Exercice 1:

Un générateur de 100 MVA, X_S = 100%, de tension nominale 18kV est relié par un transformateur élévateur (18/70) de 50 MVA et de tension de court-circuit de 10 %, à une ligne triphasée 70 kV de 25 km (R = 0.2 Ω/km, X = 0,4 Ω/km, Y = 3µS/km). Au bout de la ligne, une charge est branchée derrière un transformateur abaisseur (70/16,5) de 40 MVA, tension de court-circuit 15 %.

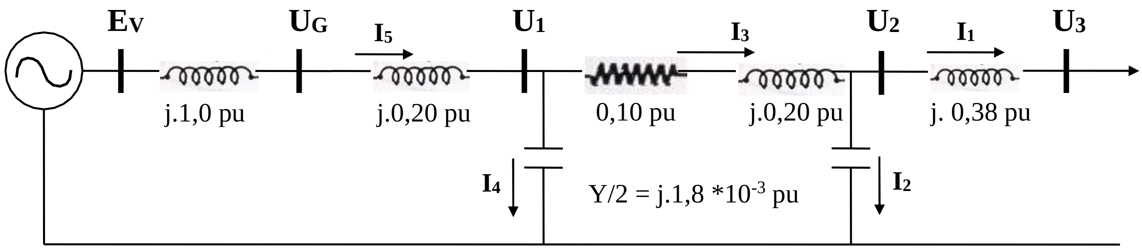
Nous avons relevé une tension de 15 kV aux bornes de la charge qui est inductive et soutire une puissance de 25 MVA avec un facteur de puissance de 0,8.

Nous demandons :

- Tracer le schéma unifilaire correspondant à ce circuit ;
- Pour S_B = 100 MVA, choisissez les autres grandeurs de base et calculer le schéma en utilisant le système Per Unit.
- Que vaut (en grandeur réelle) la tension aux bornes du générateur ainsi que la f.e.m. interne ?
- Sur un schéma résumé, reprendre les valeurs de U, I, P et Q chaque fois qu'ils peuvent être calculés. Vérifier votre bilan en chaque nœud.

réponse :

Le schéma équivalent est le suivant :



Puissance active consommée par la charge: $P_L = S \cdot \cos\delta = 0{,}25 \cdot 0{,}8 = 0{,}2$ pu ;
Puissance réactive consommée par la charge: $Q_L = S \cdot \sin\delta = 0{,}25 \cdot 0{,}6 = 0{,}15$ pu.

Calcul du courant au niveau de la charge (I_1) :

$S \quad = P_L + j.Q_L = 0{,}2 + j.0{,}15 \quad = U_3 \cdot I_1^* = 0{,}91 \angle 0° \cdot I_1^*$;

$I_1 \quad = 0{,}220 - 0{,}165\, j = 0{,}275 \text{ pu } \angle -37°$.

Calcul du courant dans la ligne (I_3) :

$U_2 \quad = U_3 + I_1 \cdot j.(0{,}375) = 0{,}971 + j.0{,}0825 = 0{,}974 \text{ pu } \angle 4{,}86°$;

$I_2 \quad = U_2 \cdot j.1{,}84.10^{-3} = 1{,}79.10^{-3} \text{ pu } \angle 94{,}9°$;

$I_3 \quad = I_1 + I_2 = 0{,}274 \text{ pu } \angle -36{,}6°$.

Calcul du courant au niveau du générateur (I_5) :

$U_1 \quad = I_3 \cdot (0{,}1 + j.0{,}2) + U_2 = 1{,}03 \text{ pu } \angle 6{,}13°$;

$I_4 \quad = U_1 \cdot j.1{,}84.10^{-3} = 1{,}90.10^{-3} \text{ pu } \angle 96{,}1°$;

$I_5 \quad = I_3 + I_4 = 0{,}273 \text{ pu } \angle -36{,}3°$.

Tension aux bornes et fem du générateur :
$U_G = I_5 \,.\, j.0{,}2 + U_1 = 1{,}07$ pu $\angle 8{,}29°$;
$E_v = U_G + I_5 \,.\, j = 1{,}28$ pu $\angle 17{,}1°$.

La tension réelle aux bornes du générateur vaut : $U_G \,.\, U_{B1} = 19{,}2\ kV \angle 8{,}29°$.
La fem réelle du générateur vaut : $E_V \,.\, U_{B1} = 23{,}0\ kV \angle 17{,}1°$.

Bilan de puissances :

A partir du générateur, puissance actives :
$P_V = P_G = P_1 = 20{,}8$ MW ;
$P_2 = P_3 = P_V - P_L = 20{,}0$ MW

A partir du générateur, puissance réactives :
$Q_V = 27{,}9$ MVAr ;
$Q_G = Q_V - Q_{Xs,G} = 20{,}5$ MVAr
$Q_1 = Q_G - Q_{T1} = 19{,}0$ MVAr
$Q_2 = Q_1 - Q_L - Q_{tr,g} - Q_{tr,d} = 17{,}8$ MVAr
$Q_3 = Q_2 - Q_{T2} = 15{,}0$ MVAr

Autre formulation : $\mathbf{S_{générée} = S_{consommée} + S_{pertes}}$.

Exercice 2:

Un réseau triphasé d'impédance $1.4\angle 75°\Omega$, alimente une charge connecte en Y à trois impédances égales de $20\angle 30°\Omega$ sous tension de ligne 4.4 kV .

01) Trouvez la tension de ligne au niveau du poste source ;

En utilisant $V_{base\_L} = 4.4\ kV\ et\ I_{base} = 127\ A$

Réponse :

$$I_{base} = 127\ A \qquad V_{base} = \frac{V_{base-L}}{\sqrt{3}} = \frac{4.4}{\sqrt{3}} \qquad Z_{base} = \frac{V_{base}}{I_{base}} = 20\ \Omega$$

La ligne
$$Z_L[pu] = \frac{Z_L}{Z_{Base}} = \frac{1.4\angle 30°}{20} = 0.07\angle 75° \text{ pu}$$

$$V_{Ch}[pu] = \frac{V_{Ch}}{V_{Base}} = \frac{4.4/\sqrt{3}\,\angle 0°}{4.4/\sqrt{3}} = 1\angle 0°\ pu$$

La charge
$$Z_{Ch}[pu] = \frac{Z_{Ch}}{Z_{Base}} = \frac{20\angle 30°}{20} = 1\angle 30° \text{ pu}$$

$$V_{Ch} = I.Z_{Ch} \Rightarrow I = \frac{V_{Ch}}{Z_{Ch}} = \frac{1\angle 0°}{1\angle 30°} = 1\angle -30° \text{ pu}$$

On applique la loi de Kirchhoff

$$V_s = Z.I + V_{Ch} = 0.07\angle 75°.1\angle -30°\,.+1\angle 0° = 1.051\angle 2.7° \text{ pu}$$

$$V_s = 1.051\angle 2.7° \times \frac{4.4}{\sqrt{3}} = 2.670\angle 2.7°\ kV$$

$$V_{s\_L} = 4.62\ kV$$