Dossier travaux pratiques

Cycle 2: Dynamique

Consignes générales

MICHELET

Préparation aux oraux : TP SI

Concours Mines-Ponts

Nature de l'épreuve	MP	MPI	PC	PSI
Épreuve de Mathématiques	12	11	8	9
Épreuve de Physique	10	7	10	9
Épreuve d'Informatique	-	6	-	-
Épreuve mixte de Physique ou de Chimie	-	-	6	-
Épreuve mixte de Physique ou de SI	-	-	-	6
Epreuve d'évaluation des TIPE	6	6	6	6
Épreuve de français	6	6	6	6
Épreuve de langue anglaise	5	5	5	5
Reprise épreuve écrite Informatique option ou SI	2	-	-	-
TOTAL	**41**	**41**	**41**	**41**

Concours CCINP

ÉPREUVE	CCINP
Mathématiques	8
Physique-Chimie	8
TP Sciences industrielles de l'ingénieur	10
Langue vivante A	6
TIPE - épreuve commune	8
Autres épreuves	-
TOTAL ORAL	40

Concours CentraleSupelec

Concours / Épreuve	CentraleSupélec Centrale Lyon SupOptique Centrale Lille Centrale Nantes Centrale Méditerranée	Centrale Casablanca*	CentraleSupélec étr. SupOptique étr. Cycle international (hors Centrale Casablanca)	Arts et Métiers	ESTP
Mathématiques	12	12	14	—	—
Mathématiques-informatique	12	12	14	20	—
Physique-chimie	12	12	14	—	—
Physique-chimie-informatique	12	12	14	—	—
TP de physique-chimie	14	14	16	—	—
TP de S2I	14	14	16	20	—
TIPE	11	11	12	20	10
Langue vivante obligatoire	13	13**	—	20	15
Entretien scientifique	—	—	—	20	—
Total	100	100	100	100	25

TP SI = Entre 14% et 25% des oraux



Roulement TP cycle 2



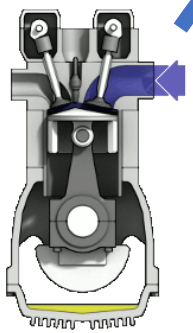
Maxpid



Slider Cam

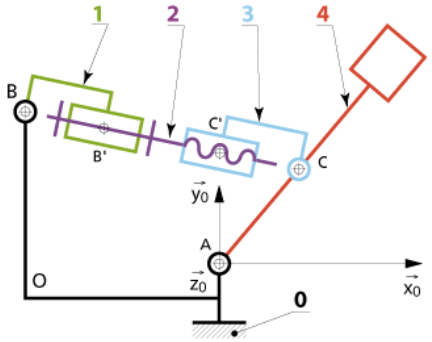


Cordeuse de raquette

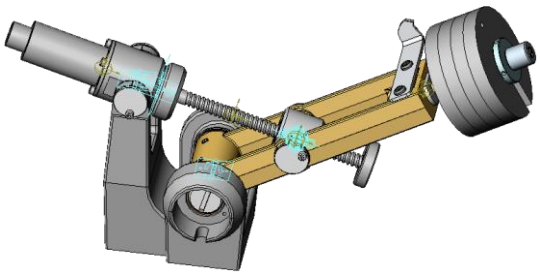


Soupape (SolidWorks)

Objectif général des TP







Système souhaité	Commanditaire *Analyste*	Performances attendues
Système réel	Laboratoire *Expérimentateur*	Performances mesurées
Système simulé	Simulation *Simulateur*	Performances simulées

Ecarts (entre Performances attendues et Performances mesurées)

Ecarts (entre Performances mesurées et Performances simulées)

Ecarts (entre Performances attendues et Performances simulées)

- **Proposer une modélisation**
- **Prévoir et vérifier les performances**
- **Analyser les écarts entre le souhaité, le réel et le simulé**

Cycle 2

Dynamique

Dossier travaux pratiques

Cordeuse



MICHELET

Trame analytique



Question 1 : En vous appuyant sur l'annexe modélisation (pages suivantes), faites l'inventaire des actions mécaniques extérieures puis appliquer le Théorème de la Résultante Dynamique au chariot en charge. Etablir l'équation différentielle du mouvement de ce mobile.

