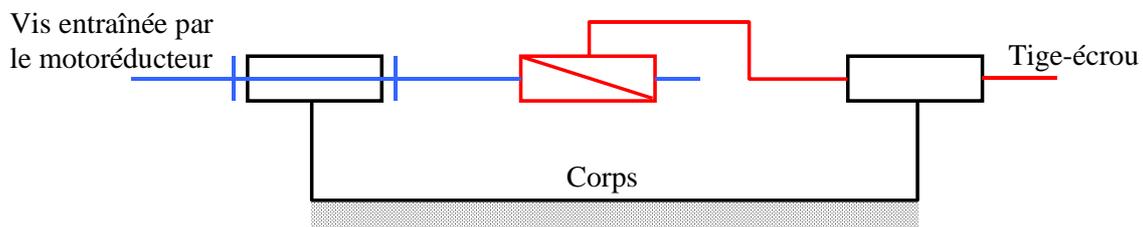


ROBOT HEXAPODE (Plate-forme « 6 axes ») ETUDE MECANIQUE D'UN VERIN

MISE EN SITUATION

Ce système est utilisé pour appliquer un mouvement particulier à un ensemble matériel placé sur la plate-forme. Celle-ci est mise en mouvement par rapport au socle grâce à six vérins électromécaniques. On trouvera en annexe un plan des vérins électromécaniques. On dispose d'un exemplaire fixé sur un socle et d'un autre exemplaire démonté dans une mallette. La translation de la tige du vérin est obtenue par transformation de la rotation du motoréducteur grâce à un système vis-écrou. Le schéma cinématique ci-dessous en donne le principe.



BUT DU TP

Déterminer la relation entre le couple fourni par le moteur et l'effort axial obtenu sur la tige du vérin.

TRAVAIL DEMANDE

1. Mise en service du vérin seul

- L'interrupteur placé sur le côté du socle est sur « OFF » ;
- mettre l'ordinateur sous tension ;
- lancer le logiciel « AXE » ;
- mettre la maquette sous tension (interrupteur sur « ON ») ;
- **régler les boutons de gain et d'amortissement au minimum et le bouton de couple au maximum**, (sens trigonométrique pour un réglage vers le minimum) ;
- choisir dans le menu : Fichier / Nouveau / Acquisition / Carré ;
- saisir les caractéristiques de l'échelon : période de 5s , amplitude de 50 mm , 1 cycle , 100 points par cycle, 400 mm pour la longueur initiale du vérin, prolongement de 0,33 ;
- sélectionner : Pilotage / Raz (345 de longueur), puis à nouveau : Pilotage / Action ; suivre les indications affichées à l'écran, (patience, la tige ne sortira qu'après une demi-période) ;
- lorsque l'acquisition est terminée choisir : Pilotage / Courbes / $Y=y(x)$ / Couple ;

2. Relation expérimentale couple-effort

Relever le couple fourni par le moteur pour différentes charges obtenues en plaçant sur le plateau de la tige les masses suivantes : 0 - 0,5 - 1 - 1,5 - 2 - 2,5 et 3 kg.

On fera un essai sans masse, tige horizontale, pour constater que le couple est pratiquement le même que lorsque la tige est verticale.

Utiliser le tableur Excel pour présenter les résultats et pour tracer la courbe : $C = kF + C_f$. On chargera le fichier «1PF1MS1E.XLS » situé dans : Mes documents\TP\1^{ère} année\PF.

3. Modèle mathématique de la relation couple-effort

Considérons une vis (1) et un écrou (2) d'axe (O, \vec{z}) , figure 1. La vis est soumise à un couple $-C\vec{z}$ et à un effort axial $F\vec{z}$

