

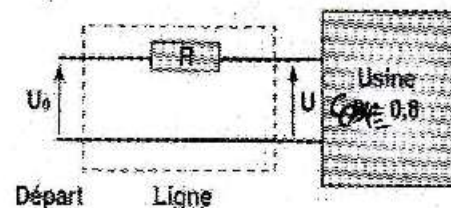
Questions du cours (10pts) :

- ❖ Définir les défauts monophasé et triphasé.
- ❖ Donner les différentes méthodes de calcul du courant de court circuit.
- ❖ Le transport de l'énergie électrique est effectué en haut tension, pourquoi ?
- ❖ Discuter le système en per-unit ?
- ❖ Décrire la modélisation simplifiée d'un transformateur réel.
- ❖ Donner la relation exprimant la puissance nette au niveau du nœud « i » d'un réseau électrique comportant « n » nœud.
- ❖ Donner la définition d'un réseau bouclé et d'un réseau maillé

Exercice N°1(4 pts)

Une ligne monophasée fournit à une usine un courant alternatif de fréquence $f = 50$ Hz, d'intensité $I = 1$ kA, sous une tension $U = 45$ kV. Le facteur de puissance de l'usine est $k = 0,8$ (charge inductive).

1. Le modèle équivalent simplifié de cette ligne est représenté par le schéma de la figure ci-contre avec $R = 8\Omega$.
 - a. Calculer les pertes par effet Joule dans la ligne.
 - b. Calculer la puissance active P , la puissance réactive Q et la puissance apparente S au départ de la ligne.
 - c. Calculer la tension U_0 et le facteur de puissance au départ de la ligne.

**Exercice N°2(4 pts)**

Soit un récepteur triphasé équilibré constitué de trois radiateurs $R = 100 \Omega$. Ce récepteur est alimenté par un réseau triphasé 230 V / 400 V à 50 Hz.

- 1- Calculer la valeur efficace I du courant de ligne et la puissance active P consommée quand le couplage du récepteur est en étoile.
- 2- Reprendre la question avec un couplage en triangle.
- 3- Conclure.

Exercice N°3 (2pts)

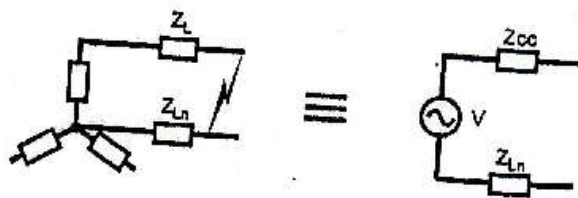
Une ligne de transport de 345 KV son impédance est $Z = (2 + j30)$ et son admittance $Y = j0.001$ s, la puissance de base est $S_B = 100$ MVA et la tension de base est $V_B = 345$ KV. Calculer en per-unit l'impédance et l'admittance.

Reponse aux questions du cours (10pts) :

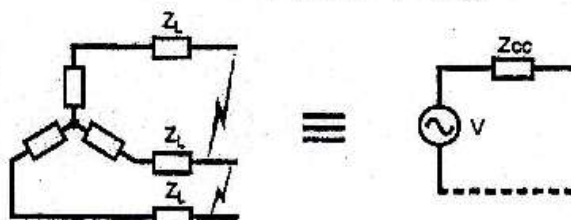
- ❖ Définitions du défaut monophasé et le défaut triphasé.

Défaut monophasé :

$$I_{cc1} = c \frac{U_n \cdot \sqrt{3}}{(2 \cdot Z_{cc} + Z_0)}$$



Défaut triphasé $I_{cc3} = c \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}}$



