

td	td C 2.3	TSI1 (Période 2)
	Loi de commande des machines à courant continu	1h
	Cycle 6 : Convertir	2 semaines

- MODELISER** Modéliser un convertisseur électromécanique en régime permanent.
- MODELISER** Modéliser la commande d'un ensemble asservi constitué du modulateur d'énergie, de la machine électrique et de sa charge.
- CONCEVOIR** Choisir la technologie des composants de la chaîne de puissance.
- RESOUDRE** Déterminer la loi de mouvement dans le cas où les efforts extérieurs sont connus.

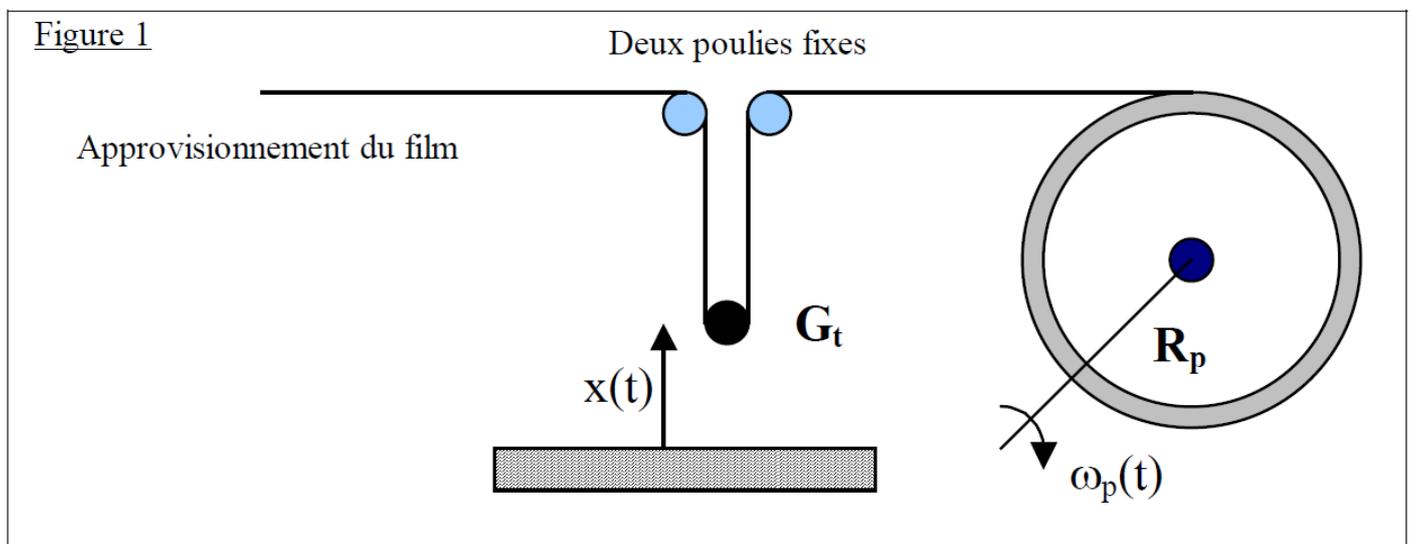
Enrouleuse de film

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

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 (voir figure 1) : 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 car elle 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 C_p à produire sur la roue pour assujettir la traction $x(t)$ à suivre sa consigne x_r .

Le moment d'inertie moyen de la roue sera noté $J_p = 0,18 \text{ kg.m}^2$. Sur cette roue R_p , l'enroulement du film se traduit par un couple de frottement visqueux dont la constante vaut : $f_p = 12 \text{ N.m.s}$



