

CHANGEUR AUTOMATIQUE DE ROULEAUX

PRÉSENTATION

Lorsque l'on désire imprimer un très grand nombre d'exemplaires d'un même ouvrage (journal à grand tirage, annuaire téléphonique, ...) on utilise généralement des machines à impression rotative.

Ces machines sont alimentées en papier de façon continue, grâce à de gros rouleaux de papier situés en amont. Afin d'améliorer la productivité, il est nécessaire de remplacer le rouleau de papier vide par un plein, sans pour cela immobiliser la machine.

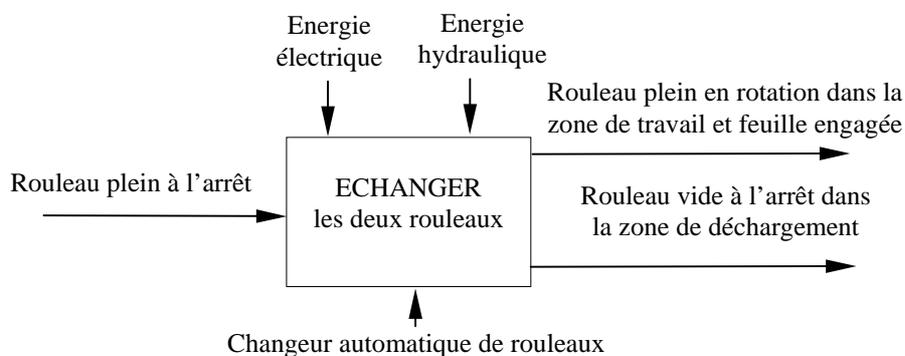
Le sujet proposé est un changeur automatique de rouleaux, utilisé pour alimenter une rotative des usines d'impression Berger Levrault.

Le rôle de ce dispositif automatisé, est d'accélérer le nouveau rouleau plein en rotation, d'engager la feuille de ce rouleau dans la machine et d'inverser les positions des deux rouleaux, afin d'amener le rouleau vide dans la zone de déchargement.

Ce système automatisé comprend trois modules :

- un **lanceur**, constitué d'un moteur, d'un vérin et d'une courroie, ayant pour rôle d'accélérer le rouleau plein en rotation (voir document 1).
- un **bras escamotable**, constitué d'un rouleau presseur, d'un vérin et d'une lame, ayant pour fonction d'engager la feuille provenant du rouleau plein dans la machine et de découper celle du rouleau vide (voir document 4).
- un **levier** motorisé, supportant les deux rouleaux, qui a pour rôle d'inverser leurs positions, afin de permettre le déchargement du rouleau vide (voir document 1).

Le diagramme S.A.D.T. A-0 du changeur automatique de rouleaux est proposé ci-dessous :



ÉTUDE DE L'ACCÉLÉRATION DU ROULEAU

Le document 1 montre la structure générale du changeur de rouleaux. Le rouleau a un diamètre maximum de 1,20 m et un diamètre minimum de 60 cm. En fonctionnement normal, la vitesse de défilement du papier est de 60 km/h (document 2).

B est le point de déroulement du papier, \vec{u} est le vecteur unitaire de la droite (A,B) et \vec{v} le vecteur unitaire directement normal à \vec{u} . $\theta_{1/0}$ représente l'angle de rotation du rouleau 1 par rapport au bâti 0. Dans toute cette partie, on supposera que l'angle $\alpha = (\vec{x}_0, \vec{u})$ varie très lentement, ce qui revient à considérer que sa dérivée par rapport au temps est nulle. On fera l'hypothèse que la feuille de papier 2 est un solide indéformable sur la portion (B,C) et on supposera également que le papier se déroule sans glisser sur le rouleau.

Pour les questions 1, 2 et 3, le levier 3 reste immobile par rapport au bâti 0 de la machine.

