teaching sciences UPSTI for innovation

Proposition de corrigé

Concours : e3a - Polytech

Année : 2018

Filière : PSI

Épreuve : Sciences Industrielles pour l'Ingénieur

Ceci est une proposition de corrigé des concours de CPGE, réalisée bénévolement par des enseignants de Sciences Industrielles de l'Ingénieur et d'Informatique, membres de l'UPSTI (Union des Professeurs de Sciences et Techniques Industrielles), et publiée sur le site de l'association :

https://www.upsti.fr/espace-etudiants/annales-de-concours

A l'attention des étudiants

Ce document vous apportera des éléments de corrections pour le sujet traité, mais n'est ni un corrigé officiel du concours, ni un corrigé détaillé ou exhaustif de l'épreuve en question.

L'UPSTI ne répondra pas directement aux questions que peuvent soulever ces corrigés : nous vous invitons à vous rapprocher de vos enseignants si vous souhaitez des compléments d'information, et à vous adresser à eux pour nous faire remonter vos éventuelles remarques.

Informez-vous !

Retrouvez plus d'information sur les Sciences de l'Ingénieur, l'orientation, les Grandes Ecoles ainsi que sur les Olympiades de Sciences de l'Ingénieur et sur les Sciences de l'Ingénieur au Féminin sur notre site : www.upsti.fr

L'équipe UPSTI

Document réponse

Question 1:

$$h = m + 6\gamma - N_c = 1 + 6*1 - 4 = 3$$

$$h = m + I_s - E_s = 1 + (5*4) - (6*3) = 3$$

Degré d'hyperstatisme : **h=3**

Question 2:

Il est préférable de concevoir ce système hyperstatique afin d'avoir plus de rigidité et ainsi passer les vitesses plus précisément.

Question 3:

$$\overrightarrow{AB} = L\overrightarrow{x_2} = L\cos\theta\overrightarrow{x_1} + L\sin\theta\overrightarrow{y_1}$$

Question 4:

$$d = \overrightarrow{AB}.\overrightarrow{z_0} = L\cos\theta\overrightarrow{x_1}.\overrightarrow{z_0} + L\sin\theta\overrightarrow{y_1}.\overrightarrow{z_0} = L\sin\theta\sin\alpha$$

Question 5:

Le fabricant veut rester au plus proche de la zone linéaire pour garantir la précision attendue. Cette zone est autour de $\theta = 0$.

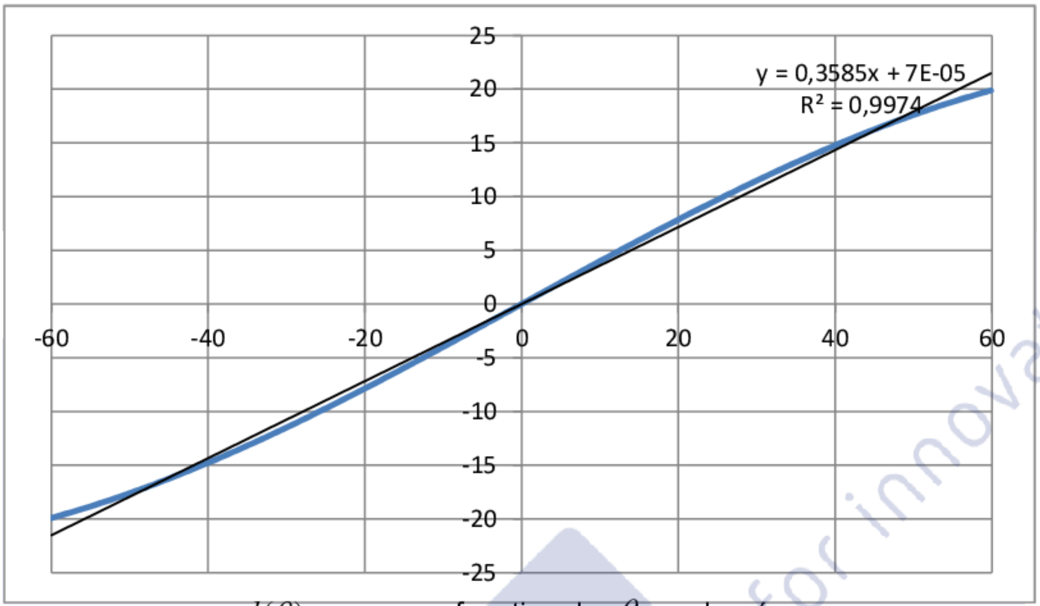
Question 6:

