

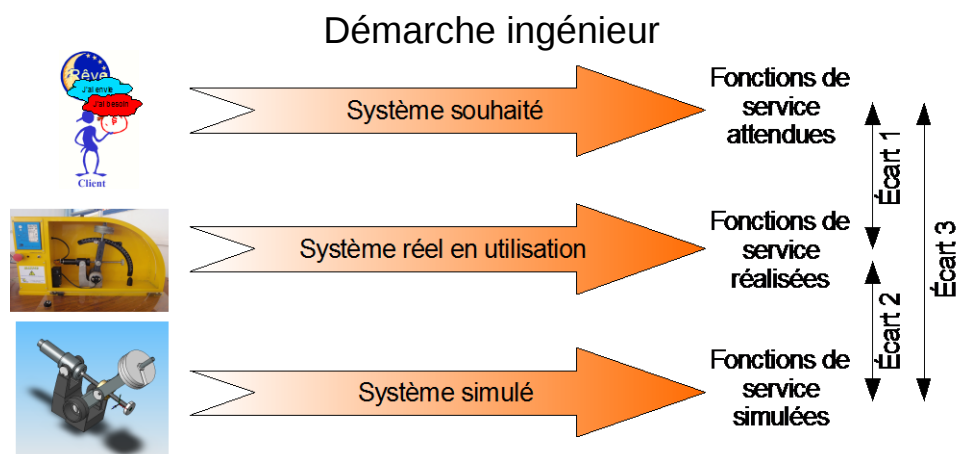
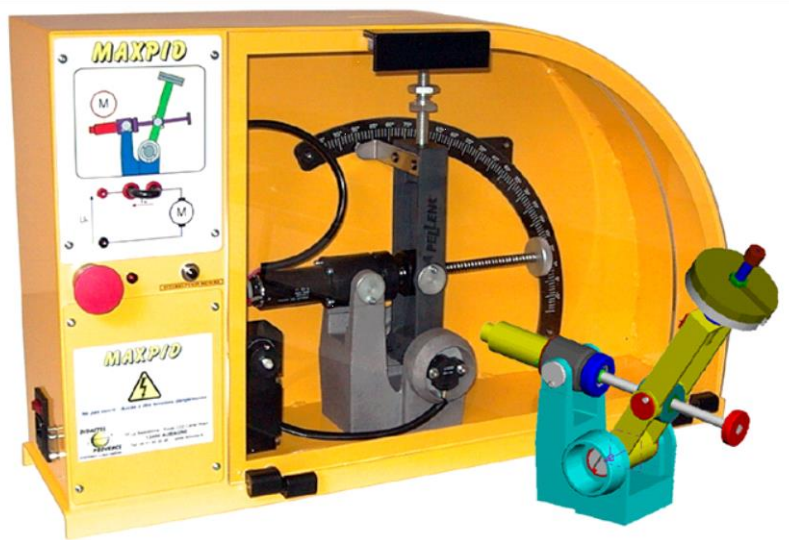
Support technologique : Bras de robot Maxpid

Objectifs : La technologie du bras articulé MaxPID est utilisée dans des robots de tri des déchets ou dans des robots de cueillette de fruit. Le bras du robot est asservi en position.

La présente étude a pour but de déterminer la loi entrée sortie statique du bras Maxpid. La connaissance de la loi e-s statique présente certains intérêts qui seront mis en évidence.

Durée de la séance : 2 heures en permutation à mi-séance. La séance comporte donc deux « mi-temps ».

Préparation/anticipation de l'étude par travail personnel à rédiger avant la séance.



Objectif : minimiser les écarts

AVERTISSEMENT

VOUS DEVEZ DEPLACER TOUT DOCUMENT NUMERIQUE MODIFIABLE DANS UN DOSSIER PERSONNEL AVANT OUVERTURE ET MODIFICATION. IL S'AGIT ICI DES DOCUMENTS SOLIDWORKS/MECA3D ET DU TABLEAU DE CALCUL.

Préparation à faire chez soi avant la séance de TP

- Lire le sujet en entier
- Partie **maison** (étude théorique). Devra être rendue au début de la séance de TP. Ne doit surtout pas être abordée pendant la séance de TP. Même pas l'encadrement d'un résultat



Revoir les notions suivantes

- Loi reliant le couple moteur et l'intensité absorbée pour un moteur à courant continu avec les unités.

