

Examen — Durée 3h — 14 juin 2018

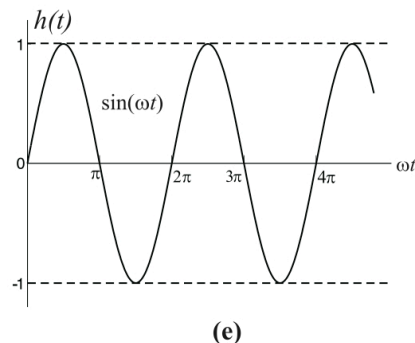
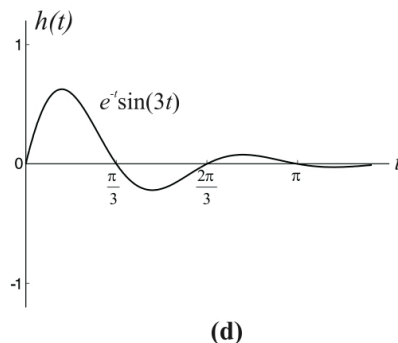
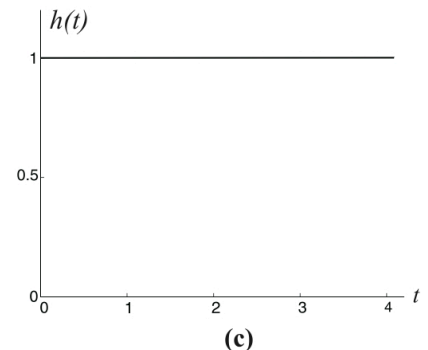
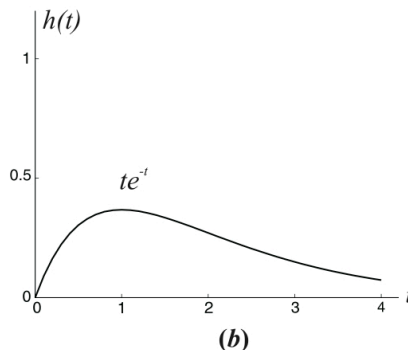
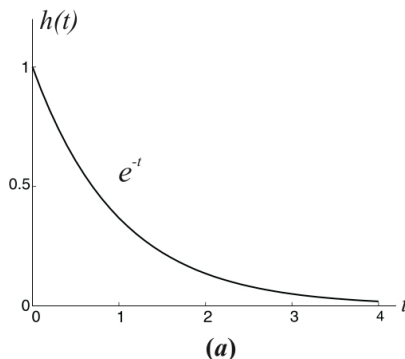
Tous les documents sont interdits. Seule la calculatrice est autorisée. Les différents exercices sont indépendants. Les réponses aux questions doivent être clairement argumentées mais concises et tous les résultats doivent être justifiés. **Dans le cas où il vous semble qu'il y a une erreur dans l'énoncé, veuillez la signaler sur la copie ainsi que l'initiative prise pour continuer la rédaction de la solution.**

## Exercice 1 – Questions de cours

- 1/ Quelle est la différence entre la régulation et l'asservissement ?
- 2/ Proposer une méthode pour désaturer un correcteur proportionnel-intégral.
- 3/ A quoi correspond la marge de module ?
- 4/ A quoi correspond le contour de Bromwich et quel est son utilité ?

## Exercice 2 – Stabilité & fonction de transfert

- 1/ Les réponses impulsionnelles de différents systèmes sont données ci-dessous. Pour chaque cas, vérifier si la réponse à l'impulsion de Dirac est celle d'un système stable ou instable EBSB.



- 2/ Quelle est la fonction de transfert, pour des conditions initiales nulles, du système dont les signaux d'entrée  $u$  et de sortie  $y$  sont liés par l'équation différentielle suivante ?

$$\frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 3 \frac{dy(t)}{dt} + 2y(t) = u(t) + \frac{du(t)}{dt}$$

