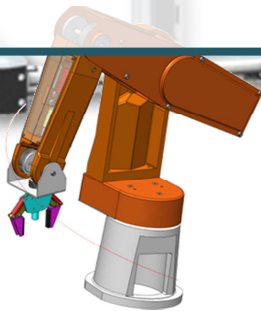


# CONCEVOIR LA PARTIE COMMANDE DES SYSTÈMES ASSERVIS AFIN DE VALIDER LEURS PERFORMANCES.



## ANALYSE ET CONCEPTION D'UN CORRECTEUR

ROBOT ANTHROPOMORPHE ERICC3

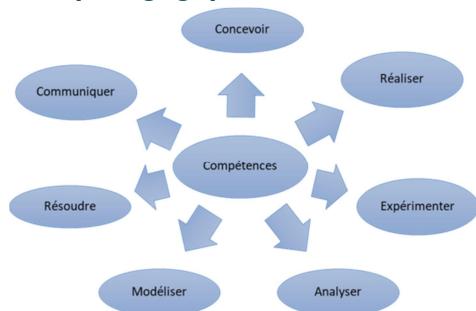
### 1 PRÉSENTATION

#### 1.1 Objectifs

Les objectifs sont:

- ☐ De modéliser un système asservi ;
- ☐ D'analyser l'effet d'un correcteur sur le comportement d'un système

#### 1.2 Contexte pédagogique



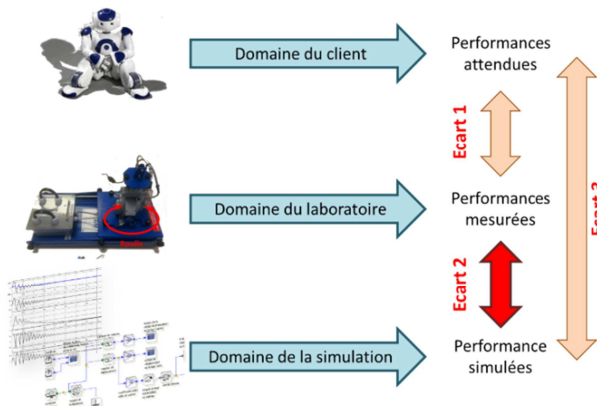
#### Modéliser :

- Mod 2 : Proposer un modèle de connaissance et de comportement
- Mod 3 : Valider un modèle.

#### Expérimenter

- Proposer et justifier un protocole expérimental
- Mettre en œuvre un protocole expérimental

#### 1.3 Évaluation des écarts



L'objectif de ce TP est de comparer principalement les écarts entre performances mesurées et simulées.

## 2 PRÉSENTATION DU TP

On s'intéresse ici à l'étude de la commande du robot anthropomorphe 5 axes Ericc3. La présentation générale du système est détaillée dans le fiche1 de la documentation technique.

Ce TP vise à :

- mettre en œuvre la commande en lacet et mettre en évidence la problématique de l'asservissement ;
- analyser expérimentalement l'asservissement en position du système et étudier l'influence des paramètres d'inertie et de réglage des correcteurs ;
- analyser à l'aide d'un modèle numérique Matlab l'influence des paramètres d'inertie et de réglage des correcteurs ;
- diagnostiquer et caractériser les écarts ;
- améliorer les performances du système.

## 3 ANALYSE DE LA RÉPONSE DU SYSTÈME ET ANALYSE DES ÉCARTS

### 3.1 Analyse structurelle du système

#### Activité 1 – Conducteur de projet

**Situer** chaque composant des chaînes d'énergie et d'information du système, puis **réaliser** une description de l'ensemble avec un graphe « chaîne d'énergie – chaîne d'information », qui sera utilisé pour effectuer la présentation lors de la restitution orale des travaux.

