

Examen

Question de cours : 3pts

1. Donner la définition de la planification d'un réseau électrique ;
2. Donner la définition de rayon d'action d'un poste électrique ;
3. Quelles sont les solutions proposées pour régler le problème de chute de tension dans un réseau électrique ?

Exercice 01 : 9pts

Une ligne de 220kV en conducteur AMS (alliage Al, Mg, Si) de 90km de longueur devant de section $= 446 \text{ mm}^2$, dans une zone **fortement polluée** ($\beta = 2.34$).

Les accessoires coûtent 100 € pour une chaîne de suspension et 200 € pour une chaîne d'ancrage.

Le coût de pylône se déduit à partir de la formule suivante : « $-280 + 2 \times h^{2,3} + 0,04 \times E$ » et s'exprime en €,

Cette ligne est construite avec des portées de **300m**, avec 80% de pylônes d'alignement, 20% de pylônes d'arrêt.

L'effort en tête de pylône est : $E = 1 \text{ MN}$

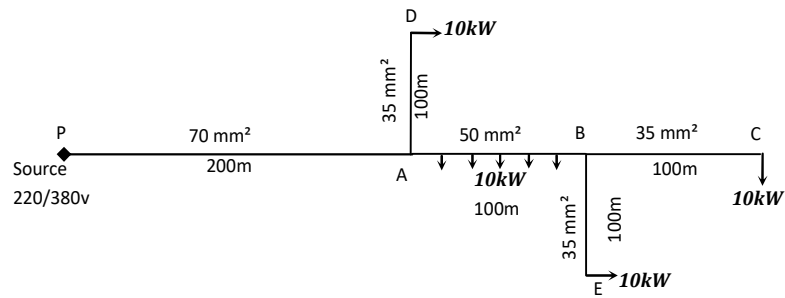
Déterminer :

- Flèche maximale (lorsque $T_{maxH} = 23000 \text{ N}$, $q = 0 \text{ N/m}^2$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$).
- La hauteur d'accrochage des conducteurs.
- La longueur et le poids de la chaîne de suspension. ($T_{max} = \frac{1}{3} T_{rupture}$).
- La distance phase/phase.
- Le coût total des supports.

Section nominale	Section théorique	Nombre de fils	Diamètre nominal	Diamètre extérieur du conducteur	Masse par km de conducteur	Masse de graisse par km de conducteur	Résistance électrique par km de conducteur	Tension de rupture du conducteur	Module de Young	Coefficient de dilatation linéique du conducteur	Intensité de courant admissible
mm ²	mm ²		mm	mm	Kg/km	Kg/km	Ω/km à 20°C	daN	N/mm ²	10 ⁻⁶ K ⁻¹	A
446	445,68	61	3,05	27,45	1230	37	0,0752	14355	54000	23 10 ⁻⁶	895

Exercice 02 : 8pts

Pour le réseau aérien en basse tension ci-dessous, on demande :



- Calculer la tension en C , si : 10kW aux extrémités C, D et E , plus 10kW répartis de A à B .
- Quelle est la puissance supplémentaire peut-on fournir en B si on admet $\frac{\Delta u}{u}$ en $C = 7\%$?
- A quelle distance de B , un abonné F peut-il recevoir cette puissance, s'il est alimenté par un conducteur aluminium de 35mm^2 et si l'on admet $\frac{\Delta u}{u}$ en $F = 8\%$?

NATURE	SECTION mm^2	$r + x \operatorname{tg} \phi$ (Ω / km)
ALUMINIUM	25	1.395
	35	1.023
	50	0.768
	70	0.547

Ens: Belila .H -----✍

Question de cours : 3pts

1.00 1. Donner la définition de la planification d'un réseau électrique ;

La planification des réseaux électriques est la détermination d'une stratégie la moins coûteuse qui permette de développer à long terme, pour que ceux-ci répondent à la demande prévue tout en respectant un certain nombre de conditions techniques ,économiques et politiques, pour une bonne qualité d'électricité.

1.00 2. Donner la définition de rayon d'action d'un poste électrique ;

Le rayon d'action d'un poste électrique est défini comme la zone géographique délimitée par la capacité du poste à maintenir la qualité de la tension et du courant, ainsi que par des considérations techniques telles que les pertes en ligne et la chute de tension.

1.00 3. Quelles sont les solutions proposées pour régler le problème de chute de tension dans un réseau électrique ?

