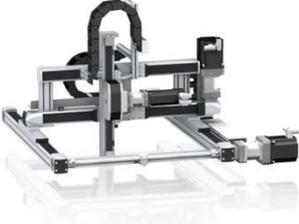


Code <b>CONTROL'X</b>	<b>DC8 Les systèmes automatiques</b>	Série 10 Activité 1
--------------------------	--------------------------------------	------------------------

<b>Problématique</b>	Quelle est la précision de positionnement du système Control'X ?
----------------------	--

<b>Système</b>	<p><b>CONTROL'X</b></p> <p>Le système industriel duquel est extrait Control'X est un robot portique 3 axes Lexium Max R du constructeur Schneider Electric.</p> <p>Ce robot portique permet d'apporter une solution fiable pour la manipulation de charges sur de longues distances : selon le modèle, des charges jusqu'à 50 kg peuvent être déplacées jusqu'à 5500 mm en X, 1500 mm en Y et 1200 mm en Z.</p> <p>Ces robots portiques, commercialisés préassemblés, offrent différentes options de configuration pour chaque axe dont la longueur, le choix entre différentes tailles et types de profilés, le choix entre différents types de guidages ...</p>	
----------------	---	---

<b>Préambule</b>	<p>Le modèle d'un système automatique asservi peut prendre deux formes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>un modèle de connaissances</b> : on connaît par exemple tous les paramètres du moteur (résistance, inductance, constante de couplage) et de sa charge (inertie, frottement, couple résistant ...) et on prédétermine ainsi son comportement à grâce à l'étude de la fonction de transfert du système.</li> <li>• <b>un modèle de comportement (ou d'expérience)</b> : A l'aide de relevés d'essais effectués dans des conditions particulières (essai indiciel par exemple), on détermine (par identification) le gain statique, l'ordre du système, sa constante de temps ...</li> </ul> <p>Enfin, l'utilisation d'un outil numérique de simulation permet de <b>valider le modèle de comportement</b> en le confrontant au système réel.</p>
------------------	---

<b>Objectifs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etablir un modèle de comportement d'un SA (système automatique asservi)</li> <li>• Etablir un modèle de connaissance d'un SA</li> <li>• Décrire un SA sous forme de schéma-blocs</li> <li>• Calculer la fonction de transfert d'un SA en BO (Boucle Ouverte)</li> <li>• Calculer la fonction de transfert d'un SA en BF (Boucle Fermée)</li> <li>• Caractériser la Rapidité d'un SA</li> <li>• Caractériser la Précision d'un SA</li> <li>• Choisir et Régler un correcteur afin de respecter le cahier des charges</li> </ul>
------------------	---

<b>Activité 1</b>	Etablir un modèle de connaissance.
-------------------	------------------------------------

<b>Activité 2</b>	Etablir un modèle de comportement et caractériser les performances du système.
-------------------	--

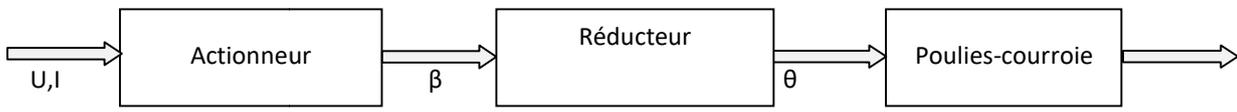
<b>Activité 3</b>	Etablir un modèle numérique alimenté par le modèle de connaissance et des essais.
-------------------	---

Chef de projet

## Activité 1

**Responsabilité** : Vous établissez un modèle d'asservissement de la commande en position de l'axe Control'X. Les résultats de votre analyse servent à renseigner le modèle numérique (Activité 3).

<b>Documents</b>	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Doc. Réponse</td> <td><b>CONTROLX_A1_DR1</b></td> </tr> <tr> <td>Doc. Excel</td> <td><b>CONTROLX_A1_XLS</b></td> </tr> <tr> <td>Doc. Moteur</td> <td><b>CONTROLX_A1_DOC</b></td> </tr> </table>	Doc. Réponse	<b>CONTROLX_A1_DR1</b>	Doc. Excel	<b>CONTROLX_A1_XLS</b>	Doc. Moteur	<b>CONTROLX_A1_DOC</b>
Doc. Réponse	<b>CONTROLX_A1_DR1</b>						
Doc. Excel	<b>CONTROLX_A1_XLS</b>						
Doc. Moteur	<b>CONTROLX_A1_DOC</b>						

<b>Questions</b>	<p>La chaîne d'énergie de l'axe Control'X est constituée de l'actionneur et des transmetteurs :</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><i>Schéma fonctionnel de la chaîne de puissance</i></p>
------------------	--

## Modèle de connaissance de l'actionneur

**Q1** Après avoir rappelé les équations de la machine à courant continu, Compléter le schéma bloc classiquement retenu pour la modélisation d'un moteur à courant continu sur **document réponse CONTROLX\_A1\_DR1**.

