

Devoir Maison 5

Axe asservi de machine-outil

On s'intéresse à un asservissement en position d'une machine-outil. Le système permet de translater un chariot suivant une direction fixe de la machine. Le système contrôle la position $x(t)$ du chariot suivant la direction définie par un axe (O, x) . Cette position est donnée en millimètres. La chaîne d'énergie est constituée d'un variateur, d'un moteur électrique, d'un réducteur poulies-courroie et d'un système vis-écrou qui permet de transformer un mouvement de rotation en un mouvement de translation du chariot.

Le variateur fixe la tension d'alimentation du moteur, notée $u_m(t)$ (en V) en fonction de la tension de commande, notée $u_v(t)$ (en V). Le moteur met en mouvement l'arbre moteur à une vitesse $\omega_m(t)$ (en rad/s). Le réducteur poulies-courroie permet d'obtenir une vitesse de rotation de la vis $\omega_v(t)$ (en rad/s) plus faible que celle du moteur. Le transmetteur vis-écrou transforme la rotation de la vis (position angulaire $\mu_v(t)$ en rad) en un mouvement de translation du chariot (position linéaire $x(t)$ en mm).

La chaîne d'information est quant à elle constituée d'une interface homme-machine, d'un capteur de position angulaire et d'un ordinateur. L'interface homme-machine traduit la consigne de position $x_c(t)$ (en mm), en une tension $u_c(t)$ (en V). Le capteur mesure l'angle de rotation de la vis $\mu_v(t)$ (en tours) et transmet au calculateur la grandeur $u_{mes}(t)$ (en V). Cette tension image de $\mu_v(t)$ est également proportionnelle à $x(t)$. Le calculateur compare ensuite cette mesure $u_{mes}(t)$ avec l'image de la consigne de position $u_c(t)$, puis détermine l'image de l'écart $\epsilon(t) = u_c(t) - u_{mes}(t)$ pour élaborer un signal de commande en tension $u_v(t)$ (en V) qui est communiqué au variateur.

