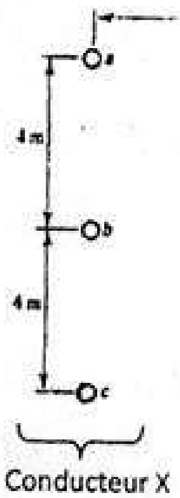
Matière : LET 52 3ème Année Licence Electrotechnique	Département d'Electrotechnique Faculté de Technologie Université Ferhat Abbas, Sétif	
Chargé de la matière : Dr. SAYAH S.	Examen de la matière Réseaux Electriques I Date : 29/01/2012, Durée : 1h30	Ann

S6

Exercice 1

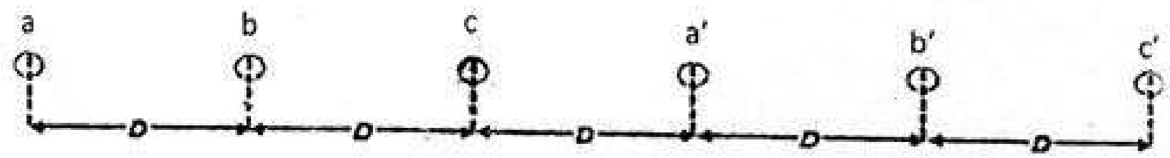


Soit la ligne monophasée montrée dans la figure ci-contre.
Les conducteurs *a*, *b* et *c* ont un rayon $r_x = 0.2$ cm et les conducteurs *d* et *e* ont un rayon $r_y = 0.4$ cm.

1. Calculer l'inductance du conducteur X en mH/km.
2. Calculer l'inductance du conducteur Y en mH/km.
3. En déduire l'inductance de cette ligne.

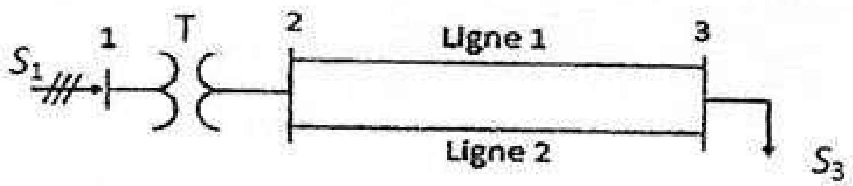
Exercice 2

Determiner la réactance capacitive par phase en Ω/km (à la fréquence 50 Hz) de la li
double circuit parfaitement transposée, qui est montrée dans la figure ci-dessous.
On donne : $D = 6$ m et $r = 1$ cm.



Exercice 3

Le schéma et les paramètres d'un réseau de distribution triphasé radial sont représentés ci-

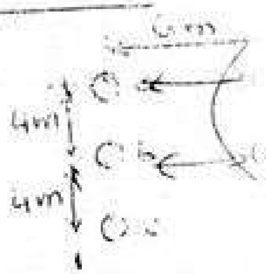


Transformateur T : $S_n = 10$ MVA, $U_{n1}/U_{n2} = 60$ kV/30 kV, $U_{cc} = 10\%$ (résistance néglige
Ligne 1 et Ligne 2 : $U_n = 30$ kV, $r_0 = 0.2$ Ω/km, $x_0 = 0.8$ Ω/km, $\ell = 40$ km
Charge : $S_3 = 5 + j\,5$ MVA

1) Déterminer le schéma équivalent des impédances ramenées au côté des lignes (<u>30 kV</u>
2) Calculer la chute de tension totale entre les nœuds 1 et 3 (ΔU_{13}).
3) Si la tension au nœud source 1 est égale à 62 kV, quelle sera la tension au nœud de ch.
4) On veut maintenir la tension du nœud 3 à 30 kV. Calculer la puissance réactive Qc d
   de compensation nécessaire à installer au nœud 3.
5) Quelle sera dans les conditions de la question 4, la puissance S_1 injectée au nœud sour
6) En déduire les pertes de puissances actives et réactives de ce système.

Bt

2011 / 2012



Exercice 1 (6 points)

1) Inductance de conducteur X :

$$L_x = 2\cdot 10^{-7} \ln \frac{GMD}{GMR_x}$$

$$GMD = \left(D_{ad} D_{ae} D_{bd} D_{be} D_{cd} D_{ce}\right)^{1/3\times 2}$$

$D_{ad} = D_{be} = 6\,m$; $D_{ae} = D_{bd}$; $D_{cd} = \sqrt{8^2+6^2} = 10\,m$

et $D_{ce} = \sqrt{4^2+6^2} = 7{,}21\,m$.

