Concours Centrale-Supélec, France

Session 2003, filière MP

Option sciences industrielles de l'ingénieur

Ce que traite le sujet

- Partie I : réguler la tension et la vitesse de la bande de papier déroulée
- Partie II : dérouter, entraîner et stocker la bande après une casse papier

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années :
prepahelp.com/annales/centrale/mp/2003/si

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

SCIENCES INDUSTRIELLES

Ligne d'imprimerie

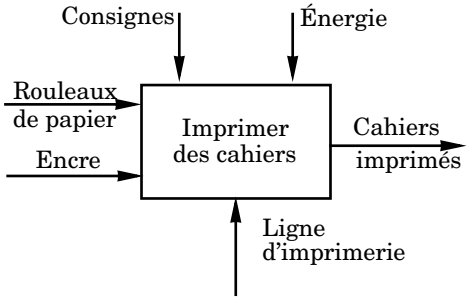
Remarque préliminaire : les calculatrices sont autorisées.

Document remis

La présente notice, comporte 11 pages dactylographiées et 1 document réponse.

Mise en situation

Le système proposé est une ligne d'imprimerie industrielle pour des journaux, magazines, publicités... Le terme générique employé pour désigner l'ensemble de ces produits est «cahiers». La fonction globale de cette ligne d'imprimerie est décrite par le S.A.D.T. A-0 ci-dessous :



Cette fonction globale est obtenue par la conjugaison de plusieurs fonctions de base, celles-ci étant réalisées par un ou plusieurs sous-ensembles de la ligne d'imprimerie. L'organisation de cette ligne d'imprimerie et les fonctions de chaque sous-ensemble sont données sur le document 1.

Dans ce sujet, on se limitera à l'analyse et à l'étude des fonctions :

- «Réguler la tension et la vitesse de la bande de papier déroulée».
- «Dérouter, entraîner et stocker la bande de papier» en cas de rupture de celle-ci.
- «Évacuer les cahiers imprimés».

Chacune de ces fonctions est respectivement étudiée dans l'une des 3 parties de ce sujet.

Filière MP

Partie I - Étude de la fonction «Réguler la tension et la vitesse de la bande de papier déroulée»

L'objectif de cette partie est d'étudier la régulation de la tension et de la vitesse de la bande de papier déroulée à l'entrée des groupes imprimants.

Une des conditions essentielles d'obtention d'une bonne qualité d'impression est la régularité de la tension et de la vitesse de la bande de papier en amont des groupes imprimants. Les rouleaux de papier qui sont installés dans le dérouleur ont un diamètre de $1,5\ \text{m}$.

I.A - Le dérouleur est motorisé et débite le papier qui est ensuite entraîné par les groupes imprimants. Si la vitesse de la bande de papier varie, alors il y a risque de rupture du papier. Si le dérouleur débite le papier, avec une vitesse de rotation constante, directement dans les groupes imprimants, expliquer pourquoi la vitesse de la bande de papier déroulée varie, donc pourquoi il y a risque de rupture du papier.

Afin de pallier cet inconvénient, le constructeur a décidé de placer un composant, le régulateur appelé danseur, entre le dérouleur et les groupes imprimants. Ce composant assure plusieurs fonctions :

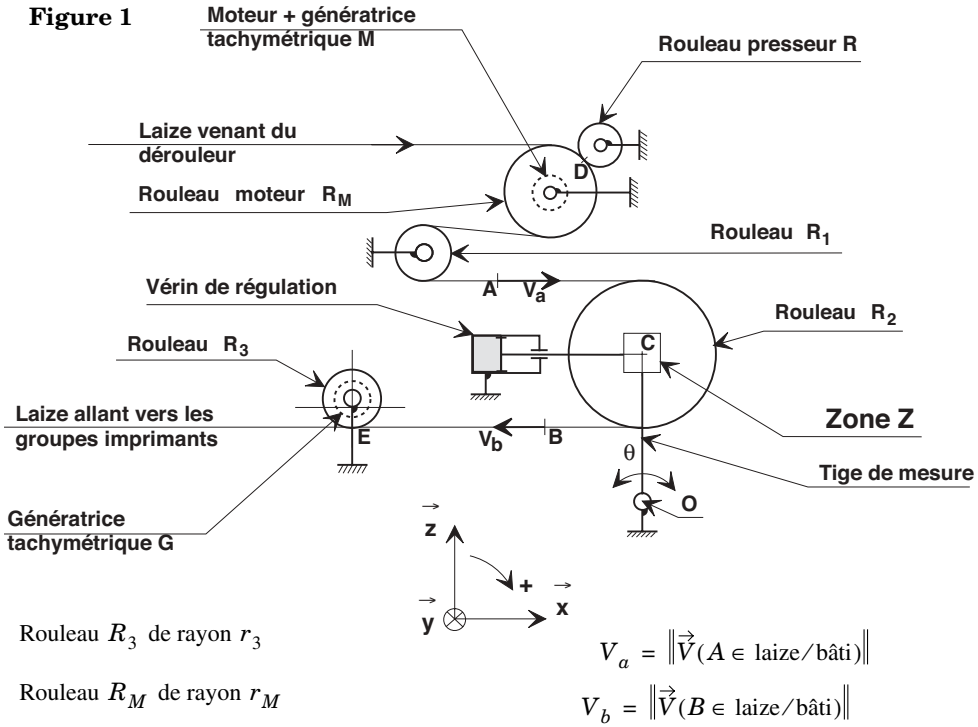
- centrer la laize ou bande de papier par rapport aux groupes imprimants,
- réguler la vitesse de la laize,
- réguler la tension (effort interne) de la laize.

Le schéma cinématique du danseur est représenté sur la figure 1. Ce schéma précise aussi la circulation de la bande de papier dans le danseur. Le papier entre dans le danseur en étant entraîné par le rouleau moteur R_M et le rouleau presseur R, chacun d'eux en liaison pivot par rapport au bâti. Ensuite le papier s'enroule autour du rouleau R_1 (en liaison pivot par rapport au bâti) puis autour du rouleau R_2 et enfin autour du rouleau R_3 (en liaison pivot par rapport au bâti). Ce rouleau R_3 est équipé d'un dispositif de mesure de vitesse : la génératrice tachymétrique G.

Le rouleau R_2 est en liaison pivot avec la tige du vérin de régulation. Ce vérin permet un mouvement de translation de l'axe du rouleau R_2 suivant la direction $\vec{x}$. Ce mouvement de translation entraîne un mouvement de rotation de la tige

de mesure d'amplitude $\theta = \pm 4°$ autour de l'axe $(O, \vec{y})$. Cette information angulaire $\theta = \pm 4°$ est convertie en tension $U_\theta = \pm 4$ V.
Si l'on note $V_a = \left\| \vec{V}(A \in \text{laize/bâti}) \right\|$ et $V_b = \left\| \vec{V}(B \in \text{laize/bâti}) \right\|$ alors en régime permanent $V_a = V_b$ et la tige de mesure est en position médiane, celle du schéma de la figure 1 ($0°$ correspondant à une tension de mesure 0 V). Dès qu'une différence de vitesse ΔV apparaît entre V_b et V_a ($\Delta V = V_b - V_a$), la tige du vérin de régulation se translate suivant $\vec{x}$ entraînant la tige de mesure qui pivote autour de l'axe $(O, \vec{y})$ car la chambre du vérin de régulation (grisée sur le schéma de la figure 1) contient un fluide maintenu sous pression constante. Cette information sert à réguler la vitesse de rotation du moteur M entraînant le rouleau R_M pour faire coïncider la vitesse de défilement V_a du papier venant du dérouleur avec la vitesse de défilement V_b du papier allant vers les groupes imprimants.

