

Session 2005

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
INDUSTRIES PAPETIERES

U5 – AUTOMATISMES ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLE

Durée : 5 heures

Coefficient : 4

La calculatrice (conforme à la circulaire N°99-186 du 16-11-99) est autorisée.

10 documents réponses sont à rendre avec la copie

Temps conseillé pour la lecture du sujet : 30 minutes

BTS INDUSTRIES PAPETIÈRES	SUJET	Session 2005
Épreuve U5 – Automatismes et Informatique Industrielle	Durée : 5 heures	Coefficient : 4
CODE : ITAII		Page 1 sur 35

Présentation générale

Soit une papeterie comprenant une machine à papier équipée d'une size-press et fabriquant du papier pour usages graphiques. La machine est de conception classique comprenant table plate, sections de presses, pré-sécherie et post-sécherie encadrant un poste de dépose de sauce pigmentée (size-press).

L'aspect régulation de l'étude porte sur la partie de l'installation comprise entre le château de pâte et la sortie de la caisse de tête.

La partie séquentielle se propose d'étudier le fonctionnement du pulpeur à «cassés secs», situé juste sous la sortie de la pré-sécherie, et prévu pour récupérer le papier en cas de casse de la feuille avant son entrée en size-press.

- Partie régulation et partie séquentielle sont indépendantes et seront **obligatoirement** traitées sur feuilles séparées.
- Les 2 documents réponse relatifs à la partie régulation seront **découpés et collés** dans la copie en lieu et place de la question correspondante.
- Chaque partie sera notée sur 40 points.

BTS INDUSTRIES PAPETIÈRES	SUJET	Session 2005
Épreuve U5 – Automatismes et Informatique Industrielle	Durée : 5 heures	Coefficient : 4
CODE : ITAII		Page 2 sur 35

Partie régulation

Le Document n°1 de la page 7 présente un schéma général, simplifié (l'épuration cyclonique en particulier n'est pas représentée), de l'installation.

- la concentration de la pâte épaisse est suivie grâce à un capteur de concentration délivrant un signal analogique linéaire de 4-20 mA. Il est situé sur la tuyauterie d'alimentation du château de pâte et son échelle de mesures correspond à l'intervalle 0 – 48 g / L. L'opérateur suit sa concentration grâce à un enregistreur papier qui fournit une indication 0 – 100 %.
- la vanne de pâte épaisse (ou vanne de grammage), FCV2, est pilotée indirectement à partir du signal de mesure du grammage (WT3) délivré par le scanner de fin de machine. **A concentration constante**, cette régulation règle le grammage final du papier.
- En conditions normales de fonctionnement, l'épurateur à tamis sous pression présente les caractéristiques suivantes :

$$\Delta P = P_{\text{entrée}} - P_{\text{sortie}}$$

Pression entrée > Pression sortie
Pression sortie = constante

- La régulation PIC2 assure un débit sensiblement constant à l'épurateur quel que soit le grammage. La recirculation permet d'équilibrer la pression au distributeur de la caisse de tête.
- Les pompes P1 et P2 sont de type centrifuge.
- La caisse de tête est de type fermée à coussin d'air. Elle peut fonctionner soit sous vide, soit sous pression et est réglée à partir des 2 boucles LIC6 et PIC5. Le principe de régulation de la caisse est basé sur celui des anciennes caisses ouvertes dans lesquelles la hauteur en charge était le paramètre utilisé pour la vitesse de sortie du jet de pâte aux lèvres.
Lorsque la caisse est fermée, la hauteur en charge (H) est la somme des pressions exercées par le niveau de pâte et le « coussin d'air ». La vitesse du jet est alors donnée par la formule :

$$V_{\text{jet}} \text{ (m/s)} = 0,94 (2gH)^{1/2} \quad \text{avec : } g = 10 \text{ m/s}^2$$

H en mCE

On assimilera la pâte à de l'eau et on prendra 100 mbar = 1 mCE

On rappelle que la vitesse du jet influence directement la qualité de formation de la feuille.