En remplaçant, on aura :

$GMD = (6 \times 7{,}21 \times 7{,}21 \times 6 \times 10 \times 7{,}21)^{1/6} \Rightarrow$

$GMD = 7{,}16\,m$

$$GMR_x = \left(D_{aa} D_{ab} D_{ac} \cdot D_{bb} D_{ba} D_{bc} \cdot D_{cc} D_{ca} D_{cb}\right)^{1/3^2}$$

$D_{aa} = r'_x = 0{,}7788\, r_x = 0{,}7788 \times 0{,}2 = 0{,}156\,m$

$D_{ab} = D_{ba} = D_{bc} = D_{cb} = 4\,m$; $D_{ac} = D_{ca} = 8\,m$;

$GMR_x = (0{,}156^3 \times 4^4 \times 8^2)^{1/9} \Rightarrow GMR_x = 0{,}341\,m$

donc : $L_x = 2\times 10^{-7} \ln(7{,}16/0{,}341) \Rightarrow L_x = 0{,}61\,mH/$

2) Inductance du conducteur Y : $(GMD_y = GMD_x)$

$GMR_y = (D_{sy} \cdot D_{de})^{1/2} = (0{,}7788 \times 0{,}4 \times 10^{-2} \times 4)^{1/2}$

$GMR_y = 0{,}111\,m$;

donc $L_y = 2\cdot 10^{-7} \ln(7{,}16/0{,}111)$ 0,5

$L_y = 0{,}83\,mH/Km$.

3) Inductance de la ligne :

$L = L_x + L_y = 0{,}61 + 0{,}83$; Finalement 1

$L = 1{,}44\,mH/Km$

MB

EXERCICE n°2. (6 points)

Reactance capacitive de la ligne : (X_c)

$X_c = \frac{1}{C\omega}$ avec : $C = 2\pi\varepsilon_0 / \ln(\frac{GMD}{r})$

Le GMD est calculé en fonction des distances moy
entre les 3 phases ; càd : D_{AB}, D_{AC} et D_{BC} :

. $GMD = (D_{AB}\, D_{AC}\, D_{BC})^{1/3}$ avec :

$D_{AB} = (D_{ab}\, D_{ab'}\, D_{a'b}\, D_{a'b'})^{1/4} \Rightarrow D_{AB} = (D . 4D . 2D . 2D$

$D_{AB} = 1{,}68 . D = 1{,}68 \times 6$ soit $D_{AB} = 10{,}08$ m

$D_{AC} = (D_{ac}\, D_{ac'}\, D_{a'c}\, D_{a'c'})^{1/4} \Rightarrow D_{AC} = (2D . 5D . D . 2D$

$\cancel{10D^2}$ $10 D^3$

$D_{AC} = 2{,}11\, D = 2{,}11 \times 6 \Rightarrow D_{AC} = 12{,}66$ m

$D_{BC} = (D_{bc}\, D_{bc'}\, D_{b'c}\, D_{b'c'})^{1/4} \Rightarrow D_{BC} = (D . 4D . 2D . D)$

$D_{BC} = 1{,}68 . D = 1{,}68 \times 6 \Rightarrow D_{BC} = 10{,}08$ m

Donc $GMD = (10{,}08 \times 12{,}66 \times 10{,}08)^{1/3}$ (0,5)

Soit $GMD = 10{,}87$ m

Le GMR est donné en fonction de GMR_A, GMR_B et

. $GMR = (GMR_A . GMR_B . GMR_C)^{1/3}$ avec :

(0,5) (0,5) (0,5)

$GMR_A = GMR_B = GMR_C = \sqrt{r . (3D)} = \sqrt{1 . 10^{-2} . (3 \times 6)}$

Soit : $GMR_A = GMR_B = GMR_C = 0{,}424$ m

donc $GMR = GMR_A = 0{,}424$ m (0,5)

. La capacitance est donnée par : $C = \frac{2\pi\varepsilon_0}{\ln\frac{10{,}87}{0{,}424}}$

$C = 1{,}713 . 10^{-11}$ F/m $= 1{,}713 . 10^{-8}$ F/km (1)

$= 0{,}01713$ µF/km

La réactance capacitive : $X_C = \frac{1}{1{,}713 \times 10^{-8} . (2\pi . 50)}$ (1)

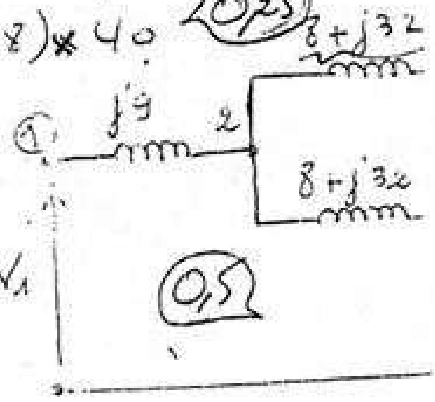
Schéma équivalent ramené au côté ...