Question 2 : Etablir sous forme canonique la fonction de transfert $\frac{X_{ch}(p)}{X_p(p)}$ où $X_{ch}(p) = \mathcal{L}\left[x_{ch}(t)\right]$ *et* $X_p(p) = \mathcal{L}\left[x_p(t)\right]$ et identifier ses paramètres caractéristiques. Vous fournirez cette fonction de transfert au pole simulation (les coeffficients de la fonction de transfert doivent être positifs pour que la fonction de transfert soit stable).

Question 3 : Etablir théoriquement le rapport de transmission du réducteur $\frac{\omega_{3/0}}{\omega_{vis/0}}$ et en déduire le rapport de réduction complet reliant la vitesse de translation du chariot à la vitesse de rotation du moteur.



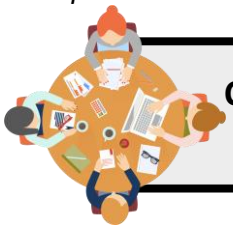
Comparer les résultats obtenus et hypothèses posées avec les autres pôles et identifier les écarts

On se propose dans un premier temps de rapporter à l'axe du moteur :

- l'inertie et la masse de l'ensemble des masses entraînées
- les efforts résistants générés par les frottements secs et visqueux, qui se manifestent à tous les niveaux de la chaîne mécanique de transmission de la puissance au chariot porte mors de serrage

Pour la suite de l'étude, on fait l'hypothèse simplificatrice que le capteur de force intégré au système (ressort entre le chariot et le poussoir) ne perturbe pas le fonctionnement du système. On suppose donc que l'ensemble constitué du chariot et du poussoir est indéformable, donc que les variations de $\Delta L = x_{ch}(t) - x_p(t)$ sont négligeables.

Question 4 : Déterminer l'inertie équivalente J_e des masses mobiles sur l'axe du moto-réducteur. Comparer la valeur numérique obtenue avec celle renseignée dans le modèle Xcos et avec celle obtenue expérimentalement. *> demander de l'aide au prof si le cours d'énergétique n'a pas encore été vu.*



Comparer les résultats obtenus et hypothèses posées avec les autres pôles et identifier les écarts

Trame simulation

Un modèle Scilab/Xcos du comportement dynamique du dispositif de mise en tension est partiellement défini dans le fichier ‘‘CORDEUSE Comportement à vide ELEVES.xcos’’

Question 1 : Dans l’onglet « Simulation » puis « Modifier le contexte » :
— Vérifier les valeurs des caractéristiques du moteur (R et L)
— Vérifier les valeurs des constantes K_t et K_e
— Justifier la valeur de R_t

Question 2 : Réaliser une simulation et comparer les valeurs obtenues par simulation avec celles mesurées par l’équipe expérimentale.

Question 3 : Rajouter la fonction de transfert $\frac{X_{ch}(p)}{X_p(p)}$ déterminée par le pole analyste et l’insérer correctement dans le schéma bloc.

Une des raisons qui expliquaient les écarts est la non prise en compte des frottements (sec et fluide) dans la modélisation.
Question 4 : Modifier le schéma Xcos pour que celui-ci prenne en compte les frottements secs C_{r0} et fluides $C_f(t) = f.\omega(t)$ ramenés sur l’axe moteur. Les valeurs numériques de C_{r0} et f seront données par le pole expérimental.

Question 5 : Lancer une simulation dans des conditions similaires au pole expérimentale (tension moteur identique) et comparer les résultats.



Comparer les résultats obtenus et hypothèses posées avec les autres pôles et identifier les écarts

Trame expérimentateur



Question 1 : Expliquer le principe de la mesure de la tension du brin de corde

Question 2 : Déterminer un protocole permettant de déterminer le rayon R de la poulie motrice (qui relie la vitesse en sortie du réducteur et la vitesse de déplacement du chariot). Donner la valeur numérique et la comparer par une mesure à la règle sur le système.

Le dispositif de transmission de puissance à la chaîne peut présenter un caractère d'irréversibilité du fait de l'utilisation d'un système « roue – vis sans fin ».

Question 3 : Mettre en place un protocole simple et le réaliser pour montrer le caractère réversible ou irréversible de cette transmission (ne soyez pas timide).

Question 4 : Définir et mettre en place un protocole permettant de vérifier la raideur du ressort du capteur d'effort et la comparer avec la valeur donnée en annexe.

Question 5 : Réaliser une acquisition pour mesurer le rapport de transmission du réducteur.