- Augmentation de la section des conducteurs :
- Installation de régulateurs de tension :
- Utilisation de transformateurs à prises réglables :
- Intégration de dispositifs FACTS (Flexible AC Transmission Systems) :
- Renforcement du réseau électrique :
- Décentralisation de la production électrique :
- Gestion de la demande :
- Utilisation de condensateurs shunt :

Exercice 01 9pts

1. Flèche maximale :

$T_{H3} = 23000 \text{ N}$ "canicule" $q = 0 \text{ N/m}^2$ $f_{MAX} = \frac{p_{\text{equ}} \cdot P_{\text{moy}}^2}{8 \cdot T_{\text{maxH3}}}$ 0.25 Il faut calculer p_{equ} à H3

Poids équivalent et angle d'inclinaison du câble :

La charge linéique est tirée des tables normalisées (tableau 1). Elle vaut $\lambda = 1230 \text{ kg/km}$, soit le poids linéique $P = 25.95 \text{ N/m}$. Ce poids comprend le poids de la graisse (37 kg/km).

$$\begin{cases} 1 \text{ kg} & \rightarrow 9.81 \text{ N} \\ 1263 \text{ kg/km} & \rightarrow p \end{cases} \parallel p = 12.43 \text{ N/m} \quad 0.50$$

$$q = 0 \text{ N/m}^2 \quad \begin{cases} F = 0 \text{ N/m} \\ \Rightarrow \phi = 0^\circ \end{cases} \quad p_{\text{équ}} = 12.43 \text{ N/m} \quad 0.50$$

alors :

$$f_{\text{MAX}} = \frac{p_{\text{équ}} \cdot P_{\text{moy}}^2}{8 \cdot T_{\text{maxH}3}} = \frac{12.43 \times 300^2}{8 \times 23000} = 6.08 \text{ m} \quad 0.75$$

2. hauteur des conducteurs :

Les conducteurs devront être accrochés à

$$h_{\text{max}} = f_{\text{max}} + 6 + 1 + \frac{220 - 50}{100} = 14.78 \text{ m} \quad 1.00$$

3. Détermination de la longueur de la chaîne de suspension :

Tension nominale U_N : **220kV** ;

Tension la plus élevée U_M : **245 kV**

Tension nominale de tenue de chocs de foudre 'BIL' : **750kV** $\beta = 2.34$

Ligne de fuite des isolateurs $L_f = 1,1 \cdot U_M \cdot \beta = 1,1 \times 245 \times 2.34 = 630.63 \text{ mm}$

Type d'assiette : $T_{\text{MAX}} = 47.85 \text{ kN}$, donc notre choix se portera sur l'assiette F70/127 (tableaux n°7) dont les caractéristiques sont :

F70 /127	
Pas (mm)	127
Ligne de fuite (mm)	320
Mass (kg)	3.5 kg

0.25

Le pas est de 127 mm. Nous en déduisons le 'BIL' (tableau n°8) = 750 kV, donc, $N_1 = 12$ assiettes.

0.25

$$N_2 = \frac{\text{ligne de fuite totale}}{\text{ligne de fuite d'une assiette}} = \frac{630.63}{320} = 1.97 \quad 0.25$$

$|N_1 - N_2| > 5 \Rightarrow$ Nous choisirons donc les assiettes antifog

F100 /146	
Pas (mm)	146
Ligne de fuite (mm)	445
Mass (kg)	5.6 kg

0.25

D'après le tableau n°10 : nombre d'assiette $N_1 = 9$

Donc : la longueur de la chaîne est $SL = 9 \times 146 = 1314 \text{ mm}$

Le poids de la chaîne vaut : $9 \times 5.6 = 50.4 \text{ kg}$

1.00

4. Distance phase/phase

$$E_{\phi\phi} = \frac{U_N}{150} + CFI \cdot \sqrt{f_{\text{MAX}} + SL} = \frac{220}{150} + 1 \cdot \sqrt{6.08 + 1.314} = 4.18 \text{ m} \quad 1.00$$

5. Evaluation du coût des supports :

Avec une portée moyenne de 300 m pour une ligne de 90km de long, nous nous attendons à obtenir à peu près 301 pylônes, dont 241 d'alignement, 60 d'ancrage.

