

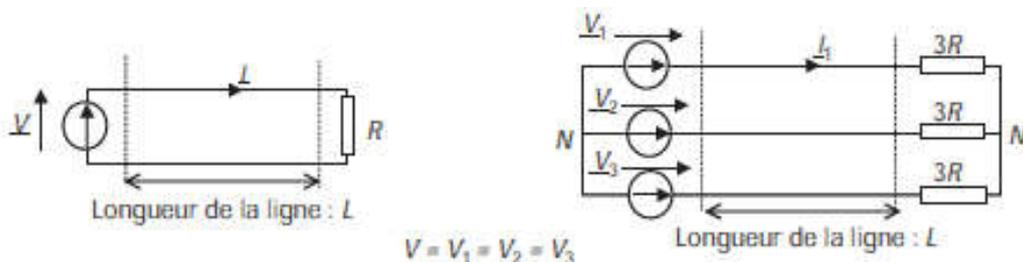
Université Mohamed BOUDIAF De M'sila
 Faculté de Technologie
 Département de Génie Electrique
 Niveaux : 1 ère Année Master – Commande Electrique – Réseaux Electriques
 Matière : Réseaux de Transport et Distribution de l'Energie Electrique

Année Universitaire : 2024/2025

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 δ (A/m²) dans les deux installations (en fonction de V , R et δ)
- 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 mm² 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 mm² parcouru par un courant d'intensité 1200 A.
- Deux conducteurs de 600 mm², chacun parcouru par un courant d'intensité 600 A.
- Trois conducteurs de 400 mm², 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 $\rho = 30 \cdot 10^{-9} \Omega \cdot m$.

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

1. Exprimez, en fonction de l'épaisseur de peau δ et du rayon r du conducteur, la section utile S_U du conducteur : $S_U = S - S_{INT}$.
2. Calculez l'épaisseur de peau δ 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 (mm^2)	R à 50 Hz	Pertes joules par km
1200 A dans 1200 mm^2				
2x 600 A dans 600 mm^2				
3x 400 A dans 400 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 $a=61.98$) 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 $0,357 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$ à 20°C
- Le coefficient de température $\alpha = 0,004 \text{ K}^{-1}$, Facteur du type de matériau : $a=61.98$
- 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°C , et la température maximale environ 250°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 ²	Section Théorique mm ²	Nombre de fils	Diamètre nominal mm	Diamètre extérieur du conducteur mm	Masse par km de conducteur ¹⁾ kg/km	Masse de gainage par km de conducteur ²⁾ kg/km	Résistance électrique par km de conducteur ³⁾ Ω/km à 20°C	Charge de rupture nominale du conducteur daN	Module d'élasticité du conducteur ⁴⁾ N/mm ²	Coefficient de dilatation linéique du conducteur ⁵⁾ 10 ⁻⁶ K ⁻¹	Intensité de courant admissible A
35	34,36	7	2,5	7,50	94	5	0,967	1105	59000	23 10 ⁻⁶	180
55	54,55	7	3,15	9,45	149	8	0,609	1755	59000	23 10 ⁻⁶	240
95	93,27	19	2,5	12,5	257	5	0,358	3005	56000	23 10 ⁻⁶	340
117	116,99	19	2,8	14	322	7	0,286	3765	56000	23 10 ⁻⁶	385
148	148,07	19	3,15	15,75	407	8	0,226	4765	56000	23 10 ⁻⁶	450
153	152,81	19	3,2	16	421	9	0,218	4920	56000	23 10 ⁻⁶	460
182	181,62	37	2,5	17,50	501	14	0,184	5845	56000	23 10 ⁻⁶	510
198	197,96	37	2,61	18,3	546	15	0,169	6375	56000	23 10 ⁻⁶	535
210	210,28	37	2,69	18,85	579	16	0,159	6770	56000	23 10 ⁻⁶	560
228	227,83	37	2,8	19,6	627	17	0,147	7335	56000	23 10 ⁻⁶	585
248	247,77	37	2,92	20,45	682	19	0,135	7980	56000	23 10 ⁻⁶	620
265	265,04	37	3,02	21,15	731	20	0,127	8985	56000	23 10 ⁻⁶	645
288	288,35	37	3,15	22,05	795	22	0,116	9285	56000	23 10 ⁻⁶	680
298	297,57	37	3,2	22,4	819	22	0,112	9585	56000	23 10 ⁻⁶	695
313	312,64	37	3,28	22,95	859	24	0,107	10070	56000	23 10 ⁻⁶	715
318	318,38	37	3,31	23,2	878	24	0,105	10250	56000	23 10 ⁻⁶	720
366	366,23	37	3,55	24,85	1009	28	0,0913	11795	56000	23 10 ⁻⁶	790
446	445,68	61	3,05	27,45	1230	37	0,0752	14355	54000	23 10 ⁻⁶	895
475	475,38	61	3,15	28,35	1312	40	0,0705	15310	54000	23 10 ⁻⁶	925
570	570,24	61	3,45	31,05	1573	48	0,0588	18365	54000	23 10 ⁻⁶	1035
621	620,90	61	3,6	32,4	1713	52	0,0540	19995	54000	23 10 ⁻⁶	1095
709	709,17	91	3,15	34,65	1964	63	0,0474	22840	54000	23 10 ⁻⁶	1185
851	850,69	91	3,45	37,95	2356	76	0,0395	27390	54000	23 10 ⁻⁶	1330
926	926,27	91	3,6	39,6	2562	83	0,0636	29830	54000	23 10 ⁻⁶	1410