

## SYSTEMES TECHNIQUES AUTOMATISES (MSI &amp; CM)

Examen de fin du 1<sup>er</sup> semestre

Préparation : MP2 &amp; PC2

Date : le 04 / 01 / 2023

Durée : 3 heures

Documents non autorisés

*L'épreuve comporte deux parties indépendantes A et B.*

Partie A : Conception Mécanique

Partie B : Mécanique des Solides Indéformables

**Présentation :**

Le dessin d'ensemble (Document DT) représente une machine à décaper des fils d'acier d'une couche d'oxyde formée après le laminage à chaud avant d'être étirés à froid. Un moteur électrique, non représenté sur le dessin d'ensemble, entraîne en rotation, par l'intermédiaire du système poulie-courroie (4), l'arbre (3). Celui-ci par l'intermédiaire du volant (16) entraîne en rotation simultanée des brosses métalliques autour de l'arbre (24) et autour de l'axe de l'arbre (3). En passant entre les deux brosses métalliques, le fil d'acier est débarrassé de la couche d'oxyde.

**Modélisation et paramétrage :**

Le schéma cinématique minimal de cette machine, donné par la figure 1, illustre les principaux éléments qui composent ce mécanisme :

- Un bâti ( $S_0$ ) lié au repère orthonormé direct  $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$  supposé galiléen.
- Un solide ( $S_1$ ) de masse  $m_1$  en liaison pivot d'axe  $(O, \vec{x}_0)$  avec ( $S_0$ ). Le solide ( $S_1$ ) est soumis à un couple moteur  $\vec{C} = C\vec{x}_0$ . Le repère  $R_1(O, \vec{x}_0, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$  orthonormé direct est lié à ( $S_1$ ) tel que  $\theta = (\vec{y}_0, \vec{y}_1) = (\vec{z}_0, \vec{z}_1)$ .

On note :

- $G_1$  le centre de masse de ( $S_1$ ) tel que  $\vec{OG}_1 = a\vec{x}_0$
- $[I_O(S_1)]$  la matrice d'inertie de ( $S_1$ ) au point O

$$[I_O(S_1)] = \begin{bmatrix} I_1 & 0 & 0 \\ 0 & J_1 & 0 \\ 0 & 0 & K_1 \end{bmatrix}_{(\vec{x}_0, \vec{y}_1, \vec{z}_1)}$$

- Deux solides identiques ( $S_2$ ) et ( $S_2'$ ) de même masse  $m_2$  et de centre de masse respectives  $G_2$  et  $G_2'$ . Ils sont composés chacun d'un disque homogène de rayon  $R$ ; d'une tige de longueur  $l$  et d'une brosse métallique de masse négligeable.

Le solide  $(S_2)$  est en liaison pivot d'axe  $(C, \vec{y}_1)$  avec le solide  $(S_1)$  et en contact ponctuel de normal  $(I, \vec{x}_0)$  avec le bâti  $(S_0)$ .

Le solide  $(S'_2)$  est en liaison pivot d'axe  $(C', \vec{y}_1)$  avec le solide  $(S_1)$  et en contact ponctuel de normal  $(J, \vec{x}_0)$  avec le bâti  $(S_0)$ .

Les repères  $R_2(C, \vec{x}_2, \vec{y}_1, \vec{z}_2)$  et  $R'_2(C', \vec{x}'_2, \vec{y}_1, \vec{z}'_2)$  orthonormés directs sont liés respectivement aux solides  $(S_2)$  et  $(S'_2)$  tel que  $\varphi = (\vec{x}_0, \vec{x}_2) = (\vec{x}_0, \vec{x}'_2)$ .

On donne :

$$\begin{aligned} \overrightarrow{OC} &= b\vec{x}_0 + c\vec{y}_1 & \overrightarrow{CA} &= \frac{l}{2}\vec{y}_1 & \overrightarrow{AI} &= -R\vec{x}_0 \\ \overrightarrow{OC'} &= b\vec{x}_0 - c\vec{y}_1 & \overrightarrow{C'A'} &= -\frac{l}{2}\vec{y}_1 & \overrightarrow{A'J} &= -R\vec{x}_0 & \overrightarrow{CG_2} &= d\vec{y}_1 & \overrightarrow{C'G'_2} &= -d\vec{y}_1 \end{aligned}$$

$$[I_{G_2}(S_2)] = \begin{bmatrix} I_2 & 0 & 0 \\ 0 & J_2 & 0 \\ 0 & 0 & I_2 \end{bmatrix}_{(\vec{x}_2, \vec{y}_1, \vec{z}_2)}$$

où  $[I_{G_2}(S_2)]$  est la matrice d'inertie centrale de  $(S_2)$ .

Pendant le fonctionnement de la machine, le fil d'acier en liaison glissière avec le bâti  $(S_0)$  translate avec la vitesse  $\vec{V} = -V\vec{x}_0$  par rapport à  $R_0$ .

