

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 30° .
- 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).

3) Mise en place de l'essai

Activité 2. 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 »

4) Analyse des résultats expérimentaux

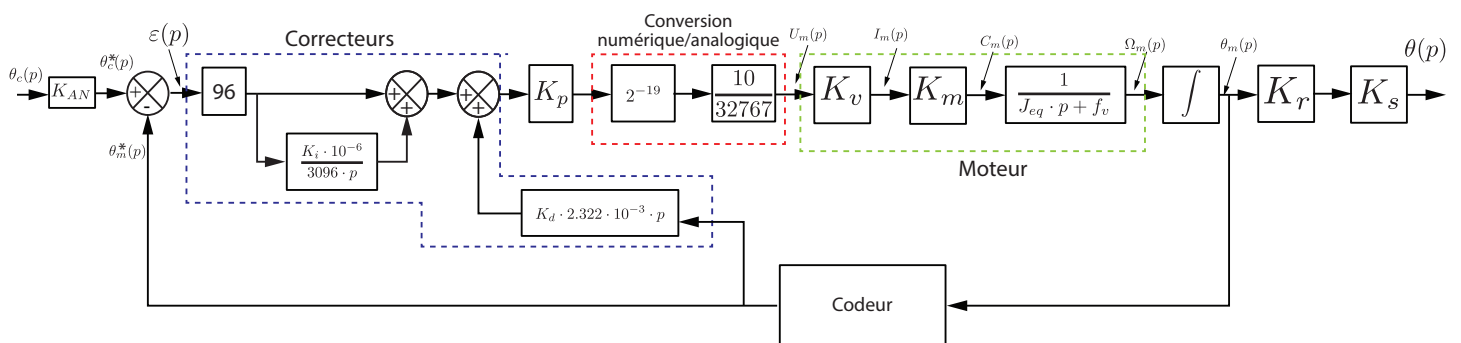
Activité 3. Analyser la stabilité et la précision de la réponse en lançant des échelons de position avec acquisition des courbes de position.

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

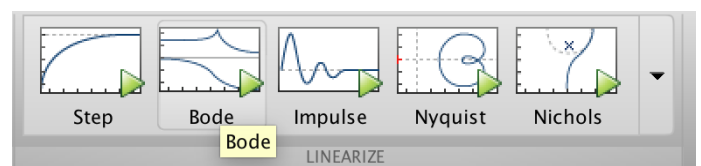
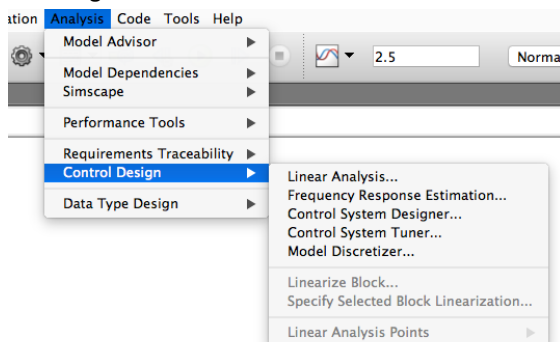


Activité 6. Ouvrir Matlab et charger le fichier « modele_ericc_correcteur_eleve.slx » ainsi que le fichier « data_modele_ericc.m » que vous aurez récupéré sur le dossier transfert et copier dans votre espace perso.

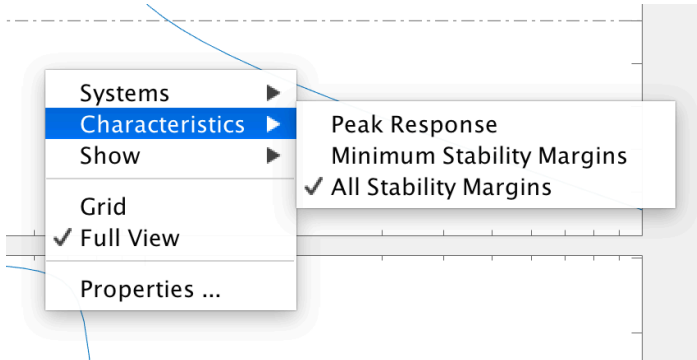
Activité 7. Modifier le programme pour qu'il prenne bien la structure proposée et qu'il permette bien d'imposer les bonnes conditions expérimentales.

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 fréquentiel 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 modification du modèle pour tenir compte de la saturation en intensité et relancer les simulations.

Activité 12. Comparer les résultats de la simulation à ceux obtenus 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.

3) Influence d'une correction proportionnelle intégrale

Activité 17. 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 18. Quelle(s) est (sont) la (les) performance(s) affectée(s) par le réglage du gain KI ? Analyser vos résultats dans le domaine fréquentiel.

Activité 19. 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 20. 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 21. Proposer une méthode pour étudier l'influence de l'inertie sur les performances