Notations :

- On note \vec{V}_{ij}^M , le vecteur vitesse d'un point M dans son mouvement du solide i par rapport au repère R_j .
 - On note \dot{x} , la dérivée d'une variable x par rapport au temps.
 - On note $\vec{\Omega}_{i/j}$, le vecteur rotation du solide i par rapport au repère R_j .
 - On note $\dot{\theta}_{i/j}$, le taux de rotation du solide i par rapport au repère R_j .
 - $R_0 = (A, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ est le repère lié au bâti 0 et $R_1 = (A, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ est le repère lié au rouleau 1.
1. Donner l'expression générale de la vitesse du point B du papier 2 dans son mouvement par rapport au bâti 0, notée : $\vec{V}_{2/0}^B$ en fonction de r , \dot{r} et $\dot{\theta}_{1/0}$. On exprimera ce résultat dans la base $(\vec{u}, \vec{v}, \vec{z})$.
 2. L'épaisseur du papier est notée $e = 0,1$ mm. Déterminer l'expression de r en fonction de e , R_{Maxi} et $\theta_{1/0}$. On supposera qu'à $\theta_{1/0} = 0$, $r = R_{Maxi}$. En déduire l'expression de \dot{r} en fonction de $\dot{\theta}_{1/0}$.
 3. On fait l'hypothèse que \dot{r} est négligeable. En simplifiant la relation de la question 1, donner l'expression analytique du taux de rotation du rouleau $\dot{\theta}_{1/0}$. Application numérique : calculer en rd/s les valeurs minimum et maximum de $\dot{\theta}_{1/0}$. En déduire la valeur maximale de \dot{r} , et vérifier l'hypothèse précédente.

ÉTUDE DE LA COMMANDE DU MOTEUR

Dans cette partie, on s'intéresse à la commande du moteur entraînant le rouleau, le lanceur est à l'arrêt et en position haute.

Une étude dynamique permet de quantifier l'inertie totale J_T rapportée sur l'axe de l'arbre moteur, de l'ensemble rouleau, réducteur et moteur, ainsi que le coefficient de frottement visqueux total f_T . Le schéma fonctionnel de l'asservissement en vitesse du moteur est donné sur le document 2.

Le moteur électrique possède les caractéristiques suivantes :

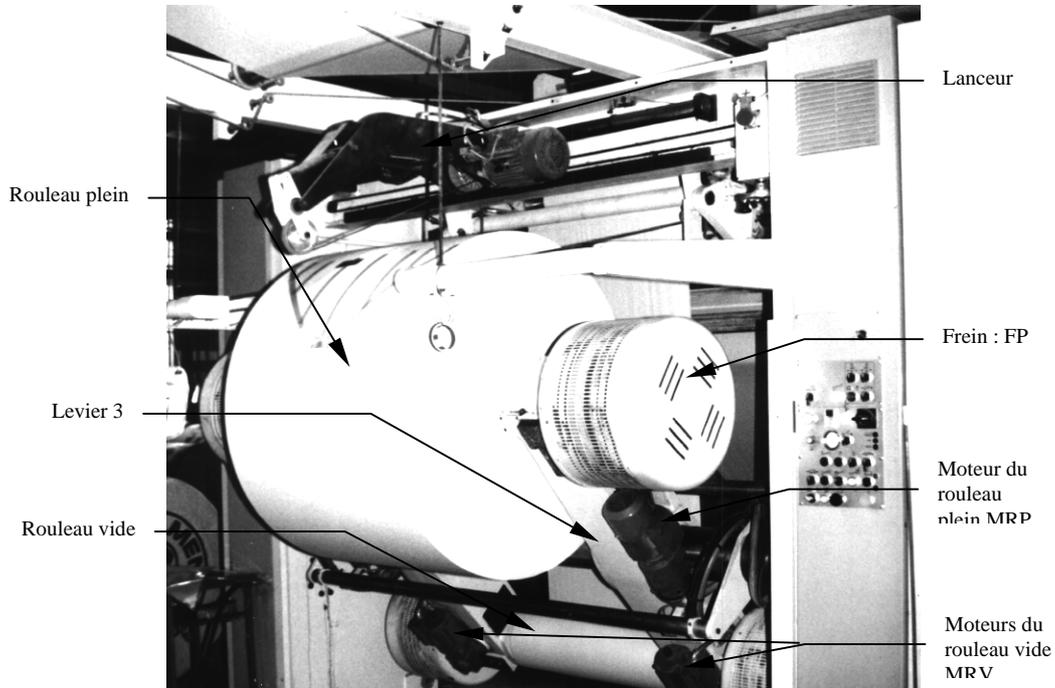
- constante de la f.c.e.m : $K_E = 0,6$ V.s.rd⁻¹
- constante de couple : $K_M = 0,7$ N.m.A⁻¹
- résistance rotorique : $R = 4,5$ Ω
- inductance négligée.

