PSI - DM2 Presse horizontale 04-11-25

Présentation du système

Mise en situation

On utilise une petite presse horizontale pour mouler des pièces en cire. Pour cela on a un moule en deux parties. Une partie fixe encastrée sur le bâti 0 de la machine et une partie mobile (4) en liaison glissière par rapport au bâti. Pendant le moulage les deux parties sont maintenues serrées l'une contre l'autre en exerçant un effort f(t) sur la partie mobile 4. Cet effort sera asservi à une consigne.

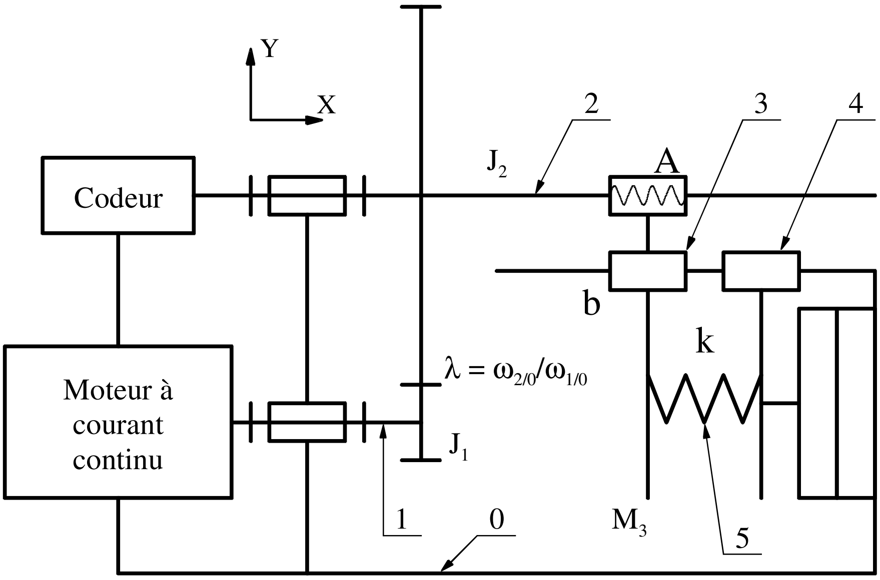
Dans notre cas l'effort est assuré par un moteur à courant continu qui après réduction de sa vitesse de rotation déplace à l'aide d'un système vis-écrou un chariot 3. Ce chariot vient écraser un ressort 5 qui situé ente 3 et 4 exerce un effort sur 4 la partie mobile du moule.

Modélisation du système

Cet asservissement en effort se fait à l'aide un moteur à courant continu dont le rotor 1 entraine par engrenage une vis 2.

Le rapport de cet engrenage est noté $\lambda = -\dfrac{\omega_{2/0}}{\omega_m}$ où ω_m est la vitesse de rotation du rotor 1.

Le mouvement de rotation de 2 est transformé en mouvement de translation de 3 par un système vis-écrou dont le pas est à droite et est p_V.



On note : ☞ $x(t)$ et $v(t)$ la position et la vitesse de translation du chariot 3 par rapport au bâti 0

☞ $\theta_m(t)$ et $\omega_m(t)$ la position et la vitesse angulaires du rotor 1 par rapport au bâti 0.

☞ $\omega_{2/0}(t)$ la vitesse de rotation de la vis 2 par rapport au bâti 0.

Lorsque le chariot 3 arrive en contact avec le ressort la position du chariot 3 est nulle. On en déduit que ce ressort de raideur k exerce sur le chariot 3 un effort modélisé par un glisseur de résultante :

$$\overrightarrow{F_{5\to3}} = -f(t).\overrightarrow{x} = -k.x(t).\overrightarrow{x}$$

Toutes les liaisons sont parfaites mis à part la liaison hélicoïdale entre 2 et 3 qui présente un couple de frottement visqueux de coefficient f_v.

