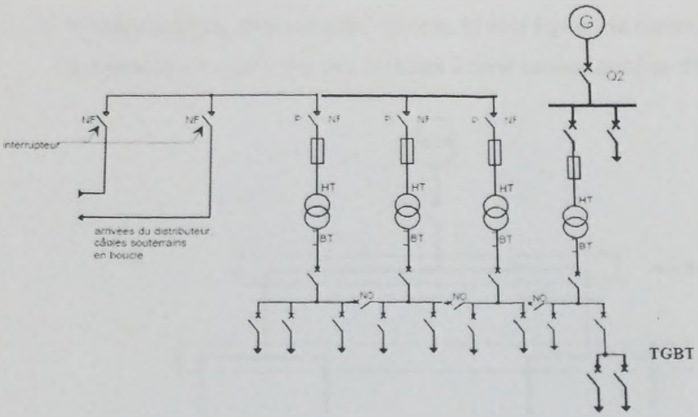
Brahami A=OK

UNIVERSITE DJILLALI LAIBES DE SIDI BEL ABBES
FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE
DEPARTEMENT DE L'ELECTROTECHNIQUE
MASTER 1 RESEAUX ELECTRIQUES, MACHINE ELECTRIQUE
Module : RTDEE
Prof M.BRAHAMI

Correction de l'examen RTDEE 2018

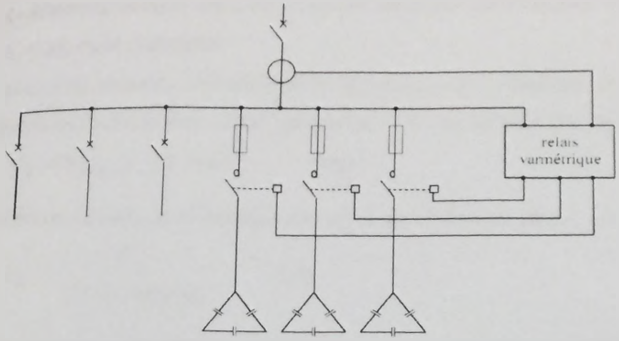
1- schéma unifilaire d'un PTA (poste de transformation d'atelier en coupure d'artère comprenant) quatre transformateurs, un TGBT et un tableau de secours alimentant un transformateur 3 pts



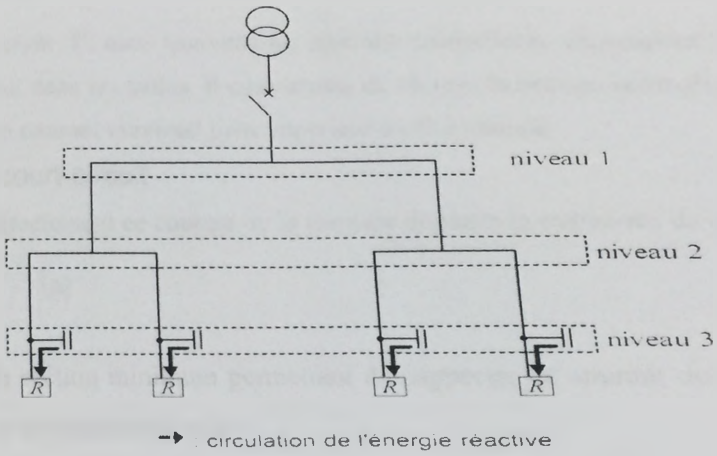
2- Principe et intérêt de la compensation automatique 3 pts

Les batteries de condensateurs sont divisées en gradins (voir fig. 5-4). La valeur du cos φ est détectée par un relais varmétrique qui commande automatiquement l'enclenchement et le déclenchement des gradins en fonction de la charge et du cosφ désiré.

Le transformateur de courant doit être placé en amont des récepteurs et des batteries de condensateurs.



3- **Compensation individuelle** (niveau 3) voir figure est conseillée lorsque l'installation est étendue et comporte des secteurs à forte consommation d'énergie réactive. 3pts



Intérêt de ce type de compensation :

- supprime les pénalités pour consommation excessive d'énergie réactive
- augmente la puissance active disponible du transformateur et la puissance active qui peut être véhiculée dans les canalisations situées en amont du récepteur
- réduit les pertes par effet Joule (kWh) et les chutes de tension dans les canalisations entre le niveau 3 et le niveau 1.
- La valeur de la puissance réactive Q_C nécessaire est :

$$Q_C = \frac{k \text{ var} h \text{ facturés}}{\textit{durée} \text{ de fonctionnement}} \quad (5.9)$$

4- Méthodologie de calcul de la section technique d'une liaison souterraine 3 pts

A. Courant nominal

Nous déterminons tout d'abord la puissance qui circulera dans le câble après les 'T' années d'utilisation projetées. Cette puissance, 'PT', se calcule par la formule suivante :

$$P_T = P_{depart} \cdot (1 + a)^T \quad [MW] \qquad (5.1)$$

Nous en déduisons le courant circulant dans chaque phase de la liaison par :

$$I_T = \frac{P_T}{\sqrt{3}.U.\cos(\varphi)} \quad [A] \qquad (5.2)$$

Moyennant « $CF = CF_1 \times CF_2 \times CF_3$ », nous déterminons donc le courant à prendre en compte lors du choix de la section par :

$$I = \frac{I_T}{CF} \quad [A] \qquad (5.3)$$

A partir de ce courant 'I', nous trouvons les sections normalisées nécessaires pour le critère du courant nominal dans les tables. Il conviendra de choisir la section normalisée permettant de faire circuler un courant maximal juste supérieur à celui calculé.

