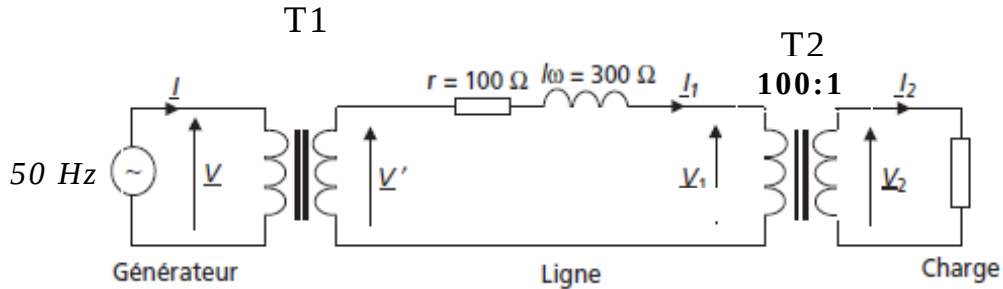


13 mai 2013. Durée **2h/Corrigé**

Exercice 1



A- Les deux transformateurs sont identiques et branchés comme l'indique la figure.

On les considère comme parfaits dans cette partie.

La charge consomme 500 kW sous 230 V avec $\cos\varphi = 0.8$ AR

- 1) Indiquer le mode de fonctionnement en tension (élévateur ou abaisseur) de chaque transfo. Calculer la valeur du courant I_2 .
- 2) Donner les relations entre les grandeurs vectorielles (V_1, V_2) , (I_1, I_2) , (V', V) , (I_1, I)
- 3) Valeurs de I_1 , I , V_1 ?
- 3) En faisant un bilan de puissances, calculer V à l'entrée.

B- On tient compte dans cette partie des imperfections des transformateurs.

- 1) Donnez le schéma équivalent d'un transformateur ramené au secondaire (on néglige le courant magnétisant). Donnez les expressions de R_s , X_s , et leur signification. Relations (R_s, R_p) et (X_s, X_p)
- 2) Rappelez le principe de mesure dans l'essai à court circuit : faire un schéma du montage ; indiquer les grandeurs mesurées et expliquez comment on en déduit les éléments du schéma équivalent ramené au secondaire
- 3) Cet essai a donné pour le mode élévateur les valeurs suivantes de l'impédance ramenée au secondaire : $R_s = 35 \Omega$ et $X_s = 100 \Omega$. Montrer que le nouveau schéma équivalent de l'ensemble du système est identique au schéma ci-dessus avec des nouvelles valeurs r' et $(l\omega)'$ que l'on précisera.
- 4) Calculer de nouveau la tension V' à l'entrée. Calculer le rendement global de l'ensemble du système (on suppose que les pertes fer sont égales à 40% des pertes Joule du transformateur)

Réponses

A. T1 élévateur de tension, T2 abaisseur.

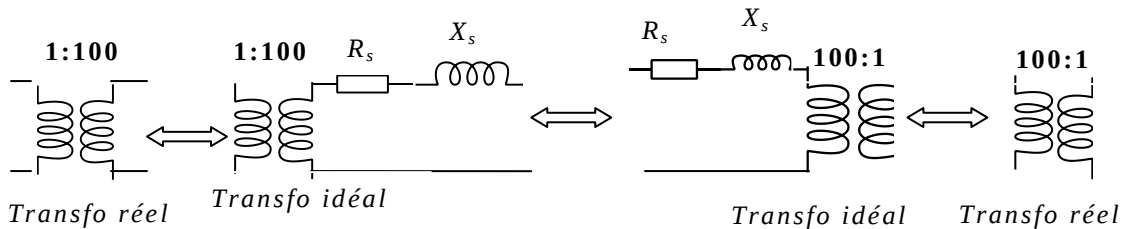
$$I_2 = \frac{P_2}{V_2 \cos\varphi} = 2712 \text{ A}; V_1 = 100 V_2; I_2 = 100 I_1; V' = 100 V; I = 100 I_1 = I_2; I_1 = 27,12 \text{ A}; V_1 = 23 \text{ kV}$$

Bilan des puissances :

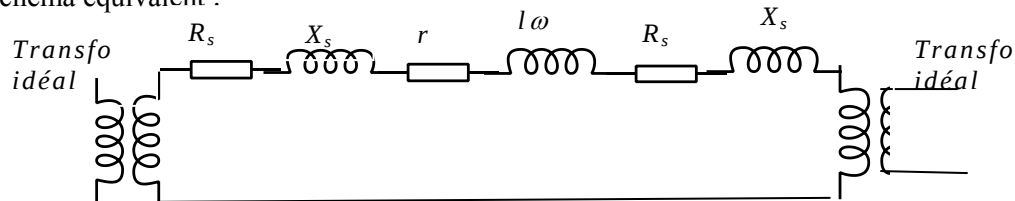
$$P_1 = r I_1^2 + P_2 = 574 \text{ kW}; Q_1 = l\omega I_1^2 + P_2 \tan\varphi = 597 \text{ kVAR} \text{ d'où } S_1 = 828 \text{ kVA} \text{ et } V = \frac{S_1}{I} = 305 \text{ V}$$

B. Si k est le rapport des tensions primaire/secondaire : $R_p = k^2 R_s$; $X_p = k^2 X_s$

L'essai est réalisé sur le transfo élévateur d'où les schémas équivalents qui conduisent à la réponse à la question :



D'où le nouveau schéma équivalent :



Nouvelles valeurs $r' = r + 2R_s = 170 \Omega$; $(l\omega)' = l\omega + 2X_s = 500 \Omega$

