

Université Mohamed BOUDIAF De M'sila  
Faculté de Technologie  
Département de Génie Electrique

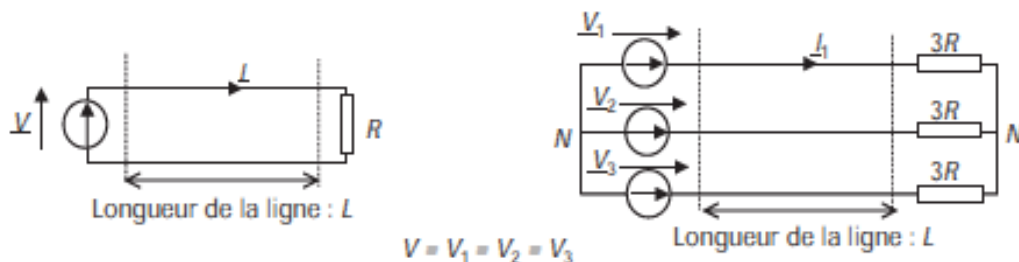
Année Universitaire : 2022/2023

Niveaux: 1 ère Année Master – Commande Electrique – Réseaux Electriques – Energies Renouvelables  
Matière: Réseaux de Transport et Distribution de l'Energie Electrique

## TD 02

### Exercice N°1 (Comparaison triphasé/monophasé)

On souhaite comparer deux lignes de distribution d'énergie : une ligne monophasée et une ligne triphasée. Ces deux lignes, sont représentées sur la figure ci-dessous et sont destinées à véhiculer le courant électrique sur la distance  $L$ .



- 1) Calculer l'expression littérale de  $I_1$  : la valeur efficace du courant de la phase 1 du circuit triphasé. Que sont les expressions des courants sur les autres phases  $I_2$  et  $I_3$  ?
- 2) Calculer l'expression de  $I$  : la valeur efficace du courant circulant dans le circuit monophasé.
- 3) Calculer l'expression de la puissance totale consommée par la charge du montage monophasé en fonction de  $V$  et  $R$ . Idem pour le montage triphasé.
- 4) Que dire alors de ces deux installations ?
- 5) Calculer l'expression littérale de la section des conducteurs permettant d'imposer une densité de courant  $\delta$  (A/m<sup>2</sup>) dans les deux installations (en fonction de  $V$ ,  $R$  et  $\delta$ )
- 6) En déduire l'expression du volume des conducteurs nécessaires à assurer la distribution d'énergie dans les deux cas.
- 7) Calculer l'expression de la puissance instantanée consommée par la charge du circuit monophasé (pour des tensions à la fréquence  $f$ ).
- 8) Idem pour celle du circuit triphasé.
- 9) Conclure.

### Exercice N°2 (Calcul de la section)

On veut faire circuler un courant d'intensité 1200 A dans un conducteur de 1200 mm<sup>2</sup> de diamètre. En prenant en compte l'effet de peau, on calculera les pertes joules lorsque le courant circule dans un conducteur unique puis lorsqu'il est divisé dans plusieurs conducteurs (on raisonnera à section égale).

On étudiera trois cas:

- Un conducteur de 1200 mm<sup>2</sup> parcouru par un courant d'intensité 1200 A.
- Deux conducteurs de 600 mm<sup>2</sup>, chacun parcouru par un courant d'intensité 600 A.
- Trois conducteurs de 400 mm<sup>2</sup>, chacun parcouru par un courant d'intensité 400 A.

On considère une ligne HT de 1 km de long. Les conducteurs en alliages aluminium – acier ont pour résistivité  $\rho = 30.10^{-9} \Omega.m$ .

Les lignes, étant aériennes, sont dans un milieu de perméabilité  $\mu = 4\pi.10^{-7} H/m$ .

1. Exprimez, en fonction de l'épaisseur de peau  $\delta$  et du rayon  $r$  du conducteur, la section utile  $S_U$  du conducteur :  $S_U = S - S_{INT}$ .
2. Calculez l'épaisseur de peau  $\delta$  à la fréquence de 50 Hz.
3. Déduisez-en à 50 Hz, pour chaque type de câble la section utile  $S_U$  du conducteur.
4. Calculez alors les résistances  $R_{1200}$ ,  $R_{600}$  et  $R_{400}$  des conducteurs à 50 Hz.
5. Déduisez-en, dans chaque cas ( $1 \times 1200 \text{ mm}^2$ ,  $2 \times 600 \text{ mm}^2$  ou  $3 \times 400 \text{ mm}^2$ ), les pertes joules dans l'ensemble des câbles.

Câbles de 1 km	Rayon $r$ (mm)	Section utile ( $\text{mm}^2$ )	R à 50 Hz	Pertes joules par km
1200 A dans $1200 \text{ mm}^2$				
2x 600 A dans $600 \text{ mm}^2$				
3x 400 A dans $400 \text{ mm}^2$				

6. Discutez alors le choix de la section des câbles.

### **Exercice 3** (Choix de la section du câble)

Choisir la section, pour réaliser une jonction aérienne à 36kV en conducteur AMS (alliage Al, Mg, SI avec  $\alpha=61.98$ ) de 35 km devant transiter une puissance de 10MW (facteur de puissance 0,9 inductif).