Vous disposez

- Du sujet
- Scripts Python
- Balance électronique du laboratoire
- Modèle Solidworks/Meca3D



Vous devez rendre

- Rédaction soignée des réponses et de toute remarque personnelle sur votre cahier de travaux pratiques.
- Travail maison

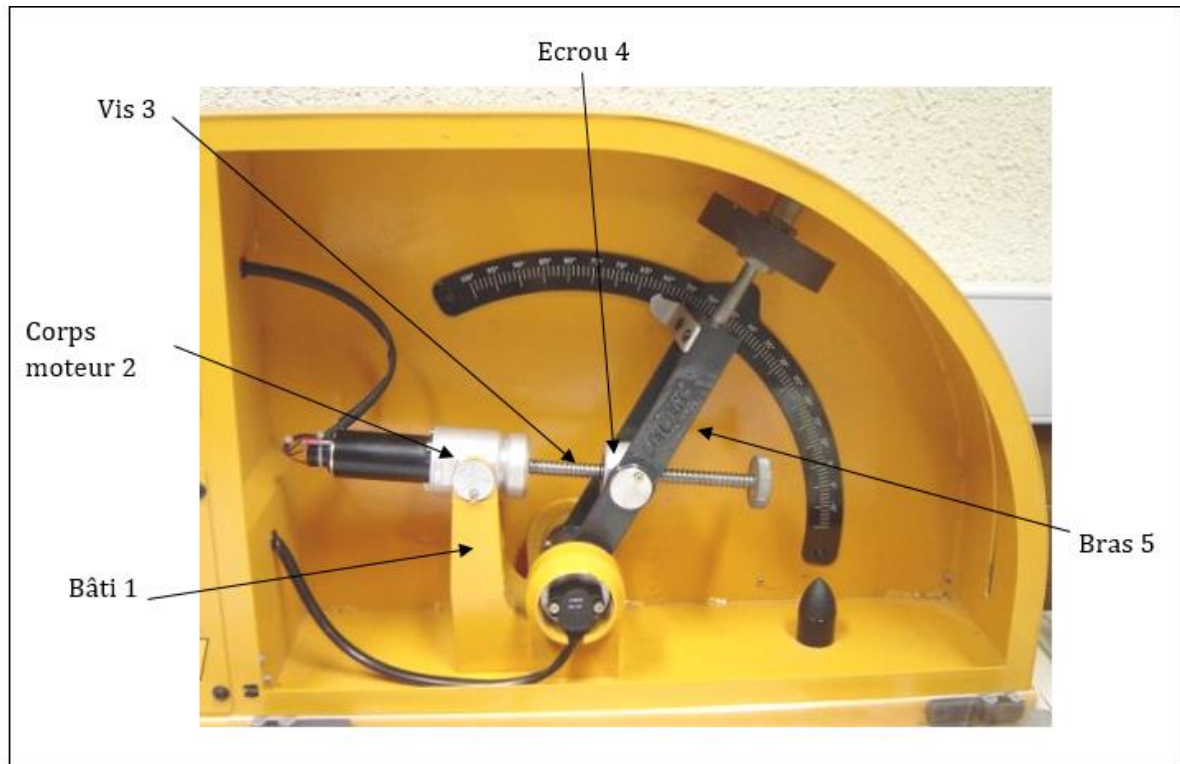


Objectif

L'objectif de cette activité pratique est de déterminer le couple nécessaire sur la vis C_{mot} pour soulever le bras et le positionner à l'angle θ . Il faut donc déterminer la fonction $C_{mot}(\theta)$. Cela est nécessaire pour plusieurs raisons :

- Dimensionner/choisir le moteur selon l'application que l'on veut faire du bras de robot.
- Connaître la charge que le bras peut soulever pour un moteur donné.
- Connaître la loi complète pour la modélisation causale (schéma bloc sous Scilab par exemple), car le couple résistant conséquence du poids du bras et des masses à son extrémité est la perturbation s'opposant à l'asservissement de celui-ci.

Présentation du bras de robot - Paramétrage



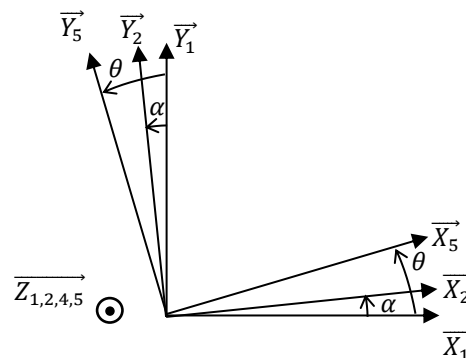
Présentation des sous-ensembles cinématiquement équivalents

