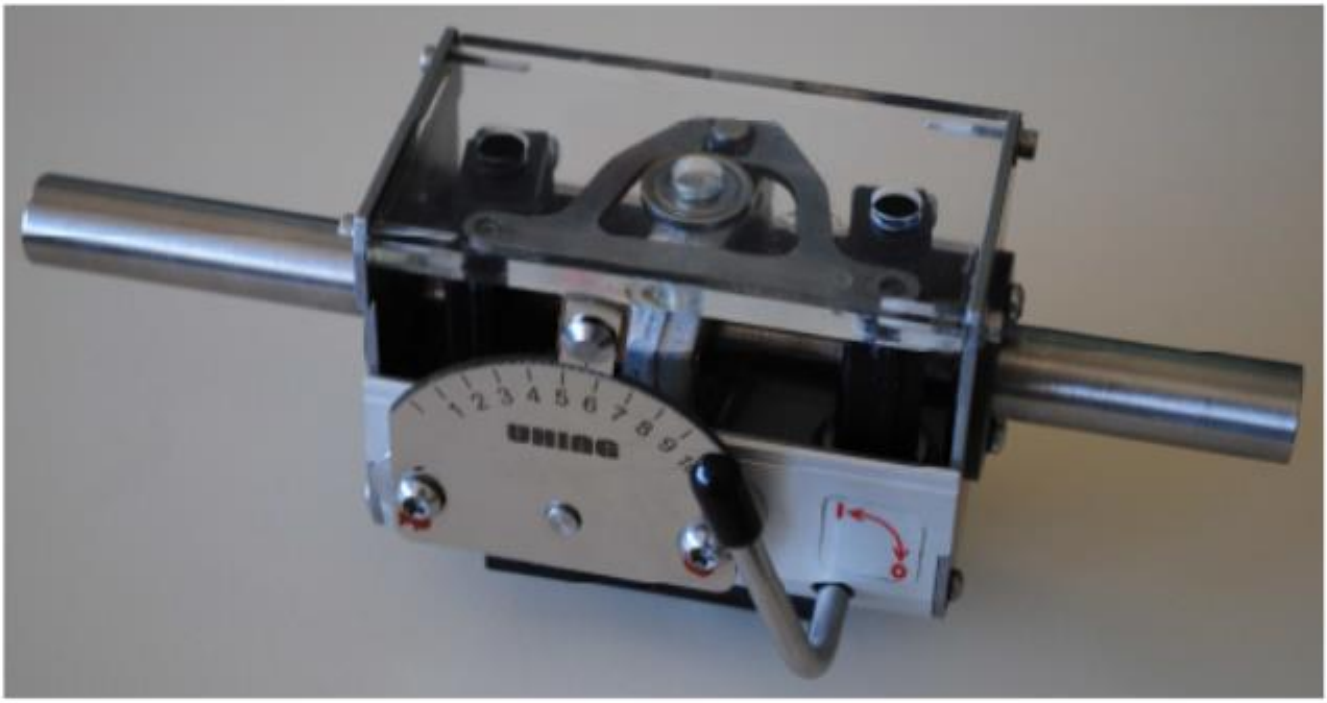
Travaux Pratiques – ENERGETIQUE
BANC UHING

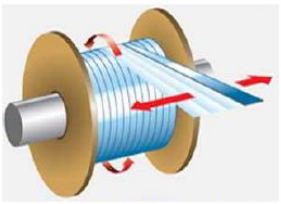


Objectifs du TP

L'activité principale de ce TP consiste à mesurer, identifier et vérifier les caractéristiques dynamiques du système de trancannage Uhing afin de caractériser, lors du trancannage, les conditions de glissement entre le mouvement de rotation du support d'enroulement et le positionnement axial du corps souple à enrouler.

1 – Présentation du trancannage

Opération de trancannage


Principe du trancannage

On appelle trancannage l'action qui consiste à enrouler de manière ordonnée un corps souple de grande longueur (fil, tuyau, câble, bandelette, …) sur un support d'enroulement (bobine, tambour, treuil, …).

L'action de trancanner consiste à enrouler spire par spire et couche par couche le corps à bobiner. Le but de cette action est d'économiser la place sur le support et/ou de permettre un déroulement automatique.

Banc de trancannage

Ce banc Uhing est un dispositif expérimental qui permet :

- de faire varier les paramètres de réalisation d'une opération de bobinage d'un cordon textile et d'étudier les évolutions comportementales induites.
- de mettre en évidence les comportements du boîtier Uhing, composant de base d'une unité de trancannage.
- de mesurer les principales grandeurs physiques caractéristiques de ces comportements.