Données :

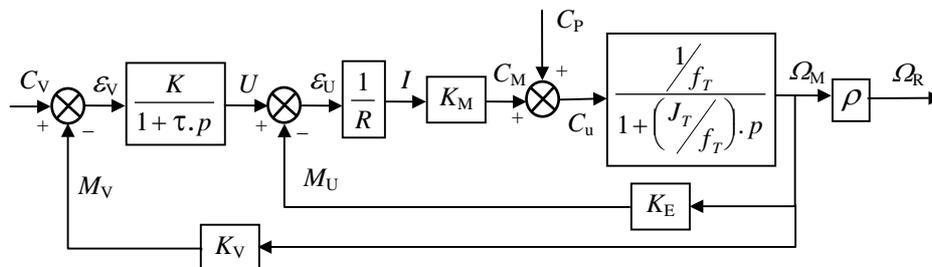
- $J_T = 2,8$ kg.m²
 - $f_T = 1,5 \cdot 10^{-3}$ N.m.s.rd⁻¹
 - $K = 200$; $K_V = 0,01$ V/tr_{min}
 - $\tau = 15$ ms
 - C_V est la tension de consigne de vitesse ; ε_V l'écart de vitesse ; M_V la mesure de vitesse.
 - U est la tension de commande ; ε_U l'écart de tension ; M_U la mesure de tension.
 - C_M est le couple moteur ; C_u le couple utile ; C_P le couple dû aux perturbations ; Ω_M la vitesse de rotation du moteur ; Ω_R la vitesse de rotation du rouleau.
4. On notera p la variable de Laplace. En supposant qu'il n'y a pas de perturbation (C_P est nul), donner l'expression de la fonction de transfert en boucle fermée : $H_1(p) = \frac{\Omega_M(p)}{U(p)}$. Préciser littéralement et numériquement, le gain K_I et la constante de temps τ_I .
 5. Nous nous intéressons maintenant à la boucle tachymétrique (d'entrée C_V et de sortie Ω_M). En supposant toujours que C_P est nul, déterminer littéralement la fonction de transfert en boucle ouverte : $G_2(p) = \frac{M_V(p)}{\varepsilon_V(p)}$.
 6. Donner l'expression de l'écart statique $\varepsilon_s = \lim_{t \rightarrow +\infty} (C_v(t) - M_v(t))$ pour cette boucle tachymétrique. Faire une application numérique dans le cas où $C_v(t)$ est un échelon unitaire.
 7. On donne sur le document R₁, la réponse indiciale du système, à une entrée de type échelon unitaire ($C_V = 1V$), ainsi que la réponse idéale (temps de réponse et écart statique nuls) à cette même entrée. Placer sur la figure le temps de

réponse à 5 % et l'écart statique. Donner les valeurs numériques correspondantes. Retrouver le résultat de la question précédente.