Figure 1

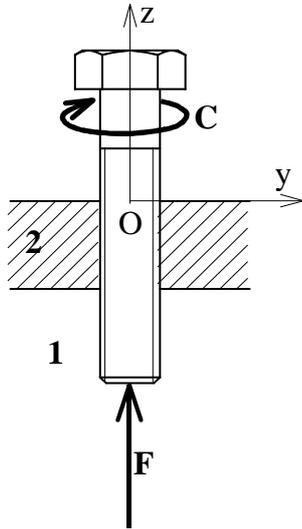
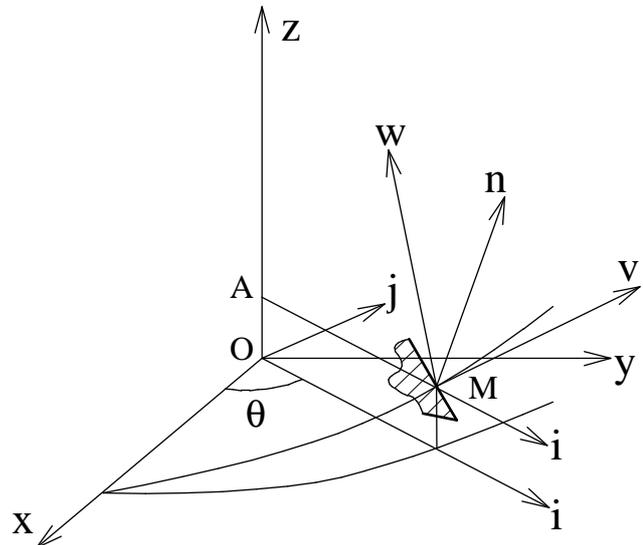
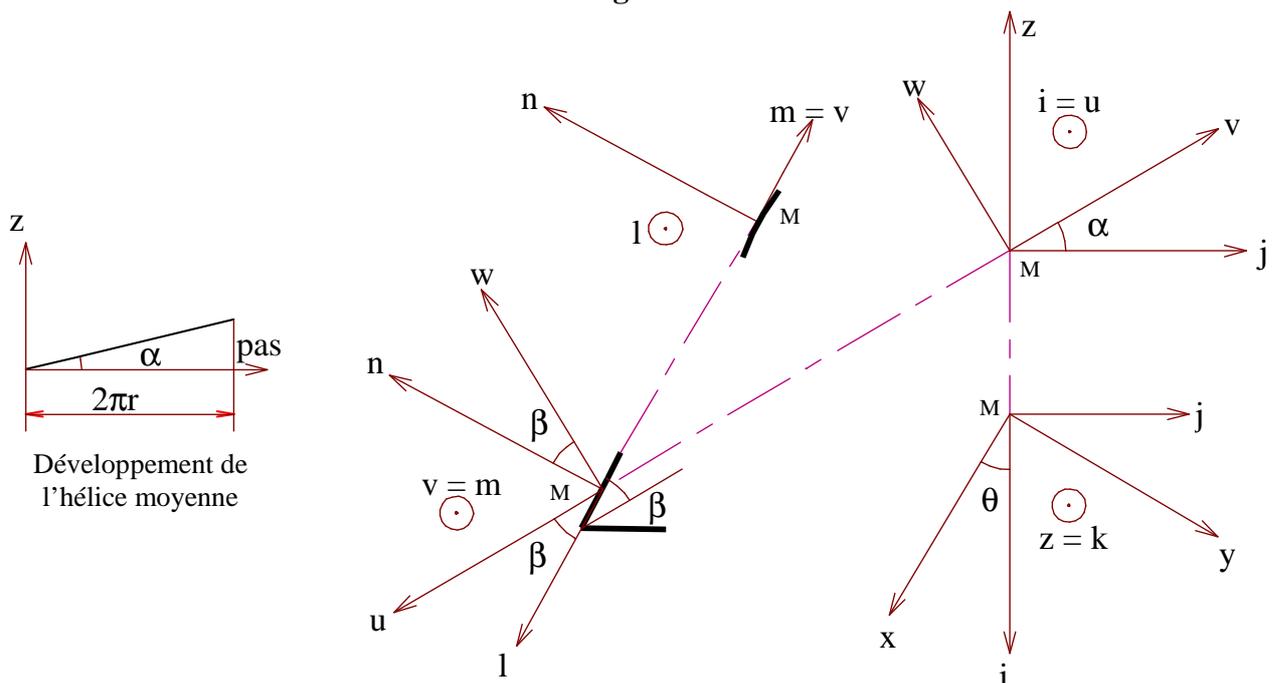


Figure 2



On considère, sur la vis, un point M de l'hélice moyenne appartenant à la surface hélicoïdale de contact. Les figures 2 et 3 définissent la position de M et la géométrie de la surface de contact. \vec{v} est le vecteur directeur unitaire de la tangente à l'hélice moyenne. Cette hélice s'enroule sur un cylindre de rayon r. On note α l'angle d'hélice et β le demi angle au sommet du filet. Le pas est à droite. \vec{n} est le vecteur unitaire directeur de la normale en M à la surface de contact. Lorsque la vis tourne d'un angle θ elle se déplace de la distance AO.