La réalisation technologique du banc, hors boîtier Uhing, n'est par contre pas représentative d'un système industriel conçu pour répondre aux besoins spécifiques d'une opération de trancannage.

Mise en œuvre d'une opération de trancannage

L'opération à mettre en œuvre consiste à réaliser l'enroulement ordonné d'un cordon tressé sur une bobine, ce cordon étant initialement disposé de manière désordonnée sur un dévidoir (photos 1 et 2).

Les photos 1, 2 et 3 définissent la configuration de départ. La bobine de réception est vide. Le cordon est accroché à la partie inférieure de son flanc droit. Le galet du chariot de guidage du fil est en appui contre la butée droite pré-positionnée sur la tige filetée.

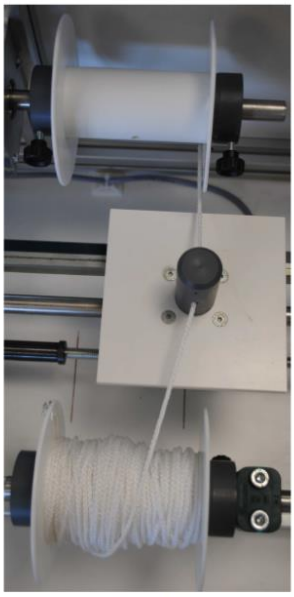


Photo N°1

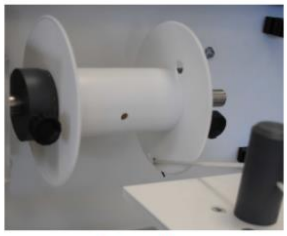


Photo N°2

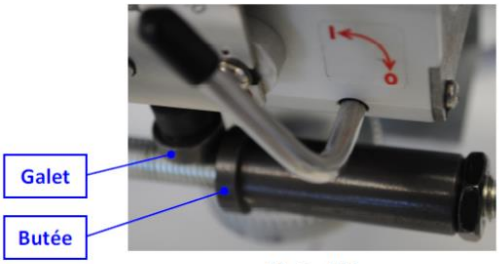


Photo N°3

Réaliser le trancannage du fil en mode MANUEL en s'aidant de la notice fournie dans le **DOSSIER RESSOURCES**. Formuler d'éventuelles remarques relatives à la qualité de l'opération de trancannage réalisée.

Analyse de la structure du boitier UNING

Un boitier Uhing dont les faces enveloppes sont partiellement transparentes est disponible. Des schémas, photos et plan détaillés sont également disponibles dans le **DOSSIER TECHNIQUE** et le **DOSSIER RESSOURCES.**

Ouvrir la maquette SolidWorks « BANC_UHING_ENERGETIQUE » dans le dossier « BANC UHING CAO ENERGETIQUE » (penser à dé-zipper le dossier CAO avant de l'utiliser : « clic droit » sur le dossier zippé puis « Extraire le dossier »).

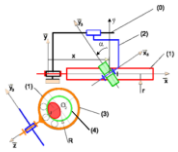
En manipulant le boîtier (boitier réel et boitier numérique), définir l'ensemble des conséquences sur ce dispositif des actions suivantes :

- Basculement du balancier
- Modification de la valeur du pas
- Serrage ou desserrage de l'écrou réglable
- Basculement du levier d'embrayage

2 – Détermination analytique de l'accélération maximale lors du trancannage

Etude cinématique du boitier Uhing

On retient la modélisation définie par le schéma cinématique suivant (voir **DOSSIER RESSOURCES**) :



Modélisation du roulement :

On admet que le roulement constitué de la bague intérieure (4), de la bague extérieure (3) et des billes se réduit cinématiquement à deux corps (3) et (4) en liaison pivot d'axe $(O_2, \overrightarrow{x_3})$ en conséquence $\overrightarrow{\Omega_{4/3}} = \omega_{43}.\overrightarrow{x_3}$.

Hypothèses :

Roulement sans glissement en I entre la bague intérieure (4) du roulement et l'arbre lisse (1).

On note $\overrightarrow{V(I \in 2/0)} = \dot{x}.\vec{x}$ $\quad \overrightarrow{O_2I} = R.\vec{z}$ $\quad \overrightarrow{OI} = r.\vec{z}$

Le point O est situé sur l'axe de la liaison pivot entre 0 et 1.

A partir d'une composition des vecteurs vitesses au point I et de la condition de roulement sans glissement en I, déterminer une relation qui lie $\dot{x}$, α, ω_{10} et r.

Conclure sur la transformation de mouvement réalisée par le boîtier Uhing.