Figure 1



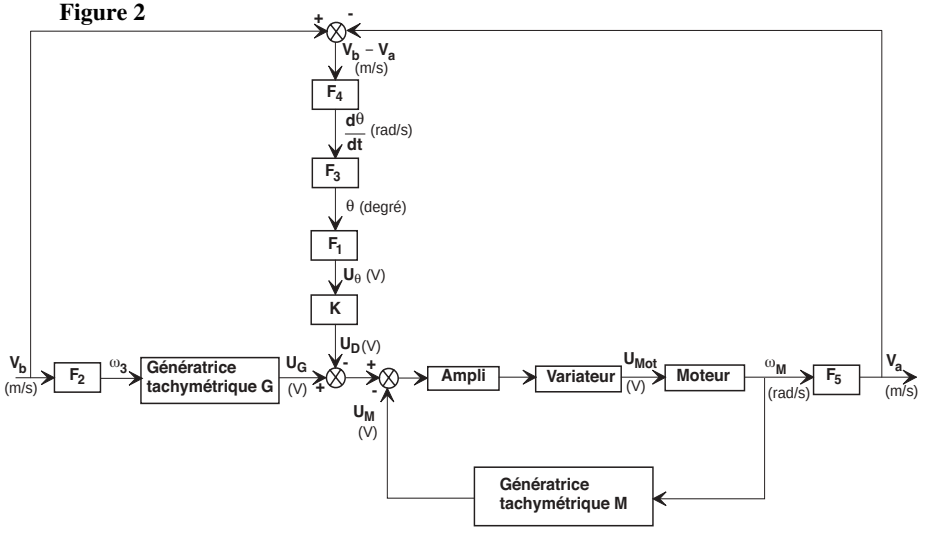
I.B - Représenter, sous forme d'un schéma cinématique, la chaîne fermée «bâti-tige du vérin de régulation-tige de mesure-bâti», en précisant la liaison qui n'est

pas représentée sur la figure 1 : $L_{\text{Tige du vérin/Tige de mesure}}$. Après avoir clairement précisé la modélisation retenue, spatiale ou plane, donner la forme générale du torseur cinématique associé à cette liaison $L_{\text{Tige du vérin/Tige de mesure}}$. Paramétrer ce schéma.

I.C - Sachant que $\overrightarrow{OC} \cdot \vec{z} = L$ et que $\theta = 0$ pour $x = 0$, déterminer la loi de mouvement qui lie l'angle de rotation θ autour de l'axe $(O, \vec{y})$ de la tige de mesure au déplacement x suivant $\vec{x}$ de la tige du vérin de régulation. Proposer une forme linéarisée de cette loi en la justifiant.

I.D - La commande du moteur M peut être modélisée par le schéma-bloc représenté sur la figure 2 ci-dessous :

Figure 2



Donner l'expression de la fonction de transfert $F_1(s)$ dans laquelle s est la variable de Laplace, en précisant les unités.

I.E - Si on fait l'hypothèse de non glissement au contact laize - rouleau R_3 et si ω_3 est la vitesse de rotation du rouleau R_3 par rapport au bâti, donner l'expression de la fonction de transfert $F_2(s)$ en précisant les unités.

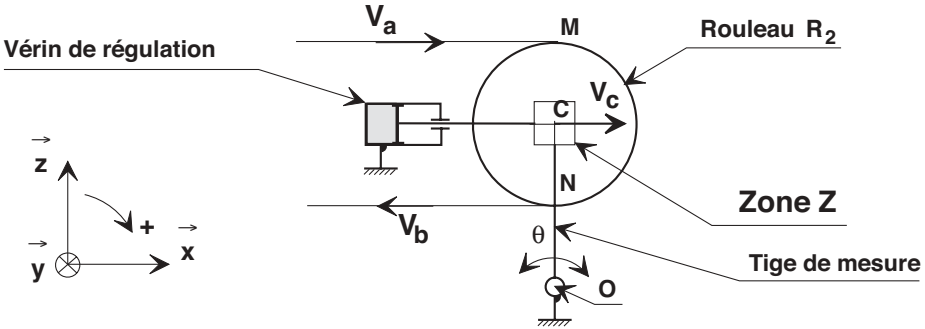
I.F - On fait l'hypothèse que le papier est inextensible. En régime permanent la longueur de papier dans le danseur, correspondant à la longueur curviligne DE (voir figure 1), est constante et notée L_n. Elle correspond à la position médiane de la tige de mesure. Dans le cas où une variation de vitesse $\Delta V = V_b - V_a$ apparaît, la longueur L_n varie. Donner le signe d'une variation ΔL_n de L_n en fonction du signe de ΔV. Donner alors le rôle du vérin de régulation.

I.G - On fait l'hypothèse de non glissement au contact laize - rouleau R_2 et on considère le papier comme inextensible. Sachant que

$$\vec{V}(C \in \text{ tige de vérin/bâti}) = V_c \vec{x} \quad \text{avec } V_c = \frac{dx}{dt},$$

positif ou négatif suivant le sens de déplacement de la tige du vérin de régulation (voir figure 3), démontrer la relation $V_b - V_a = -2V_c$. En déduire la fonction de transfert $F_4(s)$ puis la fonction de transfert $F_3(s)$.

Figure 3



$$\vec{V}(C \in \text{ tige de vérin/bâti}) = V_c \vec{x}$$

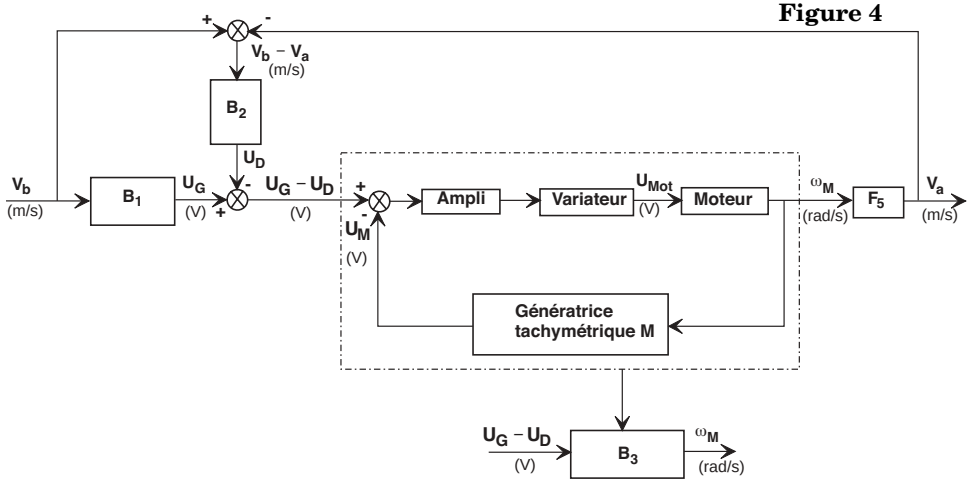
I.H - Si on fait l'hypothèse de non glissement au contact laize-rouleau R_M et si ω_M est la vitesse de rotation du rouleau R_M par rapport au bâti, donner l'expression de la fonction de transfert $F_5(s)$ en précisant les unités.

I.I - Soient les fonctions de transfert suivantes :

- K_A, gain pur, pour l'ampli,
- $V(s)$ pour le variateur,
- $M(s)$ pour le moteur,
- K_M, gain pur, pour la génératrice tachymétrique M,
- K_G, gain pur, pour la génératrice tachymétrique G.