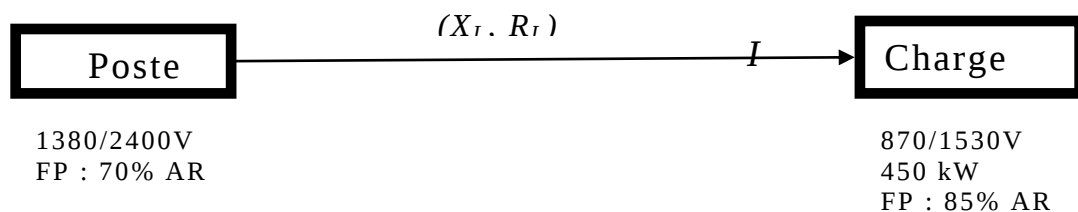
Comme en A, on fait le bilan des puissances :

$$P'_1 = r'I_1^2 + P_2 = 625 \text{ kW}, Q_1 = (l\omega)'I_1^2 + P_2 \tan \varphi = 743 \text{ kVAR d'où } S'_1 = 971 \text{ kVA et } V' = \frac{S'_1}{I} = 358 \text{ V}$$

$$\text{Rendement global : } \eta = \frac{P_2}{P_2 + P_{Jt} + P_{Jl} + P_f} ; P_{Jt} = 2R_s I_1^2 = 51.5 \text{ kW} ; P_f = 0,4 P_{Jt} = 20.6 \text{ kW} ; P_{Jl} = r I_1^2 = 73.5 \text{ kW}$$

$$\text{d'où } \eta = \frac{500}{500 + 145,6} = 77.4\%$$

Exercice 2



L'impédance de la ligne de transport triphasée schématisée ci-dessus est équivalente à une réactance X_L positive en série avec une résistance R_L .

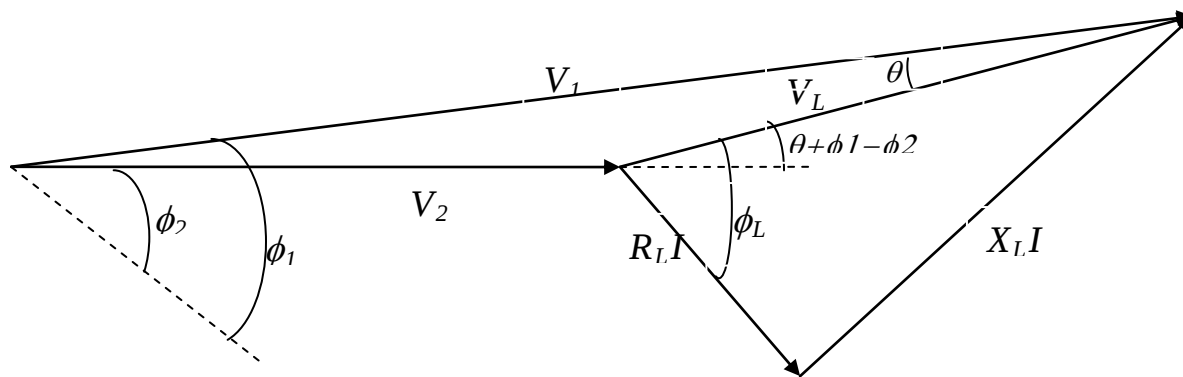
1. Calculer le courant de ligne I et les déphasages (en degrés) φ_1 au poste et φ_2 à la charge
2. Tracer le diagramme vectoriel des tensions. En considérant le triangle (V_1, V_2, V_L) , calculer la chute de tension V_L dans la ligne et le déphasage entre V_L et V_1 . En déduire X_L et R_L .
3. Calculer S_1 , P_1 et Q_1 au poste. Vérifier le bilan des puissances.

Réponses

1. A la charge : $P = 450 \text{ kW} = \sqrt{3} \cdot 1530 \cdot 0,85 I$ d'où $I \cong 200 \text{ A}$.

Déphasage à la charge : $\varphi_2 = \arccos(0,85) = 31,8^\circ$, de même au poste $\varphi_1 = 45,6^\circ$

2. Diagramme des tensions (simples) :



Le diagramme montre que $\text{angle}(V_1, V_2) = \varphi_1 - \varphi_2 = 13,8^\circ$

Le triangle donne $V_L = V_1 - V_2$ et $V_L^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2 \cos(13,8)$; on trouve : $V_L = 574 \text{ V}$

Pour trouver l'angle entre V_L et V_1 , on réutilise la formule précédente :

$$V_2 = V_1 - V_L \text{ et } V_2^2 = V_1^2 + V_L^2 - 2V_1V_L \cos \theta \text{ ce qui donne } \theta = 21,2^\circ \text{ et } \varphi_L = (V_L, I) = \theta + \varphi_1 = 66,8^\circ$$

Ensuite : $R_L I = V_L \cos \varphi_L$ et $X_L I = V_L \sin \varphi_L$ ce qui donne : $R_L = 1,13 \Omega$ et $X_L = 2,6 \Omega$

3. Puissances : $S_1 = \sqrt{3}UI = 831,4 \text{ kVA}$; $P_1 = S_1 \cos \varphi_1 = 582 \text{ kW}$; $Q_1 = S_1 \sin \varphi_1 = 593,7 \text{ kVAR}$

Vérification du bilan : $P_1 = 3R_L I^2 + 450000 = 585,6 \text{ kW}$ et $Q_1 = 3X_L I^2 + 450000 \cdot \tan \varphi_2 = 591 \text{ kVAR}$