Université de Jijel

Faculté des Sciences et de la Technologie Le 20/06/2019

Département d'Electrotechnique

Examen de rattrapage : Réseaux Electriques

Exercice N°1 (6 pts)

Une ligne triphasée à double conducteur peut avoir la configuration suivante (Figure 1):

1. Calculer l'inductance de la phase a.
2. Déduire les inductances des autres phases.

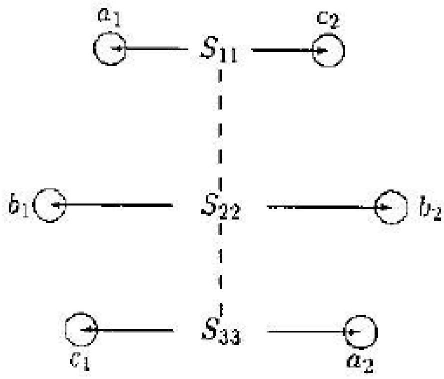


Figure 1

Exercice N°2 (7 pts)

Nous considérons une ligne triphasée asymétrique à trois conducteurs (Figure 2).

1. Calculer la différence de potentiel entre **la phase a et c** en chaque tronçon de la ligne.
2. Déduire la capacité linéique de **la phase c** à la terre.

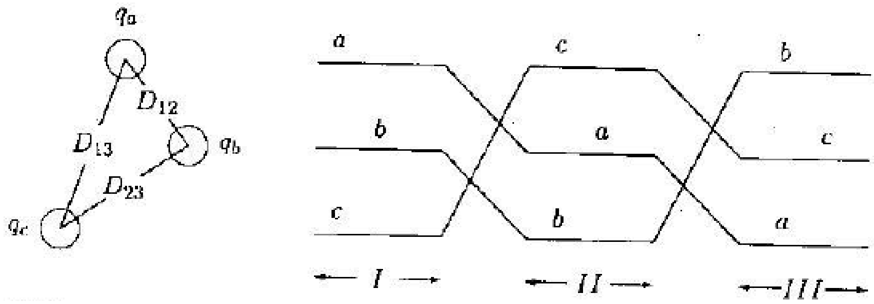
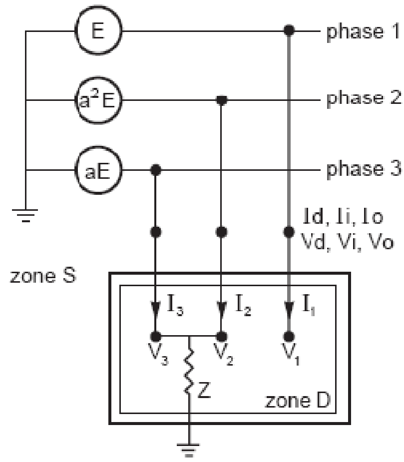


Figure 2

Exercice N°3 (7 pts)

Nous considérons un réseau électrique avec un défaut bi-phasé (figure 3)

1. Calculer les courants et les tensions de défaut en utilisant les composantes symétriques.
2. Donner le schéma électrique du réseau selon les composantes symétriques.
3. Etudier les deux cas particuliers lorsque Z = 0 et Z = ∞.



Bon Courage.

Correction Rattrapage : Réseaux Electriques

Exercice 1

$$GMD = \sqrt[mn]{(D_{aa'}D_{ab'}\cdots D_{am})\cdots(D_{na'}D_{nb'}\cdots D_{nm})} \qquad (4.49)$$

and

$$GMR_x = \sqrt[n^2]{(D_{aa}D_{ab}\cdots D_{an})\cdots(D_{na}D_{nb}\cdots D_{nn})} \qquad (4.50)$$

where $D_{aa} = D_{bb}\cdots = D_{nn} = r'_x$

The method of GMD can be used to find the inductance per phase. To do this, we group identical phases together and use (4.49) to find the GMD between each phase group

$$D_{AB} = \sqrt[4]{D_{a_1b_1}D_{a_1b_2}D_{a_2b_1}D_{a_2b_2}}$$
$$D_{BC} = \sqrt[4]{D_{b_1c_1}D_{b_1c_2}D_{b_2c_1}D_{b_2c_2}}$$
$$D_{AC} = \sqrt[4]{D_{a_1c_1}D_{a_1c_2}D_{a_2c_1}D_{a_2c_2}} \qquad (4.54)$$

