

Exercices Chapitre 4 : Optimisation du transport de l'électricité

Exercice 1 : Effet Joule

Problématique (mode expert) : Calculer la puissance dissipée par effet Joule dans une ligne électrique de résistance $R = 0,40 \, \Omega$ parcourue par un courant d'intensité $I = 26 \, A$.

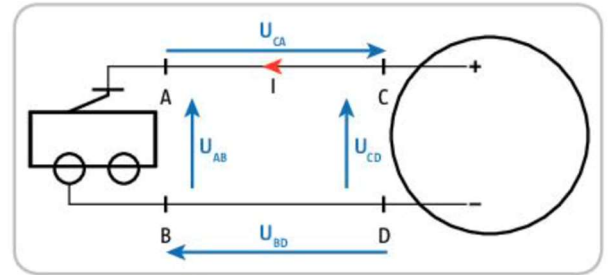
Différentiation :

- 1) Donner la relation d'Ohm
- 2) Donner la relation reliant la puissance, la tension et le courant.
- 3) En déduire la relation de la puissance perdue par effet Joule.
- 4) Calculer la puissance dissipée par effet Joule dans une ligne électrique de résistance $R=0,40 \, \Omega$ parcourue par un courant d'intensité $I = 26 \, A$.

Exercice 2 : Pertes sur les lignes du tramway

L'alimentation en courant continu d'un moteur électrique de tramway se fait grâce au caténaire et aux rails. Le tramway est à une distance $d = 4,0 \, km$ de l'alimentation.

Données : $U_{CD} = 750 \, V$, Intensité du courant : $I = 500 \, A$, Résistance linéaire du caténaire : $0,020 \, \Omega.km^{-1}$, Résistance linéaire des rails : $0,032 \, \Omega.km^{-1}$,



- 1) Réaliser le circuit électrique de l'alimentation du tramway. La caténaire et les rails sont représentés respectivement par des résistances. On reliera le circuit à la terre.
- 2) Calculer les valeurs des tensions U_{CA} et U_{BD}
- 3) Exprimer U_{AB} en fonction de U_{CD} , U_{CA} et U_{BD}
- 4) Calculer la valeur de la tension U_{AB} et expliquer le terme « chute de tension » aux bornes du caténaire et des rails.
- 5) Calculer la valeur de la puissance électrique P_a fournie par l'alimentation et celle P_t transmise au tramway.
- 6) A partir des résultats obtenus, proposer une ou plusieurs solutions pour réduire les pertes.

Exercice 3 : Un réseau de distribution

Un réseau de distribution électrique est modélisé par deux sources distributrices S_1 et S_2 , un nœud intermédiaire N et deux cibles destinataires C_3 et C_4 avec :

$P_{1max} = 18000 \, W$	$P_{2max} = 9000 \, W$	$P_3 = 3 \, kW$	$P_4 = 15 \, kW$
$U_1 = 360 \, V$ et $R_1 = 0,6 \, \Omega$	$U_2 = 260 \, V$ et $R_2 = 0,8 \, \Omega$	$U_3 = 230 \, V$	$U_4 = 230 \, V$

Problématique (mode expert) : A partir du graphe orienté qui modélise le réseau de distribution électrique, déterminer s'il existe une valeur de l'intensité I_1 pour que soient minimisées les pertes par effet Joule P entre la source S_1 et le nœud N sur l'intervalle $[0; 50,0]$.

Différentiation :

- 1) Modéliser le réseau par un graphe orienté.

Contraintes à respecter pour minimiser les pertes par effet Joule

- 2) Calculer I_{1max} et I_{2max} les intensités du courant sortant des deux sources S_1 et S_2 .
- 3) Calculer I_3 et I_4 les intensités du courant arrivant aux deux cibles C_3 et C_4 .
- 4) En appliquant la loi des nœuds (au nœud intermédiaire N), exprimer I_2 en fonction de I_1 .

Déterminer la fonction en I_1 à minimiser

- 5) Donner la relation la puissance perdue par effet Joule issue des deux sources.
- 6) Vérifier que $P = f(I_1) = 1,4 I_1^2 - 125,12 I_1 + 4892,20$
- 7) Déterminer les valeurs de I_1 et de I_2 afin de minimiser les pertes.

Déterminer s'il existe une solution au problème posé

- 8) Comparer I_1 à $I_{1\max}$ et I_2 à $I_{2\max}$. Les pertes par effet Joule peuvent donc être minimisées ?
- 9) Calculer les puissances minimums des deux sources $P_{1\min}$ et $P_{2\min}$.

Exercice 4 : Un réseau de distribution

Un réseau de distribution électrique est modélisé par deux sources distributrices S_1 et S_2 , un nœud intermédiaire N et deux cibles destinatrices C_3 et C_4 avec :

$P_{1\max} = 18000 \text{ W}$	$P_{2\max} = 15000 \text{ W}$	$P_3 = 12 \text{ kW}$	$P_4 = 12 \text{ kW}$
$U_1 = 260 \text{ V}$ et $R_1 = 0,1 \Omega$	$U_2 = 260 \text{ V}$ et $R_2 = 0,2 \Omega$	$U_3 = 230 \text{ V}$	$U_4 = 230 \text{ V}$

Problématique (mode expert) : A partir du graphe orienté qui modélise le réseau de distribution électrique, déterminer s'il existe une valeur de l'intensité I_1 pour que soient minimisées les pertes par effet Joule P entre la source S_1 et le nœud N sur l'intervalle $[0; 69,2]$.

Différentiation :

- 1) Modéliser le réseau par un graphe orienté.

Contraintes à respecter pour minimiser les pertes par effet Joule

- 2) Calculer $I_{1\max}$ et $I_{2\max}$ les intensités du courant sortant des deux sources S_1 et S_2 .
- 3) Calculer I_3 et I_4 les intensités du courant arrivant aux deux cibles C_3 et C_4 .
- 4) En appliquant la loi des nœuds (au nœud intermédiaire N), exprimer I_2 en fonction de I_1 .

Déterminer la fonction en I_1 à minimiser

- 5) Donner la relation la puissance perdue par effet Joule issue des deux sources $P = f(I_1)$
- 6) Déterminer les valeurs de I_1 et de I_2 afin de minimiser les pertes.

Déterminer s'il existe une solution au problème posé

- 7) Comparer I_1 à $I_{1\max}$ et I_2 à $I_{2\max}$. Les pertes par effet Joule peuvent donc être minimisées ?
- 8) Calculer les puissances minimums des deux sources $P_{1\min}$ et $P_{2\min}$.