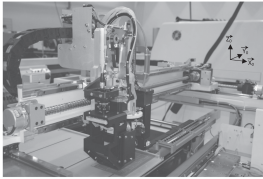


Activation 1



Activation – Système de dépôt de composants électroniques

Émilien Durif – E3A PSI 2011

Savoirs et compétences :

- Res1.C2 : principe fondamental de la dynamique ;
- Res1.C1.SF1 : proposer une démarche permettant la détermination de la loi de mouvement.

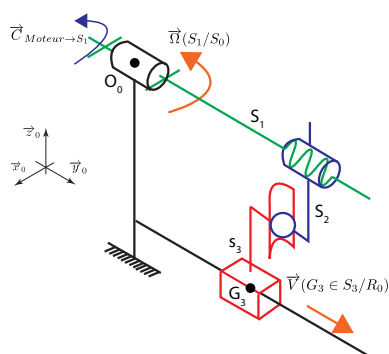
Présentation du système

Le système étudié permet de déposer automatiquement des composants électroniques sur un circuit. On s'intéresse ici à la modélisation d'un seul axe (selon la direction notée \vec{y}_0). actionné par un moteur électrique et utilisant un mécanisme de transformation de mouvement.

Hypothèses :

- le référentiel associé au repère $R_0 = (O_0; \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ est supposé galiléen ;
- les solides seront supposés indéformables ;
- on notera J_1 le moment d'inertie du solide 1 selon l'axe (O_0, \vec{y}_0) : $J_1 = I_{(O_0, \vec{y}_0)}(S_1)$;
- on note M_3 et G_3 respectivement la masse et le centre d'inertie du solide S_3 ;
- la masse du solide 2 est négligée ;
- la position de G_3 est définie par $\vec{O_0G_3} = x \vec{x}_0 + y \vec{y}_0 + z \vec{z}_0$;
- les liaisons sont supposées parfaites (sans jeu ni frottement).

Le système est modélisé par le schéma cinématique ci-dessous :



On note :

- S_0 : poutre transversale considérée comme fixe par rapport au bâti ;
- S_1 : vis à billes (hélice à droite) de pas $p = 20$ mm ;
- S_2 : écrou de la vis à billes ;
- S_3 : chariot supportant la tête de dépôt (masse M_3).

On donne les caractéristiques du moteur entraînant l'axe et la vis S_1 :

- moment d'inertie du moteur suivant l'axe \vec{y}_0 : $I_m = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ kg m}^2$;

- moment d'inertie de la vis à billes suivant l'axe \vec{y}_0 : $I_v = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ kg m}^2$.

On prendra $J = J_1 + I_v + I_m$ le moment d'inertie de l'ensemble moteur, vis, rotor selon l'axe \vec{y}_0 .

De plus $\vec{\Omega}(S_1/R_0) = \dot{\theta}(t) \cdot \vec{y}_0$

Objectif L'objectif de cette étude est de relier les grandeurs liées à l'actionneur du système (moteur) :

- couple transmis à S_1 : $\vec{C}_{\text{Moteur} \rightarrow S_1}$;
 - vitesse de rotation de S_1 : $\vec{\Omega}(S_1/R_0) \cdot \vec{y}_0 = \dot{\theta}$.
- à celles liées à l'effecteur (tête de dépôt S_3) :
- masse : M_3 ;
 - cinématique de S_3 : $\vec{\Gamma}(G_3 \in S_3/R_0) \cdot \vec{y}_0 = \ddot{y}$.



y correspond au mouvement de « l'écrou par rapport au bâti » et θ correspond au mouvement de la vis par rapport au bâti.

Question 1 Réaliser le graphe de structure associé au mécanisme.

Question 2 Proposer une stratégie pour répondre à l'objectif.

Question 3 Déterminer la relation entre l'effort de poussée dans la liaison linéaire annulaire et l'accélération du chariot.

Question 4 Déterminer la relation entre le couple moteur et le couple transmis dans la liaison hélicoïdale.

Question 5 Donner la relation entre le couple transmis par la liaison hélicoïdale et l'effort axial.

Question 6 Déterminer la relation entre l'effort axial dans la liaison hélicoïdale et l'effort de poussée dans la liaison sphère – cylindre.

Question 7 Quel doit être le couple moteur pour déplacer le chariot S_3 ?