The equivalent GMD per phase is then

$$GMD = \sqrt[3]{D_{AB}D_{BC}D_{AC}} \qquad (4.55)$$

Similarly, from (4.50), the GMR of each phase group is

$$D_{SA} = \sqrt[4]{(D_s^bD_{a_1a_2})^2} = \sqrt{D_s^bD_{a_1a_2}}$$
$$D_{SB} = \sqrt[4]{(D_s^bD_{b_1b_2})^2} = \sqrt{D_s^bD_{b_1b_2}}$$
$$D_{SC} = \sqrt[4]{(D_s^bD_{c_1c_2})^2} = \sqrt{D_s^bD_{c_1c_2}} \qquad (4.56)$$

where D_s^b is the geometric mean radius of the bundled conductors given by (4.51)–(4.53). The equivalent geometric mean radius for calculating the per-phase inductance to neutral is

$$GMR_L = \sqrt[3]{D_{SA}D_{SB}D_{SC}} \qquad (4.57)$$

The inductance per phase in millihenries per kilometer is

$$L = 0.2\ln\frac{GMD}{GMR_L} \quad \text{mH/km} \qquad (4.58)$$

Exercice N°2 :

$$V_{ab(I)} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\left(q_a \ln\frac{D_{12}}{r} + q_b \ln\frac{r}{D_{12}} + q_c \ln\frac{D_{23}}{D_{13}}\right)$$

Similarly, for the second section of the transposition, we have

$$V_{ab(II)} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\left(q_a \ln\frac{D_{23}}{r} + q_b \ln\frac{r}{D_{23}} + q_c \ln\frac{D_{13}}{D_{12}}\right)$$

and for the last section

$$V_{ab(III)} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\left(q_a \ln\frac{D_{13}}{r} + q_b \ln\frac{r}{D_{13}} + q_c \ln\frac{D_{12}}{D_{23}}\right)$$

La valeure moyenne est :

$$V_{ab} = \frac{1}{(3)2\pi\varepsilon_0}\left(q_a \ln\frac{D_{12}D_{23}D_{13}}{r^3} + q_b \ln\frac{r^3}{D_{12}D_{23}D_{13}} + q_c \ln\frac{D_{12}D_{23}D_{13}}{D_{12}D_{23}D_{13}}\right)$$

$$V_{ab} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\left(q_a \ln\frac{(D_{12}D_{23}D_{13})^{\frac{1}{3}}}{r} + q_b \ln\frac{r}{(D_{12}D_{23}D_{13})^{\frac{1}{3}}}\right) \quad GMD = \sqrt[3]{D_{12}D_{23}D_{13}}$$

$$V_{ab} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\left(q_a \ln\frac{GMD}{r} + q_b \ln\frac{r}{GMD}\right)$$ **et** $$V_{ac} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\left(q_a \ln\frac{GMD}{r} + q_c \ln\frac{r}{GMD}\right)$$

$$V_{ab} + V_{ac} = \frac{1}{2\pi\varepsilon}\left(2q_a \ln\frac{GMD}{r} - q_a \ln\frac{r}{GMD}\right) = \frac{3q_a}{2\pi\varepsilon_0}\ln\frac{GMD}{r}$$

$$V_{ab} = V_{an}\angle 0^\circ - V_{an}\angle -120^\circ$$
$$V_{ac} = V_{an}\angle 0^\circ - V_{an}\angle -240^\circ$$

et $V_{ab} + V_{ac} = 3V_{an}$ ➔ $C = \frac{q_a}{V_{an}} = \frac{2\pi\varepsilon_0}{\ln\frac{GMD}{r}}$ F/m

Exercice N3

Ecriture des équations

- Dans la zone (D)

$$\begin{cases} I_1 = 0 \\ V_2 = V_3 = Z\,(I_2 + I_3) \end{cases}$$

- Dans la zone (S)

$$\begin{cases} I_1 = Id + Ii + Io \\ I_2 = a^2 Id + a Ii + Io \\ I_3 = a Id + a^2 Ii + Io \\ V_1 = Vd + Vi + Vo \\ V_2 = a^2 Vd + a Vi + Vo \\ V_3 = a Vd + a^2 Vi + Vo \end{cases}$$