Comparer les résultats obtenus et hypothèses posées avec les autres pôles et identifier les écarts

On s'intéresse maintenant à la détermination expérimentale du couple de frottement $C_r = C_{r0} + C_f(t)$, avec $C_f(t) = f.\omega(t)$. La cordeuse a des cycles de déplacement à vitesse prédéfinie. La touche V du pupitre permet de sélectionner l'un des 3 cycles de déplacement proposés (repéré 1, 2 ou 3 en bas à gauche de l'écran de la cordeuse).

Question 6 : Réaliser 3 acquisitions (une pour chaque vitesse) de déplacement aller-retour à vide (sans corde à tendre). A partir de ces trois mesures, déterminer le couple résistant sec C_{r0} et le coefficient résistant visqueux ramené à l'axe moteur f. Comparer ces valeurs avec celles présentes en annexe (quantifier les écarts en %).

Remarque : Il est *conseillé* d'utiliser les équations du moteur à courant continu présentes en annexe (page suivante) et de faire une régression linéaire (avec open document c'est bien, mais python marche également) du courant moteur en fonction de la vitesse de rotation du moteur. En exploitant cette courbe vous serez en mesure de déterminer C_{r0} et f.

Question 7 : Dans le même esprit, déterminer expérimentalement l'inertie équivalente J_e des masses mobiles sur l'axe du moto-réducteur.



Comparer les résultats obtenus et hypothèses posées avec les autres pôles et identifier les écarts