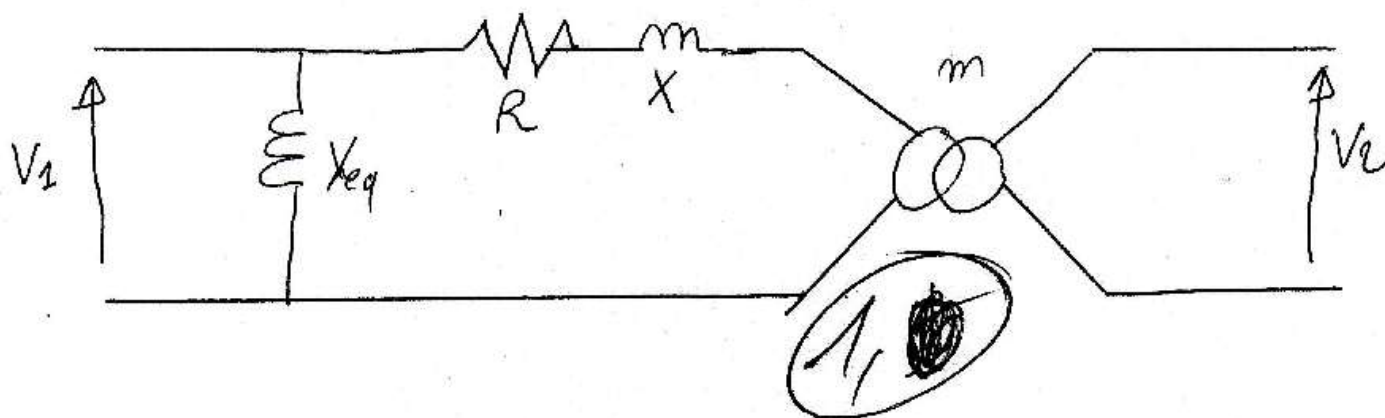
- ❖ Les différentes méthodes de calcul du courant de court circuit sont:

- Méthode des impédances. 0,2 ✓
- Méthode de composition. 0,2 ✓
- Machine synchrone. 2,2 ✓
- Moteur asynchrone. 2,2 ✓

- ❖ Le transport de l'énergie électrique est effectué en haut tension pour réduire les chutes de tension en ligne, les pertes en ligne, et également d'améliorer la stabilité des réseaux.

- ❖ Le système « Per Unit » est un système de grandeurs réduites qui permet d'avoir des ordres de grandeurs relatifs de certains paramètres indépendamment des niveaux de tension et de puissance.

- ❖ Le schéma de la modélisation simplifiée d'un transformateur réel est donné par :



- ❖ La relation exprimant la puissance nette au niveau du nœud « i » d'un réseau électrique comportant « n » nœud est donnée par :

$$S_i = P_i + jQ_i = [(P_{Gi} - P_{Li} - P_{Ti}) + j(Q_{Gi} - Q_{Li} - Q_{Ti})] \quad (1)$$

❖ **Définition du réseau radial et réseau bouclé :**

1, 2, 3

➤ Si l'énergie transportée par un réseau vers un client y parvient par un seul parcours, on parle de distribution radiale.

1, 2, 3

➤ Si l'énergie transportée par un réseau vers un client y parvient par plusieurs parcours, on parle de distribution bouclée.

a) Calcul des pertes:

$$P = R \cdot I^2 = 8 \cdot (1 \cdot 10^3)^2 = 8 \cdot 10^6 \text{ W}$$

$$P = 8 \text{ MW}$$

(0,5)

b) Calcul des puissances:

* Puissance active:

$$\begin{aligned} P &= U \cdot I \cdot \cos \varphi + P \\ &= 45 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot 0,8 + 8 \cdot 10^6 \\ &= 36 \cdot 10^6 + 8 \cdot 10^6 = 44 \cdot 10^6 \text{ W} \end{aligned}$$

$$P = 44 \text{ MW}$$

(0,75)

* Puissance réactive:

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$$

Sachant que $\cos \varphi = 0,8$ donne $\sin \varphi = 0,6$

Donc;

$$Q = 45 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot 0,6 = 27 \cdot 10^6 \text{ W}$$

$$Q = 27 \text{ MW}$$

(0,75)

* Puissance apparente:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{(44)^2 + (27)^2} = 51,62 \text{ MVA}$$

$$S = 51,62 \text{ MVA}$$

(0,75)

* Calcul de U_0 :

$$S = U_0 \cdot I \Rightarrow U_0 = \frac{S}{I} = \frac{51,62 \cdot 10^6}{1 \cdot 10^3} = 51,62 \cdot 10^3 \text{ V}$$

$$U_0 = 51,62 \text{ KV}$$

(0,75)