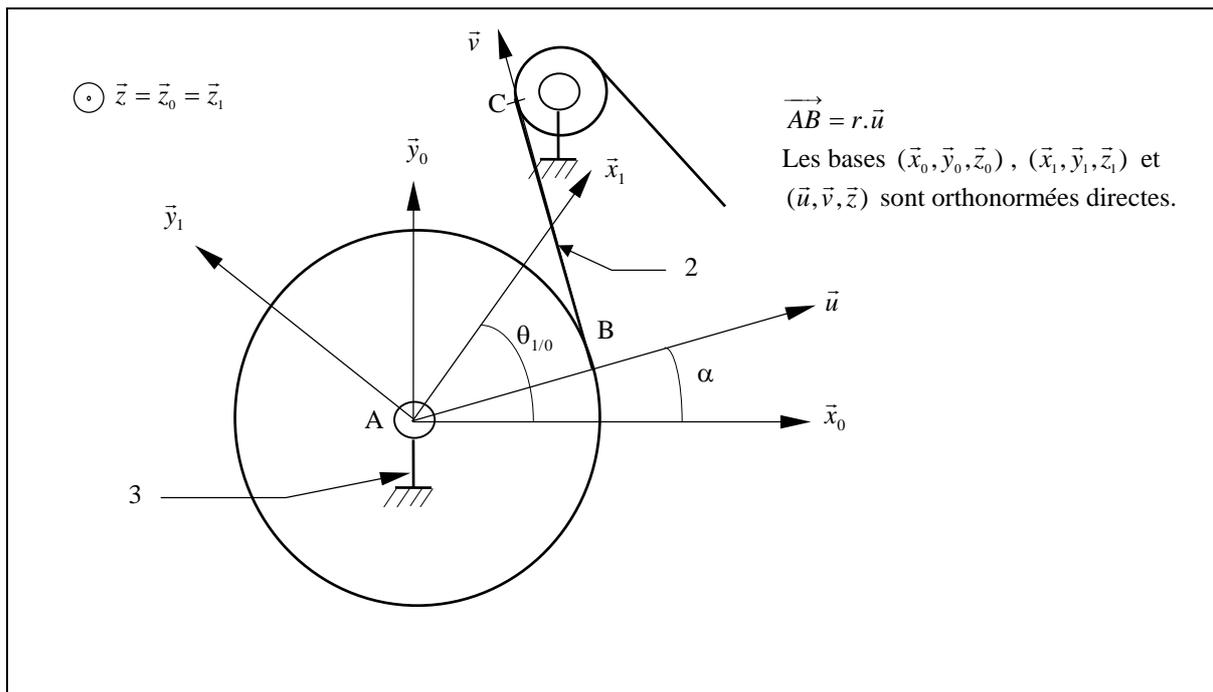
8. On suppose maintenant que C_p n'est plus nul. Construire le schéma fonctionnel de l'asservissement d'entrée C_p et de sortie Ω_M et donner la fonction de transfert en boucle ouverte $G_3(p) = \frac{C_M(p)}{C_U(p)}$.