B. Courant de court-circuit

Nous déduisons directement ce courant de la formule donnant la puissance de court-circuit

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3}.U} \quad [A] \qquad (5.4)$$

Afin de trouver la section minimum permettant de supporter ce courant durant le temps t_{cc}, nous disposons de la formule suivante :

$$S = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t_{cc}}}{a} \quad (\forall\ t < 5\ sec) \quad [mm^2] \qquad (5.5)$$

a : est un facteur dépendant du type de matériau constituant l'âme du câble

A3. Courants de court-circuit : paramètre « a »

	Temperature initiale	Temperature finale	a
Conducteur en cuivre	90 °C	250 °C	137
Conducteur en Aluminium	90 °C	250 °C	90
Ecran en cuivre	80 °C	350 °C	169
Ecran en plomb	80 °C	240 °C	27

C. Chute de tension

Il faut à présent vérifier qu'aucune des deux sections choisies dans les paragraphes précédents ne va conduire, in fine, à une chute de tension supérieure à celle imposée.

Afin de déterminer la chute de tension dans le câble, nous nous basons sur le modèle classique suivant (schéma équivalent monophasé) :

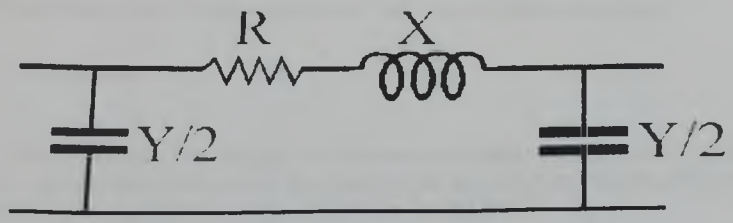


Figure 2.1 : modèle simplifié d'une ligne électrique

A partir de calculs très simples (en p.u. ou en unités "classiques"), nous déterminons la chute de ten

Les valeurs de « $X = \omega \cdot L$ », de « $Y/2 = \omega \cdot C/2$ » et de « **R** » se trouvent dans les tables (en annexe) pour les différents types de câbles. Elle sont calculées via les formules obtenues lors du premier problème.

sion induite par cette liaison ; un procédé rapide consiste à imposer une tension de 1 pu à l'entrée du câble et à calculer la tension présente à l'autre extrémité. Ensuite, la formule « $\Delta U = |U_1| - |U_2|$ ».

fournit directement la chute de tension en pour-cent.

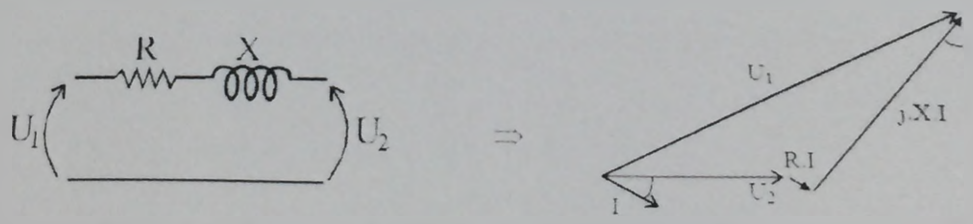


Figure 2.2 : modèle réduit et représentation vectorielle

Il vient alors directement :

$$\frac{\Delta U}{U} \cong \sqrt{3} \cdot \frac{I_N}{U_N} \cdot (R'_{90°C} \cdot I \cdot \cos(\varphi) + X' \cdot I \cdot \sin(\varphi)) \qquad (5.6)$$

Où

$$\Delta U = |U_2| - |U_1| \neq |U_2 - U_1| \quad [kV] \qquad (5.7)$$

Si la chute de tension vient à dépasser la limite imposée, il faut choisir une section normalisée plus grande, car celle-ci présentera une résistance plus faible. Nous referons les calculs jusqu'à obtenir une section satisfaisant aux trois critères techniques.

4- **Exercice:**

Raccordement d'un village à un réseau électrique (compte aussi pour le TD)

1- La tension line– neutre V_{DN} appliquée au primaire du transformateur en série avec la batterie de condensateurs. $\mathbf{V_{DN} = 230/(3)^{1/2} = 132.8\ kV}$ 1

2- Le courant I_1=50kW/5kV=10 A $I_2 = I_1 * n = 2$ A 1

1

3- L'impédance équivalente à la charge de 50 kW du village puis déduire sa valeur ramenée au primaire du transformateur (côté V_{EN} = 25 kV).

$Z_S = V_{FG}/I_1 = 500\Omega$ impédance ramenée au primaire $Z_P = 500\Omega * n^2 = 12500\ \Omega$. 2

- Dimensionner l'impédance X_C ainsi que la valeur de la capacité C (en µF) de la batterie de condensateurs qu'il a fallu installer entre les bornes D et E pour limiter la tension au primaire du transformateur à 25 kV.

Dimensionnement de $X_c = (Z_{DN}^2 - Z_P^2)^{1/2} = 65212.8\ \Omega$ 2

$X_C = 1/2pfC \rightarrow C = 0.04\mu F$ 1