Figure 3



Changements de bases : $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}) \xrightarrow{(\theta, \vec{z})} (\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}) \xrightarrow{(\alpha, \vec{i})} (\vec{u}, \vec{v}, \vec{w}) \xrightarrow{(\beta, \vec{v})} (\vec{l}, \vec{m}, \vec{n})$

On appelle $\vec{\Omega}_{1/2} = -\omega\vec{z}$ le vecteur rotation de la vis par rapport à l'écrou.

3.1. Vitesse de glissement en M de la vis par rapport à l'écrou

Déterminer $\vec{V}_{M,1/2}$ et vérifier qu'elle est de direction \vec{v} (ou \vec{m}) et négative.

3.2. Action élémentaire $d\vec{F}_{2 \rightarrow 1}$

On considère en M un élément de surface ds . Sur cet élément de surface s'exerce un effort élémentaire $d\vec{F}_{2 \rightarrow 1}$.

Cette action est dans le plan (M, \vec{m}, \vec{n}) . Elle est orientée de telle façon que sa composante tangentielle s'oppose à la vitesse de glissement de 1/2. On appelle γ son angle par rapport à la normale \vec{n} .

Reproduire la partie de la figure 3 dans laquelle elle apparaît et la représenter.

On appelle p la pression de contact et f le coefficient de frottement entre la vis et l'écrou. Exprimer $d\vec{F}_{2 \rightarrow 1}$ en fonction de ces paramètres.

3.3. Equilibre de la vis

On note $\{\vec{F}_{2 \rightarrow 1}\} = \{\vec{R}_{2 \rightarrow 1}; \vec{M}_{O,2 \rightarrow 1}\}$ le torseur d'action de l'écrou sur la vis avec $\vec{R}_{2 \rightarrow 1} = \int d\vec{F}_{2 \rightarrow 1}$ et $\vec{M}_{O,2 \rightarrow 1} = \int \vec{OM} \wedge d\vec{F}_{2 \rightarrow 1}$.

Ecrire le théorème de la résultante statique pour trouver la valeur de $\int p ds$

Ecrire le théorème du moment statique pour trouver l'expression de C en fonction de $\int p ds$

On assimilera ds à un élément de surface ayant pour l'une de ses dimensions la largeur du flanc de filet, ce qui permettra de sortir le rayon r de l'intégrale.

Déduire des résultats précédents l'expression du couple en fonction de l'effort.

Montrer que l'on peut écrire cette expression sous la forme :

$$C = rF \tan(\alpha + \varphi') \quad \text{avec} \quad \tan \varphi' = f' = \frac{f}{\cos \beta} \quad (f' \text{ est appelé coefficient fictif de frottement})$$

3.4. Irréversibilité

Une liaison hélicoïdale est dite irréversible si elle reste immobile lorsqu'on applique un effort axial seul ($C = 0$). Appuyer sur la tige suivant son axe. Peut-on la faire rentrer ? Conclure quant à la réversibilité.

Reprendre le calcul de la relation couple-effort avec $C = 0$ et déterminer la condition sur l'angle d'hélice pour que le système ne soit pas réversible (reconsidérer l'orientation de l'action élémentaire).

Sur la vis de la mallette relever le nombre Z_1 de filets et la distance entre plusieurs crêtes pour en déduire la valeur du pas (on prendra 30 crêtes).

La norme donne le rayon moyen égal à $r = \frac{1}{2} \left(d - \frac{1 \text{ pas}}{2 Z_1} \right)$. Mesurer le diamètre extérieur de la vis et en déduire la valeur de l'angle d'hélice.

L'angle β est normalisé et vaut 15° . Calculer la valeur maximale du coefficient de frottement pour que le système soit réversible.

3.5. Comparaison avec l'essai expérimental

A la question 2 on a trouvé $C_m = kF + C_f$.

Sans charge, le couple n'est pas nul et vaut C_f . Il faut en effet vaincre les frottements dans le moto réducteur et les différentes liaisons. Ainsi « kF » représente la part nécessaire pour vaincre l'effort axial.

Le rapport de réduction du réducteur est : $r_r = 0,05$ et son rendement : $\eta_r = 0,7$; le coefficient de frottement entre l'écrou et la vis est de l'ordre de 0,1. En tenant compte de ces éléments et des résultats théoriques précédents calculer le coefficient k . Comparer avec la valeur expérimentale

3.6. Rendement du système vis-écrou

Calculer le rendement du système vis-écrou à partir du modèle mathématique précédent .