Le défaut de positionnement entre l'intérieur de la chaine et la largeur d'un pignon est de

$$\frac{2{,}18 - 1{,}5}{2} = 0{,}34\,mm$$

Question 7:

a) $d = L\sin\theta\sin\alpha$



$d(\theta)$ en mm en fonction de θ en degré

b) L'erreur maximale entre la droite y=0.3585x+7^e-5 et la courbe est de 1 mm. L'écart entre l'intérieur de la chaine et la largeur d'un pignon est de 0,34 mm. L'erreur n'est pas admissible. Le fabricant a donc dû tenir compte de la non linéarité pour assurer la précision demandée.

Question 8:

De -60° à +60°, d doit être compris entre -20 mm et +20 mm.
On veut donc :

$$d = L\sin\theta\sin\alpha \geq 20mm$$

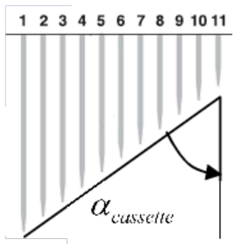
Valeur minimale de α *:*

$$\alpha \geq Arc\sin\left(\frac{20}{L\sin\theta}\right) = Arc\sin\left(\frac{20}{30*\sin 60°}\right) = 50{,}7°$$

Le fabricant a choisi la plus petite valeur qui permet le déplacement de +-20mm.

Question 9:

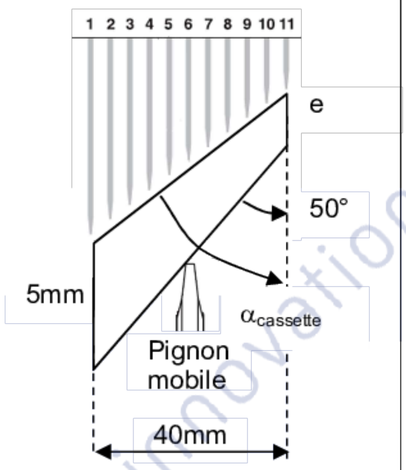
Diamètres minis et maxis (mm)	
Cassette 1	Cassette 2
36,3	36,3
75,9	92,4
Alpha moyen (°)	
63,7	55



Comparaison avec α *de la question 8 :*
L'angle α des cassettes est supérieur à l'angle trouvé.

Question 10:

$$e = 5 - \frac{40}{\tan 50°} + \frac{40}{\tan(\alpha_{cassette})}$$



AN :

Cassette	1	2
e (mm)	-8,76	-0,51

e est négatif !! Le galet de guidage va toucher les pignons arrières !

Question 11:

$$e(Z_{F_1}) = \sqrt{X_{F_1}^{\ 2} + Y_{F_1}^{\ 2}} - R_{galet} - R_{pignon}(Z_{F_1})$$

La forme en escalier est due à la fonction $R_{pignon}(Z_{F_1})$ qui est constante par morceaux.

Question 12:

Oui, il est bien possible de passer toutes les vitesses car sur le graphique représentant la distance aux pignons, la distance est toujours positive (et même supérieure à 5mm).

Question 13:

D'après le graphique représentant la distance aux pignons, la distance minimale entre les pignons et le galet de guidage est bien au niveau du plus grand pignon. Un réglage sur un autre pignon impliquerait un rapprochement entre le galet de guidage et les pignons.

