

BTS PRODUCTIQUE BOIS ET AMEUBLEMENT A & B
SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 h

Coefficient : 1,5

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Les deux problèmes sont indépendants

Problème 1 : Etude du chauffage d'un local

Problème 2 : Etude d'un moteur à courant continu

PROBLEME 1

On considère un local destiné à servir de sauna. Il s'agit d'une pièce cubique, de côté $a = 3$ m.

La température initiale θ_1 de l'air est, à l'intérieur comme à l'extérieur, $\theta_1 = 10^\circ\text{C}$ sous la pression atmosphérique $p_1 = 10^5$ Pa.

Un radiateur électrique de puissance $P = 10$ kW est chargé d'amener la température du local à la valeur $\theta_2 = 60^\circ\text{C}$.

La capacité thermique équivalente de la pièce et des accessoires est $C = 100$ kJ.K⁻¹

On donne : Chaleur massique de l'air à volume constant : $c_v = 0,72$ kJ.kg⁻¹.K⁻¹

Chaleur massique de l'air à pression constante : $c_p = 1$ kJ.kg⁻¹.K⁻¹

Masse volumique de l'air considéré comme un gaz parfait : $\mu = 1,3$ kg.m⁻³

1. Le local est considéré comme une enceinte adiabatique.

1.1. Définir le terme " adiabatique".

1.2. Quelle est l'énergie à fournir pour atteindre la température θ_2 à l'intérieur du local?

1.3. Quelle sera alors la durée de fonctionnement du radiateur à pleine puissance ?

1.4. L'air étant toujours considéré comme un gaz parfait, quelle sera la valeur atteinte par la pression de l'air dans l'enceinte ?

2. En fait, la pièce n'est pas parfaitement isolée thermiquement, la déperdition d'énergie par conduction thermique ne s'effectuant qu'à travers ces parois latérales.

On considère que le coefficient de transmission thermique surfacique moyen vaut $K = 1,85$ W.m⁻².K⁻¹

Calculer la puissance perdue par conduction à travers ces parois lorsque la température de l'air dans la pièce est de $\theta_2 = 60^\circ\text{C}$ et celle de l'air extérieur est de $\theta_1 = 10^\circ\text{C}$.

PROBLEME 2

La propulsion d'un chariot élévateur est assurée par un moteur à courant continu à excitation séparée sous flux constant.

L'alimentation de l'induit, sous tension nominale, se fait par une batterie de 100 accumulateurs de 2 volts, branchés en série.

Le constructeur indique une puissance nominale utile $P_{un} = 10 \text{ kW}$ à la fréquence de rotation $n = 1500 \text{ tr.min}^{-1}$ pour une vitesse de déplacement $V = V_n = 30 \text{ km.h}^{-1}$.

L'intensité I du courant dans l'induit, imposée par la charge, est constante dans tout le problème et égale à 56 A.

Une mesure de résistance d'induit donne $R = 0,20 \Omega$.

La puissance électrique absorbée par l'inducteur, P_{ind} , est constante et égale à 1,5 kW.

1. Faire un schéma de principe du moteur où figurent les flèches indiquant :
 - u et i, tension et intensité d'excitation,
 - U et I, tension et intensité d'induit.
2. Fonctionnement sous tension nominale U_n et sous vitesse nominale de déplacement de 30 km.h^{-1} .

Calculer :

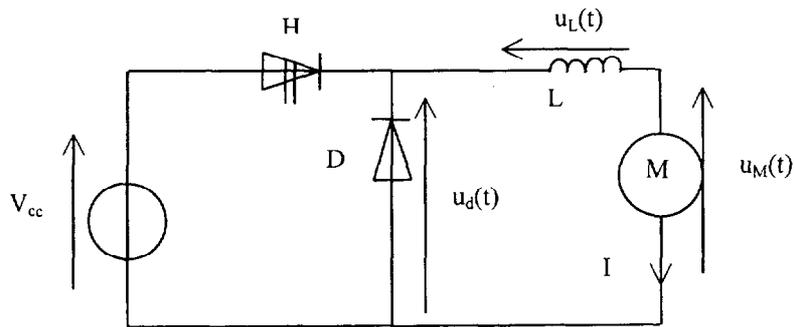
- 2.1. la valeur numérique de la tension aux bornes de l'induit .
 - 2.2. la puissance absorbée par l'induit.
 - 2.3. La valeur de la f.e.m. E du moteur.
 - 2.4. Les pertes par effet joule dans l'induit.
 - 2.5. Les autres pertes au niveau de l'induit.
 - 2.6. Le rendement nominal du moteur.
3. Fonctionnement sous tension variable.

On rappelle que la f.é.m. E d'un moteur à courant continu est proportionnelle à la vitesse de rotation.

- 3.1. Calculer la tension U_d aux bornes de l'induit au démarrage.
- 3.2. Montrer que dans cette utilisation, le moment du couple électromagnétique développé par le moteur est constant .
- 3.3. La puissance utile fournie par le moteur est supposée proportionnelle à la vitesse de déplacement V. Calculer la puissance utile à 10 km.h^{-1} .

4. Pour obtenir le fonctionnement sous tension variable, l'induit du moteur est alimenté à partir de la batterie par l'intermédiaire d'un hacheur série comprenant :

- Un interrupteur électronique parfait H, commandé à la fréquence $F = 2,0 \cdot 10^3$ Hz. Il est fermé pendant la fraction αT de la période T et ouvert de αT à T .
- Une diode D supposée parfaite.
- Une bobine idéale L d'inductance suffisamment grande pour rendre négligeable toute ondulation du courant dans toute les phases de fonctionnement.



4.1. Préciser l'état de la diode pendant les intervalles $[0, \alpha T]$ et $[\alpha T, T]$.

4.2. Pour $\alpha = 0,7$ et $V_{cc} = 200$ V, représenter en régime permanent et sur une période, la tension $u_d(t)$ aux bornes de la diode .

On prendra comme échelle : 8 cm pour 1 ms et 1 cm pour 50 V.

4.3. Calculer la valeur moyenne de cette tension en fonction de α .

4.4. Exprimer la tension $u_d(t)$ en fonction de la tension $u_L(t)$ et de la tension aux bornes du moteur.

4.5. Etablir une relation entre la valeur moyenne de u_d , E , r et I .

4.6. Pour le moteur concerné, la relation entre la f.é.m E et la fréquence de rotation n est : $E = 0,126 n$.

Montrer que la fréquence de rotation du moteur est fonction affine du rapport cyclique α du hacheur.

Application numérique : calculer α pour une vitesse $V = 20 \text{ km.h}^{-1}$