Détermination analytique de l'accélération maximale

Isoler le boitier dans la direction de translation et lui appliquer le principe fondamental de la dynamique dans cette direction.

Les schémas nécessaires pour cette étude sont dans le **DOSSIER TECHNQUE** et le **DOSSIER RESSOURCES**.

On considère que le boitier se translate horizontalement et que la liaison glissière entre le bâti et le boitier est parfaite. Dans les conditions de « réglage usine » de l'effort radial appliqué par le roulement de droite sur l'arbre lisse 1, l'effort tangentiel en I peut atteindre FT = FRG = 110 N.

En déduire l'accélération maximale que peut encaisser le boitier sans glissement entre arbre et bagues intérieures des roulements.

3 – Détermination expérimentale de l'accélération maximale lors du trancannage

Réaliser, en utilisant la notice disponible dans le **DOSSIER RESSOURCES**, un essai de trancannage pour une entrée rampe (trapèze de vitesse).

Afficher la courbe de la vitesse linéaire en fonction du temps. Commenter la courbe obtenue.

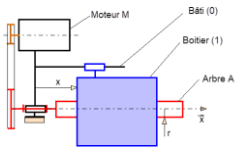
Remarque : On rappelle que le diamètre de l'arbre lisse est $d = 15\ mm$ et que l'angle alpha vaut $15{,}2°$ lorsque le pas est réglé à sa valeur maximale.

Sur le graphe affiché, identifier la séquence temporelle durant laquelle la norme de l'accélération du chariot est maximale.

Estimer la norme de cette accélération maximale. Conclure.

4 – Etude analytique du couple maximum nécessaire pour produire du glissement

Le banc Uhing est modélisé par le schéma ci-dessous (disponible dans le **DOSSIER RESSOURCES**).



Les liaisons seront considérées comme parfaites.

Déterminer l'énergie cinétique de l'ensemble des pièces en mouvement.

<u>On note :</u>

- I_M : moment d'inertie de l'arbre du moteur
- I_A : moment d'inertie de l'arbre A
- ω_{M0} : vitesse de rotation du moteur
- ω_{A0} : vitesse de rotation de l'arbre A
- M : masse du boitier
- $\dot{x}$: vitesse du boitier
- p : pas de la vis équivalente ($\frac{p}{2.\pi} = r.tan\alpha$)

En déduire le moment d'inertie équivalent rapporté à l'axe moteur.

Faire le bilan des puissances en considérant les liaisons parfaites.

Appliquer le théorème de l'énergie cinétique.

En déduire l'accélération du boitier $\ddot{x}$.

Montrer que le couple maximal du moteur qui produira le glissement peut s'exprimer sous la forme :

$$C_M = F_{RG}.k.\frac{p}{2.\pi}.[k^2 + \frac{1}{M}(I_M + I_A.k^2).\left(\frac{2.\pi}{p}\right)^2]$$

5 – Etude expérimentale du couple maximum nécessaire pour produire du glissement

Etude du couple nécessaire pour produire du glissement

Réaliser une mesure lors d'une opération de trancannage pour une entrée créneau (voir **DOSSIER RESSOURCES**).

Comment peut-on mesurer expérimentalement le couple moteur ? Estimer l'ordre de grandeur du couple moteur.

Essais expérimentaux déjà réalisés :

ESSAI 1	M = 1 kg	k = 1	pas réglé = 11,4	F_{RG} = 110 N
ESSAI 3	M = 3 kg	k = 1	pas réglé = 11,4	F_{RG} = 72 N
ESSAI 2	M = 5 kg	k = 1	pas réglé = 11,4	F_{RG} = 30 N

On rappelle que le couple monteur en fonction de l'effort de glissement est relié par la relation suivante :

$$C_M = F_{RG}.k.\frac{p}{2.\pi}.[k^2 + \frac{1}{M}(I_M + I_A.k^2).\left(\frac{2.\pi}{p}\right)^2]$$

A l'aide du fichier Excel, « UHING couple moteur ELEVES », compléter le calcul du couple moteur à partir des formules fournies par l'équipe **MODELISATEUR**.

Tracer le graphe du couple moteur en fonction de la masse du boitier. Analyser la courbe obtenue.

Conclure quant au risque de glissement compte tenu du moteur fourni.

Repérer sur le boitier le dispositif de réglage de l'effort de glissement.

Effectuer un essai (voir **DOCUMENT RESSOURCES**) à l'aide du banc en imposant une rampe (trapèze de vitesse). Relever les vitesses linéaires et de glissement. Analyser les résultats obtenus.

Déduire de l'essai précédent l'accélération moyenne lors du retournement.

