Ploytech' Clermont-Ferrand

Exercice d'application : Auro-1

Régulation

1 Enregistreur graphique

Un enregistreur graphique, sur la gamme 0-10V, est un système dont l'entrée est la tension à enregistrer (en volts) et la sortie est le déplacement de la plume sur le papier (en centimètres). On suppose qu'il est assimilable à un système du premier ordre de gain statique $2cm/V$ et de bande passante (à $-3dB$) $1,25Hz$.

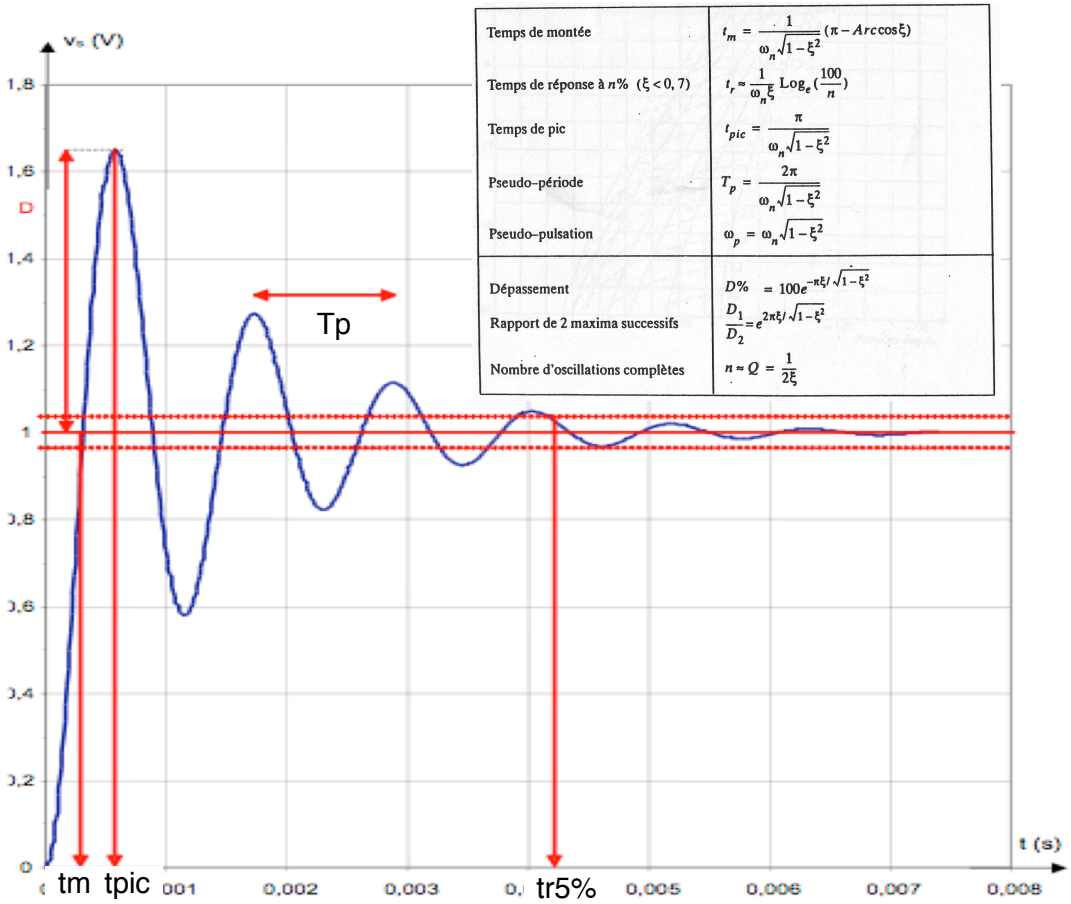
1. (a) Donner la fonction de transfert $G(p)$ de l'enregistreur. Placer le pôle de $G(p)$ dans le plan complexe.
   (b) Le signal à enregistrer est un échelon de 5 volts. Dessiner la forme du signal observé $y(t)$ sur l'enregistrement ; au bout de combien de temps le signal $y(t)$ représente -t-il à 5% près, le signal appliqué ?
2. Pour améliorer la qualité de l'enregistrement, on voudrait diviser par deux le temps trouvé ci-dessus.
   (a) Quelle est la fonction de transfert $G'(p)$ d'un enregistreur qui répondrait à un tel cahier des charges ? Placer dans le plan complexe le pôle de $G'(p)$.
   (b) Pour améliorer l'enregistreur initial, on peut lui associer un ensemble électronique de fonction de transfert $C(p)$. Quelle relation y-a-t-il entre $G(p)$ et $C(p)$? Quelle fonction de transfert $C(p)$ permettrait de répondre au cahier des charges ? Placer dans le plan complexe le pôle et le zéro de $C(p)$. Dessiner le diagramme de Bode asymptotique de $C(p)$, $G(p)$ et de $G'(p)$.
   (c) Dresser un tableau où, pour les fréquences $0Hz, 0.625Hz, 1.25Hz, 2.5Hz, \infty$, figureront les modules (dB) et les arguments de $C(p)$, $G(p)$ et de $G'(p)$.
   Trouver dans ce tableau la bande passante à $-3dB$ de "l'enregistreur amélioré" ; comparé à celle de l'enregistreur seul.
   Quel rôle a joué $C(p)$?

2 Identification d'un capteur de force équivalent à un second ordre

On veut déterminer à partir d'un essai expérimental la fonction de transfert d'un capteur fournissant une f.e.m en fonction d'une force appliqué sur ce dernier.

Un essai statique a fait correspondre à une variation de l'entrée (force) de $5N$ une variation de la f.e.m de sortie de $100mV$. Ensuite, une variation en l'échelon de l'entrée de la forme $e(t) = a[1 - \Gamma(t)]$ a permis d'enregistrer le régime dynamique de la sortie ; nous avons relevé, dans la réponse, un premier dépassement de 25% et une pseudo période des oscillations d'environ 7 secondes.

1. Donner l'expression de la fonction de transfert du second ordre en unités SI.
2. Quel est le temps du premier maximum, le temps de réponse à $2\%, 3\%, 5\%$ de la réponse indicielle ?
3. Tracer la réponse à un échelon unitaire et le diagramme de Bode de la fonction de transfert du système, en vous aidant des abaques.



Temps de montée	$t_m = \frac{1}{\omega_n\sqrt{1-\xi^2}}(\pi - Arc\cos\xi)$
Temps de réponse à $n\%$ $(\xi < 0,7)$	$t_r \approx \frac{1}{\omega_n \xi} \mathrm{Log}_e(\frac{100}{n})$
Temps de pic	$t_{pic} = \frac{\pi}{\omega_n\sqrt{1-\xi^2}}$
Pseudo–période	$T_p = \frac{2\pi}{\omega_n\sqrt{1-\xi^2}}$
Pseudo–pulsation	$\omega_p = \omega_n\sqrt{1-\xi^2}$
Dépassement	$D\% = 100e^{-\pi\xi/\sqrt{1-\xi^2}}$
Rapport de 2 maxima successifs	$\frac{D_1}{D_2} = e^{2\pi\xi/\sqrt{1-\xi^2}}$
Nombre d'oscillations complètes	$n \approx Q = \frac{1}{2\xi}$

Fig. 1 – Réponse à un échelon d'un système d'ordre 2