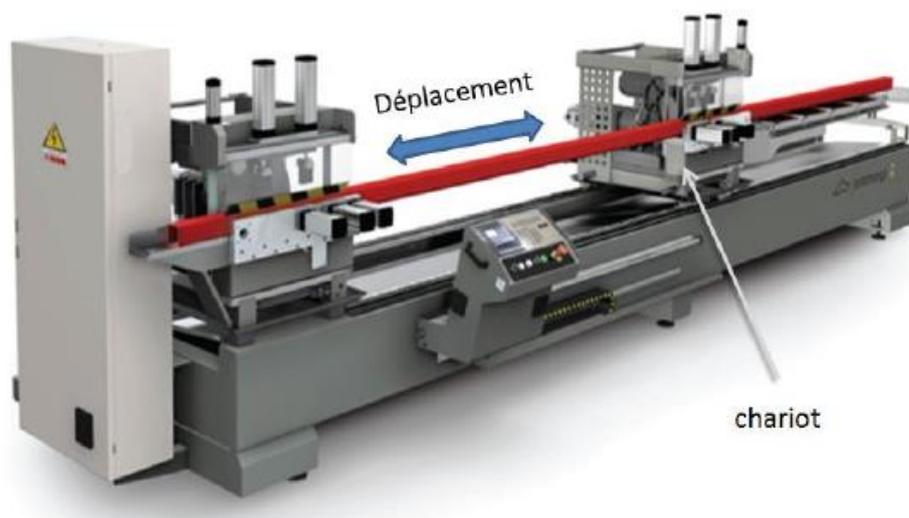


Figure 1 : une machine-outil et son axe de déplacement

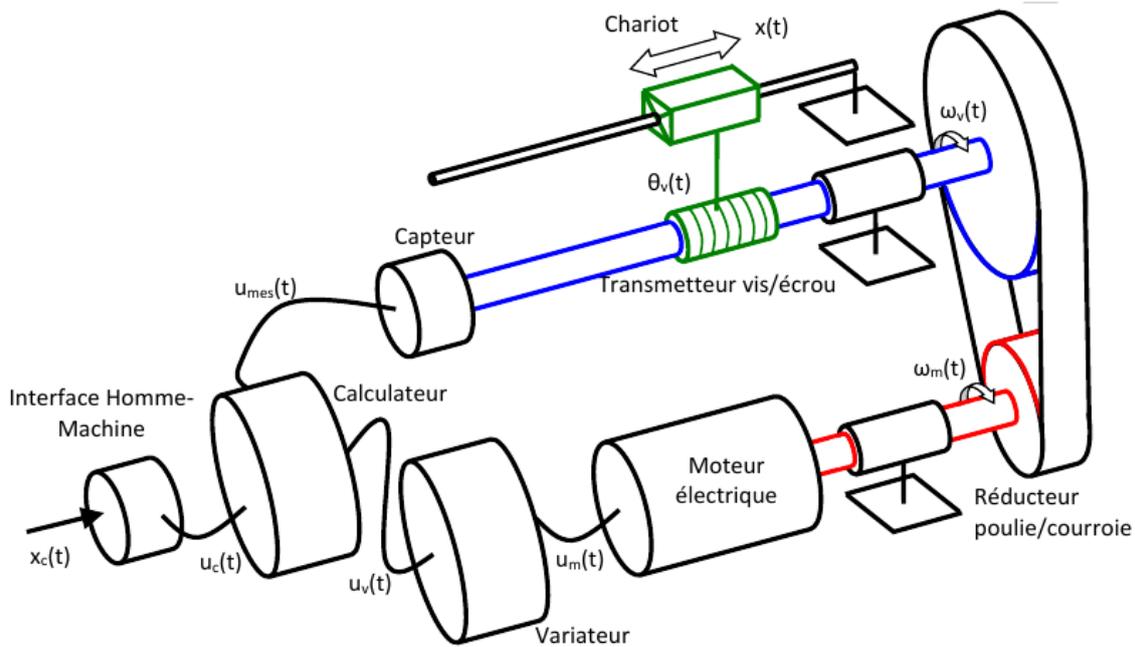


Figure 2 : Schéma de principe de l'axe de la machine-outil

Description fonctionnelle du système

Question 1 : Le système est-il asservi ? Justifiez et identifiez la grandeur asservie.

Question 2 : Complétez le premier schéma fonctionnel du Document Réponse 1 en faisant apparaître les noms des composants et leur fonction ainsi que les flux d'énergie et d'information et leur unité. Indiquez les blocs dont la nature est purement mathématique.

Modélisation de connaissance du moteur à courant continu

On commence par modéliser le comportement du moteur à courant continu. Les équations régissant le comportement du moteur à courant continu s'écrivent, en l'absence d'efforts résistants autres que les frottements visqueux, avec R (la résistance interne), L (l'inductance de l'induit), K_i (la constante de couple), K_e (la constante de force électromotrice), J (le moment d'inertie équivalent) et f (le coefficient de frottements visqueux) des constantes.

$$\begin{cases} U_m(t) = e(t) + R \cdot i(t) + L \cdot \frac{di(t)}{dt} \\ C_m = K_i \cdot i(t) \\ J \cdot \frac{d\omega_m(t)}{dt} = -f \cdot \omega_m(t) + C_m(t) \\ e(t) = K_e \cdot \omega_m(t) \end{cases}$$

Question 3 : Traduisez ces équations dans le domaine de Laplace et complétez le schéma-blocs de la Figure 3 représentant le comportement du moteur.

Question 4 : Déduisez l'expression de la fonction de transfert du système. La mettre sous forme canonique.

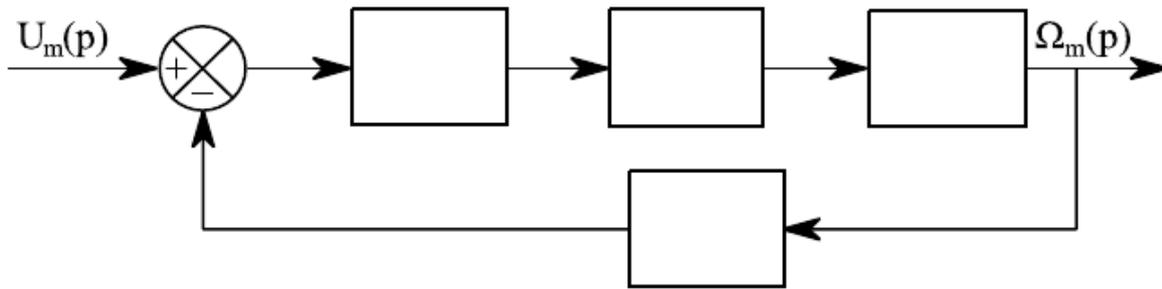


Figure 3 : Schéma blocs du moteur à courant continu

Modélisation de connaissance des composants

Le calculateur, le variateur et le capteur sont modélisés comme des gains purs K_c , K_v et K_{cap} respectivement. L'équation de comportement du réducteur s'écrit $r = \frac{\omega_v}{\omega_m}$. Celui du système vis-écrou s'écrit $x(t) = \frac{p_v}{2 \cdot \pi} \cdot \theta_v$, avec v_p une constante appelée « pas ».

Question 5 : Déterminez la fonction de transfert du correcteur, du variateur, du capteur, du réducteur et du système vis-écrou.

Question 6 : Déterminez la fonction de transfert de l'interface homme-machine permettant d'avoir un système asservi précis (l'écart doit être nul si l'erreur est nulle).

DOCUMENT REPONSE 1