BTS INDUSTRIES PAPETIÈRES	SUJET	Session 2005
Épreuve U5 – Automatismes et Informatique Industrielle	Durée : 5 heures	Coefficient : 4
CODE : ITAII		Page 3 sur 35

TRAVAIL DEMANDE

A) Analyse du circuit amont de la caisse de tête (temps conseillé : 1h)

1) L'indication donnée par le capteur de concentration, NT1, ne vous satisfait pas pleinement et vous décidez de faire une vérification au niveau de l'instrumentation concernée. Celle-ci conduit aux informations suivantes :

- concentration moyenne mesurée au labo à partir d'un prélèvement : 35 g / L
- signal du transmetteur au moment du prélèvement : 15,67 mA
- indication fournie par l'enregistreur : 66 %

Quelle conclusion justifiée en tirez-vous ? Que proposez-vous ?

2) Citez trois types de débitmètre utilisés pour mesurer le débit d'un fluide (liquide et gaz) dans une tuyauterie accompagnés d'une explication succincte de leur fonctionnement.

Lequel choisiriez-vous pour mesurer le débit de la pâte épaisse (FT2) ? Justifiez sa position sur le circuit, en amont de la vanne.

3) Précisez, en le justifiant, la nature de la consigne de FIC2 (interne ou externe). A quel type de régulation a-t-on à faire ?

4) Faire le schéma fonctionnel (ou schéma « bloc ») de l'ensemble constitué des régulations FIC2 et WIC3 (régulation de grammage).

5) Pour la régulation dPIC4, préciser quelles sont les valeurs réglée, réglante et perturbatrices. Si la mesure devient supérieure à la consigne quel sera le sens d'action de la vanne (ouvre ou ferme) ?

6) Sur son écran de contrôle l'opérateur peut lire :

$$V_{\text{jet}} = 600 \text{ m / min}$$

$$P_{\text{coussin d'air}} = 540 \text{ mb}$$

Quelle est la valeur de la hauteur de pâte en caisse de tête affichée sur l'écran ? Si la caisse n'avait pas été fermée quelle aurait été cette valeur ?

B) Analyse de la régulation de la caisse de tête (temps conseillé : 1h)

1) Le niveau en caisse de tête est suivi à l'aide d'un capteur de pression différentielle. Justifiez l'emploi d'un tel capteur plutôt qu'un capteur de pression.

BTS INDUSTRIES PAPETIÈRES	SUJET	Session 2005
Épreuve U5 – Automatismes et Informatique Industrielle	Durée : 5 heures	Coefficient : 4
CODE : ITAII		Page 4 sur 35

- 2) Quel est le rôle de la régulation LIC6 ? Indiquez quelles sont les valeurs réglantes et perturbatrices. Sachant que la vanne LCV6 est de type fermée par manque d'air (FMA), indiquez quel sera le sens de variation (augmente ou diminue) du signal reçu par la vanne si l'on a **mesure > consigne**.
- 3) Rôle de la régulation PIC5 ? La vanne PCV5 étant également de type FMA, quel sera le sens de variation (augmente ou diminue) du signal qu'elle reçoit si l'on a **mesure > consigne** ? En déduire quelle est la grandeur directement dépendante de cette régulation.
- 4) Déduire des questions 2 et 3 quel sera le sens d'action des régulateurs LIC6 et PIC5.
- 5) Suite au dernier contrôle bobine, l'opérateur décide d'augmenter, en manuel, l'ouverture des lèvres de la caisse de tête. Indiquez comment évoluent les mesures et les vannes de régulation mentionnées dans le tableau réponse n°1 de la page 9.

Vous utiliserez les représentations suivantes :

- Vanne qui est ouverte ou mesure qui a augmenté : ↗
- Vanne ou mesure inchangée : =
- Vanne qui est fermée ou mesure qui a diminué : ↘

D'après votre analyse, quelle conclusion justifiée tirez-vous sur l'évolution de la concentration en caisse de tête ?

