ENROULEUSE DE FILM

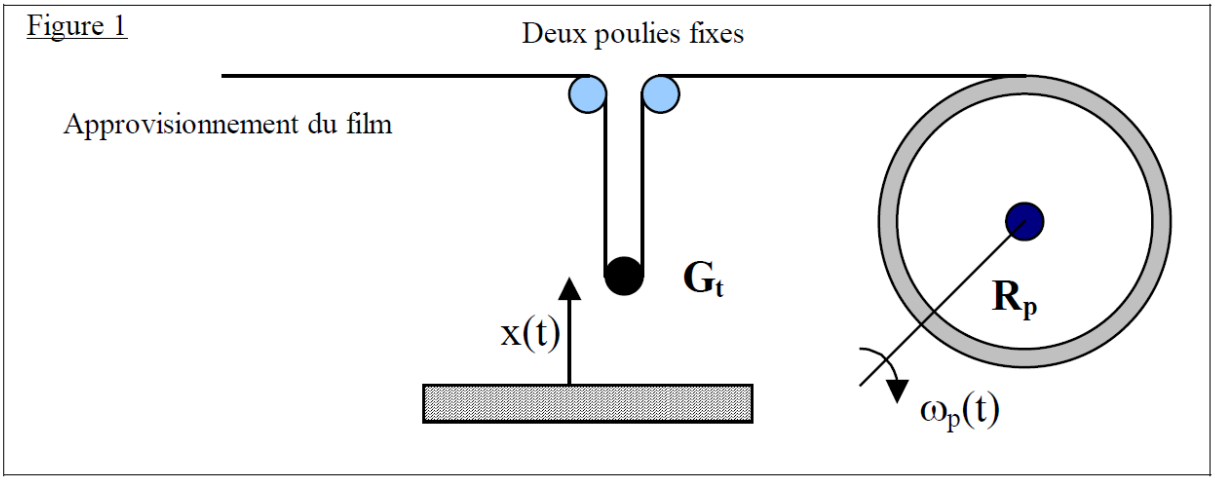
Problématique **à quelle valeur régler la fréquence du hacheur pour limiter l'ondulation de courant ?**

Contexte

Le sujet de ce problème concerne l'étude d'un dispositif d'enroulement de film à effort de traction constant. Le système comporte deux organes : la roue principale d'enroulement (notée R_p) et le galet de mesure de tension (noté G_t). Le galet G_t est « libre » de se mouvoir verticalement et sa position x(t) est mesurée : en effet, cette position reflète la tension du film. La roue R_p tourne à la vitesse $\omega_p(t)$ grâce au moteur d'entraînement qui est un moteur à courant continu asservi en couple : il faut alors déterminer le couple γ_p à produire sur la roue pour assujettir la traction x(t) à suivre sa consigne x_r.

Attention : l'enroulement du film sur la roue principale R_p induit une variation de son moment d'inertie : cette variation ne sera pas prise en compte, une valeur moyenne étant utilisée, notée $J_p = 0{,}18$ kg.m^2. Sur cette

Le schéma simplifié de ce système est reproduit sur la figure 1 suivante :



Moteur

Il s'agit d'un moteur à courant continu à excitation par aimants permanents. Ses caractéristiques nominales sont les suivantes (lues sur sa plaque signalétique) :

- Tension nominale : $U_n = 150$ V
- Vitesse nominale : $\Omega_n = 2400$ tr/mn
- Courant nominal : $I_n = 10$ A

Par ailleurs, le constructeur fournit les paramètres suivants :

- Résistance du bobinage d'induit : $R = 1\ \Omega$
- Inductance propre du bobinage d'induit : $L = 12{,}5$ mH
- Chute de tension en charge : négligeable
- Coefficients de frottement sec et visqueux : négligeables
- Pertes ferromagnétiques : négligeables
- Moment d'inertie du rotor : $J_m = 200$ g.cm^2.