On fera apparaître sur le schéma (dans l'espace de Laplace) les grandeurs :

- Tension de commande :  $u_m(t)$
- Intensité :  $i(t)$
- Couple électromagnétique :  $C_m(t)$
- Vitesse angulaire de l'arbre moteur :  $\omega_m(t)$

Les paramètres de la machine à courant continu sont :

- Inertie équivalente ramenée à l'axe du moteur :  $J$
- Résistance du moteur :  $R$
- Inductance du moteur :  $L$
- constante de f.e.m :  $k$
- constante de couple :  $k$

**Q2** Exprimer dans le domaine de Laplace la fonction de transfert :  $H_{m(p)} = \frac{\Omega_{m(p)}}{U_{m(p)}}$

On définit les constantes de temps suivantes :

Constante de temps électrique :  $\tau_e = \frac{L}{R}$

Constante de temps mécanique :  $\tau_m = \frac{R \cdot J}{k^2}$

- Montrer que l'expression de  $H_{m(p)}$  peut s'écrire sous la forme canonique :

$$H_{2m(p)} = \frac{\frac{1}{k}}{1 + \tau_m \cdot p + \tau_m \cdot \tau_e \cdot p^2}$$

l'inertie  $J$  (actionneur + charge) ramenée à l'arbre moteur a pour valeur  $2,1638 \times 10^{-4} \text{ kg.m}^2$ .

- formuler une hypothèse et la vérifier pour proposer un modèle de la fonction de transfert  $H_{2m(p)}$  sous la forme

$$H_{2m(p)}^* = \frac{\frac{1}{k}}{(1 + \tau_m \cdot p) \cdot (1 + \tau_e \cdot p)}$$

- En déduire que la fonction de transfert  $H_{2m(p)}^*$  peut s'écrire sous la forme d'un modèle d'ordre 1

$$H_{1m(p)} = \frac{\frac{1}{k}}{(1 + \tau_m \cdot p)}$$

- Modifier la représentation schéma-blocs (**CONTROLX\_A1\_DR1**) pour tenir compte de cette hypothèse.

## Modèle de comportement de la transmission de puissance

**Q3** Proposer un modèle possible du mécanisme de transmission de puissance sous forme d'un schéma-bloc.

**Q4** Proposer un protocole de mesure qui permette de quantifier le modèle choisi à la question précédente.

**Évaluation compétence 2.1 appeler le professeur**

**Q5** Mettre en œuvre le protocole et exprimer sous forme numérique la fonction de transfert du mécanisme.

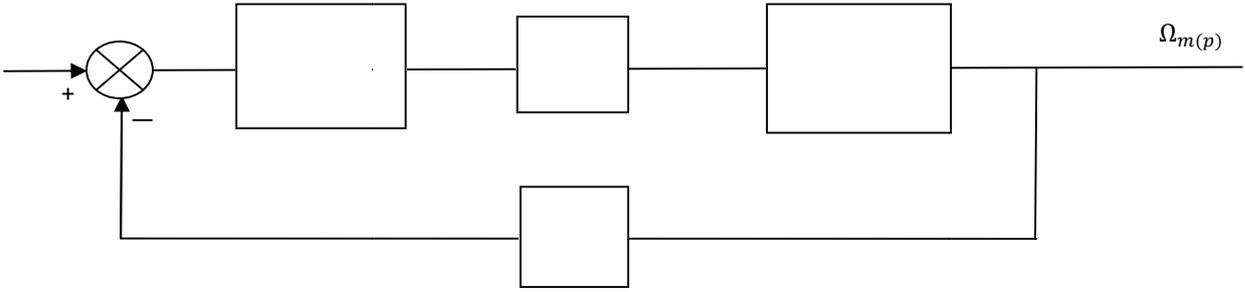
## Modélisation de l'asservissement

**Q6** Proposer le schéma bloc complet de l'asservissement en position du robot ControlX (Compléter le **document réponse CONTROLX\_A1\_DR1**). On ajoutera au système un gain pur  $K_c (=1)$  pour le correcteur et un gain pur  $k_h (=4)$  pour le hacheur avant le moteur.

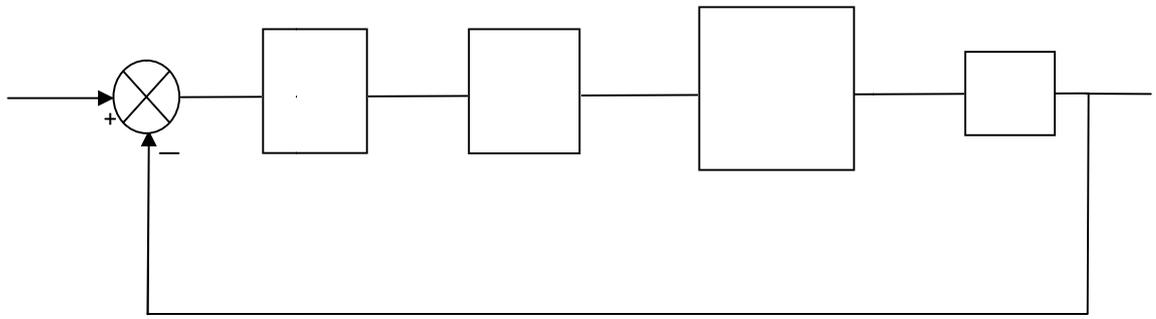
**Q7** Ecrire, dans le domaine de Laplace et sous forme canonique, la fonction de transfert :  $H_{BF(p)} = \frac{\theta_s(p)}{\theta_e(p)}$

**Q8** Caractériser numériquement (erreur statique et temps de réponse) la commande en position du chariot du robot ControlX et conclure sur son comportement.

# CONTROLX\_A1\_DR1

<b>Q1</b>	
<b>Q2</b>	
<b>Q3</b>	
<b>Q4</b>	
<b>Q5</b>	

Q6



Q7

Q8