

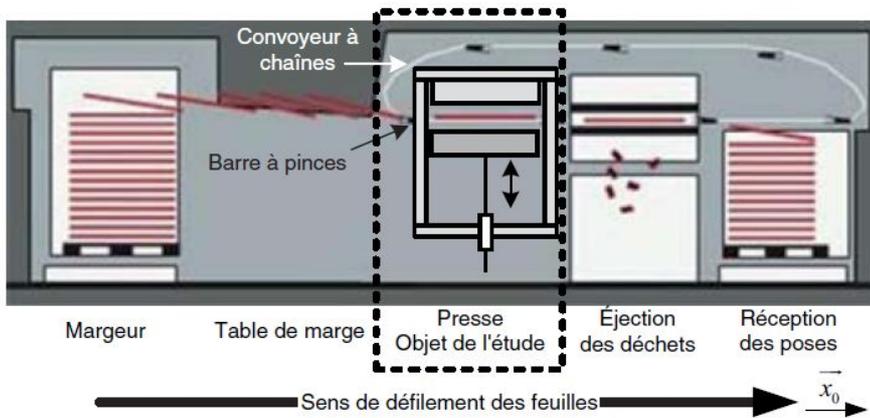
TD3 : Presse de façonnage à plat

Description du système

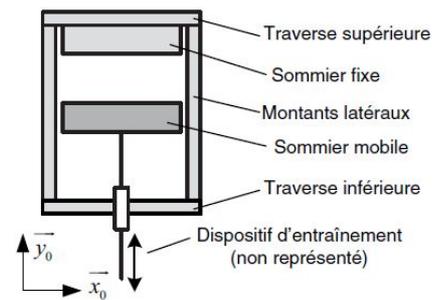
Mise en situation et présentation du système étudié

Le façonnage à plat consiste à découper ou rainurer (pour le pliage) du carton. Les principales étapes du processus sont définies sur le schéma ci-dessous :

Les feuilles de carton empilées sur le margeur sont saisies puis convoyées vers la presse où a lieu l'opération de façonnage. Puis après éjection des déchets de la découpe, les poses (feuilles façonnées) sont déposées à l'autre extrémité de la machine.



Notre étude se limite à la presse de cette machine de façonnage. Décrite sur le schéma ci-dessous :

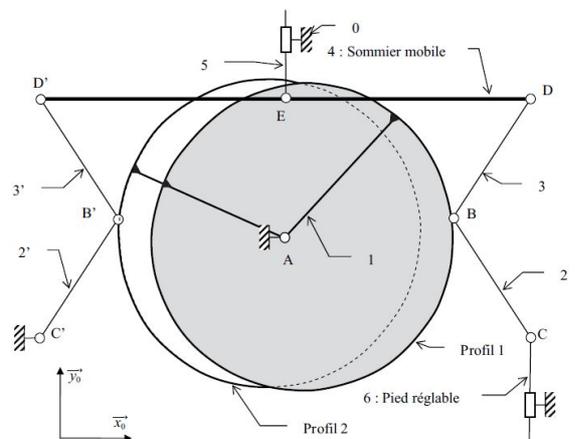


Le sommier supérieur est fixé sur la traverse supérieure. Le sommier mobile inférieur est animé, pour chaque cycle de travail, d'un mouvement alternatif de montée et de descente à l'aide d'un dispositif d'entraînement. Aussi, compte tenu des différentes opérations à réaliser sur la feuille, il est impératif pour que la qualité du travail soit constante sur toute sa surface, de maintenir un parallélisme rigoureux entre le sommier mobile et le sommier fixe. Nous nous intéresserons particulièrement à ce système de correction du parallélisme des deux sommiers.

Dispositifs d'entraînement

La figure ci-dessous représente le dispositif d'entraînement. Le sommier mobile 4 est lié à la glissière 5 en E par une liaison pivot lui permettant de modifier son orientation pour corriger le parallélisme.

Les biellettes 2, 3 et 2', 3' permettent également de créer le mouvement de translation alternatif en modifiant simultanément la hauteur des extrémités D et D' du sommier. Pour cela les deux cames 1 (profil 1 et profil 2 sur lesquels glissent les points B et B') écartent ou rapprochent les points B et B' de la verticale (\vec{AY}_0)



Ce dispositif d'entraînement comporte aussi la possibilité de régler le parallélisme. Pour cela un dispositif vient modifier la hauteur du point C (mais pas le point C') et donc de celle du point D (mais pas celle du point D'). Corrigeant ainsi l'orientation de la droite (DD') et donc du sommier 4.