En vous référant au schéma bloc de la figure 4, déterminer les expressions littérales de $B_1(s) = f(K_G, r_3)$, $B_2(s) = g(K, L)$ et $B_3(s) = h(K_A, K_M, V(s), M(s))$.

Figure 4



On fait l'hypothèse que la fonction de transfert du moteur $M(s)$ est du premier ordre (de gain statique K_{Mot} et de constante de temps T_{Mot}) et que celle du variateur est une constante notée K_V (action proportionnelle). Montrer que les fonctions de transfert $B_1(s)$, $B_2(s)$ et $B_3(s)$ peuvent s'écrire respectivement sous la forme

$$B_1(s) = K_1,\ B_2(s) = \frac{K_2}{s} \text{ et } B_3(s) = \frac{K_3}{1 + T_3 s}$$

avec $K_1 = \text{cste}$, $K_2 = \text{cste}$, $K_3 = \text{cste}$ et $T_3 = \text{cste}$.

Déterminer l'expression littérale de $V_a(s)$ en fonction de $V_b(s)$, K_1, K_2, K_3, T_3 et r_M.

I.J - Déterminer l'expression littérale définissant l'écart $\varepsilon(s) = V_b(s) - V_a(s)$ en fonction de $V_b(s)$, K_1, K_2, K_3, T_3 et r_M. Calculer l'écart ε en régime permanent (quand $t \to \infty$) pour une variation brusque de vitesse V_b de type échelon d'amplitude V. Calculer l'écart ε en régime permanent (quand $t \to \infty$) en fonction de K (voir figure 2), dans le cas d'une variation lente de vitesse V_b, variation que l'on peut modéliser par un signal de type rampe de pente faible (accélération a). Pour cela, on donne :

$r_M = 0,21\ \text{m}$, $r_3 = 0,13\ \text{m}$, $K_M = 0,4\ \text{V} \cdot \text{s} \cdot \text{rad}^{-1}$, $K_G = 0,4\ \text{V} \cdot \text{s} \cdot \text{rad}^{-1}$, $K_{Mot} = 0,5\ \text{rad} \cdot \text{V} \cdot \text{s}^{-1}$, $T_{Mot} = 0,2\ \text{s}$, $K_A = 2$, $K_V = 2$, $L = 1,5\ \text{m}$ et $a = 0,05\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Afin de ne pas avoir une dérive trop importante au niveau de l'écart des vitesses ε, on limite celui-ci à $\varepsilon_v = 0,05\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$. En déduire la valeur minimale de réglage du gain K dont le rôle est de pondérer l'importance donnée au signal dépendant de l'écart des vitesses ε.

I.K - Si l'écart $V_b - V_a$ est constant et non nul montrer que l'amplitude θ de la tige de mesure n'est pas constante et ne reste pas dans la plage $\pm 4°$. Proposer de manière qualitative, un correcteur qui permet de stabiliser cette amplitude dans la plage $\pm 4°$ ainsi que son implantation dans le schéma-bloc de la figure 2.

Partie II - Étude de la fonction «Dérouter, entraîner et stocker la bande de papier»

L'objectif de cette étude est d'analyser le comportement séquentiel de la ligne d'imprimerie suite à une rupture de la bande de papier ou «casse papier».

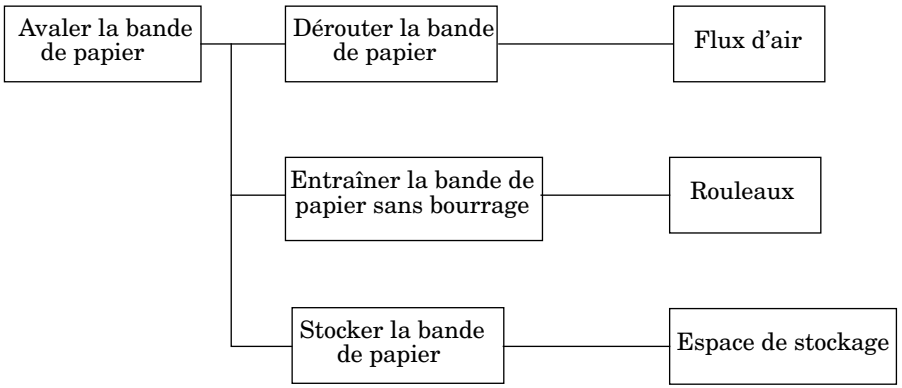
Comme on peut se l'imaginer par la perception de l'épaisseur du papier d'un journal ou d'une publicité, le non-déchirement est un problème crucial. Au niveau des groupes imprimants, le danseur (voir Partie I) permet de régler la tension de la bande de papier et d'éviter des «casses papier» intempestives.

Mais, la «plieuse» subit des encrassements et est soumise à des effets dynamiques critiques au niveau des découpes et pliages. Aussi, malgré la grande expérience des conducteurs de lignes et la haute technicité de ces unités qui font l'objet d'une attention particulière tant au niveau de leur conception que de leur réglage en production, il est malheureusement impossible de garantir que des phénomènes néfastes ne se produisent (bourrage, déchirement, etc...) induisant une «casse papier» tant au niveau de la plieuse qu'au niveau du sécheur - refroidisseur (voir document 1).

Dans ce contexte de «casse papier», la ligne est en complète désorganisation. En effet, si rien n'est fait, la bande de papier continue à se dérouler et à être imprimée, mais elle n'est plus traitée en aval. Bien au contraire, la bande reflue et a tendance à s'enrouler autour des cylindres des groupes imprimants. À pleine vitesse les dégâts peuvent être importants. Afin de réduire les risques d'enroulement dans les groupes imprimants, un avaleur de bande est installé entre le dernier groupe imprimant et le sécheur - refroidisseur. Cet avaleur de bande a pour fonction :

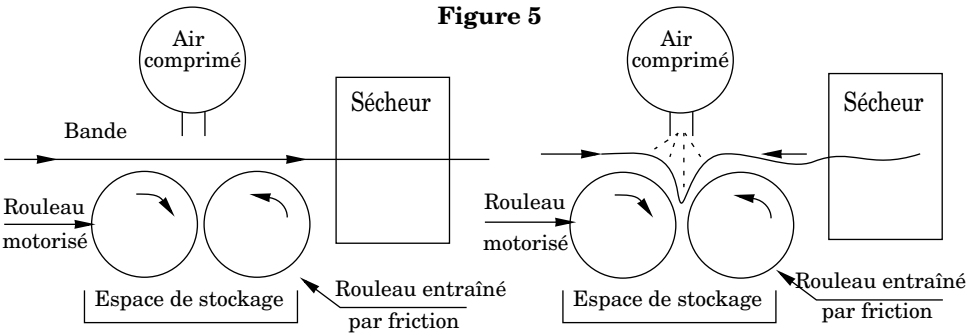
- de dérouter la bande de papier de sa direction normale de défilement,
- d'entraîner le papier vers une zone de stockage,
- de stocker le papier jusqu'à l'arrêt complet de la ligne.

Les fonctions réalisées par l'avaleur et les solutions techniques retenues pour assurer ces fonctions sont données dans le F.A.S.T. ci-dessous :



Lorsqu'une cellule détecte une rupture de la bande dans le sécheur - refroidisseur, elle déclenche la propulsion d'air comprimé sur la bande. Celle-ci est alors avalée par deux rouleaux : le premier est motorisé, et entraîne le deuxième par friction (voir figure 5). En fonctionnement normal, la bande de papier ne touche pas les rouleaux, ce système est par conséquent insensible aux fausses détections de «casse papier».