Questions

Q1 *Déterminer la valeur de la constante de couplage.*

Q2 *En déduire la valeur du couple C_{un} nominal.*

Q3 *Calculer la puissance mécanique nominale P_n.*

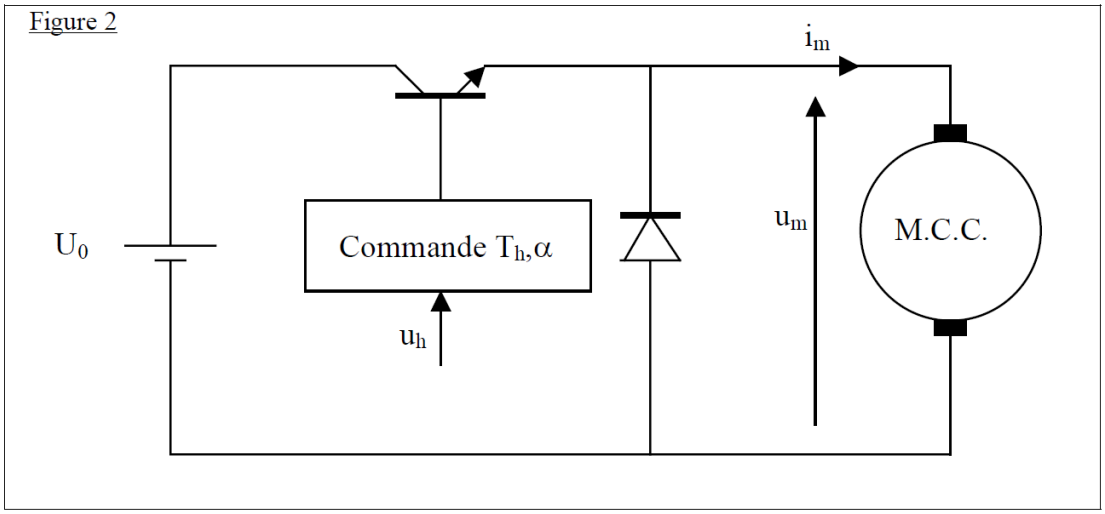
Q4 *Calculer le rendement η_n de ce moteur au point nominal.*

ENROULEUSE DE FILM

Hacheur

Le moteur est alimenté par un hacheur série qui impose la tension aux bornes de son enroulement d'induit. Le schéma équivalent de l'ensemble est représenté sur la figure 2 suivante.

Figure 2



La tension d'alimentation du hacheur est supposée constante, égale à : U_0 = 200 V. Le rapport cyclique α de commande du hacheur est « fabriqué » à partir d'une tension de commande, notée u_h, telle que : $\alpha = u_h/U_{hm}$ avec U_{hm} = 10 V. La fréquence de fonctionnement de ce hacheur est notée f_h (la période étant T_h). Le transistor et la diode sont supposés parfaits, commutant instantanément : ils n'ont chacun que deux états possibles, fermé (équivalent à un court-circuit) et ouvert (équivalent à un circuit ouvert). Le transistor est ainsi passant entre les instants 0 et $\alpha.T_h$, la diode étant quant à elle passante le restant de la période.

On néglige la résistance R et on suppose que le courant $i_{m(t)}$ dans le moteur ne s'annule jamais. Dans ces conditions et pour un rapport cyclique de 75%,

Questions

Q5 *Dessiner les schémas équivalents (on néglige la chute de tension $R{\cdot}i_{m(t)}$),*

Q6 *Ecrire les équations différentielles vérifiées par le courant $i_{m(t)}$ durant chaque séquence.*

Q7 *En déduire l'expression $i_{m(t)}$ pendant chaque séquence, en appelant I_{min} et I_{max} les valeurs extrêmes de $i_{m(t)}$.*

Q8 *Dessiner sur un graphe l'allure de la tension Um(t) aux bornes du moteur.*

Q9 *Dessiner sur un graphe l'allure du courant $i_{m(t)}$ du moteur.*

Q10 *Déterminer la fem E en fonction de α et U_0.*

Q11 *Déterminer l'expression de ΔI_m, ondulation du courant $i_{m(t)}$, en fonction de α, f_h, L et U_0.*

Q12 *Pour quelle valeur de α cette valeur est-elle à son maximum ?*

Q13 *Déterminer alors l'expression de ΔI_o, ondulation maximum du courant $i_{m(t)}$, en fonction de f_h, L et U_0.*

Q14 *En déduire la fréquence minimale de fonctionnement du hacheur, notée f_{min} permettant de limiter cette ondulation à 5% du courant nominal.*

Q15 *Quelle est la valeur nominale du rapport cyclique α_n permettant d'alimenter le moteur à sa tension nominale $U_m = U_n$.*

Q16 *A quelle tension U_h de commande cela correspond-il ?*