Le réglage de l'orientation du sommier se fait lorsque les cames 1 sont à l'arrêt. Une première étude cinématique a permis de montrer que dans cette condition

$$\vec{V}_{E \in 4/0} = r \cdot \vec{V}_{C \in 6/0} \quad \text{avec : } r \text{ quasiment constant et } r \approx \frac{1}{3}$$

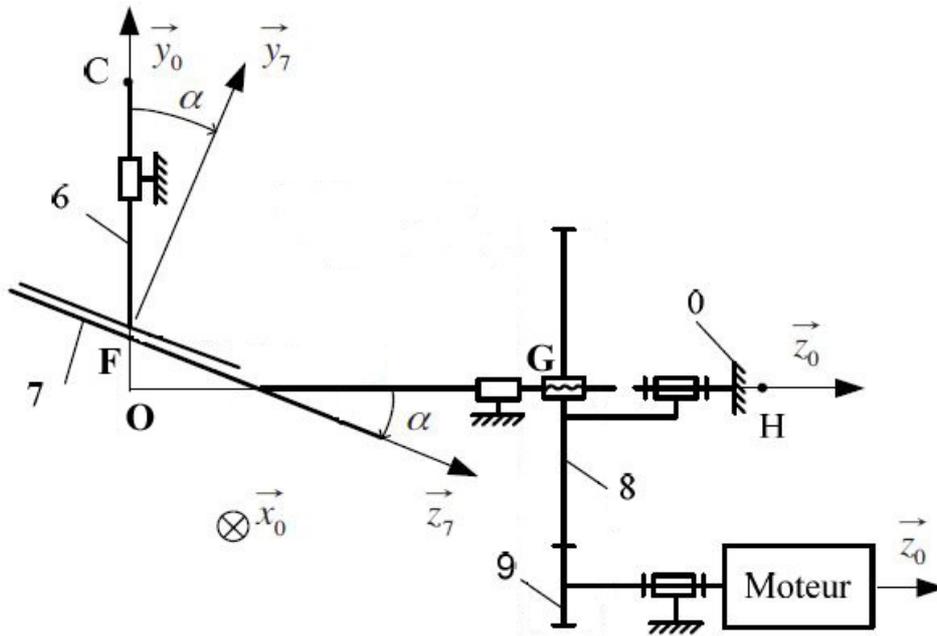
D'autre part l'inclinaison du sommier étant faible et le sommier ayant une longueur $L = DD'$ avec E milieu de $[DD']$ on en déduit le taux de rotation du sommier par rapport à 0 :

$$\vec{\Omega}_{4/0} = \omega_{4/0} \cdot \vec{Z}_0 \quad \text{avec : } \omega_{4/0} \approx \frac{2 \cdot r}{L} \cdot \dot{\psi}_6 \quad \text{Où : } \vec{V}_{C \in 6/0} = \dot{\psi}_6 \cdot \vec{Y}_0$$

Actionneur de réglage du parallélisme

Modélisation

Le principe de réglage du pied 6 est donné par le schéma cinématique de la figure ci-dessous :



Le moteur à courant continu entraîne en rotation l'écrou 8 par un engrenage cylindrique de rapport de transmission : $k_{98} = -\frac{Z_9}{Z_8} = -\frac{13}{130}$ Cet écrou entraîne ensuite en translation la glissière 7 grâce au système vis écrou de pas réduit : $\frac{p_v}{2 \cdot \pi}$ avec $p_v = 2 \text{ mm}$. Ensuite, la glissière 7 entraîne en le pied 6 par un contact plan de normale (F, \vec{Y}_7) tel que : $\alpha = (\widehat{\vec{Y}_0, \vec{Y}_7}) = 6^\circ$.

Etant donné les liaisons glissières on a : $\vec{V}_{F \in 6/0} = \dot{\psi}_6 \cdot \vec{Y}_0$ et : $\vec{V}_{F \in 7/0} = \dot{z}_7 \cdot \vec{Z}_0$.

Etant donné la liaison appui plan on a la vitesse de glissement de 7 sur 6 : $\vec{V}_{F \in 7/6} = v_g \cdot \vec{Z}_7$

Caractéristiques d'inertie des pièces.

Le rotor du moteur avec le pignon 9 a un moment d'inertie par rapport à son axe J_9 . On note : $\omega_m = \omega_{9/0}$ la vitesse de rotation du rotor et C_m le couple électromagnétique s'appliquant sur ce rotor.