Question 14:

$d = 0.35 * \frac{180}{\pi} * \theta = 0.68$ donc $\theta = \frac{0.68 * \pi}{0.35 * 180} = 0.03 rad = 1.94°$

Angle de rotation minimum à détecter :

$\theta_{codeur} = \frac{\theta}{r_2} = 50 * 1.94 \approx 100°$

Question 15:

Il faut avoir $\mathrm{int}(360/100) + 1 = 4$ informations minimum par tour de codeur.

28>4 OK

Nombre minimal de fentes : 1

Question 16:

Le déplacement entre 2 pignons est de 4 mm pour une impulsion d'entrée. Le déplacement d_{cons} est donc en mm dans ce schéma bloc.

Question 17:

$N_{fr\_mes} = \mathrm{int}\left(\frac{4n\theta_1}{2\pi}\right)$ donc $B = \frac{4n}{2\pi}$.

Question 18:

$B = \frac{4n}{2\pi} = \frac{28}{2\pi} = 4{,}44$

$A = \frac{B}{20.05 * r_2} = \frac{28}{40.1\pi * r_2} = 11.2 mm^{-1}$

Question 19:

$$FTBO = \frac{N_{fr\_mes}}{\varepsilon} = C(p)H(p)r_0r_1B = \frac{C(p)r_0r_1BK}{p\left(K^2 + Jp(R+Lp)\right)}$$: 3ème ordre

$$FTBF = \frac{d}{I_{guidon}} = \frac{FTBO/B}{1+FTBO} * 4 * A * r_2 * 20.05$$

$$FTBF = \frac{80{,}2A * C(p) * Kr_0r_1r_2}{C(p) * KBr_0r_1 + p\left(K^2 + Jp(R+Lp)\right)}$$

$$\boxed{FTBF = \frac{80{,}2Ar_2/B}{1 + \frac{p}{KBr_0r_1}\left(K^2 + Jp(R+Lp)\right)}}$$

On trouve un système du 3ème ordre.

Question 20:

On néglige le terme JL devant JR :

$$FTBF = \frac{80{,}2A * Kr_0r_1r_2}{KBr_0r_1 + p\left(K^2 + JRp\right)} = \frac{0.0048}{12{,}4.10^{-4} + 3.10^{-5}p + 2{,}6.10^{-8}p^2} = \frac{4}{1 + 0{,}025p + 2{,}05.10^{-5}p^2}$$

$$\begin{cases} K_{BF} = \dfrac{80.2 * Ar_2}{B} = 4mm \\ \dfrac{2\xi}{\omega_0} = \dfrac{K}{Br_0r_1K_{cor}} = 0{,}025 \\ \dfrac{1}{\omega_0{}^2} = \dfrac{JR}{KBr_0r_1K_{cor}} = 2{,}05.10^{-5} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} K_{BF} = 4mm \\ \xi = \dfrac{K}{2}\sqrt{\dfrac{K}{JRBr_0r_1K_{cor}}} = 2{,}77 \\ \omega_0 = \sqrt{\dfrac{KBr_0r_1K_{cor}}{JR}} = 220 rad.s^{-1} \end{cases}$$

On lit sur l'abaque : $\omega_0 t_{5\%} = 16$ donc $\boxed{t_{5\%} = \frac{16}{220} = 0{,}08s}$

On est dans la valeur limite autorisée par le cahier des charges.

Question 21:

Le cahier des charge impose un dépassement de 0,5/4=12,5%
Ici, le dépassement est nul.

Pour avoir le dépassement demandé, il faut avoir :

$$\frac{-\pi\xi}{\sqrt{1-\xi^2}} = \ln(0{,}125) \Rightarrow -\pi\xi = \ln(0.125)\sqrt{1-\xi^2} \Rightarrow \pi^2\xi^2 = \left[\ln(0.125)\right]^2(1-\xi^2)$$

$$\boxed{\Rightarrow \xi = \sqrt{\frac{\left[\ln(0.125)\right]^2}{\pi^2 + \left[\ln(0.125)\right]^2}} = 0{,}55}$$

Or $\xi = \dfrac{2,776}{\sqrt{K_{cor}}}$

On trouve : $\boxed{K_{cor} = 25V / front}$

Dans ce cas, $\omega_0 t_{5\%} = 5$ avec la nouvelle pulsation $\omega_0 = 1105 rad / s$, donc $\boxed{t_{5\%} = \dfrac{5}{1105} = 4,5 ms}$

On respecte le cahier des charges.