On a donc un coupe de frottement visqueux $\overrightarrow{C_{fv}}$ de l'écrou du chariot 3 sur la vis 2 telle que :

$$\overrightarrow{C_{3\to2}} = \overrightarrow{C_{fv}} = -f_v.\omega_{2/0}.\overrightarrow{x}.$$

Du principe des actions mutuelles on a donc qu'il y a un couple opposé de la vis 2 sur le chariot 3 :

$$\overrightarrow{C_{2\to3}} = -\overrightarrow{C_{fv}} = +f_v.\omega_{2/0}.\overrightarrow{x}.$$

L'accélération de pesanteur est : $\overrightarrow{g} = -g.\overrightarrow{y}$.

Les centres de gravité du rotor 1 et de la vis 2 sont situés sur les axes de rotation de ces pièces par rapport au bâti 0.

Le moteur exerce un couple moteur sur son rotor de vecteur : $\overrightarrow{C_m} = c_m(t).\overrightarrow{x}$.

On note : ☞ J_1 le moment d'inertie par rapport à l'axe du rotor de toutes les pièces liées au rotor 1.

☞ J_2 le moment d'inertie par rapport à l'axe de la vis de toutes les pièces liées à la vis 2 .

☞ M_3 la masse de toutes les pièces liées au chariot 3.

Caractéristiques du moteur à courant continu

Tension d'alimentation : u(t)	Courant de l'induit : i(t)	Force contre électromotrice : e(t)
Vitesse de rotation : $\omega_m(t)$	Couple moteur : $c_m(t)$	Résistance de l'induit : R

Constante de couple : $\mathbf{K_C}$ Constante de force électromotrice : $\mathbf{K_E}$

Equation électromécaniques de fonctionnement :

$\mathbf{u(t) = e(t) + R.i(t)}$ (a) $\mathbf{e(t) = K_E.\omega_m(t)}$ (b) $\mathbf{c_m(t) = K_C.i(t)}$ (c)

Questions

A- Etude cinématique

1- Le point A est le centre de la liaison hélicoïdale entre 2 et 3. Cette liaison hélicoïdale ayant un pas à droite on a $\overrightarrow{V_{A\in 3/2}} = \frac{p_V}{2.\pi} . \overrightarrow{\Omega_{3/2}}$. Appliquer la loi de composition des mouvements (avec le bâti 0) puis déterminer l'expression de v(t) en fonction de $\omega_{2/0}(t)$. Ainsi que de v(t) en fonction de $\omega_m(t)$.

B- Etude énergétique

2- On retient le système S constitué de l'arbre moteur de la vis et du chariot 3 : S = {1,2,3}. Déterminer $E_C(S/0)$ l'énergie cinétique du système S dans son mouvement par rapport à 0. Vous écrirez cette expression sous la forme $E_C(S/0) = \frac{1}{2}.J_{eq}.\omega_m^2$ en donnant l'expression de J_{eq} en fonction des constantes du système.

3- Lister les actions extérieures s'appliquant sur le système S. Puis déterminer la somme des puissances de ces actions sur S dans son mouvement par rapport au bâti 0 : Σ P(Ext→S/0).

4- Déterminer la somme des puissances des action intérieures au système S dans on mouvement par rapport au bâti 0 : Σ P(Int→S/0).

5- En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, montrer que l'équation différentielle mécanique de fonctionnement du système s'écrit : $\mathbf{J_{eq}.\dot{\omega}_m(t) + \beta.\omega_m(t) = C_m(t) - \gamma.f(t)}$ (d) En donnant les expressions de β et γ en fonction des constantes du système.

C- Modélisation de l'asservissement

Pour cette partie vous répondrez sur le document réponse Page 3/3.

On note $\Omega_m(p)$, $C_m(p)$, F(p), U(p), E(p), I(p), X(p) et V(p) les transformées de Laplace des fonctions temporelles, $\omega_m(t)$, $c_m(p)$, f(t), u(t), e(t), i(t) x(t) et v(t).

