

- Répondre directement (et uniquement) sur la feuille, ne pas dégrafer.
- Vous pouvez compléter vos réponses sur une feuille libre si nécessaire.

Classe :
 Nom :
 Prénom :

DS - Modélisation et caractérisation des systèmes asservis

Exercice 1 - Système de pendulation

Adapté de Centrale MP 2000

Corrigé page 10

La pendulation

Afin de compenser les effets centrifuges et d'améliorer le confort des passagers, pour les trains à grande vitesse (TGV), il est nécessaire de contrôler l'inclinaison de la caisse de la voiture par rapport à la voie.

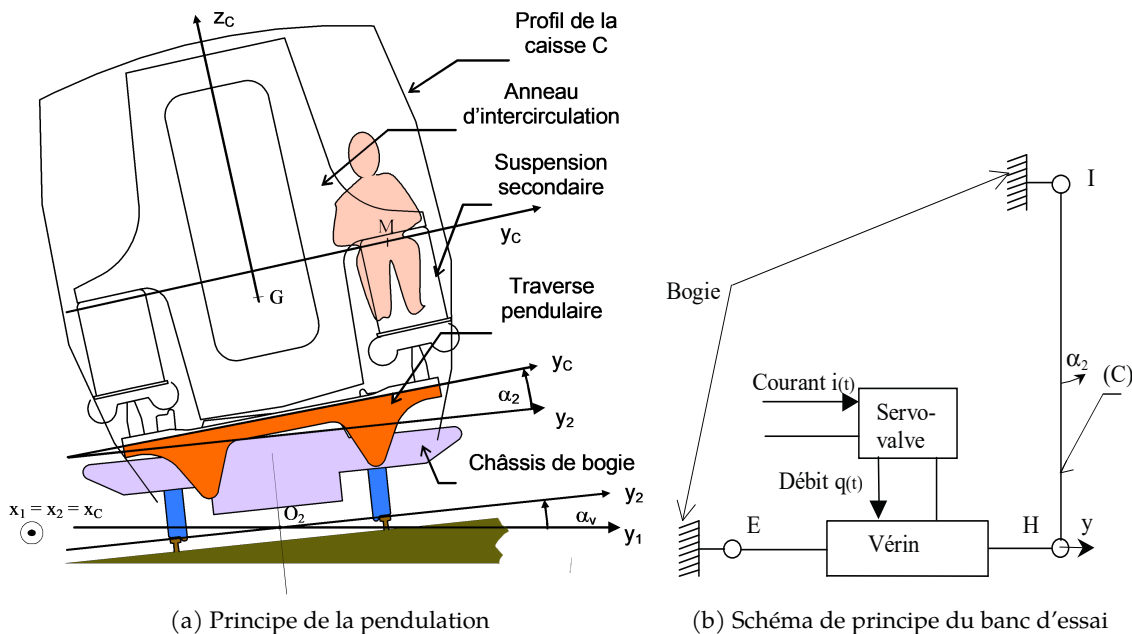


FIGURE 1 – Train pendulaire

Cette inclinaison résulte de la superposition (figure 1a) :

- du devers de voie (inclinaison α_v du bogie par rapport à la voie),
- de la pendulation (inclinaison α_2 de la caisse par rapport au bogie).

L'étude proposée concerne un banc d'essais de pendulation (développé par Gec Alstom) qui permet la maîtrise de l'asservissement en inclinaison de la caisse de la voiture par rapport au bogie.

La consigne de position angulaire à obtenir est calculée à partir d'informations provenant de capteurs (accéléromètres...) implantés sur les différentes voitures du train. La gestion de ces informations n'est pas abordée dans l'étude proposée. Le modèle retenu correspond à l'étude préliminaire du système qui devra être réalisée sur un banc d'essai fixe.

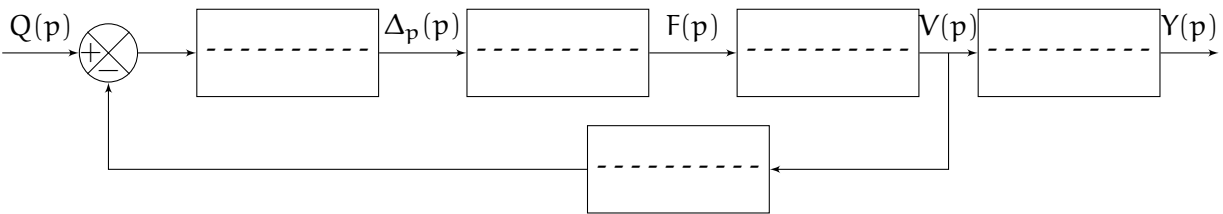
Le système de pendulation active proposé utilise des vérins hydrauliques double effet pilotés par une servo-valve pour incliner la caisse.