Figure 5



La solution technique choisie est à base de buses délivrant un bref flux d'air de forte intensité, permettant ainsi de dévier le flux de papier entre les deux rouleaux. Le papier entraîné entre ces deux rouleaux est ainsi dérouté vers un espace de stockage situé en dessous de la ligne.

Le temps de traitement de l'information et de la mise en action des flux d'air est donc le paramètre critique de dimensionnement de la solution utilisée. Les grafcets, donnés sur le document 3, décrivent le comportement séquentiel de la ligne d'imprimerie et plus particulièrement l'initialisation du système de détection de

«casse papier», l'avalement du papier et l'arrêt d'urgence. Le grafcet maître, donné sur le document 2, définit quant à lui les différents modes de fonctionnement de la ligne et permet la synchronisation séquentielle avec les autres grafcets. Le grafcet maître :

- commande le démarrage des groupes imprimants (étape 41) et du système de détection de «casse papier» (étape 43),
- commande le contrôleur général (étape 44) qui gère tous les automatismes liés à l'environnement des capteurs (à ce niveau, il faut préciser que la grille de sécurité a pour fonction de protéger tous ces automatismes),
- synchronise les cycles d'avalement de papier (étape 51), d'arrêt normal (étape 52) et d'arrêt d'urgence (étape 53).

Lorsqu'une «casse papier» est détectée, il faut :

- déclencher le flux d'air et lancer le cycle d'arrêt d'urgence,
- décélérer le défilement de la bande de papier puis écarter les rouleaux des groupes imprimants pour arrêter le déroulement de la bande de papier et réguler la tension de cette bande au niveau des groupes imprimants au moyen du danseur (la décélération se poursuit jusqu'à une vitesse nulle),
- écarter les rouleaux de l'avaleur pour permettre à la bande de papier d'être stockée dans l'espace de stockage.

II.A - Certaines réceptivités n'ont pas été données sur les grafcets du document 3. Donner les réceptivités (8) et (9) du grafcet d'initialisation du système de détection de «casse papier», (1) et (8) du grafcet du cycle d'avalement de papier et (1) et (6) du grafcet du cycle d'arrêt d'urgence afin d'obtenir un enchaînement correct des cycles.

II.B - En cas de détection de «casse papier», l'arrêt de la ligne d'imprimerie est obtenu en 8,5 secondes. La synchronisation temporelle des actions est fondamentale pour obtenir le minimum de dégâts surtout lors d'une «casse papier». À partir des grafcets fournis sur les documents 2 et 3, compléter le chronogramme du document - réponse en considérant qu'une information «casse papier» est validée à l'instant t .

Partie III - Étude de la fonction «Évacuer les cahiers imprimés»

Après l'impression et le séchage, les cahiers sont pliés puis évacués. Ces fonctions sont effectuées par la plieuse. Nous nous intéresserons dans cette partie uniquement à l'évacuation des cahiers. Cette fonction est réalisée au moyen

d'un tambour **1** muni de plusieurs ensembles arbre **2** - galet **3** (voir document 4). chaque ensemble permet de traiter un cahier par tour du tambour **1**. L'étude cinématique et dynamique sera faite avec un seul ensemble arbre **2** - galet **3** (voir schémas cinématiques figures 6 et 7).

Figure 6

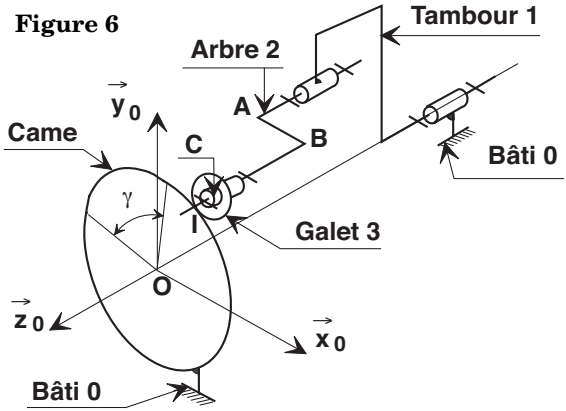
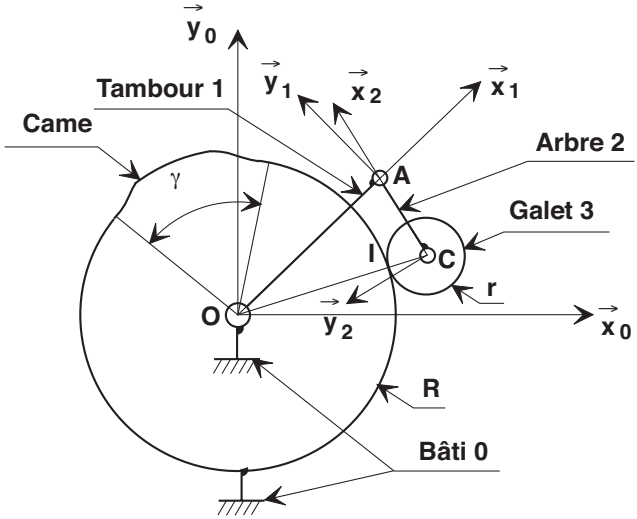
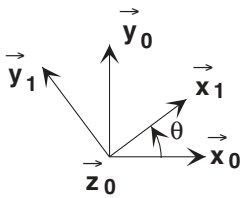
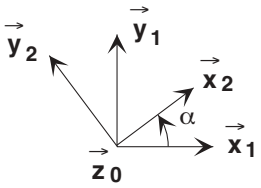
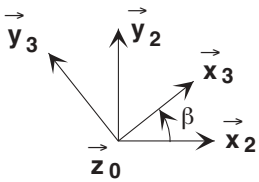


Figure 7









Hypothèses :

- Les liaisons pivot sont modélisées comme parfaites.
- Le contact galet **3** - came liée au bâti **0** est supposé ponctuel en I.
- $\dot{\theta} = cste$.
- Le repère $(O, \vec{x_0}, \vec{y_0}, \vec{z_0})$ lié au bâti **0**, est considéré comme galiléen, l'axe $(O, \vec{y_0})$ étant vertical ascendant.
- Le repère $(O, \vec{x_1}, \vec{y_1}, \vec{z_0})$ est lié au tambour **1**.
- Le repère $(A, \vec{x_2}, \vec{y_2}, \vec{z_0})$ est lié à l'arbre **2**.
- Le repère $(C, \vec{x_3}, \vec{y_3}, \vec{z_0})$ est lié au galet **3**.

Caractéristiques géométriques :

- $\overrightarrow{CI} = r(\cos\alpha \vec{x_2} + \sin\alpha \vec{y_2})$ avec r rayon du galet **3**.
- $\overrightarrow{OA} = (R + r)\vec{x_1} - h\vec{z_0}$ avec $R = 237$ mm et $r = 26$ mm .
- $\overrightarrow{AB} = -L\vec{x_2}$ avec $L = 48$ mm .
- $\overrightarrow{BC} = h\vec{z_0}$.

Fonctionnement de ce mécanisme

Ce mécanisme est constitué (voir schémas cinématiques figures 6 et 7) :

- d'un tambour **1** en liaison pivot d'axe $(O, \vec{z_0})$ par rapport au bâti **0**,
- d'un arbre **2** en liaison pivot d'axe $(A, \vec{z_0})$ par rapport au tambour **1**,
- d'un galet cylindrique **3** en liaison pivot d'axe $(C, \vec{z_0})$ par rapport à l'arbre **2**. Le galet **3** roule sans glisser sur la came liée au bâti **0**.