### 3.2 Mise en place d'un essai et analyse des résultats

#### Activité expérimentateur – 1 : essai préliminaire

- ☐ La consigne de position est de  $30^\circ$ .
- ☐ Durée du créneau : 500ms.
- ☐ la posture initiale du robot est telle que  $\theta_2 = 0^\circ$  (épaule) ;  $\theta_3 = -90^\circ$  (coude) ;  $\theta_4 = 0^\circ$  (poignet) qui est la posture de détermination de  $J_{\text{équivalent}}$ .

**Remarque** pour placer l'axe du lacet en position initiale, il faut penser à appliquer les valeurs par défauts du correcteur PID :  $K_p$  (1000000),  $K_d$  (600) et  $K_i$  (200000).

Réaliser une première mesure avec des données précédentes :

- ☐ Nouvelle mesure temporelle (permet d'afficher une nouvelle feuille d'acquisition)
- ☐ Échelon en boucle fermée
- ☐ Puis préciser les données liées à l'expérience.
- ☐ Cocher la case « afficher le courant ».

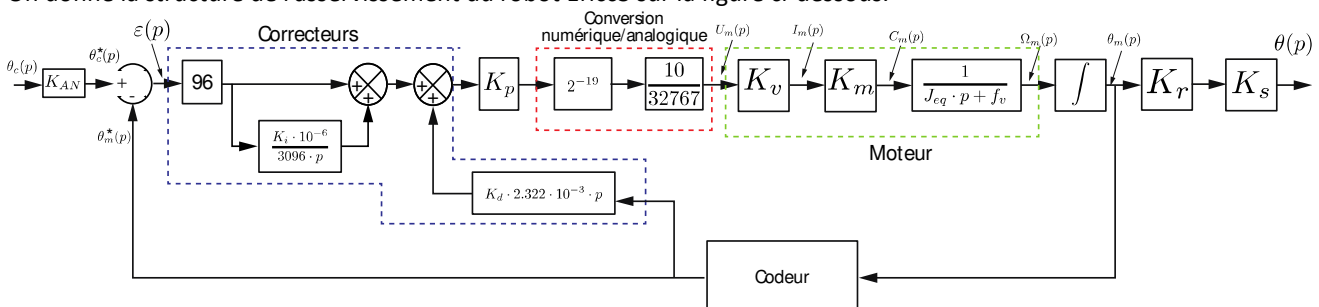


#### Activité expérimentateur – 2 : analyse des résultats expérimentaux

- ☐ Analyser la stabilité et la précision de la réponse en lançant des échelons de position avec acquisition des courbes de position.
- ☐ Sur la courbe, vérifier que le courant reste à une valeur inférieure à 1,7 A.
- ☐ Exporter les résultats au format CSV pour pouvoir ensuite les comparer avec la simulation.

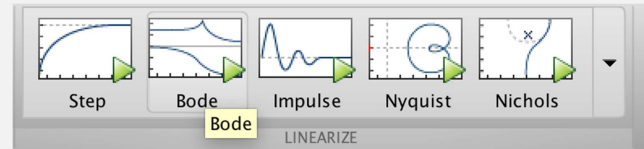
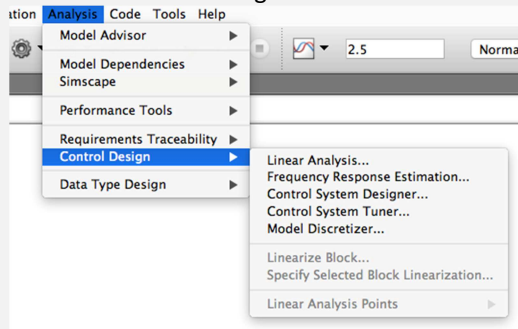
### 3.3 Mise en place d'une simulation

On donne la structure de l'asservissement du robot Ericc3 sur la figure ci-dessous.