PARTIE 0 – TRAVAIL MAISON

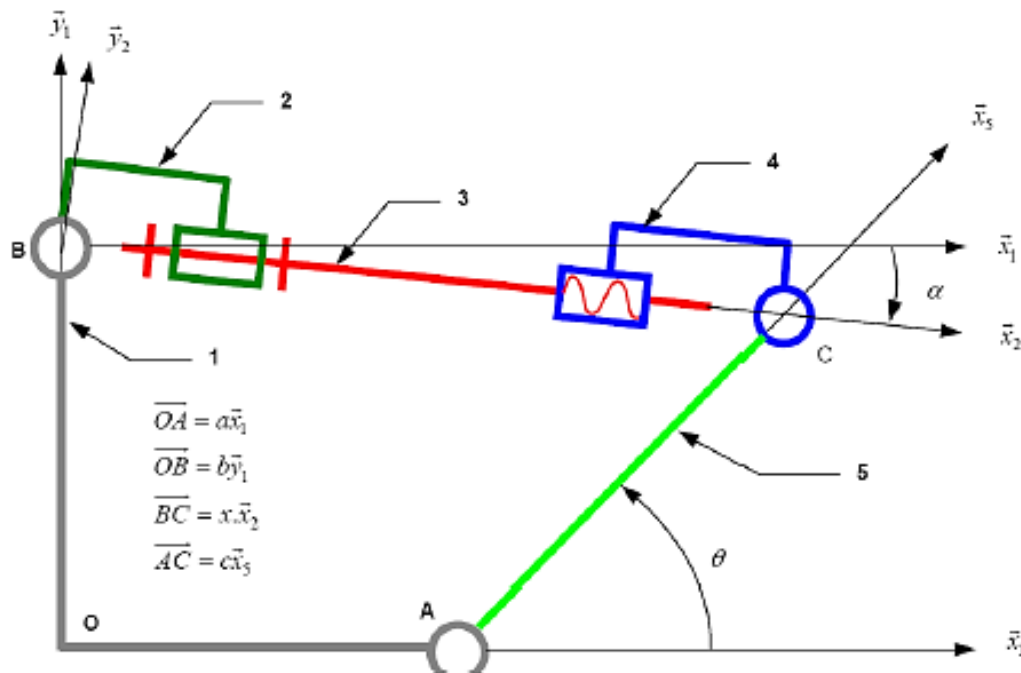
Cette partie doit être faite chez vous en préparation de ce sujet de TP. Elle sera contrôlée par votre enseignant en début de séance.

Vous allez établir, grâce à un questionnaire guidé, la loi entrée-sortie statique théorique de Maxpid en appliquant le Principe Fondamental de la Statique.

Figures de changement de base



Paramétrage de Maxpid – Schéma cinématique



$$\vec{OA} = a\vec{x}_1 ; a = 70 \text{ mm}$$

$$\vec{OB} = b\vec{y}_1 ; b = 80 \text{ mm}$$

$$\vec{AC} = c\vec{x}_5 ; c = 80 \text{ mm}$$

$$\vec{AM} = e\vec{x}_5 ; e = 280 \text{ mm}$$

Le **pas** de l'ensemble {vis/écrou} = p .

Charge : trois masses seront placées au point M, centre de gravité des masses. Valeur m .

Détermination de la loi $C_{mot}(\theta)$ par l'étude statique (application du PFS)

Hypothèses :

- Liaisons parfaites
- Seul le poids mg de 5 est pris en compte.
- Poids des autres pièces négligés devant le poids mg des masses en M sur 5.

On isole l'ensemble {E} constitué du corps moteur, vis et écrou : {E}={2,3,4}.

{E} est en pivot en B avec 1, et en C avec 5. {E} n'est donc soumis qu'à deux actions mécaniques extérieures provenant de 1 et 5. Les résultantes d'action mécaniques s'écrivent :

$$\vec{R}(1 \rightarrow 2) = X_{12} \cdot \vec{x}_2 + Y_{12} \cdot \vec{y}_2 + Z_{12} \cdot \vec{z}_2 \quad \text{et} \quad \vec{R}(5 \rightarrow 4) = X_{54} \cdot \vec{x}_2 + Y_{54} \cdot \vec{y}_2 + Z_{54} \cdot \vec{z}_2$$

Q0.1. Par application du théorème du moment à {E} au point B selon l'axe $\vec{z}_1$, démontrer que la composante Y_{54} est nulle.

Q0.2. Appliquer le théorème du moment au bras 5 au point A selon $\vec{z}_1$ et déterminer la relation entre le poids mg et l'action de 4 sur 5 : $cX_{45} \sin(\theta - \alpha) + mge \cos(\theta) = 0$.

Q0.3. Par isolement de 4 (th. de la résultante), et résolution finale, trouver la loi entrée sortie statique donnée. Vérifier l'homogénéité dimensionnelle.

$$C_{mot} = mg \frac{p}{2\pi} \cdot \frac{e \cdot \cos(\theta)}{c \cdot \sin(\theta - \alpha)}$$

Ce sujet de TP comporte deux parties :

- Une partie expérimentale sur le système (première mi-temps)
- Une partie en simulation informatique sur logiciel SW-Méca3D (deuxième mi-temps)

PARTIE 1 - EXPERIMENTATION

Cette partie se fait en binôme du le système.