Question 22:

La tension aux bornes du moteur à l'instant initial est : $\boxed{4.A.K_{cor}}$

Soit 1120 V

La tension d'alimentation du moteur va saturer.

Question 23:

On isole le grand plateau ainsi que la partie de chaîne en contact avec lui.
TMS sur l'axe du pédalier : $\boxed{-C_c - R_p T_{34} + R_p T_{12} = 0}$

Question 24:

$T_{34}=T_{78}$ car aucun pignon n'est moteur ou récepteur.

0 1 théorème et système isolé 3

On isole la chape de dérailleur et les deux galets.
TMS autour du centre du galet de guidage : $-C_t + (L + R_g)T_{34} + R_g T_{78} = 0$

Donc : $\boxed{T_{34} = T_{78} = \dfrac{C_t}{L + 2R_g}}$

Question 25:

On isole les pignons arrières et la roue arrière.
TMS sur l'axe de rotation : $R_{pignon}(T_{78} - T_{12\,\max}) + R_{roue} T_{route} = 0$

Or à la limite du glissement entre la roue et la route, on a : $T_{route} = fMg / 2$

Donc $\boxed{T_{78} = T_{34} = T_{12\,\max} - \dfrac{R_{roue}}{2R_{pignon}} fMg}$

Cette tension est la même qu'à la question 24 car la formule établie à cette question 24 n'est pas soumise à l'hypothèse de « limite de glissement ». Seule la tension T_{12} varie quand C_c varie.

Question 26:

A la limite du glissement entre la roue et la route, on a : $T_{route} = fMg/2$

Et on a vu : $-C_c - R_p T_{34} + R_p T_{12\max} = 0$ avec $T_{34} = T_{78}$

Donc $\boxed{C_{c\_\max} = R_p\left(T_{12\max} - T_{34}\right) = R_p\left(\dfrac{R_{roue} fMg}{2R_{pignon}}\right)}$

