

# CONCEPTION DE LA PARTIE COMMANDE DES SYSTEMES POUR EN AMELIORER LES PERFORMANCES

## TP 4

### ROBOT ANTHROPOMORPHE ERICC3

#### Compétences :

- ☐ **Analyser** : Caractériser les écarts
- ☐ **Résoudre** : Proposer une démarche de résolution et mettre en œuvre la résolution analytique et numérique : stabilité, précision et rapidité des SLCI
- ☐ **Expérimenter** : Proposer une Proposer et justifier un protocole expérimental

## 1 PRESENTATION ET PROPOSITION D'ORGANISATION DE TP

### 1) Présentation

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.

### 2) Objectifs du TP

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'influences 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) Organisation

Pour une démarche conduite en îlot, le travail pourra être décomposé comme suit :

Conducteurs de projet	Modélisateur	Expérimentateur
Activité : 1, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	Activité : 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	Activité : 2, 3, 4, 5, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20

Vous trouverez l'ensemble de la documentation sur le système dans la documentation technique disponible sur le serveur.

## 2 ANALYSE DE LA REPONSE DU SYSTEME ET ANALYSE DES ECARTS

### 1) Analyse structurelle du système

**Activité 1. 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.

### 2) Données nécessaires à l'expérimentation

- la consigne de position est de  $10^\circ$ .
- Durée du créneau : 1000ms.
- 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) dans le menu Robot/Paramétrage du correcteur

### 3) Mise en place de l'essai

**Activité 2.** Réaliser une première mesure avec des données précédentes :

- Suivre le fiche 2 (Mise en œuvre du robot) de la documentation technique



- 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 »

### 4) Analyse des résultats expérimentaux

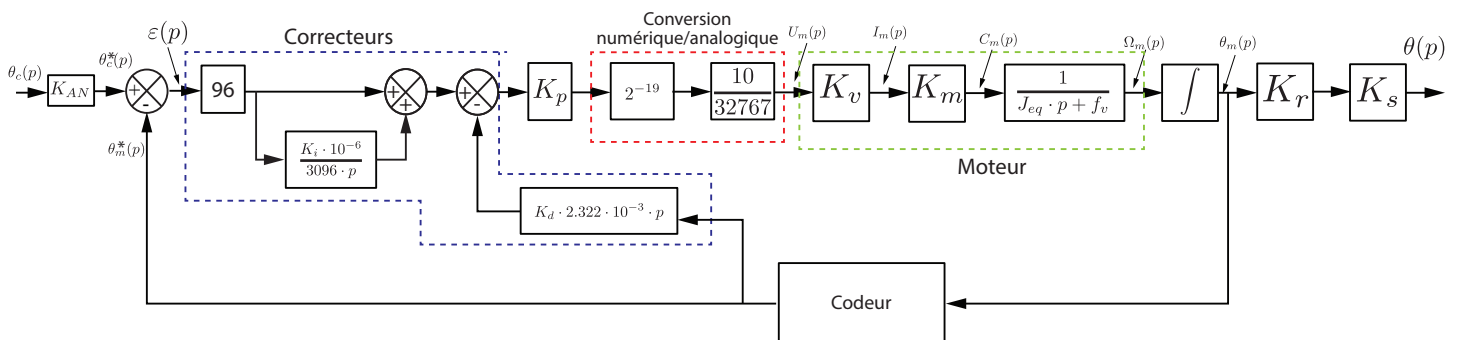
**Activité 3.** Analyser la stabilité et la précision de la réponse en lançant des échelons de position avec acquisition des courbes de position.

