

# MODELISER LE COMPORTEMENT DES SYSTEMES MECANIQUES DANS LE BUT D'ETABLIR UNE LOI DE COMPORTEMENT OU DE DETERMINER DES ACTIONS MECANIQUES EN UTILISANT LES METHODES ENERGETIQUES



## MODELISATION D'UN SYSTEME PLURITECHNOLOGIQUE CONTROL'X



### 1 OBJECTIFS

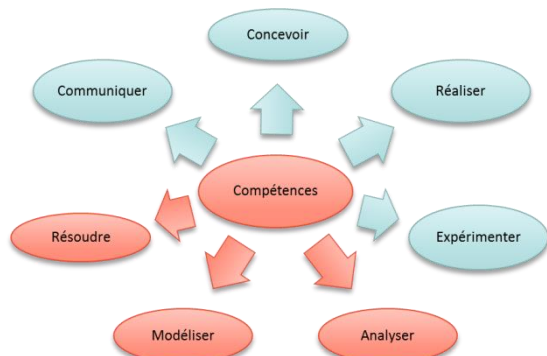
#### 1.1 Objectif technique

##### Objectif :

L'objectif de ce TP est de réaliser un modèle multiphysique du ControlX en utilisant deux outils de modélisation :

- ☐ la modélisation multiphysique (par composants);
- ☐ la modélisation par schéma-blocs.

#### 1.2 Contexte pédagogique



##### Analyser :

- ☐ A3 – Conduire l'analyse

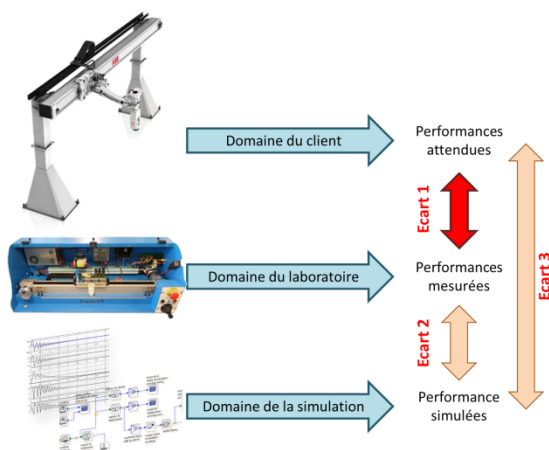
##### Modéliser :

- ☐ Mod2 – Proposer un modèle
- ☐ Mod3 – Valider un modèle

##### Résoudre :

- ☐ Rés2 – Procéder à la mise en œuvre d'une démarche de résolution analytique
- ☐ Rés3 – Procéder à la mise en œuvre d'une démarche de résolution numérique

#### 1.3 Évaluation des écarts

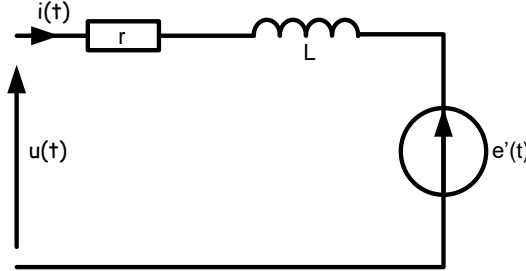
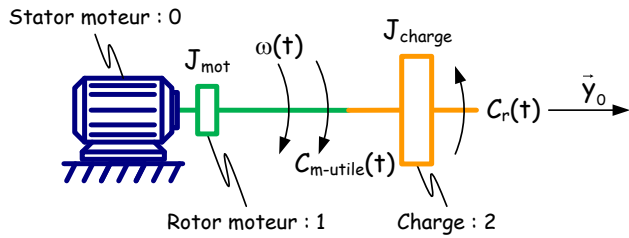


L'objectif de ce TP est de vérifier si le moteur du ControlX est compatible avec le besoin du client en analysant les résultats des simulations.

**OUVRIR MATLAB ET SIMULINK.**

### 2 MODELISATION DE LA MOTORISATION

Le Control'X est entraîné par un moteur à courant continu. On donne le modèle électrique équivalent et les équations associées.

