

Université Mohamed BOUDIAF De M'sila

Faculté de Technologie

Département de Génie Electrique

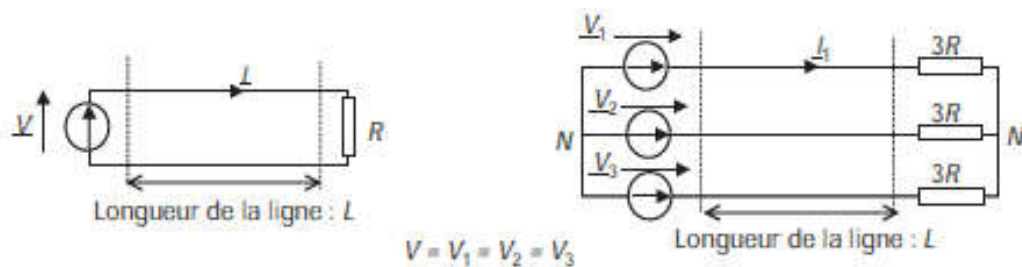
Niveaux : Master 1 – Commande Electrique – Réseaux Electriques – Energies Renouvelables pour ELT

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 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 $\mu = 4\pi \cdot 10^{-7} H/m$.

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 $\alpha=61.98$) 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 $0,357 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$ à 20°C
- Le coefficient de température $\alpha = 0,004 \text{ K}^{-1}$, Facteur du type de matériau : $\alpha=61.98$
- 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°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	Section Théorique	Nombre de fils	Diamètre nominal	Diamètre extérieur du conducteur	Masse par km de conducteur ¹²	Masse de gaine par km de conducteur ¹³	Résistance électrique par km de conducteur ¹⁴	Charge de rupture nominale du conducteur	Module d'élasticité du conducteur ¹⁵	Coefficient de dilatation linéique du conducteur ¹⁶	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
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