* Calcul du $\cos \varphi$:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{44}{51,62} = 0,85$$

$$\cos \varphi = 0,85$$

(0,5)

Exo N° 02:

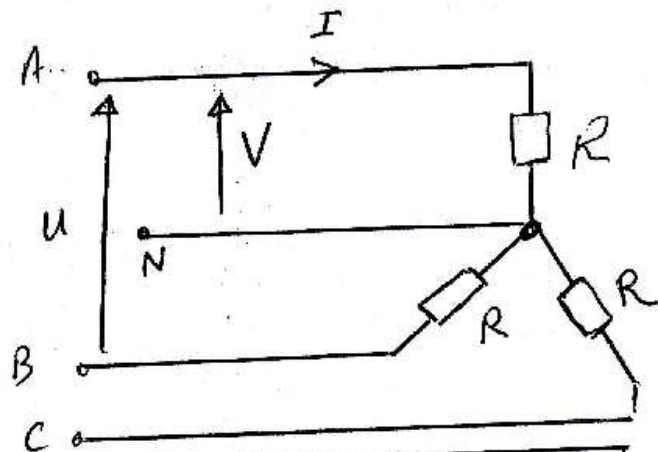
1) Montage étoile

$$U = 400 \text{ V}$$

$$V = 230 \text{ V}$$

$$V = R \cdot I \Rightarrow I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{230}{100} = 2,3 \text{ A}$$



$$I = 2,3 \text{ A}$$

(0,75)

$$P_Y = 3 V \cdot I = 3 \cdot 230 \cdot 2,3 = 1600 \text{ W}$$

$$P_Y = 1600 \text{ W}$$

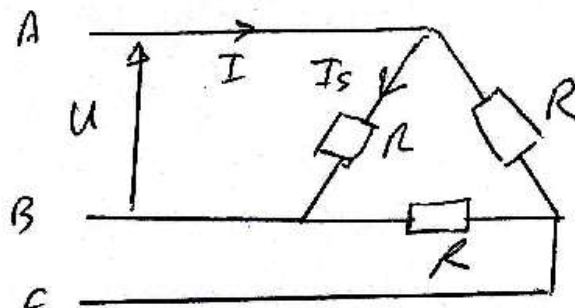
(0,75)

2) Montage en triangle:

$$U = R \cdot I_s \Rightarrow I_s = \frac{U}{R}$$

$$I_s = \frac{400}{100} = 4 \text{ A}$$

$$I = \sqrt{3} \cdot I_s = \sqrt{3} \cdot 4 = 6,93 \text{ A}$$



$$I = 6,93 \text{ A}$$

(0,75)

$$\sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 6,93 = 4800 \text{ W}$$

$$P_{\Delta} = 4800 \text{ W}$$

0,75

c) Conclusion:

Donc, pour les mêmes données, la puissance active (charge purement résistive), d'un montage triangle est égale à trois fois que la puissance active en étoile:

$$\frac{P_{\Delta}}{P_Y} = \frac{4800}{1600} = 3 \Rightarrow P_{\Delta} = 3 P_Y$$

1

EXERCICE N° 03:

$$S_B = 100 \text{ MVA}, \quad V_B = 345 \text{ KV}$$

$$Z = (2 + j3) \Omega, \quad Y = 0,15 \cdot 10^{-3} \text{ S}$$

a) Calcul de Z en P.u

$$Z_{pu} = Z \frac{S_B}{V_B^2} = (2 + j3) \frac{100 \cdot 10^6}{(345)^2 \cdot 10^6}$$

$$Z_{pu} = (1,7 + j25,2) 10^{-3} \text{ P.u}$$

1

b) Calcul de Y en P.u

$$Y_{pu} = Y \frac{V_B^2}{S_B} = 0,15 \cdot 10^{-3} \cdot \left[\frac{(345)^2 \cdot 10^6}{100 \cdot 10^6} \right]$$

$$Y_{pu} = 0,179 \text{ P.u}$$

1