

# Dynamique des solides – Puissance

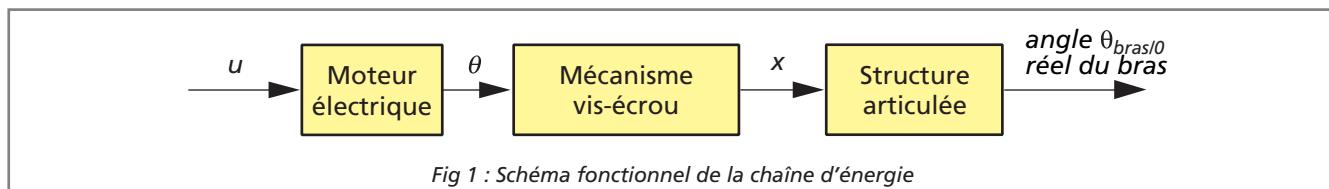
## TP-CI4-01 – Corrigé

### CHAÎNE FONCTIONNELLE MAXPID DANS LE MANIPULATEUR DE LA CELLULE DE TRI PLANECO

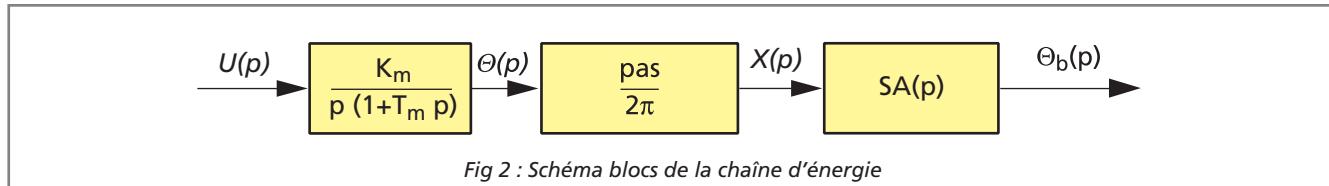
#### ➤ 1<sup>re</sup> activité – Étude de la chaîne d'énergie de MAXPID

*Sur feuille de copie, reproduire le schéma fonctionnel précédent en ne représentant que les constituants de la chaîne d'énergie.*

La chaîne d'énergie est constituée de l'actionneur, du transmetteur et de l'effecteur :



**Tracer** le schéma blocs de cette chaîne en précisant la fonction de transfert de chaque bloc.

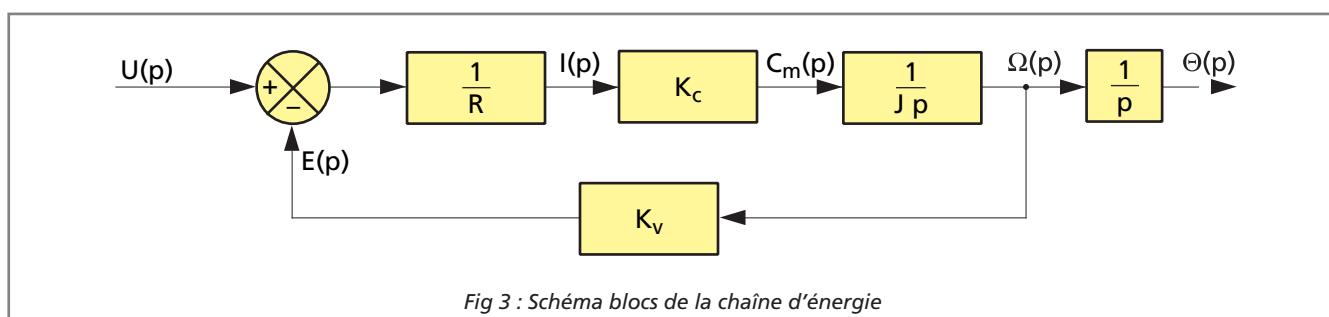


**Calculer** la fonction de transfert globale de la chaîne d'énergie.

$$\frac{\Theta_b(p)}{U(p)} = \frac{\frac{1}{K_e}}{1 + \frac{R J}{K_e K_t} p} \frac{1}{p} \frac{\text{pas}}{2\pi} SA(p)$$

**Expliciter** les termes  $K_m$  et  $T_m$  (voir la modélisation d'un moteur à courant continu dans le dossier ressources).