- Continuité à la frontière (D) - (S)

$$\begin{cases} Id + Ii + Io = 0 \\ Vd = Vi \\ Vo = Vd + 3Z \times Io \end{cases}$$

- Fonctionnement de (S)

$$\begin{cases} E = Vd + Zd \times Id \\ 0 = Vi + Zi \times Ii \\ 0 = Vo + Zo \times Io \end{cases}$$

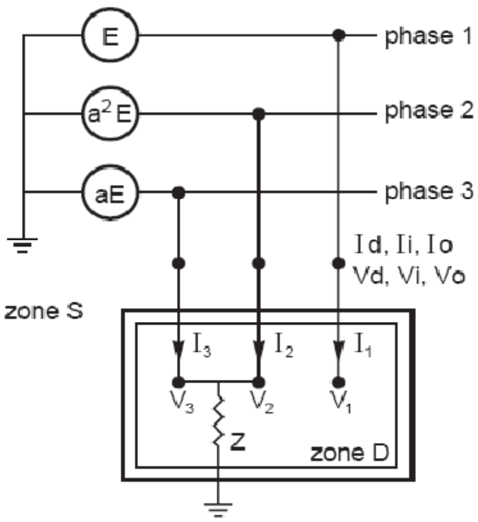


Fig. 15

Résolution des équations

$$Id = E\,\frac{Zi + Zo + 3Z}{Zd \times Zi + (Zo + 3Z)(Zd + Zi)}$$

$$Ii = \frac{-E\,(Zo + 3Z)}{Zd \times Zi + (Zd + Zi)(Zo + 3Z)}$$

$$Io = \frac{-E \times Zi}{Zd \times Zi + (Zd + Zi)(Zo + 3Z)}$$

$$Vd = Vi = \frac{E \times Zi\,(Zo + 3Z)}{Zd \times Zi + (Zd + Zi)(Zo + 3Z)}$$

$$Vo = \frac{E \times Zi \times Zo}{Zd \times Zi + (Zd + Zi)(Zo + 3Z)}$$

$$I_1 = 0$$

$$I_2 = -j\sqrt{3}\,E\,\frac{Zo + 3Z - aZi}{Zd \times Zi + (Zd + Zi)(Zo + 3Z)}$$

$$I_3 = j\sqrt{3}\,E\,\frac{Zo + 3Z - a^2 Zi}{Zd \times Zi + (Zd + Zi)(Zo + 3Z)}$$

$$I_2 + I_3 = -\,3E\,\frac{Zi}{Zd \times Zi + (Zd + Zi)(Zo + 3Z)}$$

$$V_1 = E\,\frac{3Zi\,(Zo + 2Z)}{Zd \times Zi + (Zd + Zi)(Zo + 3Z)}$$

$$V_2 = V_3 = E\,\frac{-\,3Z \times Zi}{Zd \times Zi + (Zd + Zi)(Zo + 3Z)}$$

- Schéma du réseau selon les composantes symétriques (cf. **fig. 16**)

Cas particuliers

- Défaut franc

Soit Z = 0, le courant de défaut phase-terre prend la valeur : $I_2 + I_3 = -\dfrac{3E \times Zi}{Zd \times Zi + Zi \times Zo + Zd \times Zo}$

- Défaut biphasé

Soit Z = ∞, le courant de défaut phase vaut alors :

$$I_2 = -I_3 = E\,\frac{(a^2 - a)}{Zd + Zi} = -jE\,\frac{\sqrt{3}}{Zd + Zi}$$

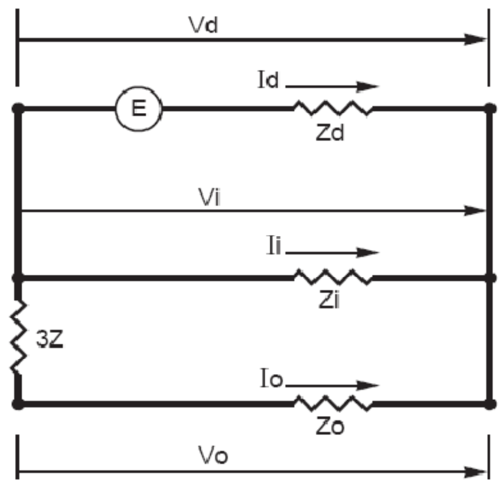


Fig. 16