Description du banc d'essais

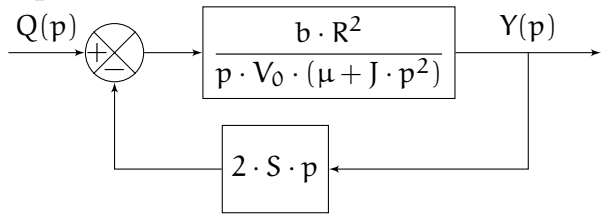
La figure 1b représente le schéma de principe retenu pour l'installation. La charge à déplacer est la caisse de la voiture pendulée qui est modélisée par un solide C mobile en rotation autour de l'axe par rapport au bogie fixé au banc d'essai. La servo-valve est un organe commandé par un courant d'intensité $i(t)$ qui permet d'obtenir un débit volumique d'huile $q(t)$ proportionnel au courant d'alimentation. Ce débit volumique $q(t)$ alimente un vérin double effet qui permet de déplacer la caisse. Le vérin développe une force $f(t)$ et produit un déplacement de la tige $y(t)$ qui permet la mise en rotation de la caisse (C).

.....

Q2. Compléter le schéma-bloc.



Pour la suite, on considère que le schéma-blocs est :



Q3. Déterminer la fonction de transfert $H_y(p) = \frac{Y(p)}{Q(p)}$.

.....

Q4. Mettre $H_y(p)$ sous la forme $H_y(p) = \frac{K_y}{p \cdot \left(1 + \frac{p^2}{\omega_1^2}\right)}$. Déterminer K_y et ω_1 , préciser les unités.

.....

Asservissement de position

On constate qu'il est nécessaire de stabiliser le système afin de le rendre fonctionnel, on propose donc un asservissement qui comporte une boucle de vitesse et une boucle de position (figure 2).

Les deux boucles sont corrigées par deux correcteurs proportionnels, un pour la boucle interne de vitesse $C_2(p) = K_v$ et l'autre sur la boucle de position $C_1(p) = K_p$. Un filtre dérivateur est placé sur la boucle de retour $(1 + \tau \cdot p)$.

Boucle de vitesse

On s'intéresse à la correction de la boucle de vitesse (encadré sur la figure 2) entre $U_v(p)$ (consigne de vitesse en V) et $V(p)$ (vitesse en $m \cdot s^{-1}$). Le schéma montre que cette correction est réalisée par

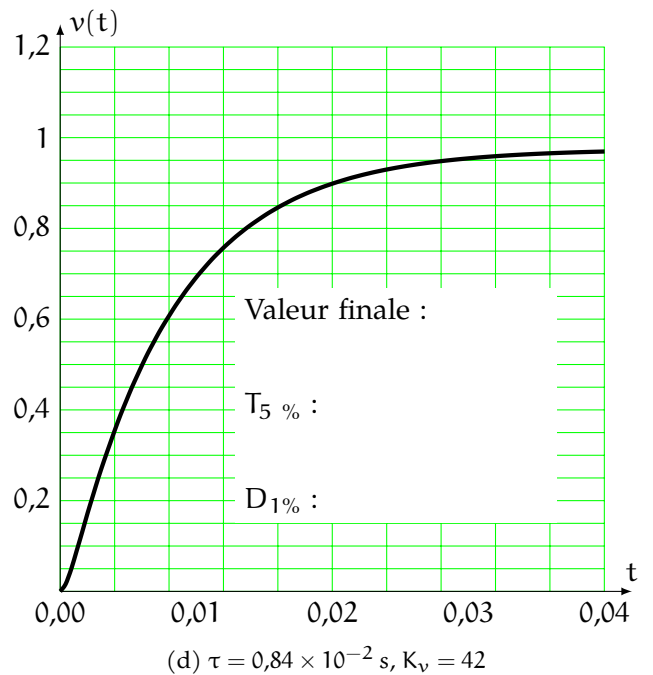
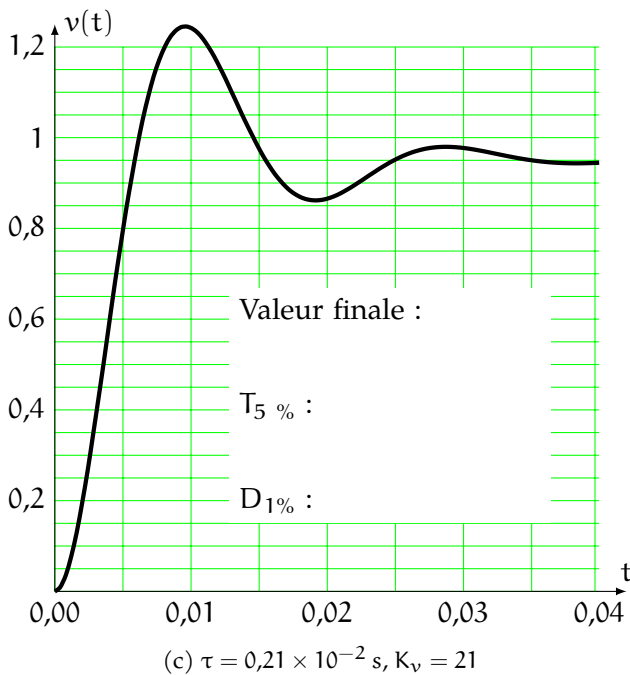
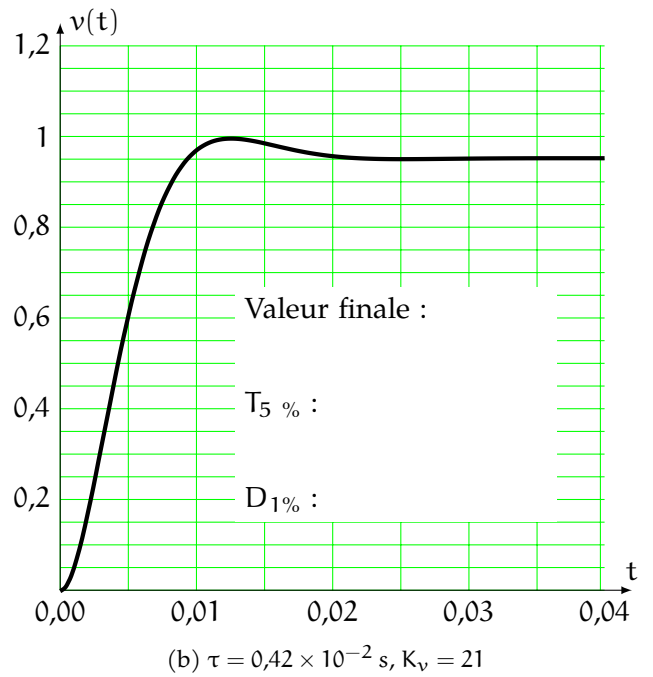
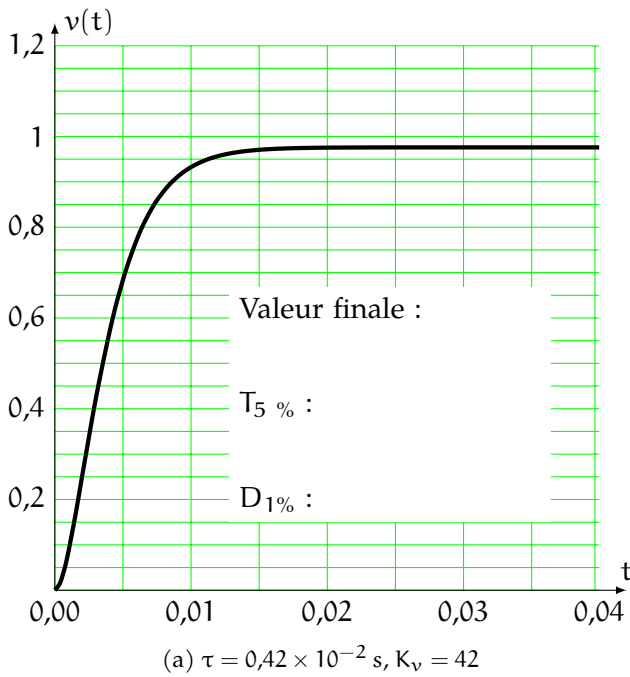