- Nombre d'années projetées,  $T$  : 20 ans .
- Augmentation annuelle de la puissance,  $a= 3\%$ .
- L'alliage conducteur possède une résistivité de  $0,357.10^{-7} \Omega.m$  à  $20^\circ\text{C}$
- Le coefficient de température  $\alpha = 0,004 \text{ K}^{-1}$  , Facteur du type de matériau :  $\alpha=61.98$
- Réactance linéique de la ligne électrique :  $X=0,4\Omega/\text{Km}$

#### Données du réseau :

- La puissance de court-circuit à considérer ne dépassera jamais 700 MVA pendant 1,5 secondes.

#### Contraintes électriques :

- Nous admettrons une chute de tension maximale de 9%.
- Nous pouvons tabler sur une utilisation de 2000 heures par an à pleine charge.

Nous demandons :

Choisir de la section des conducteurs de phase de manière à respecter les critères de dimensionnement conformément à la théorie. La température de service vaut environ  $70^\circ\text{C}$ , et la température maximale environ  $250^\circ\text{C}$ .

**NB** : La section choisie pour le quatrième critère (Critère d'investissement)  $S_4=318\text{mm}^2$

**Tableau de caractéristiques des conducteurs câblés**  
(alliage d'aluminium, AMS, en fonction de la section)

Section nominale mm <sup>2</sup>	Section Théorique mm <sup>2</sup>	Nombre de fils	Diamètre nominal mm	Diamètre extérieur du conducteur mm	Masse par km de conducteur <sup>22</sup> kg/km	Masse de graisse par km de conducteur <sup>23</sup> kg/km	Résistance électrique par km de conducteur <sup>24</sup> Ω/km à 20°C	Charge de rupture nominale du conducteur daN	Module d'élasticité du conducteur <sup>25</sup> N/mm <sup>2</sup>	Coefficient de dilatation linéique du conducteur <sup>26</sup> 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>	Intensité de courant admissible A
35	34,36	7	2,5	7,50	94	5	0,967	1105	59000	23 10 <sup>-6</sup>	180
55	54,55	7	3,15	9,45	149	8	0,609	1755	59000	23 10 <sup>-6</sup>	240
95	93,27	19	2,5	12,5	257	5	0,358	3005	56000	23 10 <sup>-6</sup>	340
117	116,99	19	2,8	14	322	7	0,286	3765	56000	23 10 <sup>-6</sup>	385
148	148,07	19	3,15	15,75	407	8	0,226	4765	56000	23 10 <sup>-6</sup>	450
153	152,81	19	3,2	16	421	9	0,218	4920	56000	23 10 <sup>-6</sup>	460
182	181,62	37	2,5	17,50	501	14	0,184	5845	56000	23 10 <sup>-6</sup>	510
198	197,96	37	2,61	18,3	546	15	0,169	6375	56000	23 10 <sup>-6</sup>	535
210	210,28	37	2,69	18,85	579	16	0,159	6770	56000	23 10 <sup>-6</sup>	560
228	227,83	37	2,8	19,6	627	17	0,147	7335	56000	23 10 <sup>-6</sup>	585
248	247,77	37	2,92	20,45	682	19	0,135	7980	56000	23 10 <sup>-6</sup>	620
265	265,04	37	3,02	21,15	731	20	0,127	8985	56000	23 10 <sup>-6</sup>	645
288	288,35	37	3,15	22,05	795	22	0,116	9285	56000	23 10 <sup>-6</sup>	680
298	297,57	37	3,2	22,4	819	22	0,112	9585	56000	23 10 <sup>-6</sup>	695
313	312,64	37	3,28	22,95	859	24	0,107	10070	56000	23 10 <sup>-6</sup>	715
318	318,38	37	3,31	23,2	878	24	0,105	10250	56000	23 10 <sup>-6</sup>	720
366	366,23	37	3,55	24,85	1009	28	0,0913	11795	56000	23 10 <sup>-6</sup>	790
446	445,68	61	3,05	27,45	1230	37	0,0752	14355	54000	23 10 <sup>-6</sup>	895
475	475,38	61	3,15	28,35	1312	40	0,0705	15310	54000	23 10 <sup>-6</sup>	925
570	570,24	61	3,45	31,05	1573	48	0,0588	18365	54000	23 10 <sup>-6</sup>	1035
621	620,90	61	3,6	32,4	1713	52	0,0540	19995	54000	23 10 <sup>-6</sup>	1095
709	709,17	91	3,15	34,65	1964	63	0,0474	22840	54000	23 10 <sup>-6</sup>	1185
851	850,69	91	3,45	37,95	2356	76	0,0395	27390	54000	23 10 <sup>-6</sup>	1330
926	926,27	91	3,6	39,6	2562	83	0,0636	29830	54000	23 10 <sup>-6</sup>	1410