Situation

Le système doit être posé en **position verticale** sur la table de travail.

Bras chargé avec 3 masses en son extrémité.

Rappel théorique important

On rappelle que dans un moteur à courant continu le couple électromagnétique fourni par le stator au rotor est proportionnel au courant absorbé par le moteur (moment des forces de Laplace).

Questions préliminaires

Q1.1. Ecrire l'expression mathématique relative au rappel énoncé ci-dessus. Reportez-vous à l'annexe et donnez la valeur numérique du coefficient nécessaire.

Protocole expérimental

Q1.2. En vous aidant du protocole expérimental ci-dessous, déterminer la loi ES statique.

Utiliser un PC de la salle « informatique » proche de maxpid et ouvrir le script Python « *Loi es statique Exp - Eleve* ».

- Vous ferez une mesure par pas de 5° du bras en partant de $\theta = 0^\circ$ jusqu'à $\theta = 90^\circ$ (cela fait 19 valeurs en consignes échelon)
- Vous saisissez les valeurs d'intensité dans le document Python fourni.
- Tout est indiqué dans le script Python. Il y a des éléments à saisir. Lisez bien le code. Le couple moteur est déduit par le code en fonction des valeurs d'intensité que vous saisissez.
- La courbe expérimentale $C_{mot}(\theta)$ est tracée grâce au script Python, ainsi que la loi théorique dont l'équation est déjà saisie.

Q1.3. Vous tirerez les conclusions par observation de la courbe : le couple moteur diminue avec la montée du bras. Il est même nul quand le bras est vertical. Expliquez la raison de cela.

FIN DE LA PARTIE 1



PARTIE 2 – SIMULATION SUR SW/Méca 3D

Cette partie se fait individuellement sur un PC de la salle « informatique ». Identifiez-vous sur le PC choisi, connecté au réseau.

Loi $C_{mot}(\theta)$ simulée numériquement avec SolidWorks/Méca3D

Il s'agit de déterminer la loi $C_{mot}(\theta)$ grâce au logiciel de simulation mécanique Méca3D associé au modèleur volumique Solidworks.

Q2.1. Ouvrir l'assemblage Maxpid sous SW (« ASSEMBLAGE Maxpid-V2 »).

Q2.2. Onglet Méca3D, saisir les efforts :

- poids en bout de bras (clic droit Effort/Ajouter/effort constant fixe... Saisir le poids des masses métalliques, le point de réduction est déjà défini dans la pièce « Masse »).
- couple moteur inconnu sur la liaison pivot vis/stator (clic droit Effort/Ajouter/Moteur inconnu...)

Q2.3. Lancer l'analyse statique (étude cinématique et statique, Nrotor=3000tr/min pendant 0,5s, 300 positions de calcul), et tracer la loi paramétrée $C_{mot}(\theta)$.

Tracé des trois lois es statique de Maxpid : simulée, théorique, expérimentale

Il s'agit de tracer les trois courbes sur le même graphique.

L'exportation des données depuis M3D en fichier texte est déjà réalisée : « loi es statique M3D - Mt en fct de theta.txt ». Il est prêt à l'emploi. Ne pas le modifier.

Q2.4. Ouvrir le script Python « 3 loi es statique_th-sim-exp – Eleve ». Lire le code et saisir le chemin d'accès nécessaire. Lancer le code.

Q2.5. Conclure.



FIN DU SUJET

ANNEXE 1 : DOCUMENTATION TECHNIQUE DU MOTEUR CC MAXON

Type Produit **RE035G**

PAGE 1

41W

97W

MAXON

CARACTERISTIQUES

24V

Tension d'alimentation (Ua)	V	24
Vitesse au courant In	tr/mn	3493
Couple au courant In	mNm	113
Courant max permanent (In)	mA	2150
Vitesse à vide à Ua à +/- 10%	tr/mn	4303
Courant à vide à +/- 50%	mA	92,8
Couple de démarrage à Ua	mNm	611
Courant de démarrage à Ua	mA	11600
Constante de couple	mNm/A	52,5
Constante de vitesse	tr/mn/V	182
Pente vitesse/couple	tr/mn/mNm	7,17
Vitesse limite	tr/mn	8200
Puissance utile max. à Ua	W	69
Rendement maximum	%	85,5
Constante de temps électromécanique	ms	5,23
Inertie	gcm ²	69,6
Résistance aux bornes	Ohm	2,07
Inductivité	mH	0,62
Résistance thermique Boîtier/Ambiant	K/W	6,2
Résistance thermique Rotor/Boîtier	K/W	2