0.50

Pour un pylône d'alignement, nous avons, si nous ajoutons le prix des trois chaînes de suspension :

$$-280 + 2 \times 14.78^{2,3} + 0.04 \times 1 \times 10^6 + 3 \times 100 = 41000$$

0.50

Pour un pylône d'ancrage, nous avons, si nous ajoutons le prix des six chaînes d'ancrage ;

$$-280 + 2 \times 17.6^{2.3} + 0.04 \times 1 \times 10^6 + 6 \times 200 = 41900$$

0.50

Au total, les supports vont donc coûter : $T2 = 241 \times 41000 + 60 \times 41900 = 12395000$ €,

0.50

Exercice 02 : 8pts

1. Calcul de U_c :

$$U_c = U_p \left(1 - \frac{\Delta u}{u} \right)_{PC}$$

Tel que :

$$\frac{\Delta u}{u} \Big|_{PC} = \frac{\Delta u}{u} \Big|_{PA} + \frac{\Delta u}{u} \Big|_{AB} + \frac{\Delta u}{u} \Big|_{BC}$$

Où :

$$\frac{\Delta u}{u} \Big|_{PC} = \frac{M_{PA}}{M_{1.70^\circ}} + \frac{M_{AB}}{M_{1.50^\circ}} + \frac{M_{BC}}{M_{1.35^\circ}}$$

$$M_{PA} = KPL = (10 + 10 + 10 + 10)0.2 = 4 \text{ kW.km}$$

$$M_{AB} = \left(\frac{10}{2} + 10 + 10 \right) 0.1 = 2.5 \text{ kW.km}$$

$$M_{BC} = (10)0.1 = 1 \text{ kW.km}$$

0.75

$$M_{1.70^\circ} = \frac{1}{10^5} \frac{U^2}{r+xtg} = \frac{1}{10^5} \frac{380^2}{0.547} = 2.64 \text{ kW.km}$$

0.25

$$M_{1.50^\circ} = \frac{1}{10^5} \frac{U^2}{r+xtg} = \frac{1}{10^5} \frac{380^2}{0.768} = 1.88 \text{ kW.km}$$

0.25

$$M_{1.35^\circ} = \frac{1}{10^5} \frac{U^2}{r+xtg} = \frac{1}{10^5} \frac{380^2}{1.023} = 1.41 \text{ kW.km}$$

0.25

$$\frac{\Delta u}{u} \Big|_{PA} = \frac{8}{2.64} = 3.03\%$$

0.25

$$\frac{\Delta u}{u} \Big|_{AB} = \frac{2.5}{1.88} = 1.33\%$$

0.25

$$\frac{\Delta u}{u} \Big|_{BC} = \frac{1}{1.41} = 0.71\%$$

0.25

$$\frac{\Delta u}{u} \Big|_{PC} = 3.03 + 1.33 + 0.71 = 5.07\%$$

0.25

$$U_c = 380 \left(1 - \frac{5.07}{100} \right) = 360.73V$$

0.25

2. Calcul de P_{supp} :

$$\frac{\Delta u}{u} \Big|_{PB \text{ supp}} = 7 - \frac{\Delta u}{u} \Big|_{PC} = 7 - 5.07 = 1.93 = \frac{\Delta u}{u} \Big|_{PA \text{ supp}} + \frac{\Delta u}{u} \Big|_{AB \text{ supp}}$$

0.25

0.25

0.25

$$1.93 = \frac{M_{PA \text{ supp}}}{M_{1.70^\circ}} + \frac{M_{AB \text{ supp}}}{M_{1.50^\circ}}$$

$$1.93 = \frac{P_{supp} 0.2}{2.64} + \frac{P_{supp} 0.1}{1.88}$$

$$1.93 = 0.075 P_{supp} + 0.053 P_{supp}$$

$$1.93 = 0.128 P_{supp}$$

$$P_{supp} = 15.07 \text{ kW}$$

1.25

3. Calcul de L_{BF} :

$$\frac{\Delta u}{u} \Big|_{BF \text{ supp}} = \frac{\Delta u}{u} \Big|_F - \frac{\Delta u}{u} \Big|_B = \frac{\Delta u}{u} \Big|_F - \left(\frac{\Delta u}{u} \Big|_{PA} + \frac{\Delta u}{u} \Big|_{AB} \right) = 8 - (3.03 + 1.33) = 1.71\%$$

1.00

$$\frac{\Delta u}{u} \Big|_{BF \text{ supp}} = \frac{M_{BF}}{M_{1.35^\circ}} = \frac{K P_{supp} L_{BF}}{M_{1.35^\circ}} \Rightarrow L_{BF} = \frac{M_{1.35^\circ} \times \frac{\Delta u}{u} \Big|_{BF \text{ supp}}}{K P_{supp}}$$

$$L_{BF} = \frac{1.41 \times 1.71}{1 \times 15.07} = 0.159 \text{ km}$$

1.00