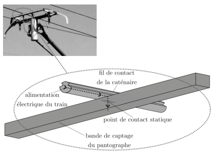
TD 01



Modélisation du captage du courant dans un train à grande vitesse

Concours CCINP 2018

Savoirs et compétences :

Présentation générale

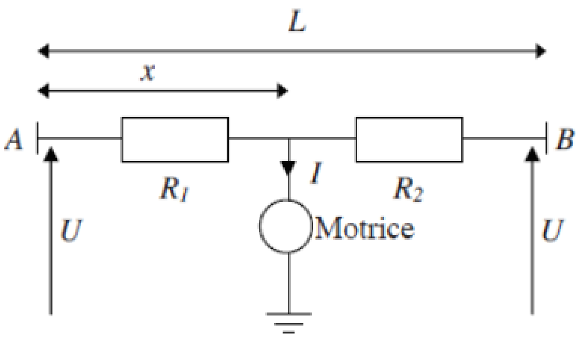
1 Étude préliminaire de la ligne d'alimentation

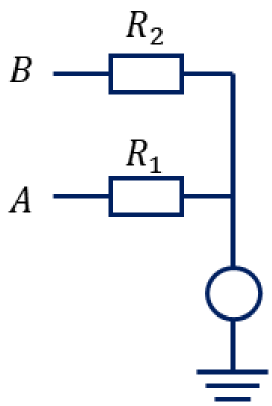
1.1 Calcul des pertes dues à la caténaire

Question 1 Dans le cycle de vie du produit, et notamment les phases d'entretien, il est préférable de changer le matériau de la bande de captage car il est plus facile (et moins coûteux) de changer cette pièce que tout le câble de la ligne grande vitesse.

Question 2 Le graphite est d'une part un très bon conducteur. D'autre part il favorise le glissement entre les pièces. On peut retrouver des électrodes en graphite dans l'électro-érosion (processus de fabrication bien connu de tous ;)). On l'utilise aussi pour la réalisation des collecteurs des moteurs à courant continu (permettant d'exploiter les deux propriétés citées). On l'utilise aussi dans des solutions de joints (garniture mécanique) pour favoriser le glissement entre pièces.

Question 3 Les deux schémas ci-dessous étant équivalent, les deux résistances sont donc en parallèle et $R_e = \dfrac{R_1 R_2}{R_1+R_2}$. Par ailleurs, on a $R_1 = x\,r$ et $R_2 = (L-x)\,r$. On a donc $R_e = \dfrac{x\,r\,(L-x)\,r}{x\,r+(L-x)\,r} = \dfrac{x\,r\,(L-x)}{L}$.





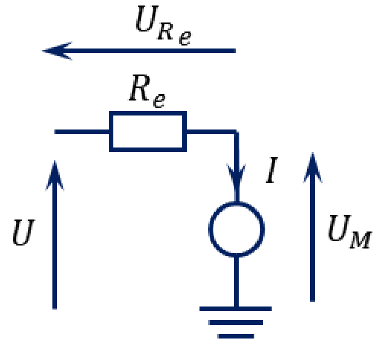
Question 4 On a $R_e(x) = \dfrac{x\,r\,(L-x)}{L}$. En dérivant, $R'_e(x) = \dfrac{L\,r-2\,r\,x}{L}$.$R'_e(x) = 0 \Leftrightarrow \dfrac{L\,r-2\,r\,x}{L} = 0 \Leftrightarrow L-2x = 0$ $\Leftrightarrow x = \dfrac{L}{2}$.

Question 5 Dans ces conditions, $R_e = \dfrac{L/2\,r\,(L-L/2)}{L} = \dfrac{r\,L}{4} = 0{,}05\,\Omega$

Question 6 Aux bornes de la résistance équivalente, on a $U_R = R_e I = 0{,}05\times 2{,}5\times 10^3 = 125\,\text{V}$.

Question 7 On définit le rendement comme $\eta = \dfrac{\mathscr{P}_{\text{motrice}}}{\mathscr{P}_{\text{Alimentation}}} = \dfrac{U_M\,I}{U\,I} = \dfrac{U-U_{R_e}}{U} = \dfrac{U-I\,R_e}{U}$.

D'où $\eta = \dfrac{1{,}5\times 10^3 - 2{,}5\times 10^3\times 0{,}05}{1{,}5\times 10^3} = \dfrac{1{,}5-2{,}5\times 0{,}05}{1{,}5} = 92\,\%$.



1.2 Passage au 25 kV alternatif

Question 8 Utiliser une tension plus élevée permet de diminuer les pertes en ligne.

Question 9 La fréquence de 50 Hz est celle distribuée par les producteurs/transporteurs/fournisseurs d'électricité. Pour passer de 63 kV à 50 kV il est nécessaire d'utiliser un transformateur.

2 Modélisation thermique de la caténaire, train à l'arrêt

2.1 Régime transitoire dans la zone P_1 : $-L_1 < z < -L_c/2$

Question 10 On isole une tranche de câble (section $S = \pi R^2$, largeur dz). Un flux est le produit d'un flux de densité thermique (surfacique) et d'une surface. On utilise la loi de Fourier et $\Phi(z,t) = -\lambda \dfrac{\partial T(z,t)}{\partial z}\pi R^2$.

- le flux entrant en z est : $\Phi(z,t) = -\lambda \dfrac{\partial T(z,t)}{\partial z}\pi R^2$;
- le flux sortant en $z+\mathrm{d}z$ est : $\Phi(z+\mathrm{d}z,t) = -\lambda \dfrac{\partial T(z+\mathrm{d}z,t)}{\partial z}\pi R^2$;
- le flux latéral : $\delta\Phi_{\text{latéral}} = h\left(T(z) - T_e\right)2\pi R\,\mathrm{d}z$.

Question 11

Question 12

Question 13

Question 14

Question 15

Question 16

Question 17

Question 18

Question 19

Question 20

Question 21

Question 22

Question 23

Question 24

Question 25

Question 26

Question 27

Question 28

Question 29

Question 30

Question 31

Question 32

Question 33

Question 34

Question 35

Question 36

Question 37

Question 38

Question 39

Question 40

Question 41

Question 42

Question 43

Question 44

Question 45

Question 46

Question 47

Question 48

Question 49

Question 50