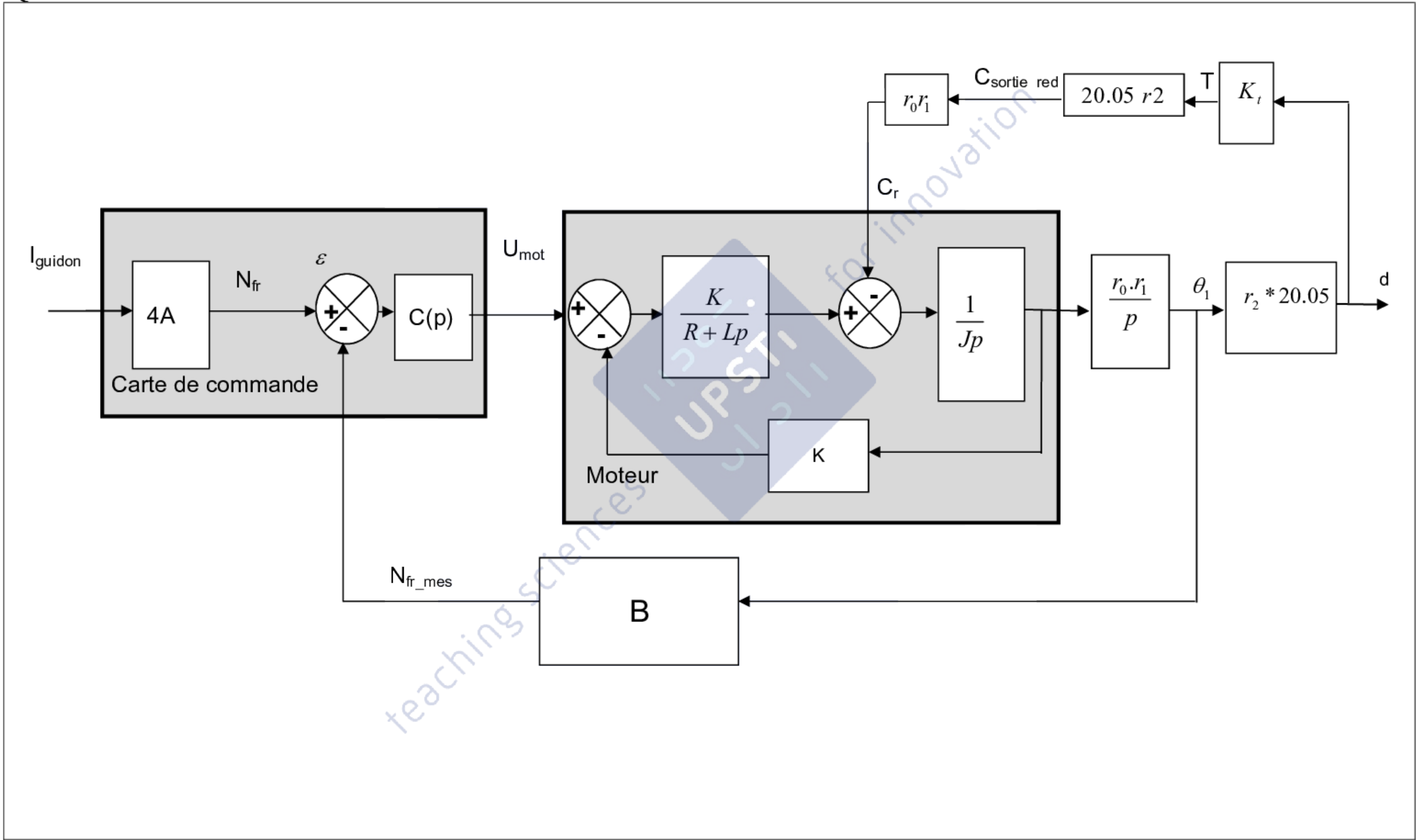
AN : $\boxed{C_{c\_\max} = 179 N.m}$

Question 27:

On isole l'axe de sortie du réducteur :

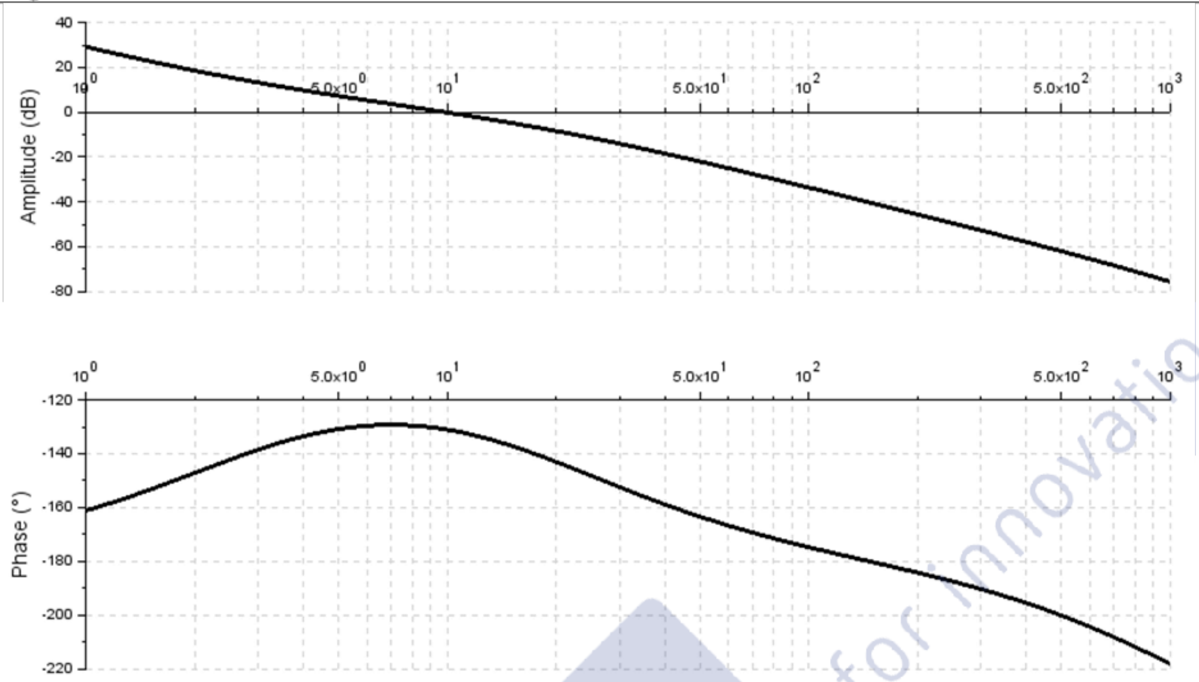
$C_{sortie\_red}\theta_{sortie\_red} = Td$

