

 LYCÉES de FECAMP	BTS Maintenance des Systèmes <b>Aide personnalisée : physique-chimie / maintenance corrective, préventive et améliorative.</b>	
	<b>S4-1 Energie</b> <b>- Energie mécanique :</b> <b>Moment d'inertie</b>	
<b>TP 1</b>		

## CONDITIONS DE REALISATION

<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Durée</b> : 2H dans la zone maintenance laboratoire éolien.</li> <li>- <b>En possession</b> : du moteur « Bonora », de la fiche technique sécurité « Réduire les risques sur un touret à meuler », du touret d'affutage en K 0200, d'un tachymètre RPM82, du cours « Le Principe Fondamental de la Dynamique », de la génératrice d'une éolienne V44.</li> </ul>	
--	---

## PROBLEMATIQUE

Un moteur est un effecteur qui a généralement la fonction de provoquer la rotation d'un système. Ce moteur a obligatoirement une phase de démarrage pendant laquelle la fréquence de rotation augmente de zéro jusqu'à la fréquence de rotation nominale et inversement pendant la phase d'arrêt. Ces temps de variation de la vitesse de rotation doivent être relativement faibles afin de pouvoir utiliser rapidement le mécanisme. Lors de la phase d'arrêt du mécanisme les freins doivent généralement pouvoir stopper rapidement la rotation du moteur.

## TRAVAIL DEMANDE

**Maîtriser les risques tout au long de l'intervention.**

### 1. Etude d'un mouvement de rotation :

A l'aide du moteur électrique « Bonara » :

- Faire tourner, à la main, l'arbre moteur (rotor).



1.1 Quel est le modèle cinématique entre le rotor et le stator ?

1.2 Ecrire le tableau de mobilité correspondant à cette liaison.

- 1.3 Ecrire le torseur transmissible de cette liaison ?
- 1.4 Quel effort exercez-vous pour provoquer la rotation de l'arbre moteur ?
- 1.5 Ecrire le torseur transmissible de cette liaison ?
- 1.6 Commenter la valeur du couple exercé pour provoquer le mouvement (faible, moyen ou élevé).

## 2. Mise en évidence de l'inertie :

Etude du touret d'affutage situé en salle K0200 :



- 2.1 Quelle est la fonction d'un touret d'affutage ?

A l'aide de la fiche technique de sécurité :

- 2.2 Citer les E.P.I. à porter lors d'une opération de meulage.
- 2.3 Donner les instructions à effectuer lors d'un essai d'un touret à meuler.
- 2.4 Faire tourner à la main l'arbre moteur, que constatez-vous ?
- 2.5 Que pensez de la valeur du couple de frottement de la liaison pivot ?

### Appeler le professeur

- Mettre le touret en service, repérer la phase de démarrage et observer le touret à meuler.
- 2.6 Qu'avez-vous constaté sur la durée de la phase de démarrage ?
  - 2.7 Observez-vous des vibrations ? Si oui, quelles peuvent en être les causes ?
  - 2.8 Pouvez-vous donner deux paramètres qui font que cette phase de démarrage n'est pas instantanée ?
- Arrêter le touret.
- 2.9 Que constatez-vous sur la durée de la phase d'arrêt ?
- Observer le flan de la meule de droite.
- 2.10 Que constatez-vous ?

### Appeler le professeur

- Remettre le touret en service.

- 2.11 A l'aide de tachymètre donner la vitesse nominale de rotation de l'arbre meule du touret.
- 2.12 Arrêter le touret et donner le temps que met l'ensemble arbre meule pour effectuer la phase de décélération jusqu'à l'arrêt.
- 2.13 Pouvez-vous expliquer pourquoi l'arbre moteur met aussi longtemps pour s'arrêter.
- 2.14 Démarrer le touret et donner le temps que met l'ensemble arbre meule pour effectuer la phase de démarrage.

Revenir en atelier éolien.

A l'aide du cours « Le Principe Fondamental de la Dynamique ».

- 2.15 Ecrire les équations du P.F.D. dans le cas du touret à meuler.