Le cahier des charges impose les performances dynamiques suivantes :

- l'accélération minimale de l'axe transversal est de 21 ms^{-2} ;

- la vitesse minimale pour respecter la cadence souhaitée est de 7 m s^{-1} ;
 - la course de l'axe est de 2 m.
- La loi de commande est une loi en trapèze de vitesse.

Question 8 Donner les caractéristiques dynamiques que doit respecter le moteur.

Question 9 Quel est le temps nécessaire pour parcourir la course de la machine? Commenter.

Question 10 Quel est le couple que doit fournir le moteur pour déplacer le chariot dans le « pire des cas »?

Activation 1 – Corrigé



Activation – Système de dépose de composants électroniques

Émilien Durif – E3A PSI 2011

Savoirs et compétences :

- ☐ Res1.C2 : principe fondamental de la dynamique ;
- ☐ Res1.C1.SF1 : proposer une démarche permettant la détermination de la loi de mouvement.

Présentation du système

Objectif L'objectif de cette étude est de relier les grandeurs liées à l'actionneur du système (moteur) :

- couple transmis à S_1 : $\overrightarrow{C}_{\text{Moteur} \rightarrow S_1}$;
- vitesse de rotation de S_1 : $\overrightarrow{\Omega}(S_1/R_0) \cdot \overrightarrow{y}_0 = \dot{\theta}$.

à celles liées à l'effecteur (tête de dépose S_3) :

- masse : M_3 ;
- cinématique de S_3 : $\overrightarrow{\Gamma}(G_3 \in S_3/R_0) \cdot \overrightarrow{y}_0 = \ddot{y}$.

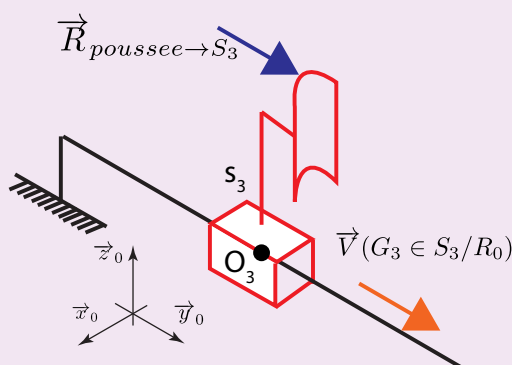
! y correspond au mouvement de « l'écrou par rapport au bâti » et θ correspond au mouvement de la vis par rapport au bâti.

Question 1 Réaliser le graphe de structure associé au mécanisme.

Question 2 Proposer une stratégie pour répondre à l'objectif.

Question 3 Déterminer la relation entre l'effort de poussée dans la liaison linéaire annulaire et l'accélération du chariot.

Correction On connaît la masse M_3 de la tête de dépose et on cherche l'effort ($\overrightarrow{R}_{\text{poussée} \rightarrow S_3}$) de poussée que doit fournir l'actionneur pour obtenir l'accélération souhaitée.

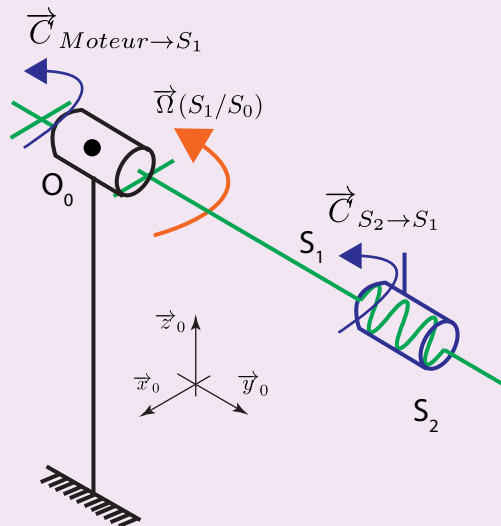


On utilise le théorème de la résultante dynamique en projection sur \overrightarrow{y}_0 . On obtient : $M_3 \overrightarrow{\Gamma}(G_3 \in S_3/R_0) \cdot \overrightarrow{y}_0 = \sum \overrightarrow{R}_{\text{ext} \rightarrow S_3} \cdot \overrightarrow{y}_0$.

Au final $M_3 \cdot \ddot{y} = Y_{23}$.