- 6) Lors de l'installation de la caisse de tête par la société d'ingénierie, celle-ci avait proposé à l'entreprise deux possibilités de régulation du débit et de la vitesse du jet à partir de PIC5 :

- soit à l'aide de la vanne PCV5 réglant le recyclage (solution retenue)
- soit en installant une pompe à vitesse variable associée à une régulation de vitesse

Représenter sur le document réponse n°2 de la page 10 comment serait conçue la régulation de débit si l'entreprise avait retenu le second concept de réglage

- 7) Le niveau en caisse de tête, stabilisé à 25 cm, a été identifié, en boucle ouverte, par le service instrumentation de l'usine. Suite à une action échelon de +1% sur la vanne LCV6, la fonction de transfert obtenue est de la forme :

$$F(p) = \frac{2,5 e^{-3p}}{1 + 50p} \quad (\text{l'unité de temps est la seconde})$$

A partir de cette expression, quelles informations en tirez-vous sur le procédé (allure de la réponse, paramètres caractéristiques).

- On donne :**
- échelle de mesure de LT5 : 0 – 100 cm
 - vanne LCV5 linéaire et d'ouverture (ou fermeture) : 0 – 100 %

BTS INDUSTRIES PAPETIÈRES	SUJET	Session 2005
Épreuve U5 – Automatismes et Informatique Industrielle	Durée : 5 heures	Coefficient : 4
CODE : ITAII		Page 5 sur 35

- 8) Le régulateur est de type mixte et possède les actions proportionnelle, intégrale et dérivée. Quel algorithme de réglage justifié prendrez-vous ? A l'aide du **tableau ci-dessous**, donnez la valeur des paramètres de réglage retenus que vous afficherez sur le régulateur, exprimés respectivement en bande proportionnelle, répétitions par minute et temps de dérivée.

Modes de régulation Actions	P	PI série	PI parallèle	PID série	PID parallèle	PID mixte
G_r	$\frac{0,8 T}{G_p \tau}$	$\frac{0,8 T}{G_p \tau}$	$\frac{0,8 T}{G_p \tau}$	$\frac{0,85 T}{G_p \tau}$	$\frac{\frac{T}{\tau} + 0,4}{1,2 G_p}$	$\frac{\frac{T}{\tau} + 0,4}{1,2 G_p}$
T_i	Maxi. (ou ∞)	T	$\frac{G_p \tau}{0,8}$	T	$\frac{G_p \tau}{0,75}$	$T + 0,4 \tau$
T_d	0	0	0	0,4 τ	$\frac{0,35 T}{G_p}$	$\frac{T \cdot \tau}{\tau + 2,5 T}$

C) Analyse de dysfonctionnement (temps conseillé : 0,5h)

Alors que tout semble fonctionner correctement, le voyant de pré-alarme sur la ΔP de l'épurateur s'allume à 9h40. A partir des 4 régulateurs et enregistrements associés représentés sur le **document n°2** de la page 8, expliquer ce qui s'est passé depuis 9h sur le circuit de tête de machine.

Pour mener à bien cette analyse, vous opérerez de la façon suivante :

- analyser individuellement chaque régulation, en mettant bien en évidence ce qui s'est passé et la conséquence sur les autres grandeurs régulées concernées (il peut n'y avoir qu'une seule grandeur concernée).
- Commencer votre analyse par la régulation dPIC4 suivie de PIC5, LIC6 et enfin FIC2 (dont la consigne est externe).

A partir de cette analyse, vous ferez une conclusion simple précisant :

1. quelle est la cause du dysfonctionnement
2. ce que vous pensez du fonctionnement de la pré-alarme
3. si la qualité de la fabrication en cours a été perturbée

BTS INDUSTRIES PAPETIÈRES	SUJET	Session 2005
Épreuve U5 – Automatismes et Informatique Industrielle	Durée : 5 heures	Coefficient : 4
CODE : ITAII		Page 6 sur 35