On suppose que l'action du fil sur les solides  $(S_2)$  et  $(S'_2)$  respectivement aux points  $B$  et  $B'$  sont modélisées par les torseurs suivants :

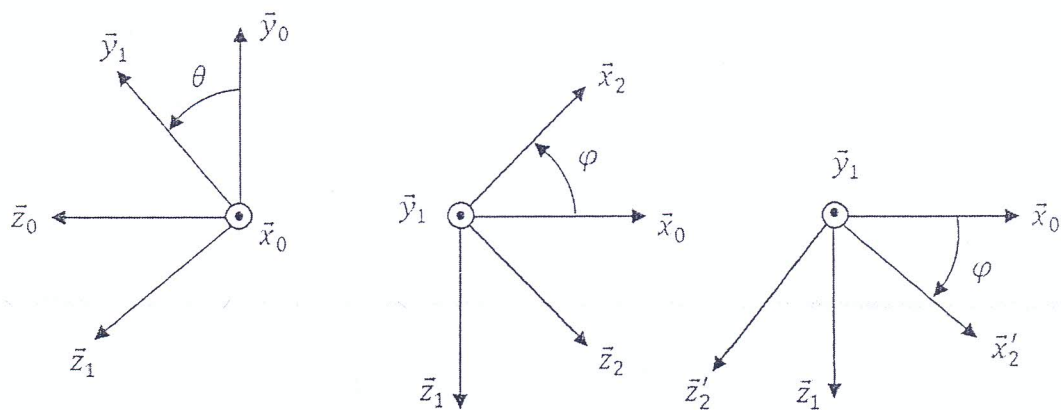
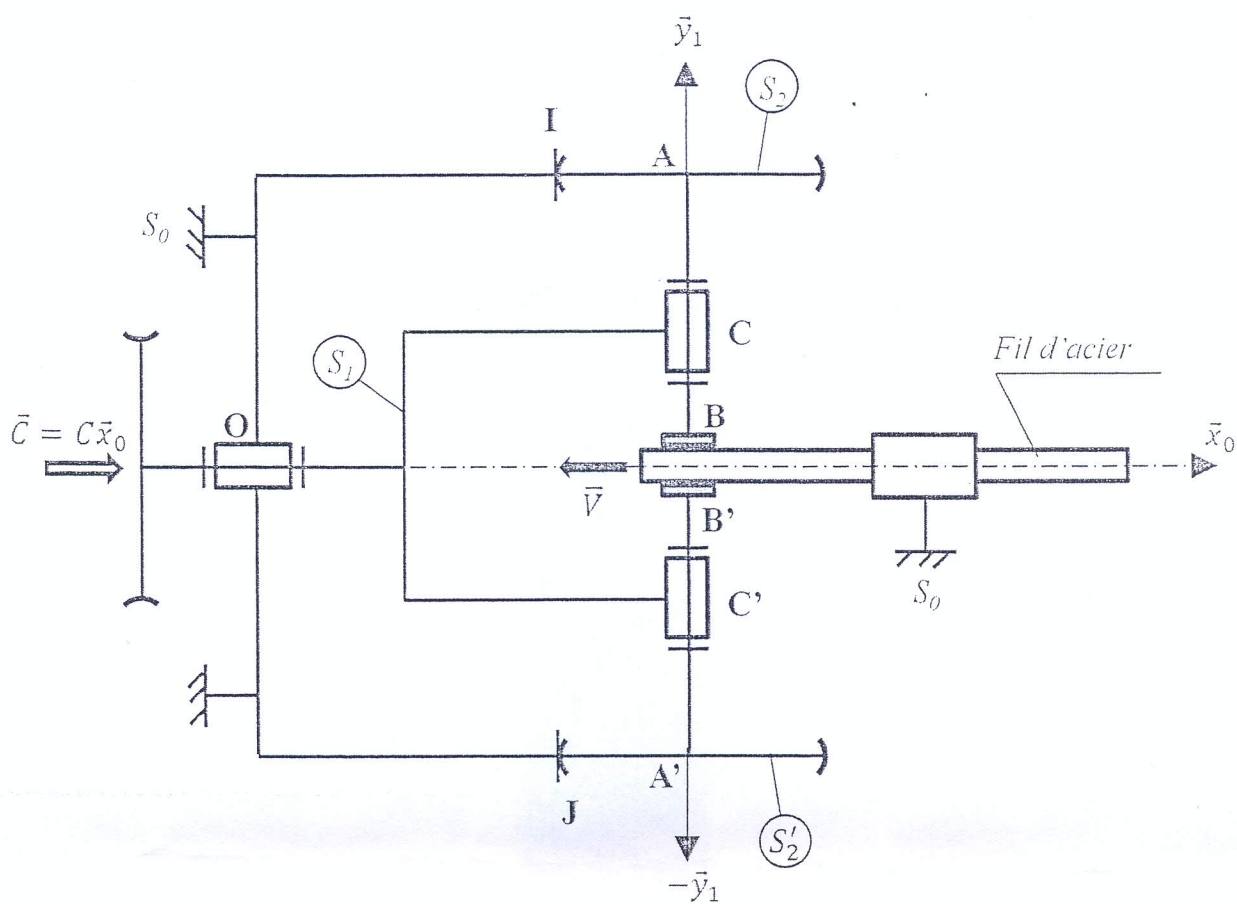
$$\begin{aligned} \{\tau_{(fil \rightarrow S_2)}\} &= \left\{ \begin{array}{c} -X\vec{x}_0 + Y\vec{y}_1 - Z\vec{z}_1 \\ \vec{0} \end{array} \right\}_B & \{\tau_{(fil \rightarrow S'_2)}\} &= \left\{ \begin{array}{c} -X\vec{x}_0 - Y\vec{y}_1 + Z\vec{z}_1 \\ \vec{0} \end{array} \right\}_{B'} \end{aligned}$$

