

# GEL-2005

## Systèmes et commande linéaires

Examen #1

Lundi 6 novembre 2017, 8h30-10h20

Document permis: une feuille manuscrite recto-verso

Professeur: André Desbiens, Département de génie électrique et de génie informatique

### Question 1 (20%)

La variable d'entrée du système ( $u$ ) est le voltage à l'entrée d'un amplificateur de puissance dont le gain vaut 3. La tension à la sortie de cet amplificateur est appliquée à un moteur DC à contrôle d'induit ayant une inertie  $J_m = 0.9 \times 10^{-6} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$  et dont le frottement et l'inductance sont négligeables. La figure 1 montre un essai expérimental avec ce système.

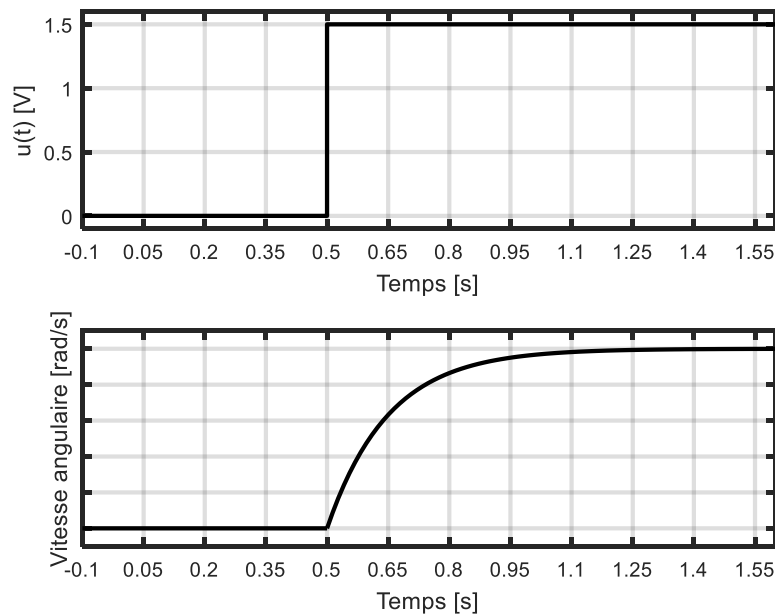


Figure 1

On fait maintenant entrainer une charge d'inertie  $J_c = 2 \times 10^{-5} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$  par ce moteur via un engrenage de rapport  $n$ . Le frottement de la charge est négligeable. La figure 2 montre le résultat d'un essai expérimental avec ce nouveau système en utilisant la même excitation que lors du premier test.

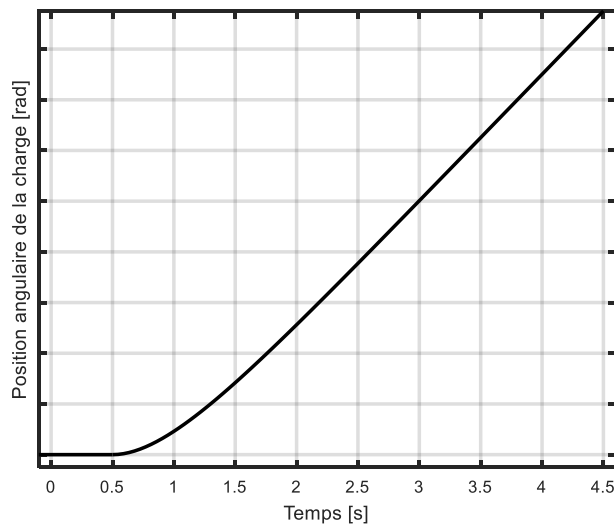


Figure 2

Que vaut le rapport d'engrenage  $n$ ?

### Question 2 (15%)

Esquissez le lieu de Nyquist du système  $G(s) = \frac{-2e^{-3s}}{1+5s}$ . On ne demande pas un graphe exact mais une figure qui montre la forme de la réponse. Placez toutefois précisément le point correspondant à la fréquence 0 rad/s. Nommez les axes. Mettez une flèche pour indiquer le sens des fréquences croissantes.

### Question 3 (20%)

Les figures 3 et 4 montrent respectivement la réponse impulsionnelle et la réponse en fréquences (la fréquence 0 rad/s est le point à l'extrême droite de la courbe) d'un système. Si on applique un échelon d'amplitude 2 à ce système initialement au repos, quel sera le temps de réponse à  $\pm 5\%$ ?

