


Code	DC8 Les systèmes automatiques	Série 9
TABLE		

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

Système	<p>Les tables élévatrices sont utilisées dans de nombreuses applications et se présentent sous de multiples formes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mise à hauteur du poste de travail, • Convoyeurs, • tables de quais, • monte charges, • palettisations, dépalettisations, • chargements ou déchargements de camion, • Etc. 	
----------------	--	---

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 de la table élévatrice. Deux études sont proposées : la loi d'Entrée / Sortie du mécanisme à ciseaux de la table et le vérin en tenant compte de la compressibilité du fluide. Les résultats de votre analyse servent à renseigner le modèle numérique (Activité 3).

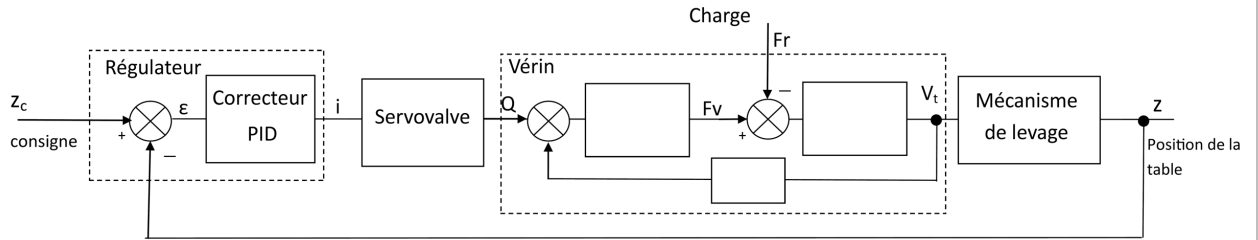
Documents

Doc. Réponse
Doc. Excel

TABLE_A1_DR1
TABLE_A1_XLS

Questions

Modèle proposé :



Linéarisation de la loi Entrée-Sortie

L'objectif est d'exprimer une loi d'entrée-sortie du mécanisme qui soit utilisable dans le modèle numérique sous la forme d'un gain. Vous devez récupérer cette loi sous forme graphique grâce à la maquette numérique inventor.

Protocole de simulation

Q1 Ouvrir le projet table_élévatrice, puis le fichier table_TSI

- Faire une simulation dynamique (onglet environnement)
- Placer une trace sur le plateau de la table de manière à relever le déplacement de la table.
- Lancer la simulation puis ouvrir le grapheur
- Cocher P(Z) de la trace (en vérifiant que le repère du bâti est bien orienté).
- Cocher la bonne dll (unités en mm) de la liaison pivot-glissant corps-tige du vérin
- Exportez dans Excel pour tracer la loi d'entrée-sortie.

Q2 A partir du fichier Excel, tracer la relation $E/S = (\text{déplacement } \lambda \text{ de la tige du vérin}) / (\text{position } Z \text{ de la table})$

Q3 Après avoir recalé correctement l'origine de λ , afficher la courbe de tendance. En déduire une valeur possible du gain Kes (autour du point d'équilibre $Z=250\text{mm}$).

Modélisation du vérin

Q4 Dans le cadre de l'hypothèse « Fluide incompressible », donner la relation (simple) entre la vitesse de sortie de la tige V_t et le débit d'entrée $Q(t)$.

Q5 Exprimer la relation (simple) entre la pression utile dans le vérin P et l'effort développé par le vérin (F_v). Dans le cadre de l'hypothèse d'un fluide compressible, l'évolution la vitesse de sortie de la tige est une fonction du débit mais aussi de la pression sous la forme de la relation suivante :

$$Q(t) = S_u \cdot v(t) + \frac{V_o}{B} \cdot \frac{dP}{dt}$$

P Pression utile dans le vérin

Q Débit

V_o Demi volume de fluide contenu dans le vérin

S_u Section utile du vérin

B coefficient de compressibilité de l'huile hydraulique $B=14.286 \cdot 10^8$ Pa

Q6 Exprimer dans l'espace de Laplace la pression P dans le vérin en fonction du débit et de la vitesse de la tige.

Le principe fondamental de la dynamique en projection sur l'axe de la tige donne l'équation mécanique:

$$m_{eq} \cdot \frac{dV_t}{dt} = \sum F = F_v - F_r$$

m_{eq} masse à mettre en mouvement ramenée sur la tige du vérin.

$V_{(t)}$ Vitesse de sortie de la tige du vérin.

F_v Effort du vérin sur le mécanisme de levage.