Application numérique : détermination de $R_{\text{poussée} \rightarrow S_3}$ pour obtenir une accélération de 4 m/s^2 : $R_{\text{poussée} \rightarrow S_3} = 20 \times 4 = 80 \text{ N}$.

Question 4 Déterminer la relation entre le couple moteur et le couple transmis dans la liaison hélicoïdale.



Correction

Détermination des caractéristiques maximales :

On se place de la cas le plus limite (Couple maximal, accélération angulaire constante pour atteindre la fréquence de rotation maximale en $t_a = 0,2\text{ s}$) Déterminer le couple résistant maximal que le moteur peut équilibrer dynamiquement ($C_{S_2 \rightarrow S_1}$) :

En appliquant un théorème du moment dynamique à S_1 selon (O_0, \vec{y}_0) : $(I_m + I_v) \cdot \ddot{\theta} = C_{\max} + C_{S_2 \rightarrow S_1}$.

On obtient alors : $C_{S_2 \rightarrow S_1} = (I_m + I_v) \cdot \ddot{\theta}_{\max} - C_{\max} = (I_m + I_v) \cdot \frac{N_m \times 2\pi}{60 \cdot t_a} - C_{\max} = -20\text{ Nm}$.

Question 5 Donner la relation entre le couple transmis par la liaison hélicoïdale et l'effort axial.

Correction On a : $M_{12} = Y_{12} \frac{\text{pas}}{2\pi}$.

Question 6 Déterminer la relation entre l'effort axial dans la liaison hélicoïdale et l'effort de poussée dans la liaison sphère – cylindre.

Correction On isole S_2 , soumis aux actions mécaniques de S_3 et S_1 . La masse de S_2 est négligée. On applique le TRD suivant \vec{y}_0 et on a :

$$Y_{32} + Y_{12} = 0 \Leftrightarrow Y_{23} = Y_{12}$$

Question 7 Quel doit être le couple moteur pour déplacer le chariot S_3 ?

Correction On a :

- $M_{12} = Y_{12} \frac{\text{pas}}{2\pi} \Leftrightarrow M_{21} = -Y_{12} \frac{\text{pas}}{2\pi}$;
- $Y_{23} = Y_{12}$;
- $(I_m + I_v) \cdot \ddot{\theta} = C_{\max} + M_{21}$;
- $M_3 \cdot \ddot{y} = Y_{23}$.

On a donc $C_{\max} = (I_m + I_v) \cdot \ddot{\theta} + M_3 \ddot{y} \frac{\text{pas}}{2\pi}$

Le cahier des charges impose les performances dynamiques suivantes :

- l'accélération minimale de l'axe transversal est de 21 m s^{-2} ;
- la vitesse minimale pour respecter la cadence souhaitée est de 7 m s^{-1} ;
- la course de l'axe est de 2 m .

La loi de commande est une loi en trapèze de vitesse.

Question 8 Donner les caractéristiques dynamiques que doit respecter le moteur.

Correction Avec un pas de 20 mm , $\dot{\theta} = \dot{y} \frac{2\pi}{\text{pas}}$ et $\ddot{\theta} = \ddot{y} \frac{2\pi}{\text{pas}}$.

AN : $\dot{\theta} = 7 \cdot 2\pi / 2010^3 = 2200\text{ rad s}^{-1} = 230\text{ tr min}^{-1}$ et $\ddot{\theta} = 21 \cdot 2\pi / 2010^3 = 6600\text{ rad s}^{-2}$.

Question 9 Quel est le temps nécessaire pour parcourir la course de la machine ? Commenter.

Correction

- Temps d'accélération pour atteindre la vitesse maximale : $V_m = a_m T_a \Leftrightarrow T_a = \frac{V_m}{a_m} = 0,33 \text{ s.}$
 - Distance parcourue : $\frac{1}{2} T_a V_m = 1,17 \text{ m.}$
- En conséquence, la course de la machine ne permet pas d'atteindre la vitesse maximale.
- Temps pour parcourir 1 m : $\frac{1}{2} a_m T_a^2 = 1 \Rightarrow T_a = \frac{2}{21} = 0,309 \text{ s.}$ Temps pour parcourir la course : 0,62 m.

Question 10 Quel est le couple que doit fournir le moteur pour déplacer le chariot dans le « pire des cas » ?

Correction