

Application 1

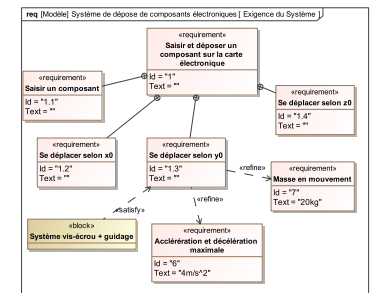
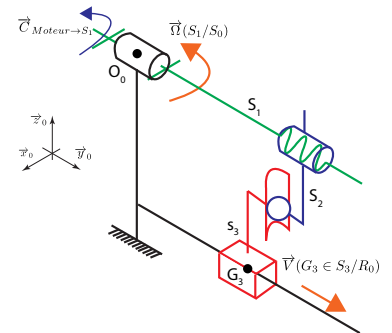
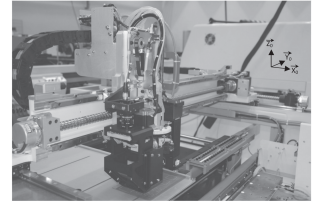
Système de dépôt de composants électroniques – Sujet

Émilien Durif – E3A PSI 2011.

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 « vis-écrou ».

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 (composé d'une vis à billes et de l'arbre moteur) 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 position de G_3 est définie par $\vec{O_0G_3} = y \cdot \vec{y}_0 + z \cdot \vec{z}_0$
 - ▶ les liaisons sont supposées parfaites (sans jeu ni frottement) sauf la glissière entre S_0 et S_3 (Coefficient de frottement noté μ) et la pivot entre S_0 et S_1 (couple résistant noté C_r);
 - ▶ seul l'action de pesanteur sur S_3 sera supposée non négligeable.
- ▶ S_0 : poutre transversale considérée comme fixe par rapport au bâti.
 - ▶ S_1 : vis à billes (hélice à droite) et arbre moteur.
 - ▶ S_2 : écrou de la vis à billes (inertie négligeable).
 - ▶ S_3 : chariot supportant la tête de dépôt (masse M_3).



Objectif

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

- ▶ couple moteur transmis à S_1 : $\vec{C}_{\text{Moteur} \rightarrow S_1} \cdot \vec{y}_0 = C_m(t)$;
 - ▶ vitesse de rotation de S_1 : $\vec{\Omega}(S_1/R_0) \cdot \vec{y}_0 = \dot{\theta}(t)$;
- à celles liées à l'effecteur (tête de dépôt S_3) :
- ▶ masse : M_3 ;
 - ▶ cinématique de S_3 : $\vec{a}(G_3/R_0) \cdot \vec{y}_0 = \ddot{y}(t)$.

On considère l'ensemble $E = \{S_1 + S_2 + S_3\}$.

Question 1 Construire le graphe des liaisons modélisant le système entier.

Question 2 Déterminer l'expression de $\mathcal{P}(\text{ext} \rightarrow E/R_0)$ en fonction de puissances extérieures élémentaires (on ne développera pas les calculs explicitement pour l'instant).

Question 3 Calculer $\mathcal{P}(\text{ext} \rightarrow E/R_0)$ en fonction des données du problème.

Question 4 Calculer l'ensemble des puissances des actions mutuelles dans les liaisons pour l'ensemble E : $\mathcal{P}_{\text{int}}(E)$.

Question 5 Déterminer l'énergie cinétique de l'ensemble E dans son mouvement par rapport à R_0

Question 6 Déterminer la mobilité du système.

Données numériques associées au système :

- ▶ Coefficient de frottement dans la liaison glissière (rail + patin à billes) : $\mu = 0,1$.
- ▶ Pas de la vis à billes : $p = 20$ mm.
- ▶ Diamètre de la vis à billes : $D = 25$ mm.
- ▶ Moment d'inertie de la vis à billes suivant l'axe \vec{y}_0 : $I_v = 2,15 \times 10^{-4} \text{ kg m}^2$.
- ▶ Couple résistant sur la vis due à son guidage (paliers + joints) : $C_r = 3 \text{ Nm}$.
- ▶ l , longueur libre de la vis – entre deux paliers – (mm) : 1000 mm.

Caractéristiques du moteur d'axe (puissance, vitesse maxi, inertie) :

- ▶ couple maximal, $C_{\text{max}} = 21,2 \text{ Nm}$;
- ▶ fréquence de rotation maximale, $N_m = 6000 \text{ tr/min}$;
- ▶ moment d'inertie du rotor du moteur suivant l'axe \vec{y}_0 , $I_m = 1,6 \times 10^{-4} \text{ kg m}^2$.

Question 7 Déterminer une relation entre les paramètres cinématiques du problème.

Question 8 Déterminer l'inertie équivalente de E ramenée à la rotation autour de l'axe (O_0, \vec{y}_0) et du paramètre $\dot{\theta}(t)$.

Question 9 Déterminer la masse équivalente de E ramenée à la translation selon la direction \vec{y}_0 et du paramètre $\dot{y}(t)$.

Question 10 Appliquer le théorème de l'énergie cinétique à l'ensemble E .

Question 11 Déterminer des équations supplémentaires issues des théorèmes généraux pour déterminer l'équation de mouvement du système permettant de relier C_m à $y(t)$.

Question 12 Déterminer le couple moteur à fournir dans le cas le plus défavorable (accélération maximale).

On cherche à déterminer en régime permanent les pertes au niveau de la liaison hélicoïdale entre S_1 et S_2 . On considère donc les actions mécaniques de frottement nulles partout ailleurs dans le système global. On introduit alors un rendement η défini en régime permanent et donc à variation d'énergie cinétique négligeable.

Question 13 En considérant le système $E_1 = \{S_1 + S_2\}$, définir le rendement.

Question 14 On définit la puissance dissipée comme la puissance des inter-effort entre S_1 et S_2 . En appliquant un théorème de l'énergie cinétique à S_2/R_0 et S_1/R_0 en régime permanent donner l'expression des puissances dissipées dans la liaison hélicoïdale.

On donne :

- Rendement η dans la liaison hélicoïdale : $\eta = 0,8$;

Question 15 Déterminer dans ces conditions les dissipations.