



Travaux pratiques - Modélisation SLCI (fréquentiel) -Système : cheville robot NAO



Objectif :

• De façon à prévoir les performances du mécanisme, identifier expérimentalement l'asservissement en position du tibia dans sa rotation autour de l'axe de tangage

1^{ère} partie : présentation

Pour assurer au robot NAO des performances élevées, le constructeur a choisi d'asservir la position des axes de tangage et de roulis de sa cheville.

De façon à prévoir les performances du mécanisme, l'objet de ce TP est d'identifier expérimentalement l'asservissement en position du tibia dans sa rotation autour de l'axe de tangage puis de définir le domaine de validité de cette modélisation.



La démarche d'identification permet la caractérisation d'un modèle associé à ce système, à partir de relevés expérimentaux.

L'objectif de ce TP est d'identifier la fonction de transfert (FTBF) de l'axe de tangage à partir de sa réponse indicielle, puis de valider ce résultat en traçant <u>expérimentalement</u> les diagrammes de Bode de cette Fonction de Transfert.

Les essais portent sur la réponse de l'axe de tangage en faisant varier le coefficient Kp correspondant au gain proportionnel du correcteur ; l'analyse des réponses permet de définir le domaine de validité des fonctions de transfert ainsi identifiées.

Enfin, le diagnostic des écarts entre les résultats théoriques et les réponses expérimentales permet de se prononcer sur la représentativité de cette modélisation.

La structure d'un axe (tangage ou roulis) peut être représentée par une chaîne fonctionnelle constituée d'une chaîne d'énergie et d'une chaîne d'information, élaborant le déplacement du tibia pour l'axe de tangage, par exemple.



2^{ème} partie : prise en main de l'ensemble cheville et réponse temporelle

L'objet de cette partie est de construire un modèle qui simule le comportement de l'axe de tangage de la cheville en boucle fermée ; celui-ci doit être obtenu par identification à partir d'une série de mesures avec une consigne en échelon de 10 degrés pour 2 valeurs du gain du correcteur K_p (200 et 1200). La durée d'acquisition sera de 2 secondes.

Manipulation :

• Lancer le logiciel de commande et d'affichage (icône « NAO_Ankle_Kit V3 » sur le bureau du PC).



- Ne pas oublier de documenter :
 - ✓ La durée du mouvement (qui représente la durée de l'acquisition),
 - ✓ La fréquence de commande et d'acquisition (nombre de points par seconde).

Chaque correcteur PID peut être réglé en cliquant sur l'icône correspondant :



En cliquant sur l'onglet « Courbes de résultats », la fenêtre ci-dessous s'affiche (à la version du logiciel près) :



Pour chaque axe, il est possible d'afficher plusieurs grandeurs en cliquant sur le bouton « Ajouter ».

Le nombre de mesures importées est limité à 10, pour supprimer des mesures il faut :



- Envoyer en entrée un échelon de position d'amplitude 10°, de début = 0 et de durée 2s sur l'axe de tangage commandé en Boucle Fermée avec Kp (coefficient du correcteur proportionnel) = 200 (Pour que l'axe de roulis reste inactif dans toute l'étude, mettre en place une commande nulle sur cet axe).
- Lancer la MESURE ; l'axe rejoint sa position initiale puis le mouvement demandé s'exécute.
- Réaliser l'IMPORT. Fermer la fenêtre de MESURE et ouvrir la fenêtre d'AFFICHAGE DE COURBES ; Cocher la mesure N° 1.
- Avec AJOUTER, afficher la position en entrée (COMMANDE) et celle en sortie (ANGLE REDUCTEUR) de l'axe de tangage en fonction du temps.
- Observer les courbes obtenues.

Remarque : l'utilisation de l'option ZOOM TOUT in permet de voir au mieux les courbes.

L'objet de cette partie est de construire un modèle qui simule le comportement de l'axe de tangage de la cheville en boucle fermée ; celui-ci doit être obtenu par identification à partir d'une série de mesures avec une consigne en échelon de 10 degrés pour 2 valeurs du gain du correcteur K_p (200 et 1200). La durée d'acquisition sera de 2 secondes.

Pour s'affranchir des phénomènes de pesanteur, les mesures se feront en commandant la cheville dans un plan horizontal (cf photo ci-contre).

Il est donc nécessaire de définir une position de référence adéquate (tibia dans le plan horizontal) puis de commander l'axe de roulis avec un échelon d'amplitude nulle.



Question 1: Réaliser les 2 essais puis analyser les réponses. Justifier les formes des fonctions de transfert modélisant les comportements observés. Déterminer numériquement les caractéristiques des 2 Fonctions de Transfert en Boucle Fermée (pour les 2 valeurs de Kp).

3^{ème} partie : mesure de la réponse harmonique pour Kp = 200 et 1200

L'objet de cette partie est de tracer le diagramme de Bode des 2 FTBF précédentes (avec Kp égale 200 et 1200) à partir de mesures sur la réponse de l'axe de tangage à une sollicitation sinusoïdale.

Il faut donc solliciter l'axe de tangage en choisissant une entrée sinusoïdale ; pour pouvoir atteindre des pulsations importantes, il faut choisir une amplitude angulaire faible : 5°.



Pour Kp = 200, les mesures sont fournies sur le document réponse ; il reste donc à réaliser les mesures pour Kp = 1200.

Question 2 : Compléter le tableau de mesure fourni sur le document réponse puis reporter chaque mesure (pour les 2 valeurs de Kp) sur le diagramme de Bode également fourni.

Commenter la forme de la réponse obtenue.

En fonction des résultats obtenus, d'autres mesures pourront être réalisées (en plus de celles proposées dans le tableau) pour affiner les tracés.

Question 3 : Pour chacune des 2 fonctions de transfert, identifier les en déterminant numériquement leurs caractéristiques. Justifier les valeurs déterminées.

4^{ème} partie : validation

L'objet de cette partie est de valider la modélisation obtenue et de déterminer son domaine de validité.

Question 4: Comparer les résultats obtenus à partir des réponses indicielles et fréquentielles. Conclure.

5^{ème} partie : étude de la résonance

Question 5 : Pour Kp = 1200, rechercher la pulsation de résonance et le gain en dB à cette pulsation, puis comparer aux valeurs théoriques issues de la modélisation précédente. Conclure.

ANNEXE

Abaque du temps de réponse réduit