L'ensemble est entraîné par un moteur dont le stator est lié au bâti **0** et le rotor au tambour **1**. Le moteur n'est pas représenté sur les schémas cinématiques figures 6 et 7, et le stator exerce sur le rotor une action modélisée par le torseur-couple

$$\{T(0 \to 1)\}_O = \left\{ \begin{array}{c} \vec{0} \\ \vec{C}_m = C_m \vec{z_0} \end{array} \right\}_O .$$

Pour maintenir constamment le contact entre le galet **3** et la came liée au bâti **0**, une barre de torsion élastique liée au tambour **1** et à l'arbre **2** applique sur l'arbre **2** une action modélisée par le torseur-couple

$$\{T(1 \to 2)\}_A = \left\{ \begin{array}{c} \vec{0} \\ \vec{C}_t = -C_t \vec{z}_0 \end{array} \right\}_A .$$

Cette barre de torsion n'est pas représentée sur les schémas cinématiques figures 6 et 7.

La came liée au bâti **0** est réalisée à partir d'un cylindre de rayon R. Sur le secteur angulaire γ (voir schémas cinématiques figures 6 et 7), la came comporte un profil constitué par une suite de courbes se raccordant tangentiellement. Le passage d'un galet **3** sur ce profil entraîne une rotation de l'arbre **2**, autour de l'axe $(A, \vec{z}_0)$, dans un sens puis dans l'autre afin de prendre puis libérer un cahier par fermeture puis par ouverture de la lame de pincement liée à l'arbre **2** (voir document 4).

Étude du roulement sans glissement au contact arbre 2 - galet 3

*L'objectif de cette étude est de montrer que la vitesse de rotation $\dot{\beta}$ du galet **3** autour de son axe peut être considérée, en première approximation, comme constante. Cette approximation est utile pour l'étude dynamique qui suit.*

III.A - Soient I le point de contact entre le galet **3** et la came liée au bâti **0** sur le secteur angulaire $(2\pi - \gamma)$ et $\vec{V}(I \in 3/0) = V_x \vec{x}_2 + V_y \vec{y}_2$. Déterminer V_x et V_y. en fonction de L, R, r, $\dot{\alpha}$, $\dot{\beta}$, $\dot{\theta}$ et α. Sachant que le galet **3** roule sans glisser sur la came liée au bâti **0**, déterminer la relation $\dot{\beta} = f(R, r, L, \alpha, \dot{\theta})$.

III.B - Lorsque le galet **3** parcourt le secteur angulaire $(2\pi - \gamma)$, l'angle α est constant : $\alpha = \alpha_0$. Calculer α_0 en fonction de L, R et r. La question III.I permettra de vérifier qu'au cours d'un cycle (rotation d'un tour du tambour **1** autour de son axe $(O, \vec{z}_0)$), la variation de l'angle α est inférieure à $8°$. Montrer, sous cette condition, que la vitesse de rotation $\dot{\beta}$ du galet **3** autour de son axe $(C, \vec{z}_0)$ peut être, en première approximation, considérée comme constante.

III.C - Justifier l'intérêt de la liaison pivot entre l'arbre **2** et le galet **3**.

Étude du mouvement de l'arbre 2

*L'objectif de cette étude est de déterminer l'équation différentielle qui régit le mouvement de l'arbre **2** par rapport au bâti **0** afin de déterminer l'accélération limite qui permet le maintien du contact du galet **3** avec la came liée au bâti **0**.*

Caractéristiques cinétiques :

Arbre 2	**Galet 3**
• Masse : m_2 avec $m_2 = 5,50\ \text{kg}$.	• Masse : m_3 avec $m_3 = 0,42\ \text{kg}$.
• Centre d'inertie : G_2 tel que $\overrightarrow{AG_2} = a\vec{x}_2 + b\vec{y}_2 + c\vec{z}_0$ avec a et b négligeables.	• Centre d'inertie : C.
• Matrice associée à l'opérateur d'inertie, exprimée dans la base $(\vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_0)$: $\bar{\bar{I}}(A,2) = \begin{pmatrix} A_2 & -F_2 & -E_2 \\ -F_2 & B_2 & -D_2 \\ -E_2 & -D_2 & C_2 \end{pmatrix}$	• Matrice associée à l'opérateur d'inertie, exprimée dans la base $(\vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_0)$: $\bar{\bar{I}}(C,3) = \begin{pmatrix} A_3 & 0 & 0 \\ 0 & A_3 & 0 \\ 0 & 0 & C_3 \end{pmatrix}$
$A_2 = 2987,81 \cdot 10^{-4}\ \text{kg} \cdot \text{m}^2$, $D_2 \approx 0$	$A_3 = 9,28 \cdot 10^{-5}\ \text{kg} \cdot \text{m}^2$
$B_2 = 3000,45 \cdot 10^{-4}\ \text{kg} \cdot \text{m}^2$, $E_2 \approx 0$	$C_3 = 1,42 \cdot 10^{-4}\ \text{kg} \cdot \text{m}^2$
$C_2 = 24,32 \cdot 10^{-4}\ \text{kg} \cdot \text{m}^2$, $F_2 \approx 0$	

III.D - En faisant l'hypothèse $\dot{\beta} = \text{cste}$, déterminer l'hypothèse à formuler afin que l'action de la came liée au bâti **0** sur le galet **3** soit de support OC. La méthode utilisée pour obtenir ce résultat doit être clairement précisée : système isolé, bilan des actions mécaniques, application du théorème.... à .....en projection sur...,...

III.E - Déterminer l'équation différentielle qui régit le mouvement de l'arbre **2** par rapport au bâti **0**. Pour cela, il faut isoler l'ensemble $\boldsymbol{S = 2+3}$, prendre en compte l'hypothèse formulée à la question III.D et faire l'hypothèse $\dot{\beta} = \text{cste}$. La méthode utilisée pour obtenir cette équation différentielle doit être clairement précisée : système isolé, bilan des actions mécaniques, application du théorème…à ... en projection sur ..., ...

III.F - Donner la condition qui traduit le maintien du contact du galet **3** avec la came liée au bâti **0**. En déduire alors, sous forme littérale, l'accélération limite $\ddot{\alpha}$. Faire l'application numérique avec $C_t = 40\ \text{N} \cdot \text{m}$, $\dot{\theta} = 43,63\ \text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$ et $\sin\alpha(t) \approx 1$.

Étude de la loi de levée de came

L'objectif de cette étude est de déterminer la loi $\alpha(t)$ nécessaire à l'évacuation d'un cahier.

Pour évacuer un cahier, il faut successivement :

- Le pincer en provoquant un basculement de la lame de pincement (voir document 4) liée à l'arbre **2**. Cette fonction est réalisée lorsque le galet **3** est en contact avec la came liée au bâti **0** sur la portion DE (voir figure 8).
- L'entraîner. Cette fonction est réalisée lorsque le galet **3** est en contact avec la came liée au bâti **0** sur la portion EF (voir figure 9).
- Le libérer en provoquant un basculement inverse de la lame de pincement liée à) l'arbre **2**. Cette fonction est réalisée lorsque le galet **3** est en contact avec la came liée au bâti **0** sur la portion FG (voir figure 10).

