

Portail à vantaux : mesure du couple de frottement sec

Objectifs

Les frottements, dus au guidage en rotation (liaison pivot) d'un vantail de portail par rapport au mur d'attache ont diverses conséquences :

- Usures des pièces
- Augmentation de la puissance moteur nécessaire
- Augmentation de la consommation d'électricité

Si on ne peut les éviter, il faut donc toutefois les minimiser. Pour les minimiser il faut les quantifier.

La méthode proposée s'appuie sur les concepts de dynamique du solide.

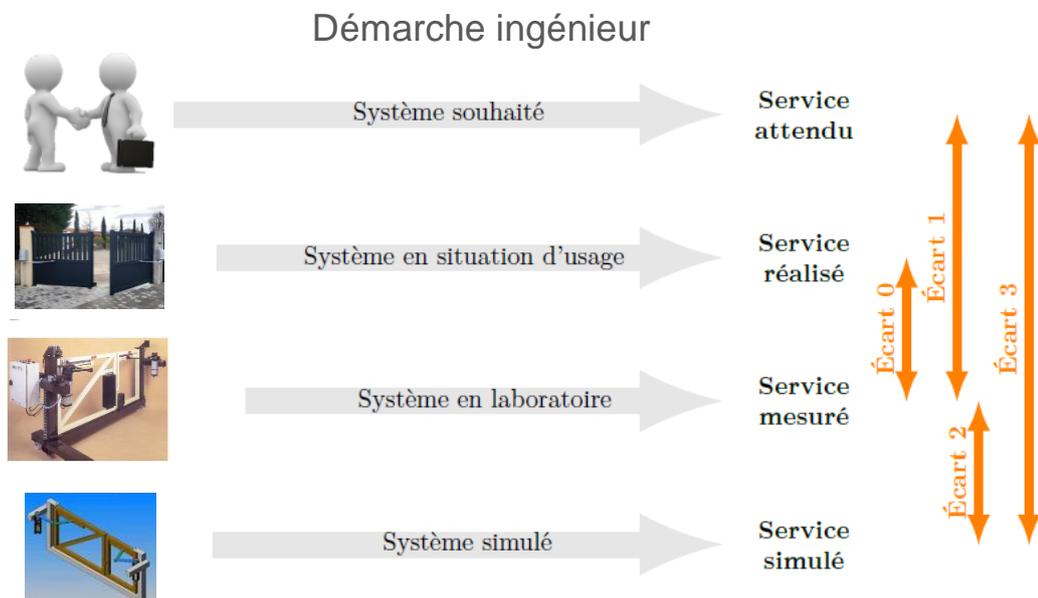
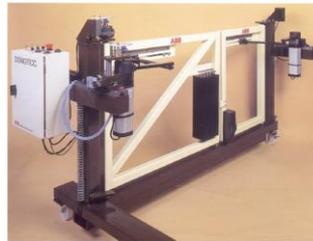
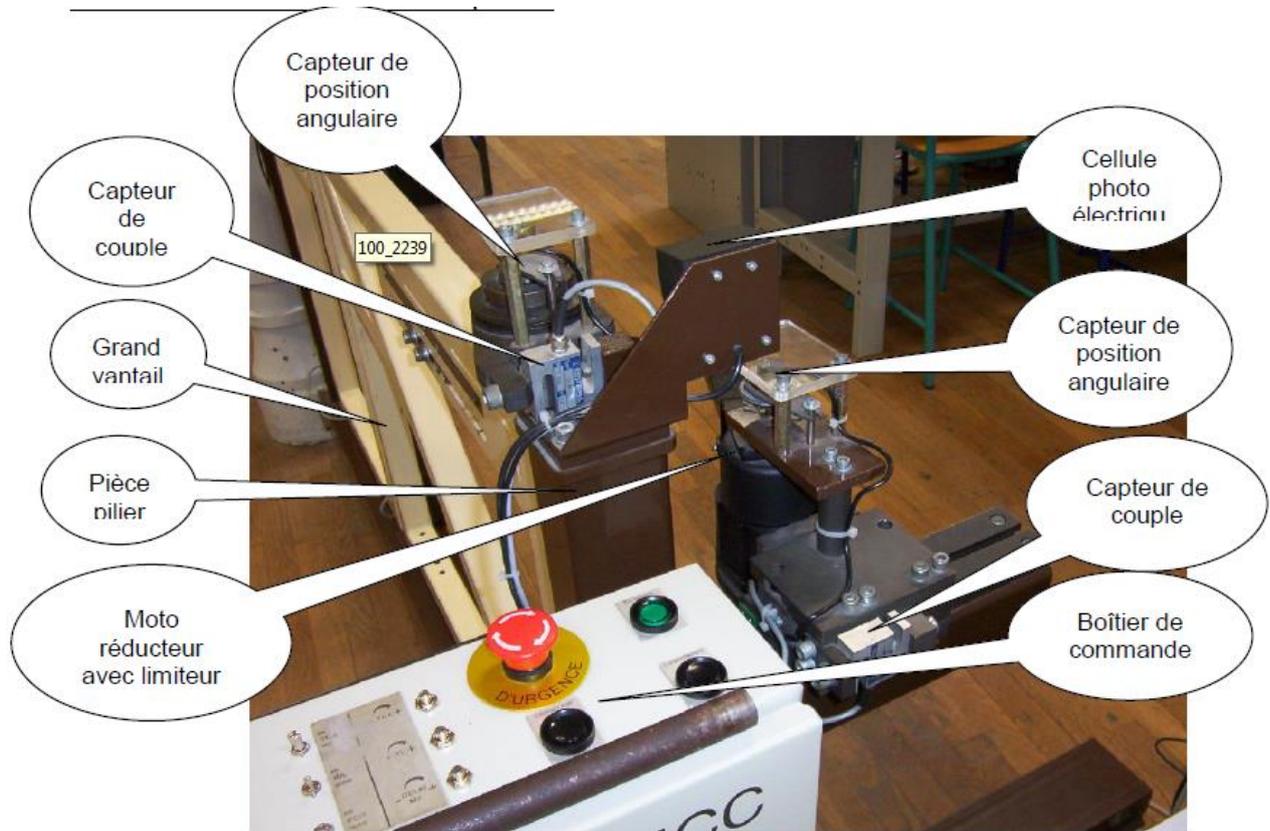


