

TD Asservissements

GRAVURE LASER

Compétences travaillées :

- Analyser ou établir le schéma fonctionnel,
- Analyser ou établir le schéma-bloc (domaine de Laplace),
- Déterminer la fonction de transfert du système,
- Prévoir les performances en rapidité d'un système,
- Déterminer la précision en régime permanent,
- Donner une idée de la stabilité (étude des pôles).

La traçabilité alimentaire nécessite d'écrire sur des emballages plastiques. Il est alors possible d'utiliser un système de gravure par laser (voir photos en Figure 1). Ce système utilise deux moteurs à courant continu pour orienter deux miroirs qui dirigent le faisceau laser. Pour assurer la qualité de l'écriture et la rapidité des cadences de production, le cahier des charges suivant doit être respecté pour chaque moteur.

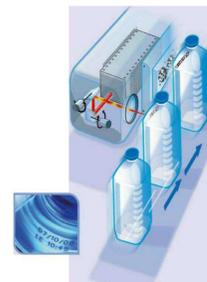
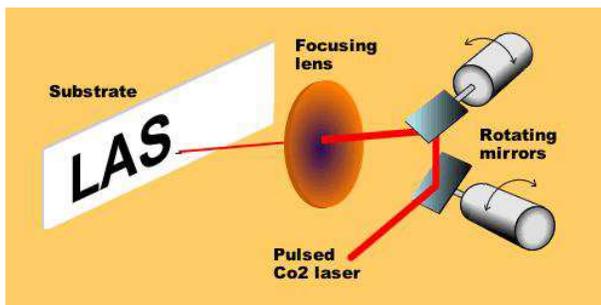


FIG. 1 – Système de gravure laser.

Fonction de service	Critère	Niveau
FS1 : orienter un miroir	Amplitude angulaire	20°
	Précision	$< 5\%$
	Rapidité	$t_R < 5 \text{ ms}$
	Stabilité	stable

TAB. 1 – Extrait du CdCF.

1 Etude d'un moteur à courant continu

Un moteur à courant continu est un convertisseur d'énergie qui transforme de l'énergie électrique en énergie mécanique. C'est un grand classique des concours car il permet d'actionner une partie opérative en commandant la vitesse de sortie. Ces moteurs sont utilisés dans de très larges domaines d'application et peuvent développer des puissances de quelques watts à plusieurs dizaines de mégawatts.

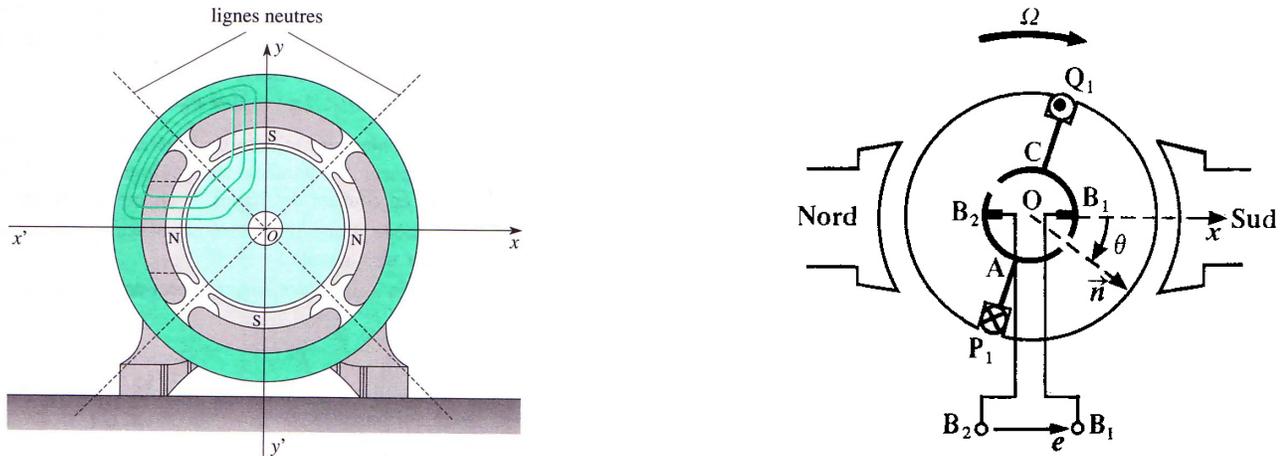


FIG. 2 – Schémas de principe du moteur à courant continu.