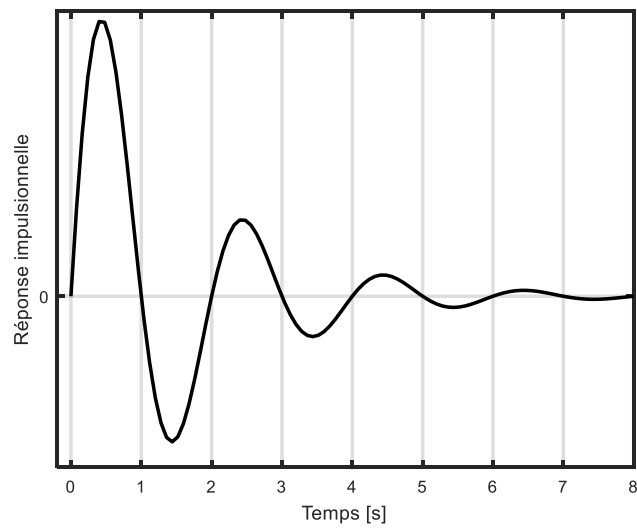


Figure 3

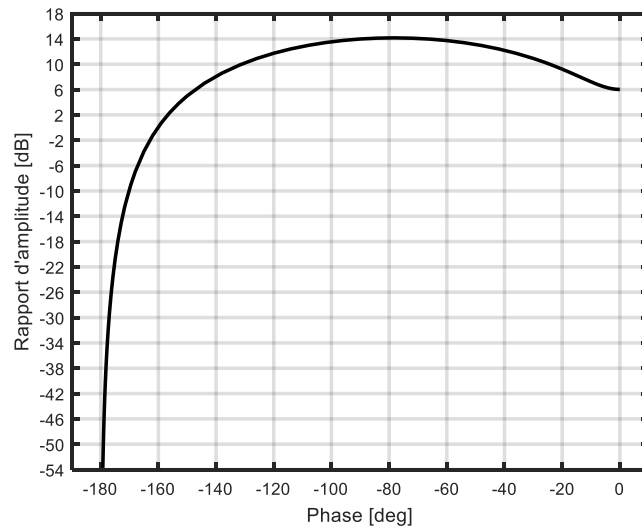


Figure 4

#### Question 4 (20%)

La fonction de transfert du système est  $G(s) = \frac{10}{s+5}$ . La condition initiale est  $y(0^+) = 2$ . L'entrée est celle illustrée à la figure 5. Quelle est l'expression de la sortie  $y(t)$  pour  $0 < t < 4$ ?

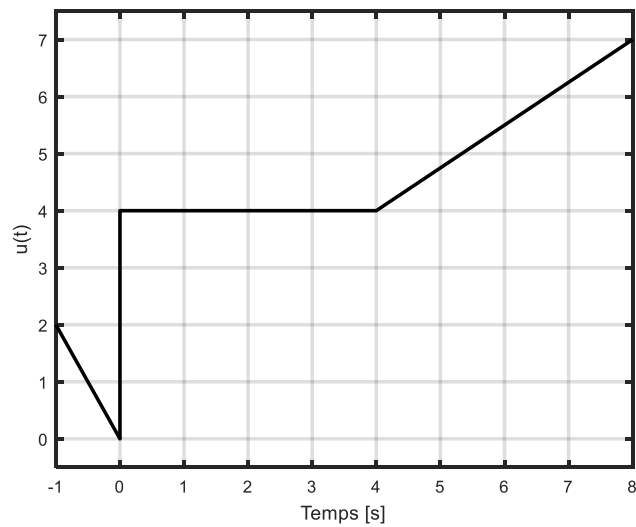


Figure 5

### Question 5 (15%)

La fonction de transfert du système est  $G(s) = \frac{-2e^{-3s}}{1+5s}$ . Si l'entrée pour  $t > 0$  est  $u(t) = 4\cos(0.3t)$  alors quelle est l'expression de la sortie en régime permanent sachant que son amplitude en régime permanent vaut 4.44?

### Question 6 (10%)

Parmi les suivantes, quelle(s) fonction(s) de transfert est (sont) instable(s)? Les points seront tous accordés si toutes les fonctions de transfert instables sont sélectionnées. Cinq points seront déduits pour chaque fonction de transfert choisie qui n'est pas instable.

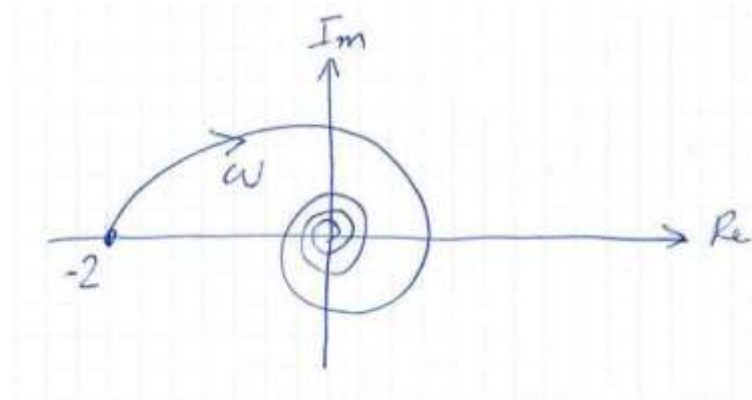
Fonction de transfert A : $\frac{-2(1-5s)}{(1+10s)(1+8s)}$	Fonction de transfert B : $\frac{4e^{-2s}}{s}$
Fonction de transfert C : $\frac{5(1+s)}{s^2(1+8s)}$	Fonction de transfert D : $\frac{4}{(1+10s)(1-8s)}$
Fonction de transfert E : $\frac{4s^2}{(1+3s)^2}$	Fonction de transfert F : $\frac{-2(1-5s)}{s(1+10s)(1+8s)}$

*Bon succès!*

## Réponses

1.  $n = 3.09$

2.



3. 4

4.  $8 - 6e^{-5t}$

5.  $4.44 \cos(0.3t - 5.03)$

6. C et D