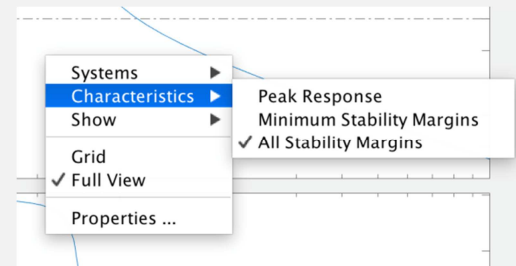


### Activité simulateur – 1

- ☐ Ouvrir Matlab et charger le fichier « modele\_ericc\_correcteur\_eleve.slx » ainsi que le fichier « data\_modele\_ericc.m » que vous aurez récupéré sur le dossier transfert et copier dans votre espace personnel.
- ☐ Modifier le programme pour qu'il prenne bien la structure proposée et qu'il permette bien d'imposer les bonnes conditions expérimentales.
- ☐ Lancer la simulation et observer le résultat avec le réglage par défaut des coefficients  $K_p$ ,  $K_i$  et  $K_d$  proposé dans le fichier « data\_modele\_ericc.m ».
- ☐ Analyser la FTBO dans le domaine fréquentielle en allant dans Control Design/Linear Analysis puis sélectionner le diagramme de Bode.



- ☐ En cliquant droit sur la courbe vous pouvez afficher les marges de stabilité.
- ☐ Proposer une modifier du modèle pour tenir compte de la saturation en intensité et relancer les simulations.
- ☐ Comparer les résultats de la simulation à ceux obtenu par l'expérience.



### Activité de synthèse

- ☐ Comparer les résultats de la simulation à ceux obtenu par l'expérience.

## 4 ANALYSE DES PERFORMANCES EN FONCTION DU RÉGLAGE DU CORRECTEUR

### 4.1 Analyse globale

#### Activité globale

Pour chacun des cas ci-dessous, analyser la stabilité et la précision de la réponse lorsque le système est soumis à une perturbation de type couple, lancer des échelons de position avec acquisition des courbes de position,.

- ☐ **Cas 1** : pour une correction proportionnelle seule ( $K_p = 1e6$ ).
- ☐ **Cas 2** : pour une correction proportionnelle et dérivée ( $K_p = 1e6$  et  $K_d = 600$ ).
- ☐ **Cas 3** : pour une correction proportionnelle, intégrale et dérivée ( $K_p = 1e6$ ,  $K_i = 2e5$  et  $K_d = 600$ ).

#### Bilan

Correction	Stabilité	Précision
Cas 1		
Cas 2		
Cas 3		

### 4.2 Influence de la correction proportionnelle $K_p$ seul

#### Activité globale

- ☐ Dans la configuration étudiée précédemment avec  $K_d$  et  $K_i$  nul compléter le tableau suivant sur modèle réel et simulé.

KP	Dépassement	Erreur en régime permanent	Temps de réponse à 5%
$10^6$			
$10^5$			
$5 \cdot 10^4$			

- ☐ Analyser l'influence des différents réglages sur le diagramme de Bode de la boucle ouverte.

### 4.3 Influence d'une correction proportionnelle intégrale

#### Activité globale

- ☐ Dans la configuration étudiée précédemment avec  $K_p=10^6$ , compléter le tableau suivant sur modèle réel et simulé.

Ki	Dépassement	Erreur en régime permanent	Temps de réponse à 5%
$2 \cdot 10^5$			
$5 \cdot 10^4$			
$5 \cdot 10^3$			

- ☐ Quelle(s) est (sont) la (les) performance(s) affectée(s) par le réglage du gain  $K_i$  ? Analyser vos résultats dans le domaine fréquentiel.
- ☐ Conclure sur l'intérêt d'un tel correcteur pour la boucle de vitesse est-il suffisant dans le cadre de l'action collaboratrice souhaitée ?

### 4.4 Influence d'une correction proportionnelle intégrale dérivée

#### Activité globale

- ☐ Avec pour réglage  $K_p = 10^6, K_i = 2 \cdot 10^5, K_d = 600$  analyser l'influence d'une correction dérivée sur les performances en comparant les résultats sur le système réel et simulé.