Avec :

$$\overrightarrow{OB} = b\vec{x}_0 + r\vec{y}_1 \quad \overrightarrow{OB'} = b\vec{x}_0 - r\vec{y}_1$$

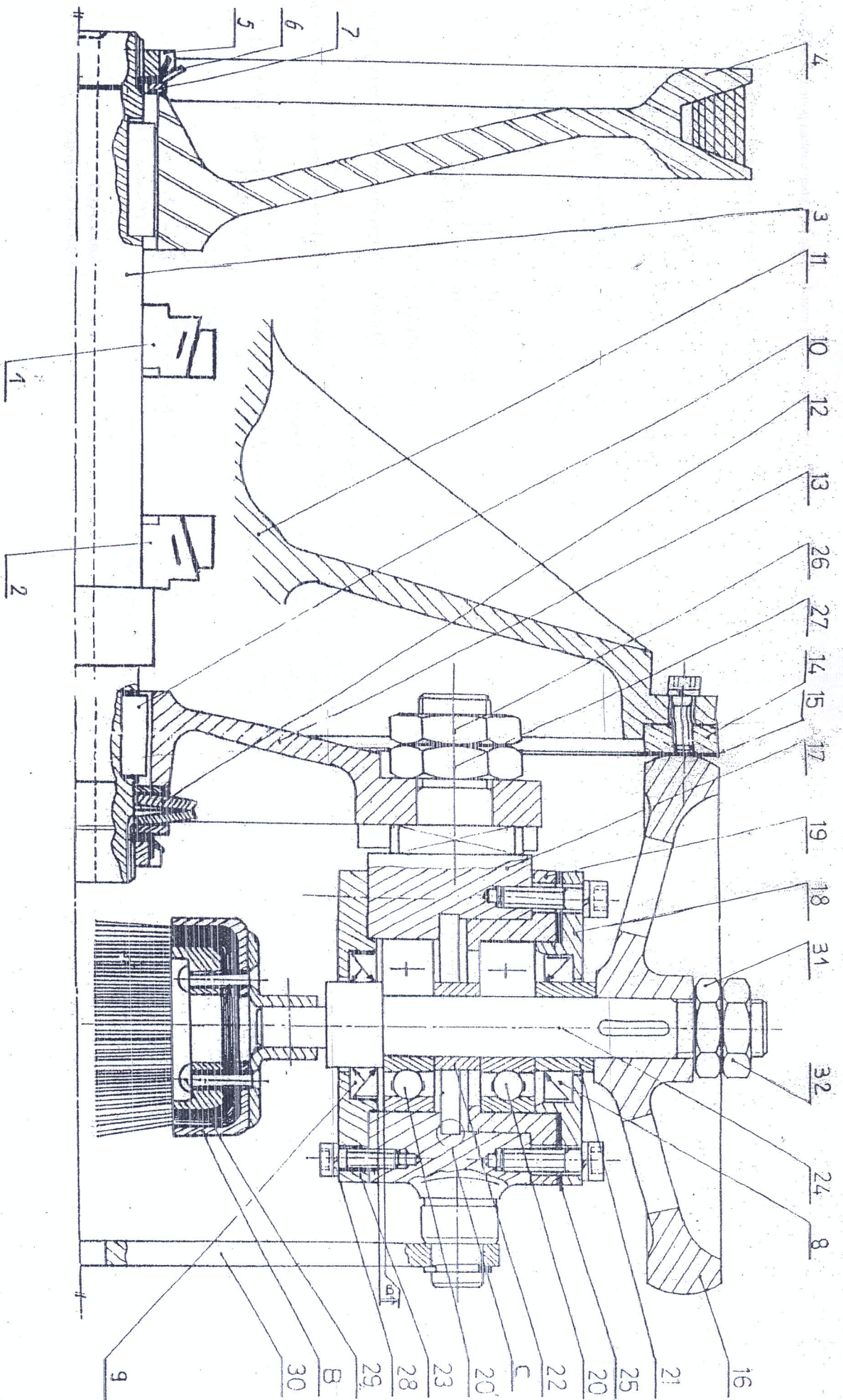
### Hypothèses :

- Toutes les liaisons sont supposées parfaites sauf celles en  $B$  et  $B'$
- L'action de la pesanteur sur les différents solides du système est négligée



**Figure 1**





Institut Préparatoire aux Etudes d'Ingénieurs de Sfax

MACHINE À DECAPER LES FILS

Echelle 1:1

Document DT