FIGURE 1 – Démarche de l'ingénieur centrée sur la mesure des écarts.

Objectif : minimiser les écarts

AVERTISSEMENT

VOUS DEVEZ DEPLACER TOUT DOCUMENT NUMERIQUE MODIFIABLE DANS UN DOSSIER PERSONNEL AVANT OUVERTURE ET MODIFICATION.



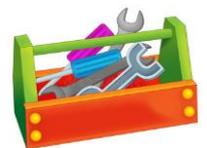
Préparation à faire chez soi avant la séance de TP

- Lire le sujet
- Revoir le théorème du moment dynamique
- Revoir le théorème de l'énergie puissance
- Revoir les lois horaires d'un mouvement à accélération constante



Vous disposez

- Du sujet
- Fiche plastique couleur descriptive du robot déjà posée sur la table



Vous devez rendre

- Copie personnelle soignée répondant aux questions de la partie théorique à faire chez soi, puis le travail fait en séance de TP sur document réponse. Les questions doivent être **CLAIREMENT** séparées (sauter au moins deux lignes et tracer un trait horizontal). Les résultats finaux doivent être encadrés.



1^{ère} PARTIE : PRELIMINAIRE THEORIQUE

Cette partie se fait individuellement. Elle ne nécessite pas de matériel. Elle a été préparée avant la séance de TP... chez soi. Elle doit être rendue rédigée sur votre compte rendu avant la séance.

Calcul préliminaire - lois horaires

Le vantail du portail subit la décélération angulaire constante $\ddot{\theta}_v$.
Sa vitesse angulaire à $t = 0$ est ω_0 . A $t = 0$ l'angle vantail est nul.

Q1. Ecrire les équations horaires cinématiques du vantail en fonction de $\ddot{\theta}_v$ et ω_0

(1) $\dot{\theta}(t) =$

(2) $\theta(t) =$

T_f est la durée du mouvement jusqu'à l'arrêt. C'est-à-dire qu'à l'instant final $t = T_f$ le vantail a balayé l'angle θ_f .

Q2. Traduire cette condition dans les deux équations horaires, puis déduire l'accélération $\ddot{\theta}_v$ en fonction de l'angle balayé θ_f et de la durée du mouvement T_f .

2^{ème} PARTIE : EXPERIMENTATION AU LABORATOIRE

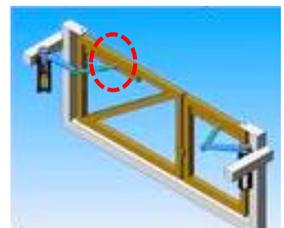
Réflexion préliminaire

Le grand vantail va être désolidarisé du moteur. Il sera donc libre de pivoter non accroché au bras noir.