Paramètres :

Transfo : $X_T = \dfrac{U_{cc} \cdot U_n^2}{100\, S_n} = \dfrac{10 \cdot (30)^2}{100 \cdot 10^6} \Rightarrow \underline{X_T = 9\ \Omega}$ (0,25)

Lignes : $Z_{L_1} = Z_{L_2} = (r_0 + j x_0) \cdot l = (0{,}2 + j0{,}8) \times 40$ (0,25)

$Z_{L_1} = Z_{L_2} = 8 + j32\ \Omega$



Calcul de la chute de tension (ΔU_{13}) :

$\Delta U_{13} = \dfrac{1}{U_n}\left(P_3 R_{13} + Q_3 X_{13}\right)$ (0,5)

avec : $U_n = 30\ KV$.

$R_{13} = R_{12} + R_{23} = 0 + \dfrac{8}{2} = 4\ \Omega$

$X_{13} = X_{12} + X_{23} = 9 + \dfrac{32}{2} = 25\ \Omega$.

$P_3 = 5\ MVA$; $Q_3 = 5\ MVA \Rightarrow \Delta U_{13} = \dfrac{10^6}{30000}(5 \times 4 + 5$

Soit $\Delta U_{13} = 4{,}83\ KV \rightarrow$ ramenée côté 30 KV

) Calcul de la tension U_3

$U_3 = U_1' - \Delta U_{13}$ (0,5) avec $U_1' = 62 \times \dfrac{30}{60} = 31\ KV$

d'où : $U_3 = 31 - 4{,}83 \Longrightarrow U_3 = 26{,}17\ KV$ (0,5)

) Puissance Q_c de compensation

On doit avoir : $U_3 = 30\ KV$, c.à.d : $\Delta U_{13} = U_1' - U_3 = 3$

Après l'installation de la batterie au nœud 3 , ...

chute de tension devient : (0,25)

$\Delta U_{13} = \dfrac{1}{U_n}\left(P_3 R_{13} + Q_3' X_{13}\right)$; Q_3' désigne la ... puissance réactive ...

Q_3' est donnée par : $Q_3' = Q_3 + Q_c$ (0,5)

$Q_3' = -\dfrac{(U_n \cdot \Delta U_{13} - P_3 R_{13})}{X_{13}} = -\dfrac{(1 \cdot 10^{?} \cdot 30 \cdot 10^3 - 5 \cdot 10^6 \cdot 4)}{25}$

... 5 93

d'où $Q_c = Q_3 - Q_3' - 0,4 ...$ (0,5)

soit $\underline{Q_c = -4,6 \text{ Mvar}}$

Puissance injectée au nœud 1

$S_1 = \sqrt{3}\, U_1' I_1^*$ avec

$I_1 = I_{13} = I_3 = \dfrac{S_3^*}{\sqrt{3} U_3^*} = \dfrac{(5-j5).10^6}{\sqrt{3}\ 30000}$ (0,5)

$\underline{I_1 = 96,22 - j\,96,22 \text{ A}}$ côté 30 kV.

$U_1' = 62 \times \dfrac{30}{60} = 31$

$U_1' = 31 \text{ kV} \Rightarrow$

$S_1 = \sqrt{3}.\underbrace{31.10^3}_{U_1}.(\underbrace{96,22 + j\,96,22}_{})$ (0,5)

$\underline{S_1 = 5,17 + j\,5,17 \text{ MVA}}$

$P_1 = 5,17 \text{ MW}$ et $Q_1 = 5,17 \text{ Mvar}$.

Pertes de puissances

$\underline{\Delta S = S_1 - S_3 - S_c}$ (0,5)

$= (5,17 + j\,5,17) - (5 + j5) - (-j4,6)$

$\underline{\Delta S = 0,17 + j\,4,77 \text{ MVA}}$ (0,5)

$\underline{\Delta P = 0,17 \text{ MW}}$

$\underline{\Delta Q = 4,77 \text{ Mvar}}$