

Code	DC8 Les systèmes automatiques	Série 9
MAXPID		

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

Système	<p>Bras de robot Maxpid</p> <p>Le système Maxpid est issu du robot de cueillette de fruits "Magali". Ce robot est constitué :</p> <ul style="list-style-type: none"> d'un véhicule support autonome guide automatiquement, d'un bras de cueillette fixe au véhicule. <p>Le bras de cueillette est une structure poly articulée munie d'un tube de préhension et d'une caméra de vision artificielle qui détermine la position de l'objet à attraper et en transmet les coordonnées à la partie commande. Chaque mouvement de la cellule de robot est généré par trois ensembles moteurs de même architecture que celle de l'axe asservi Maxpid.</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.
-------------------	---

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

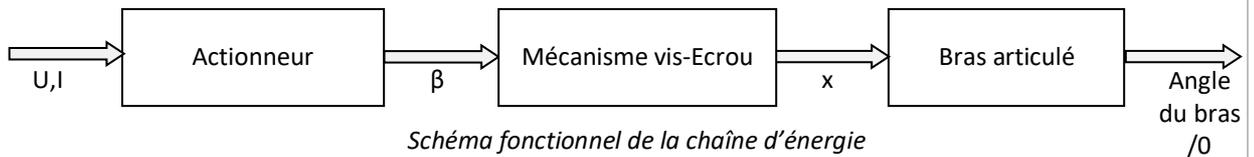
Activité 3	Etablir un modèle numérique alimenté par le modèle de connaissance et des essais.
-------------------	--

Activité 1

Responsabilité : Vous établissez un modèle de connaissance d'une partie de la commande en position du bras de robot Maxpid. Les résultats de votre analyse servent à renseigner le modèle numérique (Activité 3).

Documents	Doc. Réponse Doc. Excel Doc. Moteur	MAXPID_A1_DR1 MAXPID_A1_XLS MAXPID_A1_DOC
------------------	---	--

Questions La chaîne d'énergie du bras Maxpid est constituée de l'actionneur, du transmetteur et de l'effecteur



Modélisation du comportement dynamique du moteur

Q1 Après avoir rappelé les équations de la machine à courant continu, Compléter le schéma bloc classiquement retenu pour la modélisation d'un moteur à courant continu sur **document réponse MAXPID_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 : $C_{m(t)}$
- Couple résistant : $C_r(t)$
- Vitesse angulaire de l'arbre moteur : $\omega_{m(t)}$

Les paramètres de la machine à courant continu sont :

- coefficient de frottement visqueux : f en Nm.s/rad
- Inertie équivalente ramenée à l'axe du moteur : J
- Résistance du moteur : R
- Inductance du moteur : L
- constante de f.e.m : k_e
- constante de couple : k_c

Q2 Montrer que le schéma précédent peut se réduire sous la forme proposée dans le **document réponse MAXPID_A1_DR1**.

Q3 Ecrire, dans le domaine de Laplace et sous forme canonique, 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 : $\tau_m = \frac{R \cdot J}{k_e \cdot k_t + R \cdot f}$

Q4 Montrer que l'expression de $H_{m(p)}$ peut s'écrire sous la forme :

$$H_{m(p)} = \frac{\frac{k_t}{k_e \cdot k_t + R \cdot f}}{1 + (\tau_m + \alpha \cdot \tau_e) \cdot p + \tau_m \cdot \tau_e \cdot p^2} \text{ avec } \alpha = \frac{R \cdot f}{k_e \cdot k_t + R \cdot f}$$

Q5 Relever la valeur numérique des constantes k_e et k_c à partir de la documentation et montrer qu'elles sont égales.

On note $k = k_e = k_c$

l'inertie J ramenée à l'arbre moteur a comme valeur $1,6e-5 \text{ kg.m}^2$.

Q6 Calculer et comparer la valeur numérique des constantes de temps τ_m et τ_e .

Q7 Modifier la représentation schéma-blocs (**document réponse MAXPID_A1_DR1**) pour tenir compte de ces hypothèses.

Q8 En déduire que la fonction de transfert $H_{m(p)}$ peut s'écrire $H_{m(p)} = \frac{\frac{k}{k^2 + R \cdot f}}{(1 + \tau_m \cdot p)}$

Transmetteur et effecteur

Dans cette étude on s'intéresse uniquement à la fonction de transfert de la partie après le moteur.