En phase de décélération du touret à meuler :

- 2.16 Donner la valeur du couple moteur noté  $C_m$ .
- 2.17 Donner la valeur du couple résistant de la liaison pivot noté  $C_r$ .
- 2.18 Calculer la décélération  $\omega'$ . (Rappel :  $\omega' = \Delta\omega/\Delta t$ )

## Appeler le professeur

- 2.19 Calculer le moment d'inertie de l'arbre meule du touret à meuler.

En phase de démarrage du touret à meuler :

- 2.20 Donner la valeur du couple moteur  $C_r$ .
- 2.21 Calculer l'accélération  $\omega'$ .
- 2.22 Calculer le couple nécessaire au démarrage de l'arbre meule.

### 3. Etude de la rotation de la génératrice d'une éolienne :

- 3.1 Quel est le modèle cinématique entre le rotor et le stator ?
- 3.2 Faire tourner à la main l'arbre de la génératrice, que constatez-vous ?

A l'aide de l'annexe 1 :

- 3.3 Pouvez-vous donner les paramètres qui provoquent ce phénomène ? Conclure.



## Moments d'inertie particuliers

Objet	Moment d'inertie	Masse	Description
Le cylindre plein	$J_x = MR^2 / 2$ $J_y = (MR^2 / 4) + (MH^2 / 12)$	$M = \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot H$	Cylindre de rayon R et de hauteur H, avec x axe de révolution et y axe perpendiculaire à x passant par le milieu
Le cylindre creux	$J_x = M(R^2 + r^2) / 2$ $J_y = (M(R^2 + r^2) / 4) + (MH^2 / 12)$	$M = \rho \cdot \pi \cdot (R^2 - r^2) \cdot H$	Cylindre creux de rayon extérieur R, de rayon intérieur r et de hauteur H, avec x axe de révolution et y axe perpendiculaire à x passant par le milieu
Le parallélépipède	$J_\Delta = M(a^2 + b^2) / 12$	$M = \rho \cdot a \cdot b \cdot H$	Parallélépipède de hauteur H, de grand côté a et de petit côté b, avec $\Delta$ axe le long de sa hauteur
La boule	$J_\Delta = 2/3 MR^2$	$M = 4 \cdot \rho \cdot \pi \cdot R^3 / 3$	Pour une boule homogène de rayon R et de centre O, les moments d'inertie au centre par rapport au trois axes sont égaux
Le cône	$J_\Delta = (3/10) MR^2$	$M = \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot H / 3$	Cône plein, base de rayon R et de hauteur H, avec $\Delta$ axe le long de sa hauteur

### Solides composés

Le moment d'inertie d'un objet est égal à la somme des moments d'inertie de ses masses. Imaginons une barre constituée de plusieurs cubes métalliques, le moment d'inertie de la barre est égal à la somme des moments d'inertie de chacun des cubes (passant par le même axe).

### Changement d'axe

Lors de certains calculs (calcul d'un balourd par exemple), il peut être utile d'utiliser le **théorème de Huygens**, qui permet de calculer le moment d'inertie par rapport à un axe  $\Delta$ , parallèle à l'axe  $\Delta_G$  passant par le centre de gravité (et donc facile à calculer selon tableau ci-dessus).

$$J_\Delta = J_{\Delta_G} + m \cdot d^2 \text{ (avec } m \text{ masse du solide, et } d \text{ distance entre } \Delta \text{ et } \Delta_G \text{)}$$

### Et si on se simplifiait les choses ?

Rassurez vous, vous aurez très rarement besoin de calculer à la main le moment d'inertie de vos pièces! En effet, la grande majorité des logiciels de CAO peuvent le calculer pour vous... Attention cependant, pour ces calculs automatiques, il faudra être très vigilant au niveau de l'assignation de matière à vos pièces!

En effet, si vous ne mettez pas de matière, ou que vous utilisez par exemple de l'acier à la place de l'aluminium, les masses seront complètement faussées, et en conséquence les moments d'inertie aussi !