Ils sont constitués d'un bobinage ou aimant permanent fixe créant un champ magnétique fixe ainsi que d'un circuit induit placé sur le rotor et alimenté électriquement par des balais glissants sur un collecteur. Ce système permet de créer un couple magnétique sur le rotor.

On modélise le circuit induit du moteur à courant continu par le schéma électrique de la figure 3.



FIG. 3 – Modélisation électrique du moteur à courant continu et photo du circuit induit.

Les lois de l'électrocinétique permettent d'écrire : $U(t) = e(t) + R \cdot i(t) + L \cdot \frac{di}{dt}(t)$ avec $e(t) = k_e \cdot \Omega(t)$ et $C_m(t) = k_m \cdot i(t)$. L'équation de la mécanique s'écrit : $J \frac{d\Omega}{dt} = C_m - f \cdot \Omega$.

On note :

- $e(t)$: la force contre-électromotrice,
- $k_e = 2.43 \times 10^{-3} SI$: une constante,
- $C_m(t)$: le couple délivré par le moteur,
- $k_m = 2.43 \times 10^{-3} SI$: une constante,
- $\Omega(t)$: la vitesse de rotation du moteur,
- $R = 8.3 \Omega$: la résistance de l'induit,
- $L = 0.128 H$: l'inductance de l'induit.
- $J = 1 \times 10^{-7} kg.m^2$: le moment d'inertie du moteur
- $f = 0.713 \times 10^{-6} N.m.s/rad$: le coefficient de frottement visqueux

Q 1 : En supposant que les conditions initiales sont nulles, déterminez les transformées de Laplace des équations précédentes.

Q 2 : Tracez le schéma bloc associé au moteur à courant continu (entrée U , sortie Ω).

Q 3 : Déterminez la fonction de transfert de ce système $H(p)$.

2 Asservissement en position d'un miroir

Sur l'arbre de sortie du moteur, on installe un capteur de position angulaire qui renvoie une information $y(t)$ telle que $y(t) = a.\theta(t)$ avec $a = 1 V/rad$. La consigne d'entrée $x(t)$ est comparée à $y(t)$, puis amplifiée du gain $K = 50$ pour commander le moteur électrique.

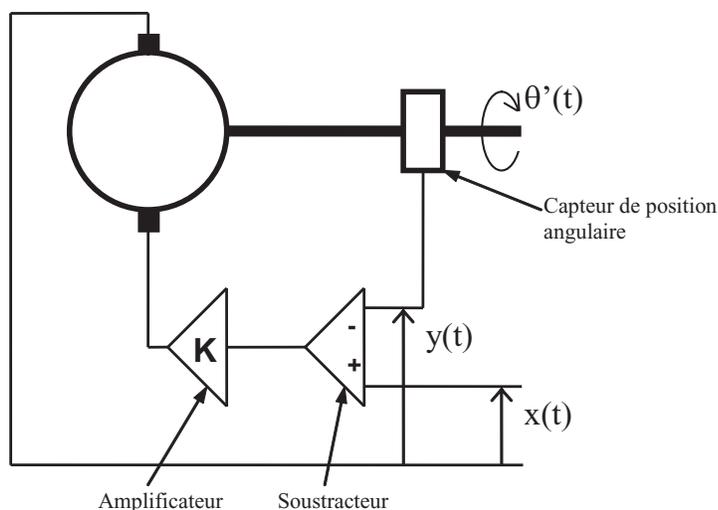


FIG. 4 – Modélisation électrique du moteur à courant continu.

Q 4 : Établir le schéma bloc traduisant le fonctionnement de l'ensemble. On modélisera le moteur à courant continu par un seul bloc de fonction de transfert celle calculée précédemment.

Q 5 : Déterminer la fonction de transfert global du système asservi : $G(p)$.

Q 6 : Déterminer si le système est stable en déterminant numériquement les racines du dénominateur.

Q 7 : $x(t)$ est l'image en tension d'une position consigne $\theta_c(t)$ tel que $x(t) = a.\theta_c(t)$. Déterminer si pour une entrée $\theta_c(t)$ en échelon le système est précis.

Q 8 : Dans le cas où l'inductance L est négligée, déterminer le temps de réponse à l'aide de l'abaque fournie parmi les courbes. Le cahier des charges est-il vérifié?

Q 9 : Peut-on améliorer la performance de rapidité uniquement en jouant sur K ? Conclure quant à la pertinence de la seule correction proportionnelle.

Q 10 : Sachant que l'amplificateur sature à $4.5V$ en sortie, déterminer la valeur de l'échelon de consigne au-delà duquel le comportement devient non linéaire.