

## TP Signaux n° 1

### Systèmes du premier ordre

Lorsqu'on étudie un système, on n'a pas toujours accès à toutes ses composantes. Il peut-être utile, à partir des réponses de ce système à des entrées typiques (échelon, sinusoïde, etc), d'en déduire les caractéristiques du système. On dit alors qu'on *identifie* le système. Dans ce tp, on s'intéressera à l'identification temporelle à l'aide de la réponse indicielle et à l'identification fréquentielle de systèmes du premier ordre.

## 1 Préparation

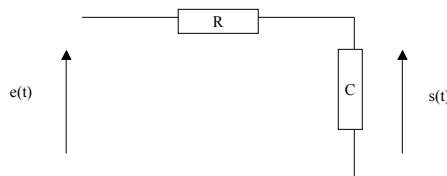
1. Identification temporelle d'un système du premier ordre.

Soit un système monovariabale du premier ordre, de signal d'entrée  $e(t)$  et de signal de sortie  $s(t)$ . Sa fonction de transfert est donnée par

$$G(p) = \frac{K}{1 + \tau p}$$

Le but de l'identification temporelle est d'identifier le gain statique  $K$  et la constante  $\tau$  du système à partir de la réponse indicielle de ce système. 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) et que les conditions initiales sont nulles.

- (a) Déterminer l'expression de  $s(t)$  en fonction de  $E$ .
- (b) En utilisant le théorème de la valeur finale, déterminer  $\lim_{t \rightarrow \infty} s(t)$ . En déduire un moyen de calculer  $K$  à l'aide de la réponse indicielle.
- (c) Déterminer la pente à l'origine  $\left. \frac{ds(t)}{dt} \right|_{t=0}$ . En déduire un moyen de déterminer  $\tau$  à l'aide de la réponse indicielle.
- (d) On considère le filtre passe-bas ci-dessous :



le signal d'entrée est la tension aux bornes du circuit et le signal de sortie la tension aux bornes de la capacité. Déterminer la fonction de transfert de ce système.

- (e) Même question pour un filtre passe-haut  $C, R$  série : le signal d'entrée est la tension aux bornes du circuit et le signal de sortie la tension aux bornes de la résistance.
2. Identification fréquentielle d'un système du premier ordre  
Au lieu d'utiliser la réponse indicielle pour identifier le système, on utilise maintenant la réponse en fréquence.

- (a) Tracer les diagrammes de Bode asymptotiques d'un système du premier ordre de gain statique  $K$  et de constante de temps  $\tau$ . En déduire en fonction de  $\tau$  une gamme de pulsations intéressante à étudier.
- (b) Déterminer la pulsation correspondant à un déphasage de  $-45^\circ$ .
- 3. Tracer les diagrammes asymptotiques de Bode du filtre passe-haut de la question 1e. Déterminer la pulsation de coupure à '-3db du gain en haute fréquence'.

## 2 Simulation

### 2.1 Réponse temporelle

1. On considère un filtre passe-bas de composantes  $R = 500k\Omega$  et  $C = 1\mu F$ .
  - (a) Tracer la réponse indicielle de ce système à l'aide du logiciel scilab (utiliser la commande `csim` avec l'option 'step').
  - (b) Mesurer le temps de réponse à 5% (utiliser la commande `find`) et l'erreur de position  $\varepsilon_p(\infty) = \lim_{t \rightarrow \infty} (e(t) - s(t))$ .
  - (c) Retrouver sur la réponse indicielle les valeurs de  $K$  et  $\tau$ .
  - (d) Tracer un signal carré de période 1 seconde et de valeur moyenne 1/2 (utiliser la commande `squarewave`).
  - (e) Tracer  $s(t)$  quand l'entrée est constituée d'un signal carré périodique de période  $T$  et d'amplitude  $E$  (utiliser les commandes `squarewave` et `csim`). Faire varier  $T$  ( $\ll \tau, \approx \tau, \gg \tau$ ) et commenter les résultats obtenus.
  - (f) Tracer  $s(t)$  quand l'entrée est constituée d'un bruit blanc (utiliser les commandes `rand` et `csim`). Que pouvez-vous en conclure? Que se passe-t-il quand  $\tau$  devient 10 fois plus grande?
2. On considère maintenant un filtre passe-haut de composantes  $R = 500k\Omega$  et  $C = 1\mu F$ .
  - (a) Tracer la réponse indicielle de ce système.
  - (b) Tracer  $s(t)$  quand l'entrée est un signal carré de période  $T$  et d'amplitude  $E$ . Faire varier  $T$  et commenter les résultats obtenus.

### 2.2 Réponse fréquentielle

1. Tracer le diagramme de Bode du filtre passe-bas précédent (utiliser la commande `bode`). En déduire le gain statique  $K$  et la constante de temps  $\tau$ .
2. Tracer les diagrammes de Bode du filtre passe-haut. Retrouver sa pulsation de coupure.
3. Tracer  $s(t)$  quand l'entrée du filtre passe-haut est constituée d'un signal sinusoïdal de période  $T = \pi$  s. Commenter le résultat obtenu.