

Exercice 7 SYSTEME DE DEGAZAGE D'UNE MACHINE D'IMAGERIE ELECTRONIQUE

1. Présentation

Pour étudier les échantillons de glace des glaciers, on peut utiliser une machine d'imagerie électronique.

Elle permet d'envoyer un rayonnement sur la glace et, en mesurant les niveaux énergétiques des électrons qui seront émis en conséquence, de connaître sa composition chimique. Néanmoins, les niveaux énergétiques à étudier sont tels que les échantillons de glace, et donc les appareils de mesures, doivent se situer dans un vide absolu.

Les chercheurs doivent alors faire face à un phénomène de dégazage des appareils de mesure qui, lorsqu'ils sont placés dans le vide, émettent des particules de gaz que leur structure moléculaire contient, faussant la mesure sur les échantillons.

Pour faire face à ce problème, une des solutions consiste à forcer le dégazage, c'est à dire porter à haute température les instruments, pour que les particules de gaz soient préalablement expulsées des appareils de mesure. Les instruments de mesure, libérés de leurs particules de gaz, peuvent donc réaliser leurs études sans polluer les échantillons de glace.

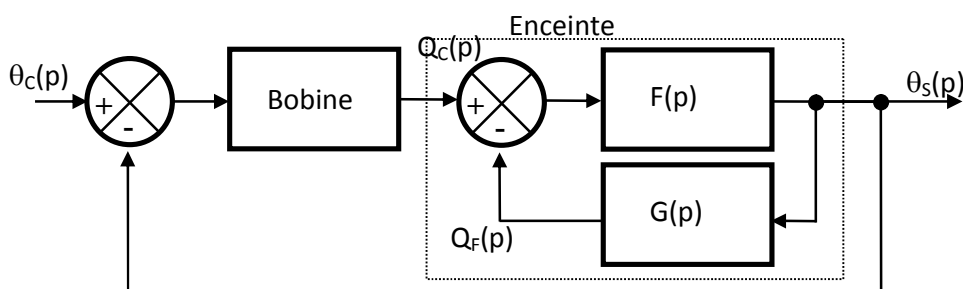


On donne ci-dessous un extrait de cahier des charges du système de dégazage.

Exigence		Critère	Niveau	Flexibilité
Id4.0	Etre insensible à la pollution extérieure	Température lors de la phase de dégazage	200 °C	±5%
		Durée de montée en température*	< 2min	aucune

*Temps pour atteindre 95% de la température du régime permanent

Pour réaliser un échauffement permettant d'obtenir une température de dégazage souhaitée, on utilise des bobinages qui chauffent l'air de l'enceinte d'étude. Le schéma-bloc de l'ensemble est le suivant :



L'évolution de la température dans l'enceinte est gérée par le modèle de connaissance suivant :

$$\frac{d\theta_S(t)}{dt} = \frac{1}{C} \cdot [q_C(t) - q_F(t)] \quad q_F(t) = \frac{1}{R} \cdot \theta_S(t)$$

avec :

- $\theta_C(t)$: température consigne souhaitée,
- $\theta_S(t)$: température de l'enceinte,
- $q_C(t)$: flux de chaleur dégagé par les bobinages,
- $q_F(t)$: flux de fuite de chaleur,
- C : capacité calorifique de l'enceinte,
- R : résistance thermique de l'enceinte.

Hypothèse : La température de l'enceinte étant définie par rapport à celle du milieu ambiant, on se placera dans toute la suite sous les conditions d'Heaviside.

2. Objectif

Valider les critères du cahier des charges.

3. Travail demandé

1. Donner l'expression, dans le domaine de Laplace, des équations du modèle de connaissance de l'enceinte. En déduire l'expression des fonctions de transfert $F(p)$ et $G(p)$.

On suppose que la fonction de transfert qui modélise le comportement de la bobine est de la forme $A(p) = A$.

2. Déterminer l'expression de la fonction de transfert $H(p) = \frac{\theta_S(p)}{\theta_C(p)}$. Exprimer le résultat en fonction de A , R et C .
3. Montrer que cette fonction $H(p)$ peut se mettre sous la forme $\frac{K}{1+T.p}$. Donner l'expression des constantes K et T en fonction de A , R et C .

La consigne en entrée du système peut être approximée par un signal de type échelon. On donne les valeurs numériques suivantes : $K = 0,9$ et $T = 20$ s.

4. Tracer, pour une opération de dégazage, l'allure de $\theta_S(t)$ en indiquant sur le graphique toutes les caractéristiques particulières de la courbe.
5. Conclure quant à la capacité du système à satisfaire les critères de l'exigence Id4.0.

Pour améliorer les performances du système, on change l'amplificateur pilotant les bobines, ce qui permet de choisir des fonctions $A(p)$ plus adaptées.

Différentes solutions sont possibles et la simulation du comportement du système, avec plusieurs amplificateurs possibles, est donnée sur la figure ci-contre.

6. Sélectionner et justifier quel amplificateur paraît le mieux adapté pour satisfaire tous les critères du cahier des charges.