La transformation des équations de fonctionnement du moteur à courant continu dans le domaine de Laplace permet de tracer le schéma blocs suivant :



On peut ensuite en déduire la fonction de transfert :

$$M(p) = \frac{\frac{1}{K_e}}{1 + \frac{R J}{K_e K_t} p}$$

d'où  $K_m = \frac{1}{K_e}$  et  $T_m = \frac{R J}{K_e K_t}$

À quel endroit intervient l'inertie d'un ou plusieurs composants de la chaîne ?

L'inertie intervient au niveau du rotor du moteur.

Pour le dimensionner, il faudra ramener l'inertie des autres solides de la chaîne au niveau de son axe.

## > 2<sup>e</sup> activité – Calcul du moment d'inertie équivalent de la chaîne d'énergie

**Faire** le bilan des solides à prendre en compte dans ce calcul. **Justifier** la réponse.

En observant la chaîne fonctionnelle MAXPID, on voit que les solides qui ont une inertie importante avec un mouvement conséquent sont l'ensemble {rotor ; vis} et le bras. Ce sont ces solides que l'on prendra en compte dans le calcul qui suit.

**Exprimer** la relation entre les vitesses angulaires du bras ( $\omega_{b/0}$ ) et du moteur ( $\omega_{m/0}$ ) par rapport au bâti fixe [0].

Pour obtenir cette relation, il suffit de dériver par rapport au temps la relation entrée / sortie donnée. On obtient :

$$\omega_{bras/0} = \frac{\omega_{moteur/0}}{112,32}$$

**Déterminer** littéralement «  $J_{équ}$  » calculé sur l'axe du moteur.

Pour cela, on peut calculer l'énergie cinétique globale de l'ensemble dans son mouvement par rapport au repère fixe :

$$2 T_{(S/R)} = J_{\{rotor; vis\}} \omega_{m/0}^2 + J_{bras} \omega_{b/0}^2$$

$$= J_{\{rotor; vis\}} \omega_{m/0}^2 + J_{bras} \left( \frac{\omega_{m/0}}{112,32} \right)^2 \Rightarrow T_{(S/R)} = \frac{1}{2} \left[ J_{\{rotor; vis\}} + \frac{J_{bras}}{112,32^2} \right] \omega_{m/0}^2$$

Or cette énergie cinétique est la même que celle que l'on aurait avec un volant d'inertie de moment d'inertie «  $J_{équ}$  » monté sur l'arbre moteur :

$$T_{(S/R)} = \frac{1}{2} J_{équ} \omega_{m/0}^2 = \frac{1}{2} \left[ J_{\{rotor; vis\}} + \frac{J_{bras}}{112,32^2} \right] \omega_{m/0}^2 \Rightarrow J_{équ} = J_{\{rotor; vis\}} + \frac{J_{bras}}{112,32^2}$$

**Utiliser** SolidWorks et les fichiers de définition des composants de MAXPID pour récupérer les données nécessaires au calcul.

Voir les figures 4 et 5 pour les caractéristiques relevées pour le sous-ensemble {rotor ; vis}.

Voir les figures 6 et 7 pour les caractéristiques relevées pour le sous-ensemble {bras}.

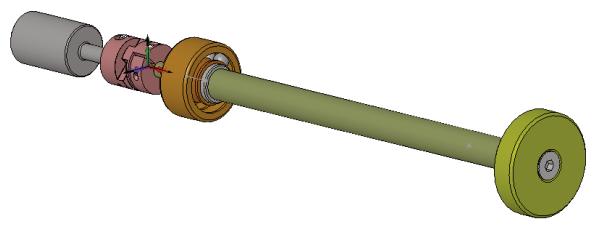


Fig 4 : Sous-ensemble {rotor ; vis}

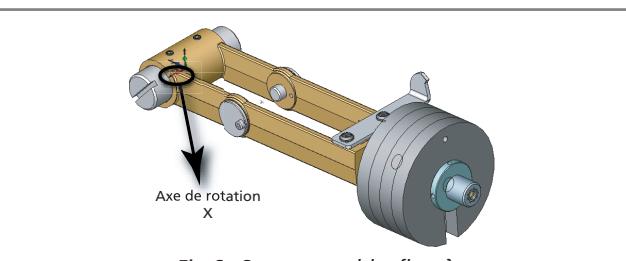


Fig 6 : Sous-ensemble {bras}

**Propriétés de masse**

Système de coordonnées de sortie: -- par défaut --  
Objets sélectionnés: Vis à billes équipée.SLDASM

Inclure les corps/composants cachés  
 Montrer le système de coordonnées de sortie dans le coin de la fenêtre  
 Propriétés de masse assignées