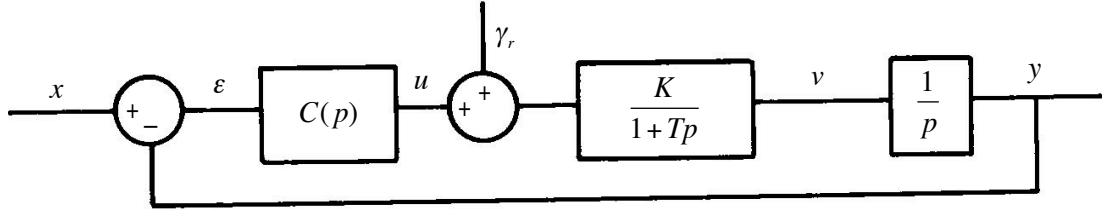
3/ La fonction de transfert d'un système donné est :

$$H(p) = \frac{p+1}{p^4 + 6p^3 + 11p^2 + 6p + K}$$

Quelles Conditions doit-on imposer au paramètre  $K$  pour que le système soit stable ?

### Exercice 3 – Asservissement de position

Un asservissement de position est représenté par le schéma suivant :



- $x$  signal de consigne affiché en volts
- $\varepsilon$  signal d'erreur
- $y$  sortie repérée en volts
- $v$  vitesse exprimée en volts/s
- $\gamma_r$  couple résistant supposé constant en grandeur et en signe, ramené en volts à l'entrée de l'installation.

1/ Pour identifier le système, on ouvre la boucle de retour et on mesure en régime permanent :

$$u = 2V \Rightarrow v = 4V/s \text{ et } u = 10V \Rightarrow v = 36V/s$$

1.a/ Déduire de ces mesures la valeur du gain  $K$  et celle du couple résistant  $\gamma_r$ .

1.b/ Expliquer la façon d'opérer pour obtenir la réponse indicielle de l'installation en partant de conditions initiales nulles.

1.c/ Donner l'expression de cette réponse indicielle et le procédé d'obtention de la constante de temps  $T$  ainsi que le gain  $K$ .

Pour la suite de l'exercice, on prendra  $T = 0,25s$  et  $K = 4s^{-1}$ .

2/ Dans le cas d'une correction proportionnelle avec  $C(p) = K_c$  :

2.a/ Déduire la transformée de Laplace  $Y(p)$  du signal de sortie en fonction de  $X(p)$  et  $\Gamma_r(p)$ , les transformées de Laplace de  $x$  et  $\gamma_r$  respectivement.

2.b/ En déduire l'erreur indicielle finale de position.

2.c/ Pour  $K_c = 1$ , quelles valeurs de l'amortissement  $m$  et de la pulsation non amortie  $\omega_0$  obtient-on ?

2.d/ Quelle valeur doit-on donner à  $K_c$  pour obtenir une marge de phase de  $45^\circ$  ?

3/ Dans le cas d'une correction proportionnelle et intégrale avec  $C(p) = \frac{1+T_1p}{T_2p}$  :

3.a/ Etudier la stabilité du montage en fonction de  $T_1$  et  $T_2$ .

3.b/ Quelle fréquence des oscillations obtient-on quand  $T_1 = T$  ?

3.c/ On choisit  $T_1 = aT$  avec  $a > 1$ . Pour une entrée indicielle, que vaut le signal d'erreur quand  $t=0$  puis quand  $t$  tend vers l'infini ? Montrer que pour cette entrée, l'intégrale  $I = \int_0^{+\infty} \varepsilon(t)dt$  est nulle. Que conclure ?

3.d/ Quelle est la valeur minimale à donner à  $a$  pour avoir une marge de phase de  $45^\circ$  ? Quelle est la valeur de  $T_2$  correspondante ?

### Exercice 4 – Prédicteur de Smith

Soit le système de fonction de transfert :

$$G(p) = \frac{e^{-pT}}{(1 + \tau p)^2}$$

où  $T = 1s$  et  $\tau = 2s$

Un correcteur proportionnel de gain  $k$  est placé en amont de ce système.

**1/** Quelle-est la condition d'auto-oscillation du système en boucle fermée.

Pour simplifier la synthèse du gain  $k$ , on remplace le modèle  $G(p)$  par  $\hat{G}(p) = \frac{1}{(1 + \tau p)^2}$ .

**2/** Trouver la valeur du gain  $k$  appliqué au modèle  $\hat{G}(p)$  qui donnera une marge de phase de  $45^\circ$ .

**3/** Donner l'expression du prédicteur de Smith  $C(p)$  à appliquer à  $G(p)$  pour retrouver le cahier des charges de la question précédente en rejetant le retard à l'extérieur de la boucle.