Figure 8

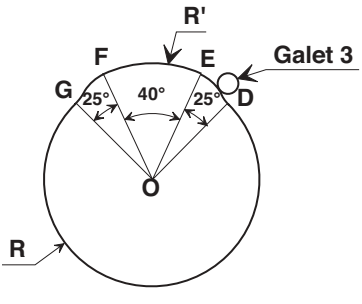


Figure 9

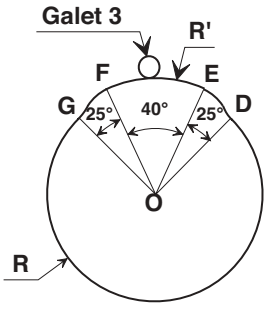
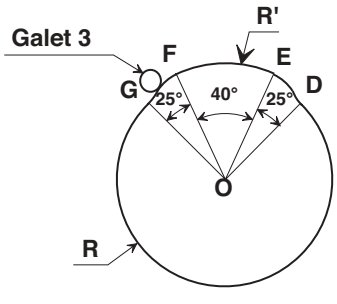


Figure 10



La came liée au bâti **0** est réalisée à partir de :

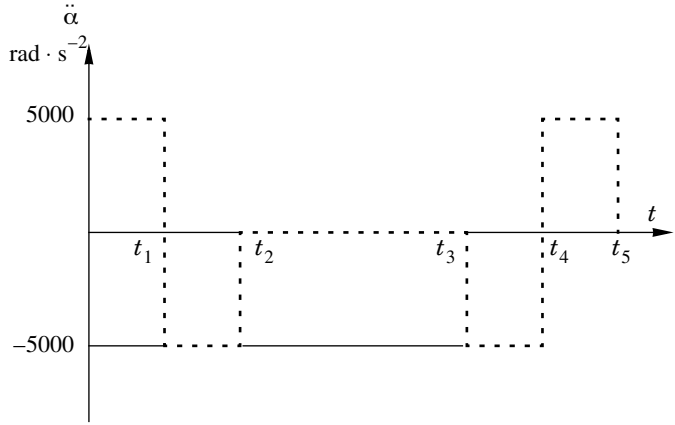
- Deux portions circulaires, l'une de G à D de rayon $R = 237$ mm, l'autre de E à F de rayon R'.
- Deux secteurs de D à E et de F à G qui permettent respectivement de pincer et de libérer un cahier.

Le constructeur de la ligne d'imprimerie s'est imposé le cahier des charges suivant :

- La plieuse doit traiter 75 000 cahiers par heure.
- Le pincement d'un cahier est considéré comme satisfaisant lorsque la lame de pincement, donc l'arbre **2**, a tourné d'un angle minimal de $7°$ autour de l'axe $(A, \vec{z_0})$.
- Le secteur angulaire γ (voir schémas cinématiques figures 6 et 7 et figures 8, 9 et 10) est égal à $90°$.

- Le pincement et la libération d'un cahier s'effectuent respectivement sur un secteur angulaire de $25°$ (voir figures 8, 9 et 10).

Le constructeur a choisi une loi d'accélération $\ddot{\alpha}(t)$ qui est approchée par la courbe suivante :

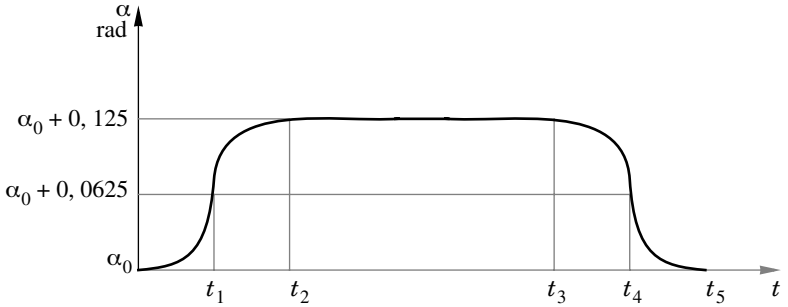


- $t_2 - t_1 = t_1$
- $t_5 - t_4 = t_4 - t_3$
- $t_5 - t_3 = t_2$
- Le pincement d'un cahier a lieu entre les instants 0 et t_2.
- La libération d'un cahier a lieu entre les instants t_3 et t_5.

III.G - Sachant que le tambour **1** est muni de plusieurs galets **3** (voir document 4) qui traitent chacun un cahier, montrer que $\dot{\theta} = 43,63 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$.

III.H - Déterminer la durée T d'un tour du tambour **1** autour de son axe $(O, \vec{z}_0)$ et la durée t_5 mise par un galet **3** pour parcourir le secteur angulaire γ. En déduire les valeurs de t_1, t_2, t_3 et t_4. Faire les applications numériques.

III.I - Proposer une méthode pour obtenir la loi espace $\alpha(t)$. Les calculs ne sont pas demandés. Cette loi est donnée ci-dessous :

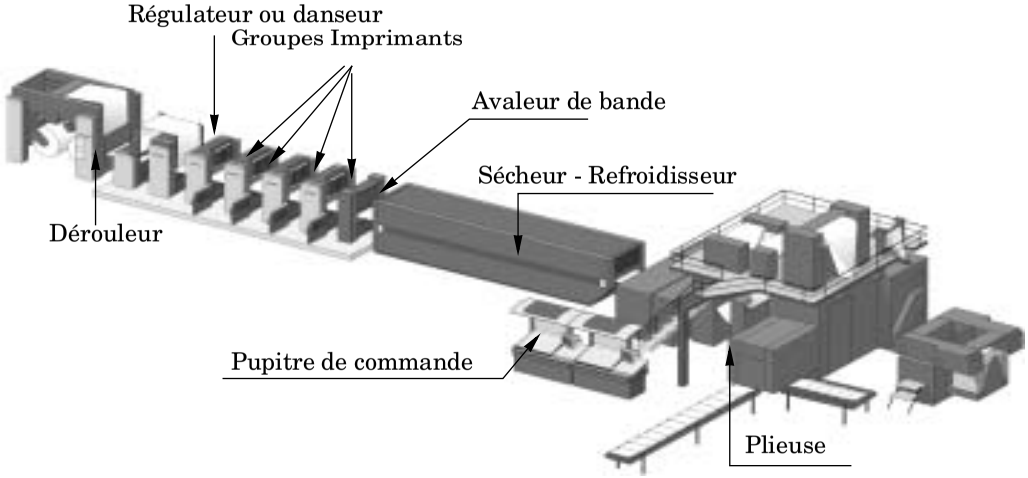


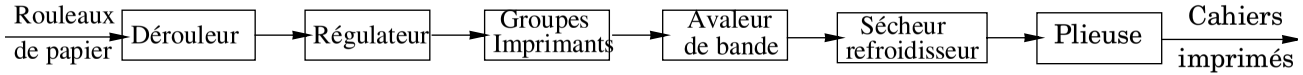
Vérifier que la rotation de l'arbre **2** est supérieure à $7°$, lors de l'évacuation d'un cahier. Calculer ensuite R' (voir figures 7, 8 et 9).

III.J - Vérifier que l'approximation $\sin\alpha(t) \approx 1$ faite à la question III.F est justifiée.

III.K - Indiquer le paramètre à modifier afin que la plieuse puisse traiter 100 000 cahiers par heure. Cette modification a-t-elle une conséquence :

- sur la vitesse de rotation du dérouleur et celle des rouleaux des groupes imprimants ?
- sur la vitesse de déplacement de la bande de papier ?
- sur la puissance des moteurs qui entraînent ces éléments ?
- sur l'équilibrage dynamique des solides en rotation ?





Les fonctions des sous-ensembles de cette ligne d'imprimerie sont données ci-dessous :

Dérouleur : dérouler la bande de papier.

Régulateur ou danseur : réguler la tension de la bande de papier déroulée, sa vitesse et sa position latérale avant l'entrée dans les groupes imprimants.