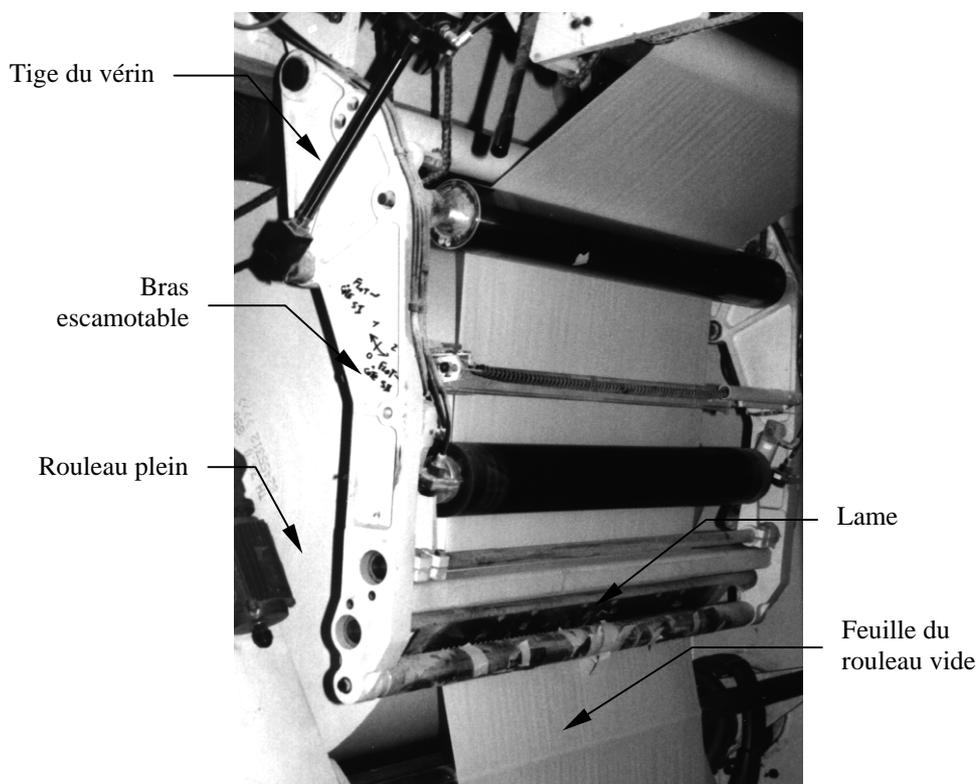
document 1



document 2

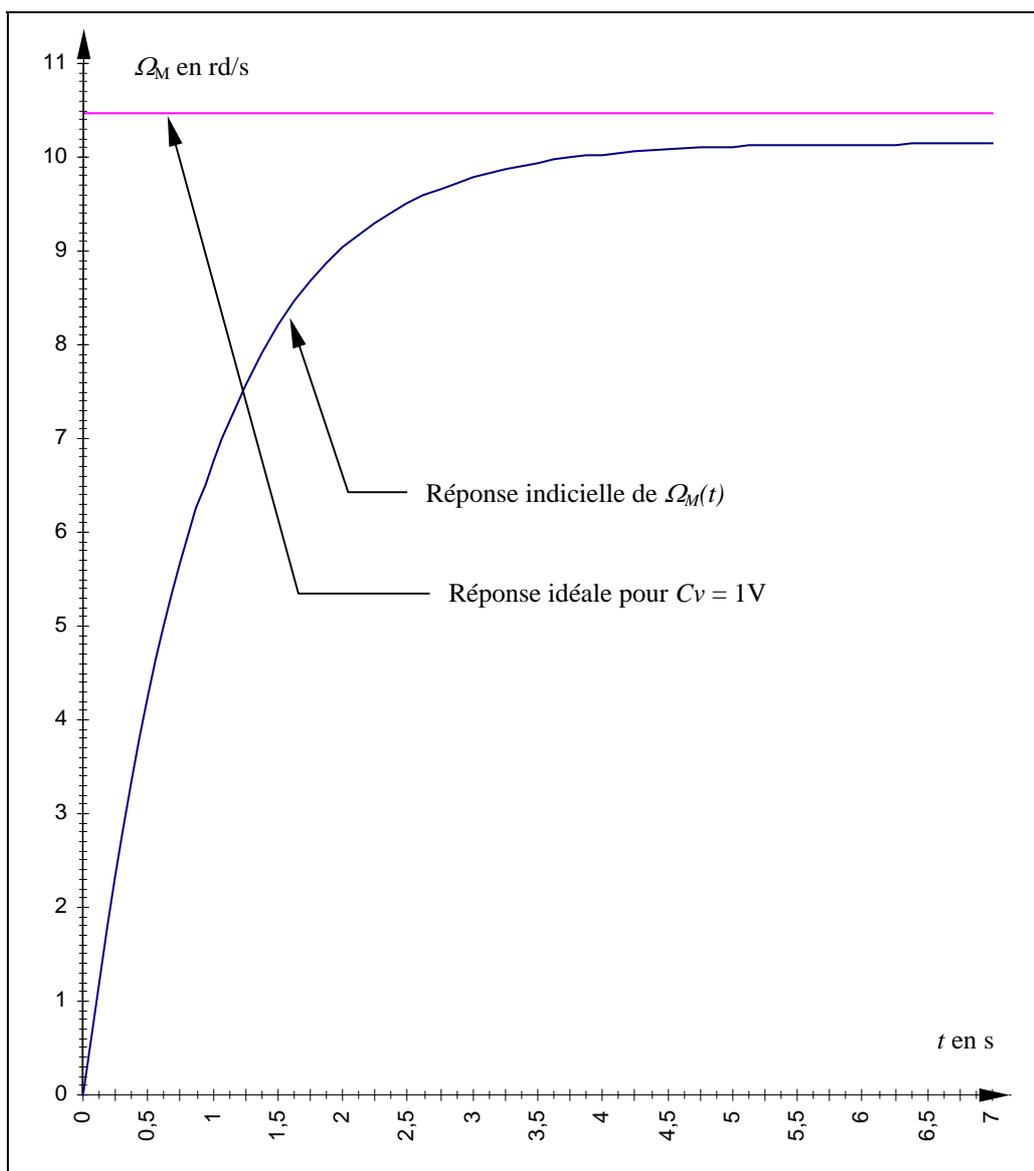


document 3



document 4

document R₁



Temps de réponse à 5% =

$\varepsilon_s(\Omega) =$ (en rd/s)

$\varepsilon_s =$ (en V)