Question 28:



Csortie red
20.05 r2
T
Kt
r0r1
Cr
Iguidon
4A
Nfr
ε
C(p)
Umot
Carte de commande
K / (R + Lp)
1 / Jp
r0.r1 / p
θ1
r2 * 20.05
d
K
Moteur
Nfr_mes
B

Question 29:

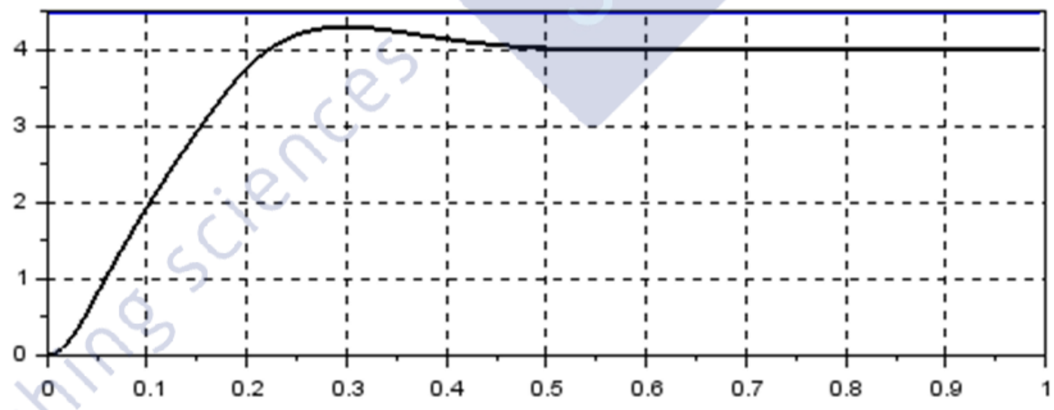


$M_g = 40dB$

$M_\varphi = 48°$

Conclusion : Le système est stable.

Question 30:



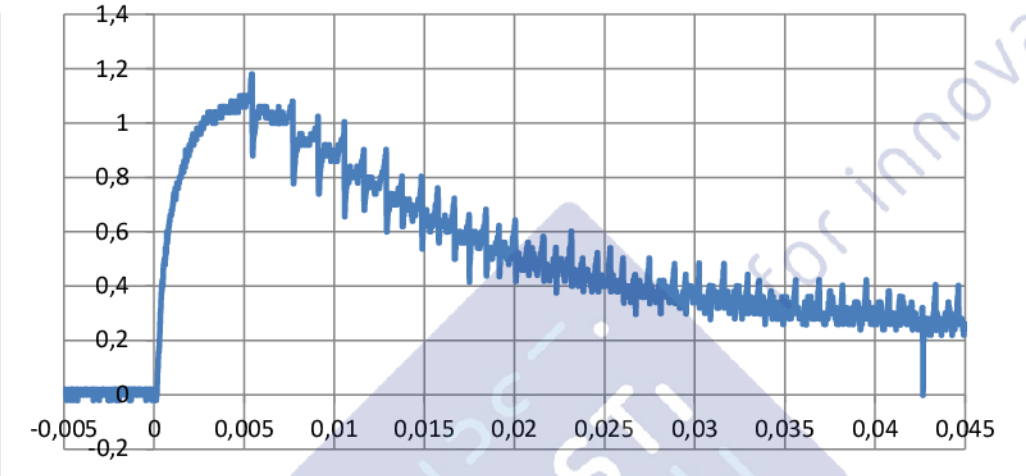
Distance d en fonction du temps (consigne : échelon unitaire)

