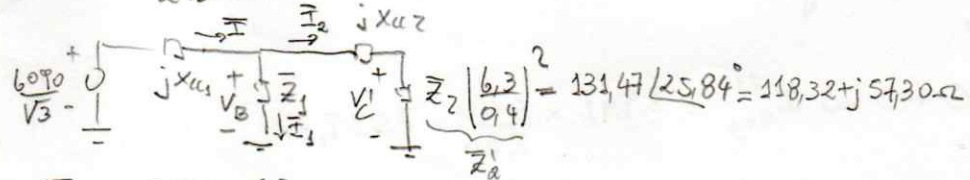
$\bar{Z}_{u3} = \frac{300/\sqrt{3}}{9} \angle \text{Arccos}\left(\frac{500}{\sqrt{3} \times 300 \times 9}\right)$

$\bar{Z}_{u3} = 19,27 \angle 84^\circ \Omega$

$\bar{Z}_1 = \frac{6500/\sqrt{3}}{9,5} \angle \text{Arccos}\left(\frac{95 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6500 \times 9,5}\right)$

$\bar{Z}_1 = 371,16 \angle 18,63^\circ \Omega = (351,71 + j118,57) \Omega$

3) $\bar{Z}_2 = \frac{380^2}{275 \times 10^3} \angle \text{Arccos} 0,9 = 0,53 \angle 25,84^\circ \Omega$



$\bar{I} = \frac{3520,23}{100 \angle 27} = 35,2 \angle -27^\circ \quad \bar{I}_1 = \frac{133,24 \angle 27,07}{503 \angle 20,94} \times \bar{I}$

$\Rightarrow I_1 = 9,32 \text{ A}$
 $I_2 = 25,97 \text{ A}$

$\bar{I}_2 = \frac{371,16 \angle 18,16}{503 \angle 20,94} \times \bar{I}$

$V_B = 3459,2 \text{ V}$
 $V_C = 3434,3 \text{ V} \Rightarrow U_B = 5984,4 \text{ V} \quad U_C = 375 \text{ V}$
 $U_D = 360,9 \text{ V}$

$\bar{Z} = jX_{u2} + \bar{Z}'_2 = 118,32 + j61,27 = 133,24 \angle 27,37^\circ$

$\bar{Z} \parallel \bar{Z}_1 = \frac{371,16 \angle 18,63 \times 133,24 \angle 27,37}{470 + j179,84} = 503 \angle 20,94^\circ$

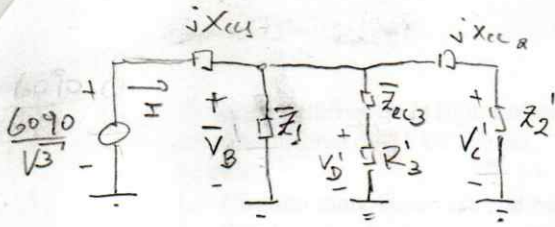
$\bar{Z} \parallel \bar{Z}_3 = 98,32 \angle 25^\circ \Omega$

$\bar{Z} \parallel \bar{Z}_1 + jX_{u1} = 89,11 + j45,52 = 100 \angle 27^\circ$

$$\bar{Z}_3 = R_3 = \frac{380/\sqrt{3}}{I}$$

$$I = \frac{96 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380}$$

$$\Rightarrow R_3 = \frac{380^2}{96 \times 10^3} = 1,5 \Omega$$



$$R_3' = 1,5 \left(\frac{6,3}{0,38} \right)^2 = 412,29 \Omega$$

$$\bar{Z}_{u3} + R_3' = 414,3 + j 19,16 = 434,74 \angle 2,65^\circ$$

$$\bar{Z} // \bar{Z}_1 = 98,32 \angle 25^\circ = 89,1 + j 44,55$$

$$(\bar{Z}_{u3} + R_3') // (\bar{Z} // \bar{Z}_1) = \frac{98,32 \angle 25^\circ \times 434,74 \angle 2,65^\circ}{503,4 + j 60,75} = 80,43 \angle 20,75^\circ = (75,21 + j 28,5) \Omega$$

$$\Rightarrow \bar{U}_B = 5982,3 V$$

$$V_D' = \frac{V_B}{|Z_{u3} + R_3'|} \times R_3' = \frac{3458,5}{434,74} \times 412,29 = 3438,1 V \Rightarrow U_D = 358,76 V$$

$$V_C' = \frac{V_B}{|jX_{c2} + Z_2'|} \times Z_2' = \frac{3458,5}{133,24} \times 131,47 = 3412,6 V \Rightarrow U_C = 374,8 V$$

$$T_1) I_{N1} = \frac{1 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 6300} = 91,75 A \Rightarrow \frac{43}{91,75} = 47\%$$

$$T_2) I_{N2} = \frac{500 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 6300} = 45,88 A \Rightarrow 56,6\%$$

$$T_3) I_{N3} = \frac{300 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6300} = 27,52 A \Rightarrow 30,3\%$$