

Code NAO	DC8 Les systèmes automatiques	Série 10 Activité 1
--------------------	--------------------------------------	--------------------------------------

Problématique	Comment modéliser un système automatique asservi ?
----------------------	---

Système	<p>La cheville du Robot Humanoïde NAO</p> <p>NAO est un robot humanoïde de 58cm conçu par Aldebaran Robotics, une entreprise parisienne (revendue en 2015 à un groupe japonais). Déjà produit à près d'un millier d'exemplaires, NAO fait figure de référence dans le monde de la robotique mobile. Il est notamment utilisé pour la coupe du monde de robotique. NAO est au cœur de nombreuses recherches préfigurant les applications de la robotique mobile : jeux multimédias, aide à l'apprentissage, assistance aux personnes handicapées, interventions en milieu extrême, surveillance de lieux...</p>
----------------	---



Préambule	<p>Le modèle d'un système automatique asservi peut prendre deux formes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • un modèle de connaissances : on connaît par exemple tous les paramètres du moteur (résistance, inductance, constante de couplage) et de sa charge (inertie, frottement, couple résistant ...) et on prédétermine ainsi son comportement à grâce à l'étude de la fonction de transfert du système. • un modèle de comportement (ou d'expérience) : A l'aide de relevés d'essais effectués dans des conditions particulières (essai indiciel par exemple), on détermine (par identification) le gain statique, l'ordre du système, sa constante de temps ... <p>Enfin, l'utilisation d'un outil numérique de simulation permet de valider le modèle de comportement en le confrontant au système réel.</p>
------------------	---

Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> • Etablir un modèle de comportement d'un SA (système automatique asservi) • Etablir un modèle de connaissance d'un SA • Décrire un SA sous forme de schéma-blocs • Calculer la fonction de transfert d'un SA en BO (Boucle Ouverte) • Calculer la fonction de transfert d'un SA en BF (Boucle Fermée) • Caractériser la Rapidité d'un SA • Caractériser la Précision d'un SA • Choisir et Régler un correcteur afin de respecter le cahier des charges
------------------	---

Activité 1	Etablir un modèle de connaissance de la cheville
-------------------	---

Activité 2	Etablir un modèle de comportement de la cheville et caractériser les performances du système.
-------------------	--

<p><i>Chef de projet</i></p> <p>Activité 3</p>	Etablir un modèle numérique de la cheville alimenté par le modèle de connaissance et des essais.
---	---

Activité 1

Responsabilité : Etablir un modèle de connaissance

Documents Doc. Réponse NAO_A1_DR1

Questions Modélisation du comportement dynamique du moteur

Q1 Après avoir rappelé les équations de la machine à courant continu, proposer le schéma bloc classiquement retenu pour la modélisation d'un moteur à courant continu sur **document réponse NAO_ankle_A1_DR1**.

On fera apparaître sur le schéma (dans l'espace de Laplace) les grandeurs :

- Tension de commande : $u_m(t)$
- Intensité : $i(t)$
- Couple électromagnétique : $C_m(t)$
- Vitesse angulaire de l'arbre moteur : $\omega_m(t)$

Les paramètres de la machine à courant continu sont :

- Inertie équivalente ramenée à l'axe du moteur : J
- Résistance du moteur : R
- Inductance du moteur : L
- constante de f.e.m : k
- constante de couple : k

Q2 Exprimer dans le domaine de Laplace la fonction de transfert : $H_{m(p)} = \frac{\Omega_{m(p)}}{U_{m(p)}}$

On définit les constantes de temps suivantes :

Constante de temps électrique : $\tau_e = \frac{L}{R}$

Constante de temps mécanique : $\tau_m = \frac{R \cdot J}{k^2}$

- Montrer que l'expression de $H_{m(p)}$ peut s'écrire sous la forme canonique :

$$H_{2m(p)} = \frac{\frac{1}{k}}{1 + \tau_m \cdot p + \tau_m \cdot \tau_e \cdot p^2}$$

l'inertie J (actionneur + charge) ramenée à l'arbre moteur a pour valeur $1,6 \times 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$.

- formuler une hypothèse et la vérifier pour proposer un modèle de la fonction de transfert $H_{2m(p)}$ sous la forme

$$H_{2m(p)}^* = \frac{\frac{1}{k}}{(1 + \tau_m \cdot p) \cdot (1 + \tau_e \cdot p)}$$

- En déduire que la fonction de transfert $H_{2m(p)}^*$ peut s'écrire sous la forme d'un modèle d'ordre 1

$$H_{1m(p)} = \frac{\frac{1}{k}}{(1 + \tau_m \cdot p)}$$

- Modifier la représentation schéma-blocs (**NAO_ankle_A1_DR1**) pour tenir compte de cette hypothèse.

Modèle de comportement de la transmission de puissance

Q3 Proposer un modèle possible du mécanisme de transmission de puissance sous forme d'un schéma-bloc.