FIGURE 3 – Réponse temporelle de la boucle de vitesse pour une consigne de $u_v(t) = 10 \text{ V}$ pour différentes valeurs de K_v et τ

On souhaite que cette boucle de vitesse soit la plus rapide possible et que le premier dépassement soit inférieur à 10 %.

Q7. Proposer un réglage de τ et K_v et justifiez.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Finalement, compte tenu du couple de valeurs choisi, la fonction de transfert $H_v(p)$ devient :

$$H_v(p) = \frac{23250}{(p + 488)^2}$$

Q8. Laquelle des courbes de la figure 3 représente la réponse temporelle pour un échelon unitaire? Justifier votre réponse.

.....

Asservissement de position

Le schéma-blocs de l'asservissement de position est représenté sur la figure 4.

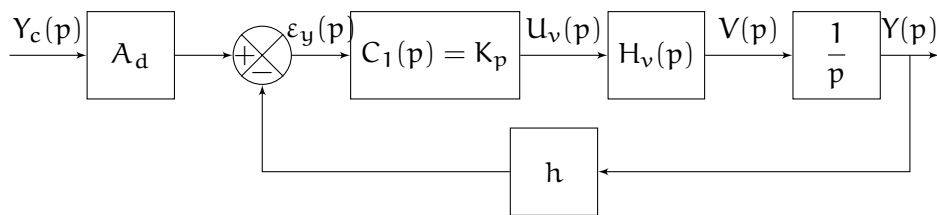
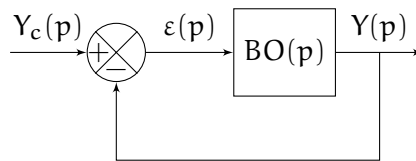


FIGURE 4 – Asservissement de position

Q9. Quelle doit être la valeur du gain d'adaptation de la consigne A_d pour que l'asservissement fonctionne correctement?

.....

Q10. Modifier le schéma-blocs pour le mettre sous la forme ci-dessous. Expliciter $BO(p)$.



.....

Q11. Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée $H_p(p) = \frac{Y(p)}{Y_c(p)}$ en fonction de K_p et des valeurs numériques.

.....