Ensuite la manipulation sera simple : vous lancerez le vantail d'une petite impulsion de la main de manière à ce qu'il tourne et effectue un angle θ_f ($< 90^\circ$) jusqu'à l'arrêt complet sans rencontrer de butée mécanique.

Il est important de comprendre que l'angle θ_f est balayé sans intervention manuelle. Le vantail tourne uniquement « sur son inertie » jusqu'à l'immobilisation totale sans action mécanique motrice.

Q3. Enlever à la main la goupille, puis l'axe de la liaison pivot bras/vantail : le vantail tourne librement. S'il est trop freiné desserrer l'écrou à encoches.



Q4. Quel type d'action mécanique provoque la **décélération** du vantail quand vous le lancez à la main ?

Q5. L'hypothèse de décélération constante est retenue : pourquoi est-elle pertinente ?

Q6. On néglige le couple de frottement visqueux (le couple de frottement visqueux est proportionnel à la vitesse angulaire $C_{fv} = -f_v \cdot \omega$) : pour quelle raison cette hypothèse est-elle pertinente ?

Protocole expérimental (40 minutes)

Avertissement : la prise de mesure est simple mais demande plusieurs essais : vous en effectuerez donc plusieurs car il faut un peu « d'entraînement » pour faire une mesure correcte. Notez à chaque mesure l'angle balayé et la durée. Puis, garder celle qui vous semble la plus juste.

Soyez efficace : pendant la manipulation, un des membres de l'équipe peut déterminer le moment d'inertie du vantail sur SW. Voir la question 9, ci-après.

1. Fermez le grand vantail en butée.
2. Reportez-vous à l'annexe 1 : acquisition de mesure sur le portail ABB.
3. Etalonner le capteur angulaire sur une ouverture à 90° : notez soigneusement le gain K en $V/^\circ$.
4. Lancez le vantail à la main d'une impulsion ferme de manière à ce qu'il s'ouvre en couvrant un angle le plus grand possible SANS ATTEINDRE LA BUTÉE métallique de fin d'ouverture. Vous devez lancer l'acquisition à l'instant où votre main lâche le vantail ! Refaites cette manipulation plusieurs fois. Retenez la mesure plus réussie.
5. Notez votre valeur de l'angle θ_f et la durée d'ouverture T_f par mesure sur Regressi.

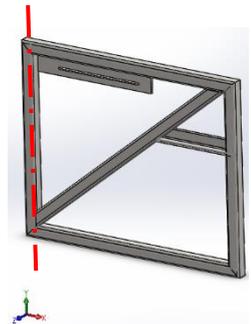
Exploitation des mesures et évaluation de C_{fs}

Q7. Déduisez l'accélération $\ddot{\theta}_v$.

Q8. Appliquez le théorème mécanique de votre choix (PFD ou TEP) et écrivez la relation entre le couple de frottement C_{fs} et $\ddot{\theta}_v$.

Q9. Utiliser un PC : ouvrir le fichier « DAO vantail/Vantail seul ». Dans « Evaluer/propriétés de masse », donner le moment d'inertie du vantail par rapport à l'axe de rotation. Voir annexe 2 pour plus d'informations.

Q10. Déduire le couple de frottement C_{fs} .



Autres manières d'évaluer C_{fs}

Q11. Deuxième mesure du couple C_{fs} : utilisez un dynamomètre [0 à 10N]. Attention au « zéro » du dynamomètre.



Q12. Troisième mesure : utilisez l'acquisition du portail incluant les capteurs de couples

Q13. Comparez les trois valeurs et leur fiabilité.

FIN DE L'ACTIVITÉ PRATIQUE

ANNEXE 1 : ACQUISITION DES MESURES SUR LE PORTAIL ABB

Vérifier que les boîtiers sont alimentés ☺ (bouton derrière la console « Mecacel »).

- Dans le dossier **Physique & Chimie** du bureau PC, ouvrir **Regressi**
- Cliquer sur Fichier → Nouveau... puis cliquer sur **GTS**

La fenêtre GTS s'ouvre

Par défaut on a souvent :

- les voies V1 et V2 actives.
 - Le graphe présente la voie 2 en fonction de la voie 1.
- Pour **activer les voies**, il suffit de cliquer dessus (en bas à droite de la fenêtre) puis activer. Notamment : les informations de position angulaire du vantail et du bras moteur sont sur les voies V1 et V2.
 - Choisir le calibre x6 : cocher la case.
 - Pour **modifier abscisse et ordonnée** du graphique, cliquer sur **Modes et options**. (voir figure ci-après)
 - En haut/droite écran : cliquer « mode et option temps »
Définir le temps d'acquisition
Le nombre de points de mesure (256 par exemple).
 - Pour lancer l'acquisition, cliquer sur l'icône « Acquisition ».