1 Etude du moteur

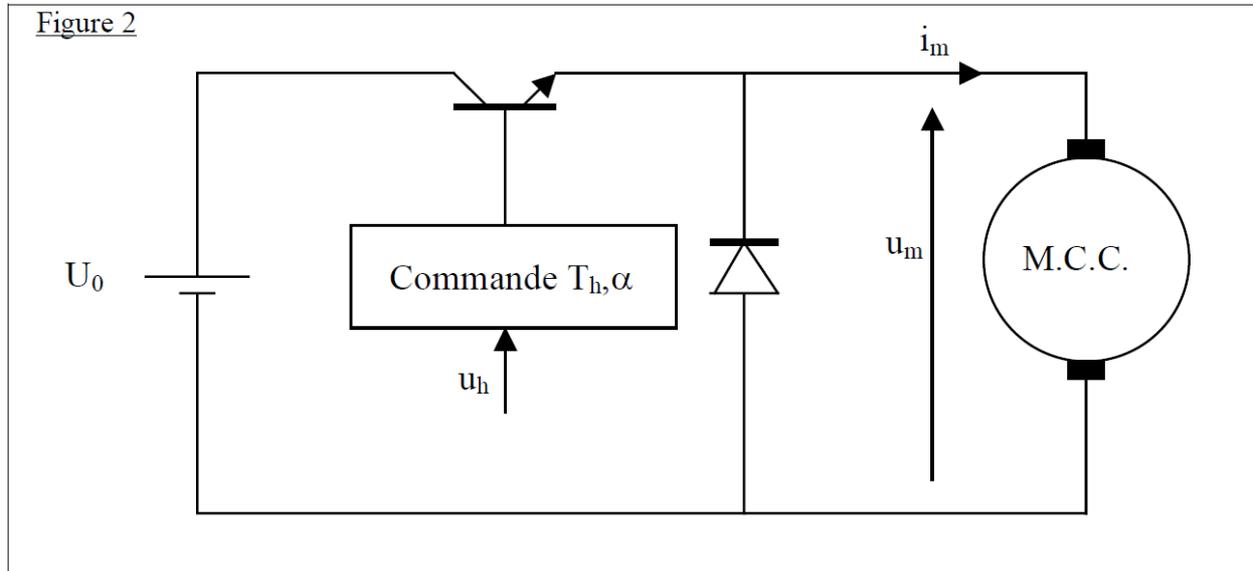
Il s'agit d'un moteur à courant continu à excitation par aimants permanents. Ses caractéristiques nominales sont les suivantes :

- Tension nominale : $U_n = 150 \text{ V}$
 - Courant nominal : $I_n = 10 \text{ A}$
 - Vitesse nominale : $N_n = 2400 \text{ tr.min}^{-1}$
 - Résistance de l'induit : $R = 1 \ \Omega$
 - Inductance de l'induit : $L = 12,5 \text{ mH}$
 - Chute de tension en charge négligeable
 - Pertes fer négligeables
 - Moment d'inertie du rotor : négligeable
 - Coef de frott sec et visqueux négligeables
- 1) Déterminer la valeur de la constante de couplage k .

- 2) En déduire la valeur du couple nominal C_{un} .
- 3) Calculer la puissance mécanique nominale P_n .
- 4) Calculer le rendement η_n de ce moteur au point de fonctionnement nominal.

2 Etude du variateur de vitesse

Le moteur est alimenté par un hacheur série qui impose la tension aux bornes de son enroulement d'induit.



La tension d'alimentation du hacheur est supposée constante : $U_0 = 200$ V.

Le rapport cyclique α de commande du hacheur est « fabriqué » à partir d'une tension de commande u_h : $\alpha = u_h / U_{hm}$ 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 ou ouvert. Le transistor est ainsi passant entre les instants 0 et αT_h , la diode étant passante le reste du temps.

- 5) Dessiner les schémas équivalents pour les deux phases de fonctionnement.
- 6) Ecrire les équations différentielles vérifiées par le courant $i_m(t)$ durant chaque séquence.

Hypothèses pour les questions suivantes :

- le rapport cyclique vaut $\alpha = 75\%$.
 - la tension aux bornes de la résistance est négligeable,
 - le sens de rotation est toujours positif,
 - le couple résistant est constant et conduit à un courant moteur strictement positif.
- 7) En déduire l'expression de $i_m(t)$ pendant chaque séquence, en appelant I_{min} et I_{max} les valeurs extrêmes de $i_m(t)$.
 - 8) Dessiner l'allure de la tension $U_m(t)$ aux bornes du moteur.
 - 9) Dessiner l'allure du courant $i_m(t)$.

-
- 10)** Déterminer la fem E en fonction de α et U_0 .
- 11)** Déterminer l'expression de ΔI_m , ondulation du courant $i_m(t)$, en fonction de α , f_h , L et U_0 .
- 12)** Pour quelle valeur de α cette valeur est-elle à son maximum ?
- 13)** Déterminer alors l'expression de ΔI_0 , ondulation maximum du courant $i_m(t)$, en fonction de f_h , L et U_0 .
- 14)** En déduire la fréquence minimale de fonctionnement du hacheur, notée f_{\min} permettant de limiter cette ondulation à 5% du courant nominal.
- 15)** Quelle est la valeur nominale du rapport cyclique α_n permettant d'alimenter le moteur à sa tension nominale $U_m = U_n$.
- 16)** A quelle tension U_h de commande cela correspond-il ?