	$u(t) = r.i(t) + L \cdot \frac{di(t)}{dt} + e'(t)$ $r = 5,1 \, \Omega, L = 3,2 \cdot 10^{-3} \, \text{H}$
	<p><u>Paramétrage :</u></p> <p><math>\vec{C}_{(\text{moteur} \rightarrow \text{rotor})} = C_m(t) \cdot \vec{y}_0</math> : couple électromagnétique</p> <p><math>\vec{C}_{(\text{moteur-utile} \rightarrow \text{charge})} = C_{m\text{-utile}}(t) \cdot \vec{y}_0</math> : couple moteur propre à entraîner la charge</p> <p><math>\vec{C}_{(\text{ext} \rightarrow \text{charge})} = -C_r(t) \cdot \vec{y}_0</math></p> <p><math>\vec{\Omega}_{1/0} = \omega(t) \cdot \vec{y}_0</math></p> <p><u>Equations dynamiques :</u></p> <p><math>C_{m\text{-utile}}(t) = C_m(t) - C_{\text{frott-moteur}} - f_{\omega\text{-moteur}} \cdot \omega(t) - J_{\text{mot}} \cdot \dot{\omega}(t)</math></p> <p><math>J_{\text{mot}} = 0,037 \cdot 10^{-3} \, \text{kgm}^2</math></p>
<p>Domaine électrique</p> <p><math>C_m(t) = k_c \cdot i(t)</math></p> <p><math>e'(t) = k_e \cdot \omega(t)</math></p> <p>Domaine mécanique</p>	<p><math>k_c = 0,21 \, \text{N m A}^{-1}</math></p> <p><math>k_e = 0,21 \, \text{V rad s}^{-1}</math></p>

### Activité 1 – Moteur à courant continu

- ☐ Réaliser la modélisation du moteur à courant continu (de la source d'alimentation à l'entraînement de l'arbre moteur) en utilisant une modélisation par composants technologiques.
  - Ajouter une mesure de la tension, du courant de la vitesse de rotation et du couple moteur.
- ☐ En utilisant la même feuille, réaliser le modèle en utilisant des schéma-blocs.
  - Ajouter une mesure de la tension, du courant de la vitesse de rotation et du couple moteur.
- ☐ Vérifier que les différents signaux sont identiques pour les 2 modélisations.

Remarque :

- moment d'inertie de la génératrice tachymétrique :  $J_g = 0,012 \cdot 10^{-3} \, \text{kgm}^2$  ;
- moment d'inertie du codeur incrémental :  $J_c = 8 \cdot 10^{-8} \, \text{kgm}^2$ .

## 3 MODELISATION DE LA TRANSMISSION

Le moteur du Control'X entraîne un réducteur (train épicycloïdal de rapport de transmission  $i = 3$ , moment d'inertie ramené sur l'arbre d'entrée :  $J_r = 0,135 \cdot 10^{-4} \, \text{kgm}^2$ ). En sortie du réducteur, un système poulie courroie (rayon de la poulie  $R = 24,7 \, \text{mm}$ ) permet de transformer la rotation en translation et de faire translater un chariot.

Le moment d'inertie du joint d'accouplement entre le réducteur et la poulie est donné par  $J_a = 2,53 \cdot 10^{-5} \, \text{kgm}^2$ .

Le moment d'inertie d'une poulie crantée est donné par  $J_p = 4,2 \cdot 10^{-5} \, \text{kgm}^2$ .

La masse totale du chariot est donnée par  $M = 1,74 \, \text{kg}$ .

### Activité 2 – Modélisation de la transmission

- ☐ Sur le modèle multiphysique, ajouter les systèmes de transmission ainsi que les moments d'inertie ou masse de chacun.
  - Ajouter une mesure de la position et de la vitesse du chariot.
- ☐ En utilisant la même feuille, ajouter la transmission sur le schéma-blocs.

- Ajouter une mesure de la position et de la vitesse du chariot.
- ☐ Vérifier que les différents signaux sont identiques pour les 2 modélisations.

## 4 MODELISATION DES FROTTEMENTS

Les efforts dus au frottement sec ramenés au chariot sont donnés par  $F_{\text{frot}} = 28\text{N}$ .

Le coefficient de frottement visqueux ramenés sur le chariot est donné par  $f_v = 20 \text{ N/(m/s)}$ .

### Activité 3 – Modélisation des frottements

- ☐ Sur le modèle multiphysique, ajouter les frottements secs et les frottements visqueux.
- ☐ Sur le modèle schéma-blocs, ajouter les frottements secs et les frottements visqueux.
- ☐ Vérifier que les différents signaux sont identiques pour les 2 modélisations.

## 5 MODELISATION DE LA COMMANDE

### Activité 4 – Modélisation de l'asservissement

- ☐ Modifier le modèle multiphysique, pour réaliser un asservissement en position du Control'X. Ajouter un correcteur proportionnel.
- ☐ Modifier le schéma-blocs, pour réaliser un asservissement en position du Control'X. Ajouter un correcteur proportionnel.
- ☐ Vérifier que les différents signaux sont identiques pour les 2 modélisations.

### Activité 5 – Modélisation de la commande

- ☐ La tension de commande est saturée à 40V. Intégrer cette non linéarité dans les modèles.
- ☐ Modifier la commande du modèle multiphysique pour intégrer un hacheur.

## 6 POUR ALLER PLUS LOIN

### Activité 6 – Modélisation d'un asservissement en effort

- ☐ On souhaite utiliser le Control'X pour réguler l'effort exercé par le chariot. Modifier le modèle multiphysique en conséquence.