6- Toutes les conditions initiales sont nulles. En déduire les transformées de Laplace de cette équations différentielle (d) et des 3 équations différentielles de fonctionnement du moteur (a), (b) et (c). Puis à partir de ces équations symboliques compléter le schéma bloc 1 du document réponse.

7- Compléter le schéma bloc 2 qui est équivalent au schéma bloc 1. Puis en déduire successivement les expressions des fonctions de transfert : $H_1(p) = \frac{\Omega_m(p)}{C_m(p)}$ puis : $H_2(p) = \frac{\Omega_m(p)}{U(p)}$

Et enfin sous sa forme canonique la fonction de transfert du système : $H(p) = \frac{F(p)}{U(p)}$

Document réponse

Schéma bloc 1

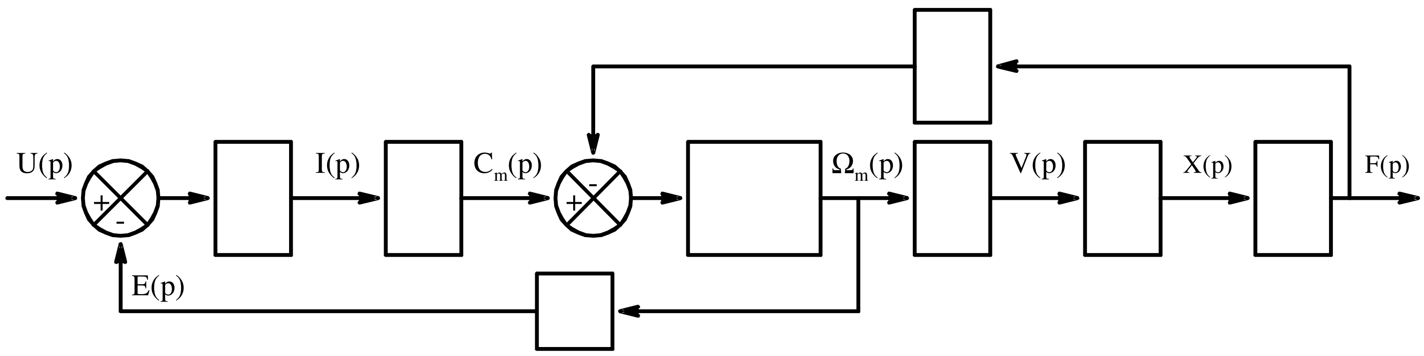
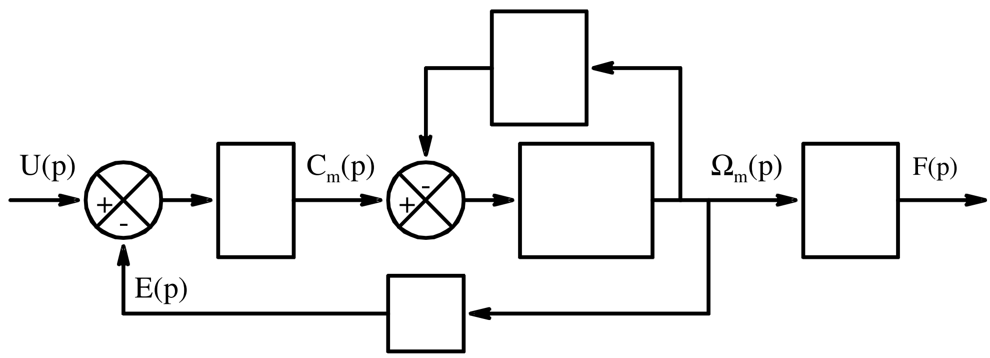


Schéma bloc 2



Fonctions de transfert

$H_1(p) = \dfrac{\Omega_m(p)}{C_m(p)} =$

$H_1(p) =$

$H_2(p) = \dfrac{\Omega_m(p)}{U(p)} =$

$H_2(p) =$

$H(p) = \dfrac{F(p)}{U(p)} =$

$H(p) =$