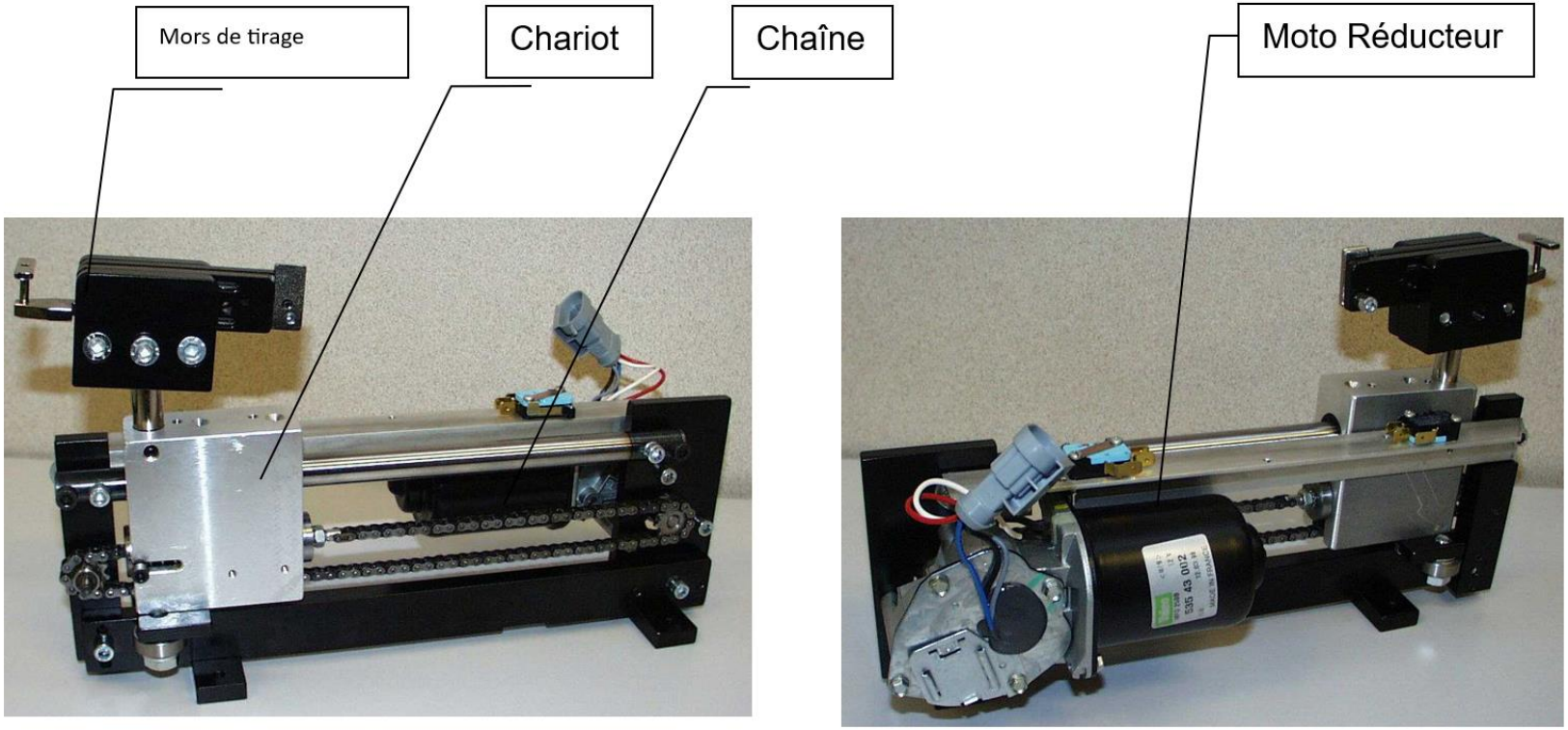
Dossier travaux pratiques

Cordeuse Annexes



MICHELET

Annexe : description



Annexe : modélisation

La modélisation complète du système en charge nécessite de connaitre le comportement dynamique du chariot en charge.

La position instantanée du chariot qui porte le mors de serrage résulte de la mise en relation :

- de l'action motrice développée par le ressort déplacé par le poussoir entraîné par la chaîne.
- de la tension du cordage.
- des effets mécaniques induits par l'inertie du chariot.

Le schéma suivant défini le modèle d'étude et certaines des grandeurs à considérer.

$\boldsymbol{X_{po0}}$ et $\boldsymbol{X_{ch0}}$ définissent les positions absolues du **poussoir** et du **chariot** à l'instant de début de mise en tension du cordage (valeurs de ces paramètres en fin de course à vide).

<u>On note :</u>

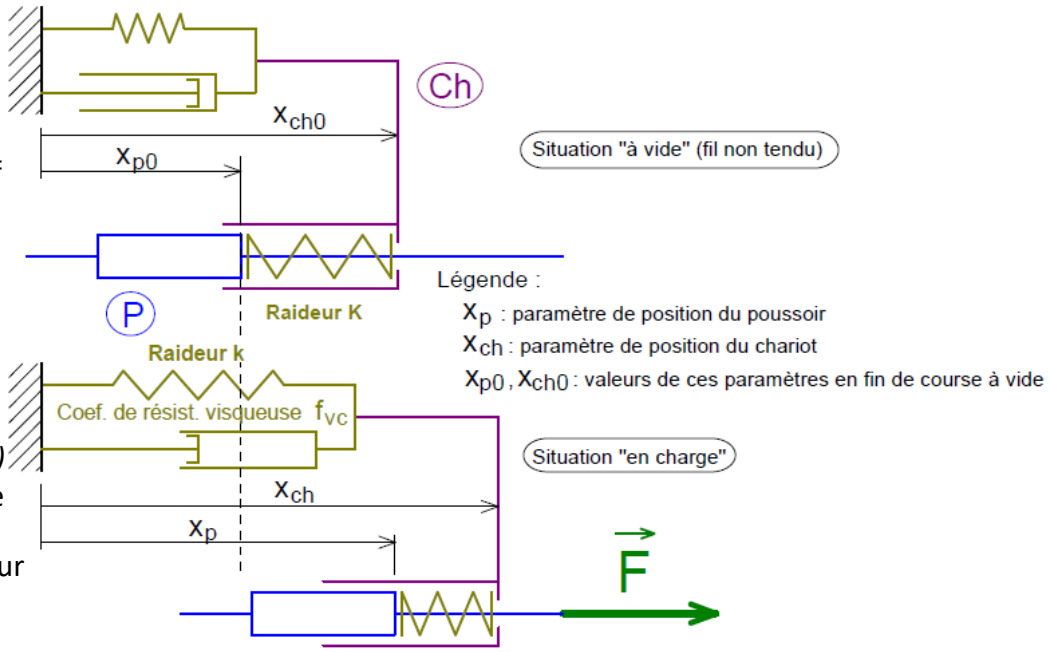
- $\boldsymbol{x_p(t) = X_p(t) - X_{po0}(t)}$ la **position relative du poussoir** / sa position absolue au terme du déplacement à vide.
- $\boldsymbol{x_{ch}(t) = X_{ch}(t) - X_{ch0}(t)}$ la **position relative du chariot** / sa position au terme du déplacement à vide.

