

INSTRUMENTATION ET RÉGULATION

Durée : 4 heures

Coefficient : 5

Les différentes parties du sujet sont indépendantes mais il est nécessaire de lire attentivement l'énoncé complet.

RÔLE

Une chaudière est un générateur de vapeur chauffé par un combustible

DESCRIPTION

(Voir schéma 1)

Un générateur de vapeur comprend essentiellement :

- La chambre de combustion : foyer dans lequel le combustible est brûlé.
- Le ventilateur de soufflage : il envoie l'air nécessaire à la combustion. L'air reçoit de la chaleur cédée par les gaz de combustion.
- Le ventilateur d'extraction qui aspire les gaz de combustion pour les refouler dans la cheminée.
- L'économiseur qui permet le réchauffement de l'eau nécessaire au ballon
- Le faisceau de vaporisation (écran) : il est alimenté par l'eau venant du réservoir. La vapeur saturée produite se rassemble au-dessus du niveau d'eau dans le ballon. La pression peut être calculée approximativement par la relation :
- Le (les) surchauffeur (s) : il reçoit la vapeur saturée contenue dans le ballon. Pendant son parcours dans le surchauffeur, la pression varie peu, mais sa température augmente. Il permet d'amener la vapeur à une température donnée.

1 - MESURES (6 points)

1.1 - Mesure du niveau de ballon chaudière :

(Voir schéma 2)

- Tracer le schéma de montage en complétant le schéma proposé. Préciser les positions HP, BP du transmetteur ; ajouter toutes les vannes nécessaires au fonctionnement et à la mise en service (à une augmentation du niveau doit correspondre une augmentation du signal de sortie).
- Calculer l'échelle (étendue de mesure) du transmetteur de pression différentielle (les branches A et

B étant à 80 °C).

- Calculer le décalage de zéro du transmetteur.
- Si la température de la branche B est à 20 °C et celle de la branche A à 80 °C quelle sera l'incidence :
 - sur 1' échelle.
 - sur le décalage de zéro
- Conclure.

1.2 - Analyse :

(Voir schéma 3)

On désire mesurer, pour enregistrement, le taux carbone dans les fumées grâce à un analyseur.

Caractéristiques de l'analyseur :

- principe : absorption d'infrarouge
- débit 30 l/h
- échelle 0-30% de dioxyde de carbone
- nécessité d'un gaz sec et dépoussiéré
- alimentation 220 V
- sortie 4 - 20 mA
- A l'aide d'un schéma donner le principe de fonctionnement de cet analyseur. Expliquer.
- Le gaz à analyser contient des poussières, de la vapeur d'eau, de l'azote, du dioxyde de carbone et un constituant dont le spectre d'absorption chevauche partiellement celui du dioxyde de carbone. Quelle est l'incidence sur la mesure et comment remédier au problème ?
- Proposer un schéma de la ligne de prélèvement et de traitement de l'échantillon. Préciser le rôle et la nature de chaque organe.

II - IMPLANTATION DES CHAÎNES DE RÉGULATION (5 points)

2.1 - Niveau ballon :

- grandeur réglée : niveau dans le ballon.
- grandeur réglante : arrivée d'eau.
- perturbations : variation de charge (débit de vapeur).

Phénomène de "gonflement" : lors d'un appel important de vapeur la pression dans le ballon baisse.

Ceci provoque une évaporation importante dans la masse d'eau (formation de bulles dans l'eau) ce qui occasionne une montée momentanée du niveau alors que la quantité d'eau diminue. Le phénomène inverse s'appelle le "tassement".

- Proposer un schéma de régulation qui tiendra compte de ces phénomènes. Justifier votre choix et proposer un ordre de grandeur des paramètres de réglage.
- Préciser les sens d'action des éléments sachant que la vanne est normalement fermée (FPMA).
- Donner la forme des équations des appareils de traitement des informations analogiques. Par exemple pour un module multiplieur :

2.2 - Brûleur :

- grandeur réglée : pression de la vapeur
- grandeur réglante : débit air/gaz
- Proposer un schéma de régulation dans lequel le débit de gaz pilote le débit d'air (air mené).
- Proposer un autre schéma de régulation dans lequel le débit d'air pilote le débit de gaz (air menant).

III - RÉGULATION 1 (5 points)

3.1

- Par identification d'un des sous-ensembles de la chaudière, on a obtenu sa fonction de transfert $F_s(p)$, telle que :

On demande :

3.1.1

- L'équation différentielle correspondante.

3.1.2

- Le système étant sollicité par un échelon unité, rechercher la réponse $x_s(t)$ à cet échelon. Tracer la courbe de réponse.

3. 2

- Au système de fonction de transfert $F_s(p)$ on associe un régulateur de fonction de transfert $F_r(p)$ avec :

3.2.1

- Quel est le type de régulateur utilisé ?
- Quelle est sa structure ?

3.2.2

- A partir d'un critère algébrique de stabilité de votre choix, déterminer puis tracer le contour $r = f(k)$ délimitant les zones de stabilité et d'instabilité.

NB : Le numérateur de l'équation caractéristique sera d'abord mis sous la forme d'un polynôme en p

$$P(p) = a_0 + a_1p + a_2p + \dots + a_np$$

Rappelons que pour le critère d'HURWITZ on peut écrire :

3.2.3

- Comment évolue le contour $r = f(k)$ si le régulateur $Fr(p)$ est muni d'une action dérivée de coefficient h ?

3.2.4

- A partir du critère d'amortissement de NASLIN, calculer les valeurs de r et de k à afficher sur le régulateur sachant que les rapports caractéristiques seront égaux à un coefficient $x = 2$.

IV - RÉGULATION 2. (4 points)

Par identification (avec le modèle de Broïda) d'un autre sous ensemble de la chaudière on obtient une fonction de transfert $Fs1(p)$ de la forme :

Le système de fonction de transfert $Fs1(p)$ est associé à un régulateur de fonction de transfert $R(p)$, selon le schéma fonctionnel suivant :

4.1

- Quelle doit être la forme de la fonction de transfert $R(p)$ pour que la structure ci-dessus soit équivalente à la structure fictive suivante ?

4.2

- Donner le schéma fonctionnel de ce régulateur $R(p)$ tel qu'il résulte du calcul.

4.3

- Quel est l'intérêt d'un tel correcteur dans la boucle de régulation (1) ?

4.4

- Donner le schéma fonctionnel complet associant le correcteur $R(p)$ calculé et le système réglé $F_s1(p)$.

4.5

- Choisir la fonction de transfert $C(p)$ et justifier.

Schémas

schéma 1

schéma 2

Masse volumique :

vapeur

eau +vapeur

eau à 20 °C

eau à 80 °C

$L = 10 \text{ m}$

$H = 0,8 \text{ m}$

schéma 3