Temps en seconde

Question 31:

Le changement de plateau est le plus consommateur d'énergie car l'action se fait sur le brin tendu de la chaîne.

Question 32:



Le courant résiduel est de 0,2A.
L'énergie consommée est donc : 0,2*7,4*0,3=4,44WS=4,44J

L'énergie perdue R est d'environ **R=4,44Ws=4,44J**

Question 33:

L'aire sous la courbe fait environ 12 rectangles de 0,2*7,4*0,005=0,007Ws

L'énergie utilisée E est d'environ **E=4,45Ws=4,45J**

Question 34:

Contenance de la batterie :

$$contenance = 7.4 * 0.53 * 360 = 14119Ws = 14119J$$

On peut donc faire $\frac{14119}{4,45} = 3173$ changements de pignon arrière avec la batterie.

Question 35:

Le courant se stabilise à environ 0,2A. La perte énergétique est donc :

$P = Ri^2 = 3.6 * 0.2^2 = 0.144W$

Perte d'énergie sur l'intervalle [0 s ; 0,3 s] : $E_{perdue} = P * 0.3 = 0.144 * 0.3 = 0.0432J$

Pourcentage perdu : $P_I = \frac{E_{perdue}}{E_{batterie}} = \frac{4.44}{14119} = 3.10^{-4} = 0{,}03\%$

Il y a peu de pertes par effet Joule.

Question 36:

La tension T_2 reste constante avec l'action du cycliste, le courant nécessaire au changement de pignon va rester le même.

Question 37:

Le cahier des charges demande une autonomie de 1000km. D'après les valeurs données, le cycliste effectuera environ 2000 changements de vitesse durant ces 1000km. Or la batterie peut en faire 3173.

La batterie est suffisante.

Cependant la batterie ne sert pas uniquement à changer les pignons. De plus les frottements n'ont pas été pris en compte.

Question 38:

Les cases grisées correspondent à des situations où on considère que la chaîne est trop « croisée ». Ce sont donc des combinaisons non utilisées.

Question 39:

- *plateau=2 ; pignon=5 :*

On se retrouve à la vitesse plateau = 2 ; pignon=4

- *plateau=2 ; pignon=3 :*

On se retrouve à la vitesse plateau = 2 ; pignon=2

Question 40:

```
Import numpy as np

def creer_table:
      Casesgrisees = np.zeros([11,3])
      for i in range(4):
         Casesgrisees[i,0] = 1
      for i in range(7):
         Casesgrisees[i,1] = 1
      for i in range(1,11):
         Casesgrisees[i,2] = 1
      Return Casesgrisees
```

Question 41:

```
def vitesse_plus(CS,P) :
   if CS<11 and Casesgrisees[CS,P-1]==1:
      CS2=CS+1
      P2=P
   elif CS<11 and Casesgrisees[CS,P-1]==0 and P<3:
      CS2=CS-1
      P2=P+1
   else:
      CS2=CS
      P2=P

   return [CS2,P2]
```

Question 42:

```
def vitesse_plus_degrade(CS,P) :
   if CS<11 and Casesgrisees[CS,P-1]==1:
      CS2=CS+1
      P2=P
   else:
      CS2=CS
      P2=P

   return [CS2,P2]
```

FIN