Une fois les mesures réalisées, Cliquer sur l'icône Regressi pour revenir à Regressi.

Vous pouvez alors enregistrer les mesures. Attention enregistrer au format TXT ou CSV pour le lire avec python.

Remarque : Les données sont enregistrées sous forme de colonne séparées par « ; ». Le séparateur de décimal est « , ».

Conseil : Il est préférable d'ouvrir le fichier avec Notepad++ puis de remplacer les « , » par des « . » avant de le traiter sous python

Pour retourner dans regressi

Cliquez pour changer abscisse et ordonnées

Cliquez sur les voies pour les activer ou les désactiver.

REMARQUES

L'acquisition s'effectue sur une plage $\pm 2,5V$... Regressi ne sait pas faire mieux. Si vous avez choisi le calibre x6, la plage est multipliée par 6.

L'acquisition ne permet que de visualiser une tension capteur. Il faut donc l'étalonner, c'est-à-dire déterminer son gain en $V/^\circ$. Facile : faites-le sur l'amplitude totale du vantail, 90° .

Pour les positions il y a cependant un gros décalage d'offset entre les deux potentiomètres car ils sont relatifs. Rien de bien méchant après traitement python.

Cela pose problème pour les couples qui ont un offset de $-2V$ semble-t-il. Donc le relevé de couple n'est valable que durant la fermeture du portail.

ANNEXE 2 : DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES INERTIELLES D'UN SOLIDE AVEC SOLIDWORKS

The screenshot shows the SolidWorks interface with the 'Propriétés de masse' (Mass Properties) tool selected in the ribbon. The 'Evaluer' (Evaluate) button is also highlighted. The left-hand pane shows the 'Historique' (History) tree with 'Origine' (Origin) circled in red. The main 3D view shows a cylindrical motor support with a coordinate system (x, y, z) and a center of mass 'G' marked. The right-hand pane displays the mass properties for the 'Support de moteur équipé.SLDASM' part.

Centre et base du repère de construction $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ de la pièce ou de l'assemblage de pièces sous SW.

base principale d'inertie, $(\vec{I}_x, \vec{I}_y, \vec{I}_z)$, du solide.

opérateur principal d'inertie, exprimé dans la base principale d'inertie, $(\vec{I}_x, \vec{I}_y, \vec{I}_z)$, du solide.

Opérateur d'inertie au centre d'inertie G, dans la base de construction $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ de la pièce sous SW.

Opérateur d'inertie exprimé en $(\vec{O}, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$.

Support de moteur équipé.SLDASM

Remplacer les propriétés de masse

Inclure les corps/composants

Créer la fonction Centre de masse

Afficher la masse du cordon de soudure

Indiquer les valeurs de coordonnées relatives à: -- par défaut --

Propriétés de masse de Support de moteur équipé

Configuration: Défaut

Système de coordonnées: -- par défaut --

Masse = 442.23 grammes

Volume = 158794.54 millimètres cubes

Superficie = 43978.85 millimètres carrés

Centre de gravité: (millimètres)

X = -1.98

Y = 0.00

Z = 0.00

Principaux axes et moments d'inertie: (grammes * millimètres carrés)

Pris au centre de gravité.

$I_x = (1.00, 0.00, 0.00)$	$P_x = 124176.16$
$I_y = (0.00, 0.00, -1.00)$	$P_y = 765038.22$
$I_z = (0.00, 1.00, 0.00)$	$P_z = 767005.54$

Moments d'inertie: (grammes * millimètres carrés)

Pris au centre de gravité et aligné avec le système de coordonnées de sortie.

$L_{xx} = 124176.16$	$L_{xy} = 0.04$	$L_{xz} = 0.16$
$L_{yx} = 0.04$	$L_{yy} = 767005.54$	$L_{yz} = 0.10$
$L_{zx} = 0.16$	$L_{zy} = 0.10$	$L_{zz} = 765038.22$

Moments d'inertie: (grammes * millimètres carrés)

Pris au système de coordonnées de sortie.

$I_{xx} = 124176.16$	$I_{xy} = 0.04$	$I_{xz} = 0.15$
$I_{yx} = 0.04$	$I_{yy} = 768747.80$	$I_{yz} = 0.10$
$I_{zx} = 0.15$	$I_{zy} = 0.10$	$I_{zz} = 766780.48$