<u>Données et notations</u> :

- Masse des pièces en translation (chariot, mors de serrage) $M = 1\ kg$
- Capteur d'effort : raideur du ressort : $K = 27\ N/mm$
- Cordage : raideur : $k = 4{,}2\ N/mm$
- Coefficient de résistance visqueux corde : $f_{vc} = 50\ N/m.s^{-1}$
- $\boldsymbol{J_e}$: moment d'inertie équivalent des pièces en mouvement ramené sur l'axe de sortie du motoréducteur *(à déterminer)*
- $\boldsymbol{R}$ rayon primitif de la roue à chaîne
- $\boldsymbol{r = \omega_{red}/\omega_m}$ le rapport de vitesse du réducteur *(à déterminer)*
- $\boldsymbol{C}$ et $\boldsymbol{\omega_{red}}$ le moment du couple et la vitesse angulaire en sortie du motoréducteur
- $\boldsymbol{C_m}$ et $\boldsymbol{\omega_m}$ le moment du couple et la vitesse angulaire du moteur
- $\boldsymbol{F}$ action de la chaine métallique sur le chariot, que l'on peut obtenir grâce au ressort de raideur $\boldsymbol{K}$:

$$F = -K.\left(\boldsymbol{x_{ch}(t) - x_p(t)}\right)$$

- Action de la corde : $F_{corde} = k.(\boldsymbol{X_{ch}(t) - X_{ch0}(t)}) - f_{vc}.\dot{\boldsymbol{x_{ch}}}(t)$



Annexe : transmission de puissance

Cet ensemble se compose d'un moto-réducteur et d'une transmission à pignons et chaîne. Il comprend :

Un moteur électrique à courant continu :

Les équations du moteur à courant continu sont rappelées :

(1)	$u(t) = e(t) + Ri(t) + L\frac{di(t)}{dt}$	Équations électriques du moteur à courant continu
(2)	$e(t) = K_e\omega(t)$	
(3)	$C_m(t) = K_c i(t)$	
(4)	$C_f(t) = f.\omega(t)$	Couple de frottement proportionnel à la vitesse de rotation
(5)	$C_m(t) - C_f(t) - C_{r0} = J\frac{d\omega(t)}{dt}$	Équation issue du principe fondamental de la dynamique

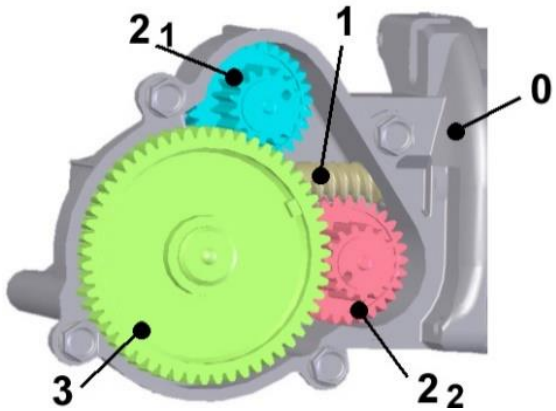
Caractéristiques du moteur :

- Résistance de l'induit 0,9 Ω
- Inductance de l'induit 10-3 H
- Kc 0,032 N.m / A
- Couple résistant sec ramené à l'axe moteur C_{r0} 0,011 N.m
- Coef. résistance visqueuse ramené à l'axe moteur f $4 * 10^{-5}\ N.m.s.rad^{-1}$

Un réducteur : il présente 2 étages de réduction (figure ci-contre) :
Un système ''roues – vis sans fin'' (21,22) - (1) : vis à 2 filets solidaire du rotor du moteur, roues 2 1 et 2 2 entraînées en parallèle : Z21 = Z22 = 29 dents ;

Les engrènements entre les pignons à denture droite 21, 22 et 3 : Z'21 = Z'22 = 15 ; Z3 = 55 dents.

Le moment d'inertie des éléments mobiles du moto-réducteur, rapporté à son axe de sortie est Jr = $5 * 10^{-5}$ Kg.m^2.



L'ensemble ''pignons – chaîne'' :

Pignons : Dp = 20 mm ; Zp = 10 dents.

Masse de la chaîne et du poussoir : 0,3 kg.

Masse du mors de tirage : 1kg.