Propriétés de masse de Vis à billes équipée ( Assembly Configuration - Défaut )

Système de coordonnées de sortie : -- par défaut --

Densité = 0.00 kilogrammes par millimètre cube

Masse = 0.39 kilogrammes

Volume = 53800.79 millimètres cubes

Superficie = 26310.55 millimètres<sup>2</sup>

Centre de gravité: ( millimètres )  
X = 89.32  
Y = 0.03  
Z = -0.02

Axes d'inertie principaux et moments d'inertie principaux: ( kilogrammes \* millimètres carré )  
Pris au centre de gravité.  
Ix = (1.00, -0.00, 0.00) Fx = 31.78  
Ly = (0.00, 0.65, -0.76) Fy = 3739.23  
Iz = (0.00, 0.76, 0.65) Fz = 3739.33

Moments d'inertie: ( kilogrammes \* millimètres carrés )  
Pris au centre de gravité et aligné avec le système de coordonnées de sortie.  
Lxx = 31.78 Lxy = -0.78 Lxz = 0.41  
Lyx = -0.78 Lyy = 3739.29 Lyz = -0.05  
Lzx = 0.41 Lzy = -0.05 Lzz = 3739.27

Moments d'inertie: ( kilogrammes \* millimètres carrés )  
Pris au système de coordonnées de sortie.  
Ix = 31.78 Ixy = 0.17 Ixz = -0.23  
Lyx = 0.41 Iyy = 6663.61 Iyz = -0.05  
Izx = -0.23 Izy = -0.05 Izz = 6863.59

Fig 5 : Caractéristiques de masse du sous-ensemble {rotor ; vis}

**Propriétés de masse**

Système de coordonnées de sortie: -- par défaut --  
Objets sélectionnés: Bras porte masses équipé.SLDASM

Inclure les corps/composants cachés  
 Montrer le système de coordonnées de sortie dans le coin de la fenêtre  
 Propriétés de masse assignées

Propriétés de masse de Bras porte masses équipé ( Assembly Configuration - Défaut )

Système de coordonnées de sortie : -- par défaut --

Densité = 0.00 kilogrammes par millimètre cube

Masse = 3.93 kilogrammes

Volume = 585818.03 millimètres cubes

Superficie = 163828.88 millimètres<sup>2</sup>

Centre de gravité: ( millimètres )  
X = -0.35  
Y = 9.63  
Z = -206.24

Axes d'inertie principaux et moments d'inertie principaux: ( kilogrammes \* millimètres carré )  
Pris au centre de gravité.  
Ix = (-0.00, -0.05, 1.00) Px = 4277.45  
Iy = (1.00, -0.03, 0.00) Py = 36966.30  
Iz = (0.03, 1.00, 0.05) Pz = 39791.31

Moments d'inertie: ( kilogrammes \* millimètres carrés )  
Pris au centre de gravité et aligné avec le système de coordonnées de sortie.  
Lxx = 38986.77 Lxy = -18.81 Lxz = -66.49  
Lyx = -18.81 Lyy = 30713.10 Lyz = -1658.43  
Lzx = -66.49 Lzy = -1658.43 Lzz = 4355.19

Moments d'inertie: ( kilogrammes \* millimètres carrés )  
Pris au système de coordonnées de sortie.  
Ix = 206703.11 Ixy = -32.19 Ixz = 220.07  
Lyx = -32.19 Iyy = 207064.98 Iyz = -9473.41  
Izx = 220.07 Izx = -9473.41 Izz = 4720.62

Fig 7 : Caractéristiques de masse du sous-ensemble {bras}

**Calculer numériquement «  $J_{équ}$  ».**

$$J_{équ} = 31,78 + 206703/112,32^2 = 31,78 + 16,38$$

⇒

$$J_{équ} = 48,16 \text{ kg.mm}^2$$

Dans l'expression de l'énergie cinétique calculée plus haut, **comparer** les valeurs numériques de la contribution de chacun des solides. **Quelle conclusion** peut-on en tirer ?

Dans l'expression de l'énergie cinétique, comme dans l'expression précédente, on remarque que l'inertie du bras ramenée à l'axe du moteur, même chargé de 4 masselottes, intervient pour moitié que celle du sous-ensemble {rotor + vis} : 16,38 kg.mm<sup>2</sup> pour 31,78 kg.mm<sup>2</sup>. La contribution de chacun des sous-ensembles est donc sensiblement la même.