TP Signaux n° 2
Systèmes du second ordre

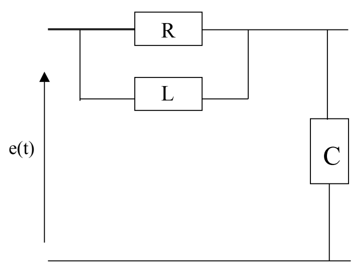
Le but de ce second TP est, dans une première partie, l'étude des systèmes du second ordre de fonction de transfert :

$$G(p) = \frac{K}{1 + 2\frac{\zeta}{\omega_0}p + \frac{p^2}{\omega_0^2}}$$

On étudiera notamment l'influence des différents paramètres sur la réponse indicielle et la réponse fréquentielle du système.
On étudiera ensuite un système plus général qu'un système du 2e ordre, mais dont la fonction de transfert présente le même dénominateur.

1 Préparation

1. Soit un système monovariable du second ordre, de signal d'entrée $e(t)$, de signal de sortie $s(t)$ et de fonction de transfert $G(p)$.
   (a) Déterminer les pôles de $G(p)$ en fonction de la valeur de l'amortissement.
   (b) On considère donc que le signal appliqué en entrée est un échelon de Heaviside d'amplitude E ($e(t) = E$ pour $t > 0$, $e(t) = 0$ sinon). Rappeler l'expression de $s(t)$ dans le cas d'un système amorti et dans le cas d'un système non amorti.
   (c) En utilisant le théorème de la valeur finale, déterminer $\lim_{t\to\infty} s(t)$. En déduire une moyen de calculer K à l'aide de la réponse indicielle.
   (d) Rappeler la définition et les formules donnant la valeur du premier dépassement $D\%$, le temps de premier dépassement t_p et la pseudo-période T_p.
   (e) Déterminer l'expression permettant de retrouver le facteur d'amortissement à partir du dépassement mesuré.
2. On considère le circuit ci-dessous :



(a) Déterminer la fonction de transfert $G_c(p)$ de ce circuit.

(b) Tracer les diagrammes de Bode asymptotiques de ce système quand $R = 1k\Omega$, $C = 20nF$, $L = 40mH$.

(c) Expliquer clairement à quoi sert un diagramme de Bode.

2 Simulation

2.1 Etude et Identification temporelle

1. On considère un système du second ordre de gain statique $K = 2$, de pulsation propre $\omega_{0_1} = 10$ rad.s^{-1} et de facteur d'amortissement $\zeta_1 = 0.1$.
   (a) Tracer la réponse indicielle de ce système à l'aide de `csim`.
   (b) Déterminer à l'aide de `max` ou `find` le premier dépassement $D_1\%$, le temps de premier dépassement t_{p1}, la pseudo-période T_{p1}, le temps de réponse à 5% et l'erreur de position $\varepsilon_p(\infty)$.
   (c) De quel paramètre dépend la précision de la valeur obtenue pour $D_1\%$?
   (d) De quel paramètre dépend la précision de la valeur obtenue pour $\varepsilon_p(\infty)$?
   (e) Retrouver la valeur du gain statique K_1, l'amortissement ζ_1 et la pulsation propre ω_{0_1} à partir des mesures faites sur la réponse indicielle.
2. On s'intéresse maintenant à un système ayant même gain statique et même pulsation propre que précédemment mais ayant un facteur d'amortissement de $\zeta_2 = 3$. Tracer la réponse indicielle de ce système.
3. Tacer sur une même figure, les réponses indicielles des deux systèmes précédents et d'un système ayant même gain statique et même pulsation propre mais un amortissement de $\zeta_3 = 1$. Commenter le résultat obtenu.
4. Tracer la réponse indicielle d'un système ayant un gain statique $K = 2$, un facteur d'amortissement $\zeta_1 = 0.1$ mais une pulsation propre $\omega_{0_1} = 1$ rad.s^{-1}. Comparer le résultat obtenu avec celui de la question a.
5. Tracer la réponse indicielle du circuit de fonction de transfert $G_c(p)$.

2.2 Réponse fréquentielle

1. Tracer les diagrammes de Bode de $G_c(p)$. En déduire le gain statique, la pulsation de coupure, la pulsation de résonance et le gain à la résonance du système.
2. A l'aide la commande `csim`, tracer $s(t)$ quand l'entrée est constituée d'un signal sinusoïdal causal $e(t) = \sin(27795\ t)u_h(t)$. Commenter le résultat obtenu, on justifiera notamment l'amplitude du signal de sortie en régime permanent.
3. Mêmes questions pour $e(t) = \sin(2.10^5)u_h(t)$.