Groupes Imprimants : déposer l'encre sur le papier

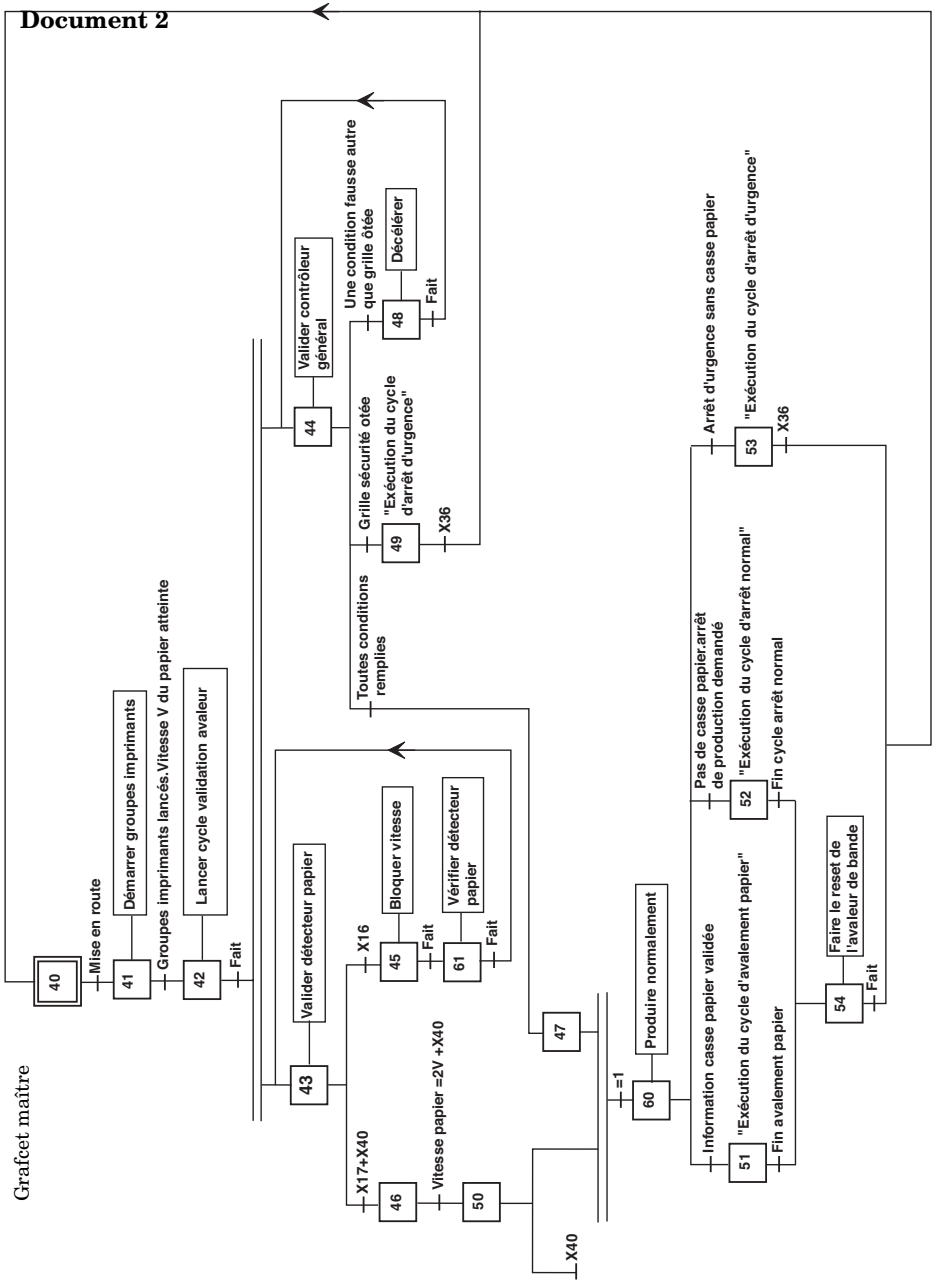
Avaleur de bande : dérouter, entraîner et stocker la bande de papier en cas de rupture de celle-ci jusqu'à l'arrêt complet de la ligne d'imprimerie.

Sécheur-Refroidisseur : sécher l'encre.

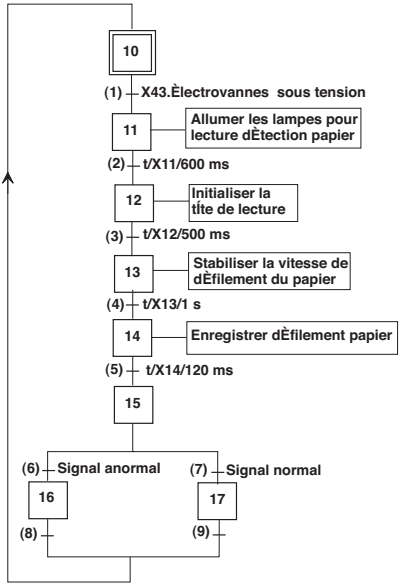
Plieuse : plier et découper la bande de papier imprimée, former et évacuer les cahiers.

Document 1

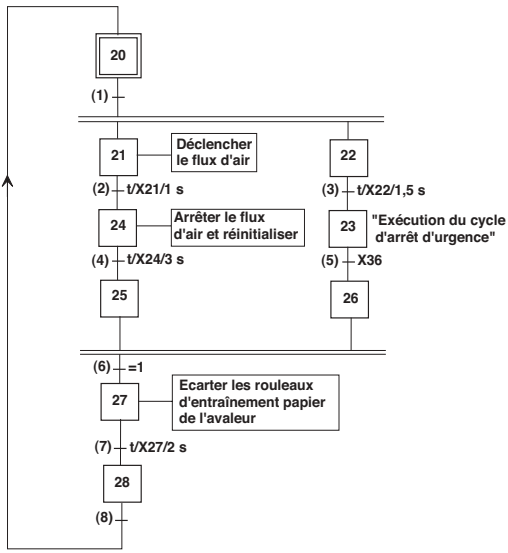
Document 2


Grafcet maître
40
Mise en route
41
Démarrer groupes imprimants
Groupes imprimants lancés.Vitesse V du papier atteinte
42
Lancer cycle validation avaleur
Fait
43
Valider détecteur papier
X16
45
Bloquer vitesse
Fait
61
Vérifier détecteur papier
Fait
X17+X40
46
Vitesse papier =2V +X40
50
X40
47
=1
60
Produire normalement
Information casse papier validée
51
"Exécution du cycle d'avalement papier"
Fin avalement papier
54
Faire le reset de l'avaleur de bande
Fait
Pas de casse papier.arrêt de production demandé
52
"Exécution du cycle d'arrêt normal"
Fin cycle arrêt normal
Arrêt d'urgence sans casse papier
53
"Exécution du cycle d'arrêt d'urgence"
X36
Toutes conditions remplies
Grille sécurité otée
49
"Exécution du cycle d'arrêt d'urgence"
X36
Une condition fausse autre que grille ôtée
48
Décélérer
Fait
44
Valider contrôleur général

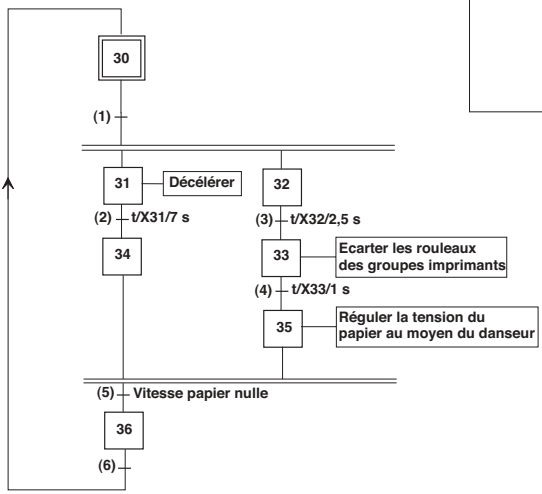
Grafcet d'initialisation du système de détection de «casse papier»