Q4 Proposer un protocole de mesure qui permette de quantifier le modèle choisi à la question précédente.

Évaluation compétence 2.1 appeler le professeur

Q5 Mettre en œuvre le protocole et exprimer sous forme numérique la fonction de transfert du mécanisme.

Modélisation de l'asservissement

Q6 Proposer le schéma bloc complet de l'asservissement en position (Compléter le **document réponse NAO_A1_DR1**). On ajoutera au système un gain pur K_{cor} (réglable 50, 100 et 200) pour le correcteur et un gain pur k_h (=1) pour le hacheur avant la commande moteur.

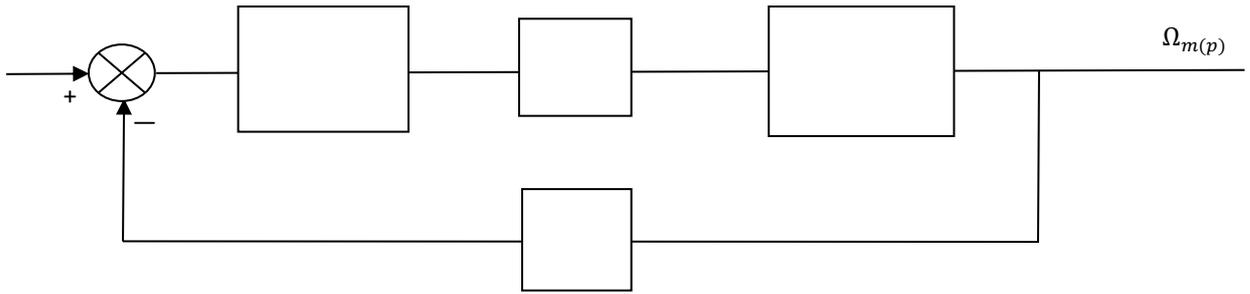
Q7 Ecrire, dans le domaine de Laplace et sous forme canonique, la fonction de transfert : $H_{BF(p)} = \frac{\theta_s(p)}{\theta_e(p)}$

Q8 Ecrire la fonction de transfert sous forme numérique.

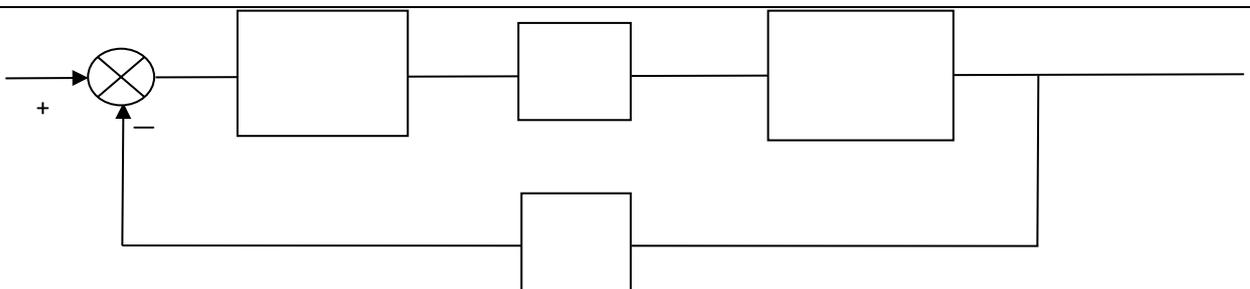
Q9 Calculer l'erreur statique et le temps de réponse pour les trois valeurs du de K_{cor} . Conclure.

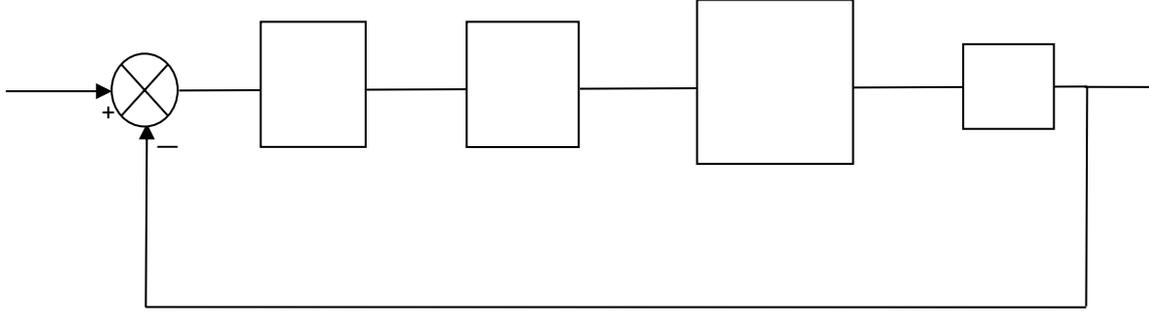
NAO_ANKLE_A1_DR1

Q1



Q2



Q3	
Q4	
Q5	
Q6	
Q7	
Q8	
Q9	