Examiner la vitesse de glissement en « zoomant » sur la courbe. Y a-t-il glissement durant le retournement ?

Evaluation de la pertinence de l'hypothèse « Roulement Sans Glissement »

Le concepteur du boîtier UNING annonce que, dans les conditions de « réglage usine » de l'effort radial appliqué par le roulement de droite sur l'arbre lisse 1 (sous serrage initial de l'écrou réglable), l'effort tangentiel en I peut atteindre $F_T = F_{RG} = 110$ N.

En conséquence, on déduit qu'en dessous de cette valeur, le mouvement relatif entre la bague (4) du roulement et l'arbre lisse (1) se fait sans glissement en I.

Donnée : Masse du boîtier UNING équipé de son plateau : m = 0,9 Kg.

Hypothèse : L'action mécanique *cordon* → *boîtier* est négligeable.

Définir et mettre en place (**après validation du professeur**) un protocole permettant de mesurer l'effort de glissement et le couple moteur lors d'une opération de trancannage A VIDE.

Analyser la valeur obtenue par rapport à celle donnée par le constructeur et celles des essais 1, 2 et 3.

6 – Estimation du rendement global du système de trancannage

Déterminer analytiquement la puissance moyenne consommée et fournie lors d'une opération de trancannage.

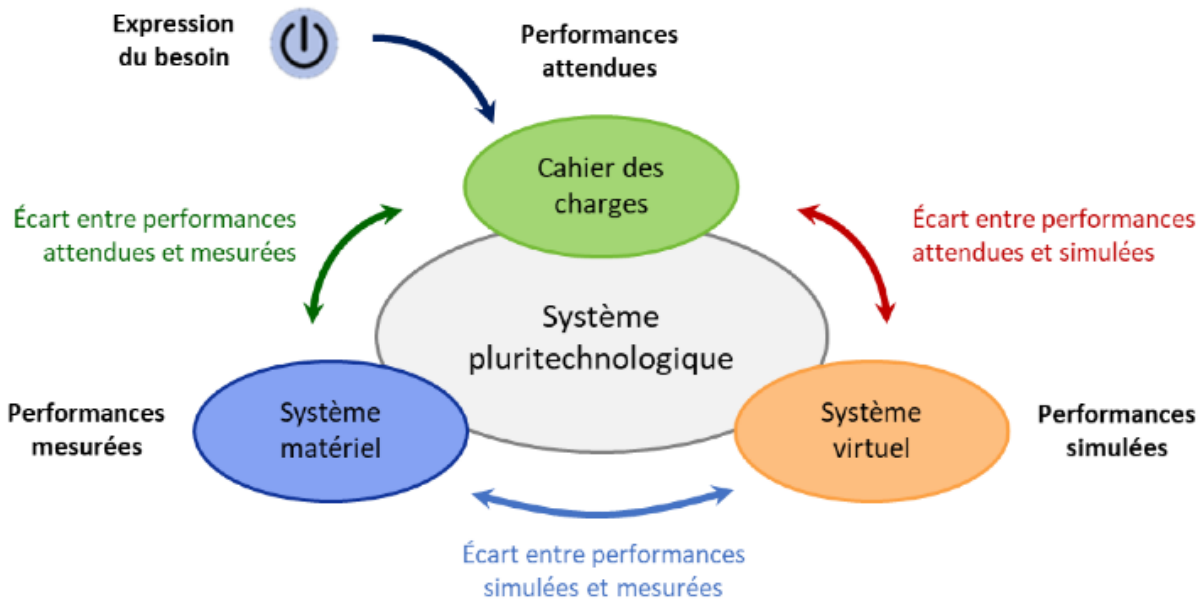
En déduire une estimation analytique du rendement global du système de trancannage.

Déterminer expérimentalement la puissance moyenne consommée et fournie lors d'une opération de trancannage.

En déduire une estimation expérimentale du rendement global du système de trancannage.

7 – Validation

L'objectif pour le groupe est de comparer pour la valeur de l'accélération maximale, les résultats obtenus à partir des mesures expérimentales et ceux obtenus par les calculs analytiques. Calculer les écarts et estimer d'où ils peuvent provenir.

L'objectif pour le groupe est de comparer pour la valeur du couple maximum nécessaire pour produire du glissement, les résultats obtenus à partir des mesures expérimentales et ceux obtenus par les calculs analytiques. Calculer les écarts et estimer d'où ils peuvent provenir.

L'objectif pour le groupe est de comparer pour le rendement global du système de trancannage, les résultats obtenus à partir des mesures expérimentales et ceux obtenus par les calculs analytiques. Calculer les écarts et estimer d'où ils peuvent provenir.