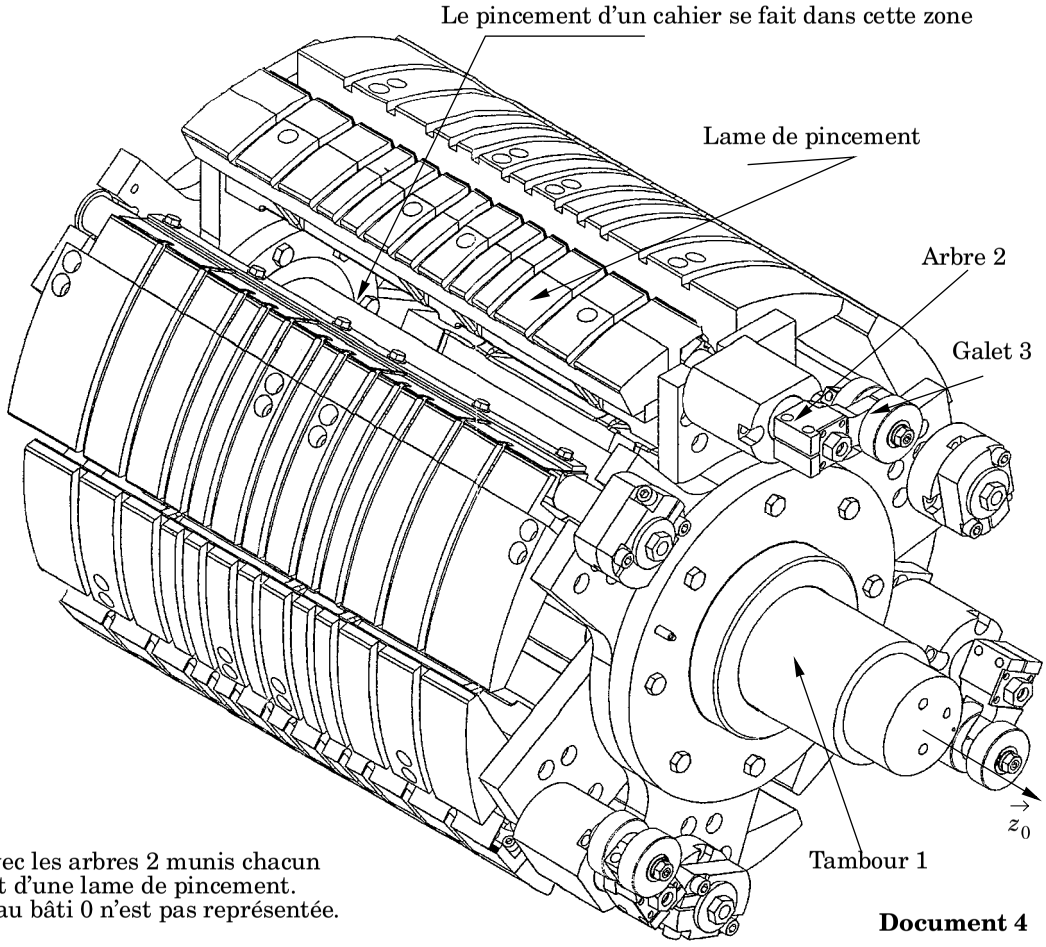
Grafcet du cycle d'avalement du papier



Grafcet du cycle d'arrêt d'urgence



Document 3



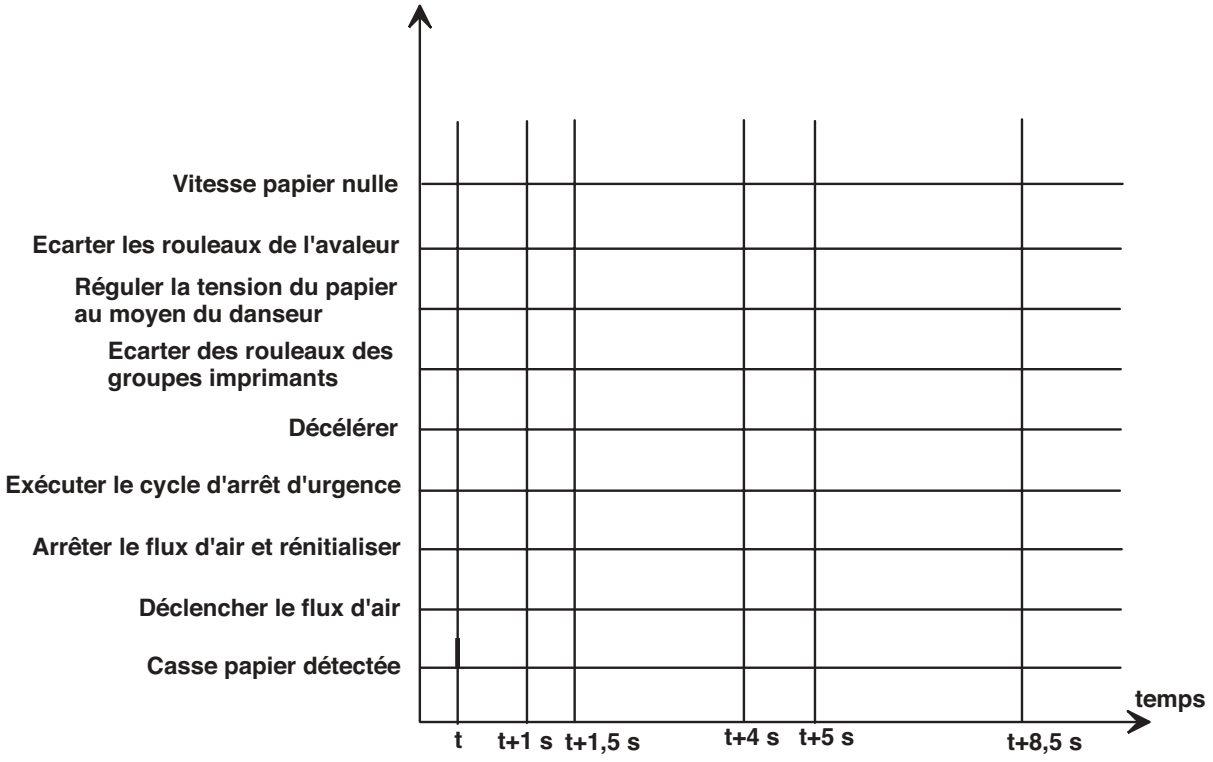
Tambour 1 avec les arbres 2 munis chacun d'un galet 3 et d'une lame de pincement.
La came liée au bâti 0 n'est pas représentée.

Document 4

Annexe du sujet de Sciences Industrielles

Annexe du sujet de Sciences Industrielles, filière MP

Cette annexe doit être rendue avec les autres copies. Il ne pourra pas être délivré d'autre exemplaire de ce document.



Prepa Help

prepahelp.com · classes préparatoires, Maroc et France

Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de MP chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- asservissement, Transformée de Laplace,
- s asservis : stabilité, précision, rapidité
- nes : onctuel, lois
- servis : correcteurs P, PI et à avance de phase
- le solides, principe fondamental, stratégie d'isolement,
- Cinématique du solide : paramétrage, vitesse, taux de rotation et torseur cinématique

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/centrale/mp

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière ?

Écrire sur WhatsApp