

TD 3 : Système 1^{er} ordre

Asservissement de température d'un four

Présentation du système

Le four électrique industriel est conçu pour durcir les pièces métalliques en les chauffant à des températures élevées. Il est largement utilisé dans la fabrication industrielle pour produire des pièces automobiles, aéronautiques, des machines et des outils. La chaleur est générée à l'intérieur de la chambre du four, ce qui permet d'obtenir une grande dureté pour les pièces métalliques.



L'objectif de cette étude est porté sur un four électrique spécifique qui permet de maintenir une température constante de 120°C pour certains types de pièces. Pour y parvenir, le four utilise des résistances chauffantes commandées par une carte de commande intégrant un régulateur. Ce dernier est en charge de corriger la boucle de régulation pour maintenir la température plus précise, rapide et stable.

Modélisation du four électrique

Le four électrique est approché par l'équation différentielle suivante : $\tau \frac{d\theta(t)}{dt} + \theta(t) = A \cdot uc(t)$

Avec : $A=6$ est le gain statique du système et $\tau = 1.23$ s est la constante de temps en s.

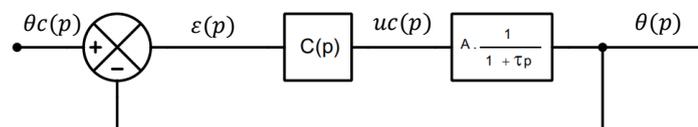
Q.1°/ Appliquer la transformée de Laplace pour l'équation différentielle ci-dessus, on rappelle que les conditions initiales sont nulles.

Déduire la fonction de transfert $H(p) = \frac{\theta(p)}{uc(p)}$

Q.2°/ On considère une consigne de la forme : $uc(t) = U_0 \cdot u(t)$ avec $u(t)$ est un échelon unité. Déterminer la valeur finale θ_f en fonction de K et U_0 (Prendre $U_0 = 20V$).

Asservissement de température

On considère l'asservissement de température du système constitué d'un four et d'un capteur de température associé, représenté figure suivante :



Cahier des charges :

Rapidité	Le temps de réponse à 5% doit être inférieur 0.75 s
Précision	L'erreur statique doit être nulle.
Régime transitoire	Pas de dépassement D%=0.

Il est demandé dans le cahier des charges qu'il est nécessaire de mettre en place un correcteur proportionnel de fonction de transfert $C(p)=K_p$.

Q.3°/ Exprimer la fonction de transfert en boucle ouverte $FTBO(p)$ et la mettre sous la forme : $FTBO(p) = \frac{k_{bo}}{1 + \tau_{bo} p}$ que vaut les expressions de K_{bo} et τ_{bo} .

Q.4°/ Calculer le temps de réponse à 5% en boucle ouverte Tr_{bo} .

Q.5°/ Exprimer la fonction de transfert en boucle ouverte $FTBF(p)$ et la mettre sous la forme : $FTBF(p) = \frac{k_{bf}}{1 + \tau_{bf} p}$ que vaut les expressions de K_{bf} et τ_{bf} .

Q.6°/ Exprimer l'expression du temps de réponse à 5% en boucle fermée.

Q.7°/ Déterminer la valeur de K_p afin de respecter l'exigence sur la rapidité.

Q.8°/ Déduire la valeur de la température en régime permanent, sachant que la consigne $\theta_c(t) = 120 u(t)$

Q.9°/ Déterminer l'erreur statique. Le système est-il précis ? justifier votre réponse

Q.10°/ Conclure sur la validité du cahier des charges.