Loi Entrée/Sortie

Vous disposez d'une maquette Inventor

Protocole de simulation

- Ouvrir le fichier
- Faire une simulation dynamique (onglet environnement)
- Lancer la simulation puis ouvrir le grapheur
- Sélectionner l'angle θ dans la liaison pivot en D
- Sélectionner l'angle β dans la liaison hélicoïdale en A
- Exportez dans Excel **MAXPID_A1_XLS**

Q9 Tracer la relation E/S.

Q10 Après avoir recalé correctement les origines, afficher la courbe de tendance. En déduire une valeur possible du

gain.

Q11 Donner la fonction de transfert du mécanisme sous la forme d'un gain.

Modélisation de l'asservissement

Q12 Proposer le schéma bloc complet de l'asservissement en position du bras Maxpid (Compléter le document réponse **MAXPID_A1_DR1**). On ajoutera au système un gain pur K_r ($=506,1$) pour le correcteur et un gain pur k_h ($=0,2$) pour le hacheur avant la commande moteur.

Q13 Ecrire, dans le domaine de Laplace et sous forme canonique, la fonction de transfert : $H_{BF(p)} = \frac{\theta_s(p)}{\theta_e(p)}$

Q14 Ecrire la fonction de transfert sous forme numérique.

Q15 Conclure sur le comportement du système (erreur statique, temps de réponse, stabilité).

Activité 2

Responsabilité : Vous établissez un modèle de comportement de la commande en position du bras de robot Maxpid et vous le qualifiez en termes de performances (précision et rapidité). Les résultats de votre analyse servent à mesurer les écarts avec le modèle numérique (Activité 3) et à valider ce dernier lors de la synthèse.

Documents

Procédure
Fiche outils
Doc. Excel

**Fiche de mise en service Maxpid,
Identification Modèle du 2nd ordre pseudo-périodique,
MAXPID_A2_XLS**

Conditions de l'essai

- Réglages des paramètres du correcteur : $K_i = K_d = 0$, $K_p = 50$,
- Position initiale 50° ,
- Consigne : Échelon de position de 10° ,
- 2 masses au bout du bras,
- Positionnement horizontal.

Questions

- Q1** Consulter la fiche de mise en service Maxpid et effectuer un essai du Maxpid dans les conditions demandées (vérifier que la tension de commande élaborée par le calculateur est inférieure à la tension de saturation 21,5Volts).
- Q2** Relever le temps de réponse à 5% (temps pour atteindre 95% du déplacement).
- Q3** Relever la valeur du premier dépassement.
- Q4** Relever la période des oscillations.
- Q5** Relever l'erreur statique (écart entre la position réelle et la position de consigne).
- Q6** Exporter vos résultats vers **MAXPID_A2_XLS** et tracer la courbe.
- Q7** A l'aide de la méthode d'identification, compléter les cellules B20, C20 et D20 afin de déterminer automatiquement les valeurs des paramètres (K , z et ω_0) du modèle de comportement, en fonction des cellules C17, D17, E17 et F17.

Attention toutes les mesures ont un décalage à l'origine (l'échelon de 10° fait passer le bras de 50° à 60°)

Activité 3

Responsabilité : Vous établissez un modèle numérique à l'aide du logiciel Matlab Simulink, en utilisant les résultats du modèle de connaissance (Activité 1) et les essais que vous jugerez nécessaires.

Documents

Doc présentation
guide
Doc modèle numérique

**systemes/ dans un navigateur web
Prise en main de Matlab Simulink
MAXPID_A3_DOC**

Questions

- Q8** Créer le modèle numérique dans l'outil Matlab-Simulink. Le correcteur peut se simplifier par un gain $K_p = 50$ (commande proportionnelle).
- Q9** Récupérer les valeurs numériques des paramètres auprès de votre camarade chargé du modèle de connaissances.
- Q10** Simuler la réponse indicielle dans les conditions demandées.
- Q11** Relever le temps de réponse à 5%.
- Q12** Relever la valeur du premier dépassement. L'exprimer en %.
- Q13** Relever l'erreur statique (écart entre la position réelle et la position de consigne).
- Q14** Proposer un modèle pour la fonction de transfert de la commande en position du bras maxpid .