**Activité 4.** Sur la courbe vérifier que le courant reste à une valeur inférieure à 1,7 A.

**Activité 5.** Exporter les résultats au format CSV pour pouvoir ensuite les comparer avec la simulation.

### 5) Mise en place de la simulation

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

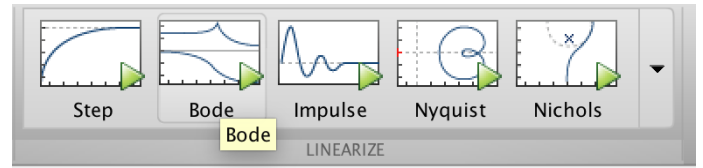
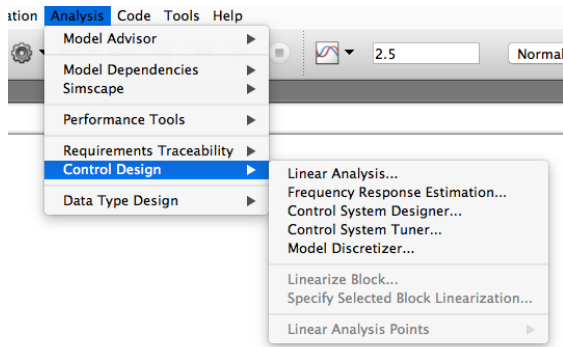


**Activité 6.** Ouvrir Matlab et charger le fichier « modele\_ericc\_correcteur\_eleve.slx » ainsi que le fichier « data\_modele\_ericc.m » que vous aurez récupéré sur le dossier transfert et copier dans votre espace perso.

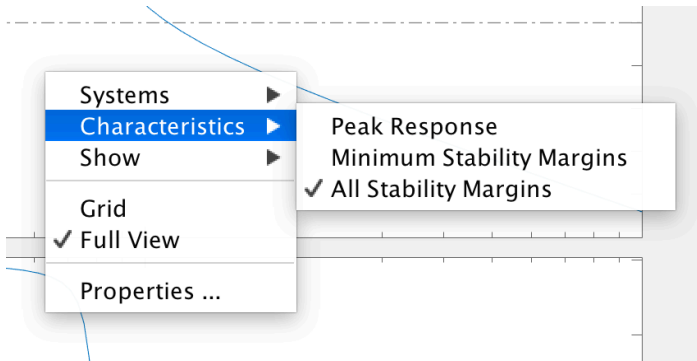
**Activité 7.** Modifier le programme pour qu'il prenne bien la structure proposée et qu'il permette bien d'imposer les bonnes conditions expérimentales.

**Activité 8.** Lancer la simulation et observer le résultat avec le réglage par défaut des coefficients  $K_p$ ,  $K_i$  et  $K_d$  proposés dans le fichier « data\_modele\_ericc.m ».

**Activité 9.** Analyser la FTBO dans le domaine fréquentielle en allant dans Control Design/Linear Analysis puis sélectionner le diagramme de Bode.



**Activité 10.** En cliquant droit sur la courbe vous pouvez afficher les marges de stabilité.



**Activité 11.** Proposer une modifier du modèle pour tenir compte de la saturation en intensité et relancer les simulations.

**Activité 12.** Comparer les résultats de la simulation à ceux obtenu par l'expérience.

### 3 ANALYSE DES PERFORMANCES EN FONCTION DU REGLAGE DU CORRECTEUR

#### 1) Analyse globale

**Activité 13.** 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  $K_d = 600$ ) ;

**Activité 14.** Synthétiser les résultats sous la forme d'un tableau comme proposé

Bilan expérimental		
Correction	Stabilité	Précision
Cas 1		
Cas 2		
Cas 3		

#### 2) Influence de la correction proportionnelle $K_p$ seul

**Activité 15.** 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%
$10^6$			
$10^5$			
$5 \cdot 10^4$			

**Activité 16.** Analyser l'influence des différents réglages sur le diagramme de Bode de la boucle ouverte sur le modèle simulé.

**Activité 17.** Faire une analyse fréquentielle sur la BO pour le premier cas ( $K_p=10^6$ ) : Fichier/Démarrer nouvelle mesure fréquentielle.

### 3) Influence d'une correction proportionnelle intégrale

**Activité 18.** 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%
$2 \cdot 10^5$			
$5 \cdot 10^4$			
$5 \cdot 10^3$			

**Activité 19.** Quelle(s) est (sont) la (les) performance(s) affectée(s) par le réglage du gain KI ? Analyser vos résultats dans le domaine fréquentiel.

**Activité 20.** 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) Influence d'une correction proportionnelle intégrale dérivée

**Activité 21.** 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.

### 5) Influence de l'inertie

**Activité 22.** Proposer une méthode pour étudier l'influence de l'inertie sur les performances