F_r Effort de la charge sur le mécanisme de levage ramené sur la tige du v

Par le théorème de l'énergie cinétique, on montre que l'énergie stockée dans la masse de la charge utile est $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_c^2$ avec v_c Vitesse de montée de la table (donc de la charge utile). Cette même quantité d'énergie E_c se conserve et se retrouve sur la tige du vérin avec l'expression $E_c = \frac{1}{2} \cdot m_{eq} \cdot v_t^2$.

Q7 Connaissant la loi d'entrée-sortie du mécanisme $Z(t) = K_{es} \cdot \lambda(t)$, et après avoir établi la relation entre v_t et λ , calculer l'expression puis la valeur numérique de m_{eq} .

Q8 Exprimer dans l'espace de Laplace la vitesse de sortie de la tige en fonction des efforts F_v et F_r et de la masse m à soulever.

Q9 Compléter le schéma-bloc du vérin avec les valeurs numérique

Modélisation de la charge utile

La charge utile (de 100kg) est modélisable par une entrée constante ramenée en sortie de la tige du vérin.

Q10 Connaissant la loi d'entrée-sortie du mécanisme $Z(t) = K_{es} \cdot \lambda(t)$, et en reprenant la relation entre v_t et λ , calculer le coefficient k_r tel que $F_r = k_r \cdot m$.

Q11 Compléter le schéma-bloc du vérin avec les valeurs numérique

Activité 2

Responsabilité : Vous établissez un modèle de comportement de la commande en position de la table élévatrice 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
Procédure

Mise en service
paramétrage du régulateur

Questions

Protocole d'essai

L'établissement d'un modèle de comportement de la table passe par un essai indiciel. Il peut être facilement réalisé en utilisant le commutateur S9 qui provoque l'échelon d'une valeur réglée par le potentiomètre en commutant depuis la position externe (cf fiche de mise en service).

Réglage du correcteur : Les valeurs des coefficients K_p , K_i et K_d correspondent au correcteur suivant :

$$C(p) = K_{p13} + \frac{K_i}{Tp} + K_d \cdot p \quad \text{avec} \quad K_{p13} = P_{13} \cdot 8 / 64 \quad K_i = \frac{P_{17}}{1024} / 0,75ms \quad K_d = \frac{P_{18}}{16} \cdot 0,75ms$$

Q1 Utiliser l'annexe Régulateur pour régler la valeur de P13 pour un gain $K_{p13} = 50$

Essais

Q2 Quelles sont les types d'énergies disponibles sur ce système ?

Q3 Effectuer des mouvements de montée ou de descente, observer les valeurs mini et maxi de la position de la table ainsi que la pression en bars lors des deux mouvements (montée et descente).

Q4 Interpréter ces mesures, notamment en ce qui concerne la pression.

Q5 Le système est-il asservi et donc est-il en boucle fermée ?

Relevé de la position de la table en fonction de la consigne

L'icône Matlab du poste de travail lance une interface permettant la saisie du temps de simulation et renvoie les différents paramètres mesurés sur le système.

Vous pouvez également instrumenter le système.

Q6 Faire quelques essais pour se familiariser avec le protocole.

Q7 Réaliser l'acquisition avec Matlab.

Q8 Caractériser le comportement de la commande en position de la table (temps de réponse, ordre du système, précision,...)

Q9 Donner une représentation mathématique à la fonction de transfert qui modélise la commande en position de la table.

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 modèle matlab	systemes/ dans un navigateur web Prise en main de Matlab Simulink TABLE_A3_DOC
Conditions de l'essai	<ul style="list-style-type: none">• Correction proportionnel $K_p=50$• Entrée de consigne = Echelon de 500mm.	
Questions	<p>Q1 Localiser les différents éléments qui vont intervenir dans la modélisation numérique de la commande de la table. (Modèle Matlab TABLE_A3_DOC)</p> <p>Q2 Identifier les grandeurs d'entrée et de sortie sur le système.</p> <p>Q3 Dessiner la structure qui décrit l'asservissement en position de la table sous forme de schéma-blocs à l'aide de Simulink.</p> <p>Q4 Compléter le modèle numérique à partir des valeurs issues de l'activité 1. Le cas échéant, modéliser le vérin en suivant les questions Q3 à Q11 de l'activité 1.</p> <p>Q5 Simuler la réponse indicielle dans les conditions demandées.</p> <p>Q6 Caractériser la réponse du système (précision, temps de réponse, ordre du système,...).</p>	