La roue 8 avec l'écrou a un moment d'inertie J_8 par rapport à son axe (H, \vec{Z}_0) . L'écrou à bille crée un couple de frottement visqueux $\vec{C}_{f,7/8}$ sur le pignon 8 de coefficient b : $\vec{C}_{f,7/8} = -b \cdot \omega_{8/7} \cdot \vec{Z}_0$

On néglige masse et inertie du pied 6 et des biellettes 2 et 3. Par contre, on tient compte de la masse m_7 de la glissière 7.

Le sommier 4 est assimilé à un parallélépipède rectangle homogène de masse m_4 de longueur L (sur \vec{X}_0) de largeur ℓ (sur \vec{Z}_0) et de hauteur h (sur \vec{Y}_0) négligeable : $h \ll L$.

Travail demandé

1- Etude cinématique

1.1- En appliquant en F la loi de composition des vitesses, établir la relation entre \dot{y}_6 et \dot{z}_7 .

1.2- En déduire que : $\dot{y}_6 = k_{96} \cdot \dot{\theta}_m$ et exprimer k_{96} en fonction de α , p_V et k_{98} .

2- Etude cinétique

2.1- Sachant que le mouvement du sommier 4 est un mouvement quelconque et que E est le centre de gravité de ce sommier, son énergie cinétique par rapport au bâti 0 se calcule par la relation :

$$E_C(4/0) = \frac{1}{2} \cdot m_4 \cdot \overline{V_{E \in 4/0}}^2 + \frac{1}{2} \cdot J_{4(E,Z)} \cdot \overline{\Omega_{4/0}}^2$$

En tenant compte du fait que la hauteur h du sommier est négligeable devant sa longueur L, déterminer, en fonction de m_4 , r et \dot{y}_6 , L'expression de $E_C(4/0)$ l'énergie cinétique du sommier 4 dans son mouvement par rapport au bâti 0.

2.2- Déterminer l'expression de l'énergie cinétique de l'ensemble Σ des pièces en mouvement : $\Sigma = \{4,7,8,9\}$. Mettre cette expression sous la forme $E_C(\Sigma/0) = \frac{1}{2} \cdot J_{eq} \cdot \omega_m^2$ en donnant l'expression de J_{eq} en fonction de m_4 , m_7 , J_8 , J_9 , r, α , p_V et k_{98} .

3- Etude dynamique

3.1- Appliquer le théorème de l'énergie cinétique à l'ensemble Σ , et en déduire l'équation différentielle du mouvement de l'arbre moteur. Vous mettrez cette équation différentielle sous la forme :

$$C_m + C_{req} = J_{eq} \cdot \dot{\omega}_m \quad \text{avec :} \quad C_{req} = - (\alpha + \beta \cdot \omega_M)$$

Vous donnerez les expressions de α et β en fonction de m_4 , g, b, r, α , p_V et k_{98} .

3.2- On note $A(p)$ et $\Omega_m(p)$ les transformées de Laplace de $\alpha(t)$ et $\omega_m(t)$.

Le moteur est un moteur à courant continu de résistance d'induit R et d'inductance d'induit L. Les constantes de couple et de vitesse sont K_C et K_V avec $K_C = K_V$. On note $u(t)$ et $i(t)$ la tension et l'intensité de l'induit du moteur. Ainsi que $I(p)$ et $U(p)$ leurs transformées de Laplace. On note $e(t)$ la force contre électromotrice créée par la rotation du moteur et $E(p)$ sa transformée de Laplace. On a alors les équations :

$$\Leftrightarrow U(t) = e(t) + R \cdot i(t) + L \cdot \frac{d i(t)}{dt} \quad \Leftrightarrow e(t) = K_V \cdot \omega_m(t) \quad \Leftrightarrow c_m(t) = K_C \cdot i(t)$$

Toutes les conditions initiales étant nulles, en déduire les transformées de Laplace de l'équation différentielle mécanique établie à la question 3.1 et des trois équations électromécaniques ci-dessus.

3.3- Un capteur vient mesurer $y_6(t)$ la position du pied 6 et délivre en sortie une tension $u_6(t)$ fonction de la position. La fonction de transfert de ce capteur est $H_{Cap}(p)$. La consigne de position du pied 6 est donnée par une tension $u_c(t)$. La comparaison entre $u_c(t)$ et $u_6(t)$ est corrigée par un correcteur de gain $C(p)$ qui alimente le moteur via un convertisseur de gain K_H dont la tension de sortie est $u(t)$.

Reprendre et compléter le schéma bloc de l'asservissement en position ébauché ci-dessous :

