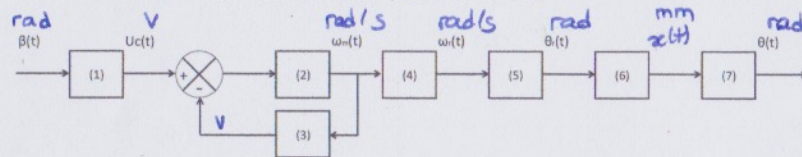


I. Système de correction de portée d'un phare automobile

Question 1. Compléter le schéma fonctionnel et le tableau sur le document réponse, en indiquant les unités en entrée et sortie de chaque bloc fonctionnel.



	Fonction
(1)	Elaboreur
(2)	Transformer Energie élec → Energiméca
(3)	Acquérir
(4)	Transmettre / Adapter (réducteur)
(5)	(Transfo vitesse - position)
(6)	synt vis - Ecrou (Transmettre)
(7)	Linéarisation → (Adapter)

Question 2. En citant les théorèmes utilisés, trouver une relation entre $\Omega_r(p)$ et $\Theta_r(p)$.

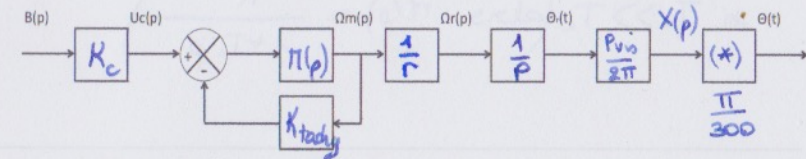
on a $\frac{d\Theta_r(t)}{dt} = \omega_r(t)$, CI nulles, Th de la dérivation → $\Omega_r(p) = p \cdot \Theta_r(p)$

Question 3. Ecrire la relation qui lie $x(t)$ et $\theta(t)$ (donc entre le déplacement de la vis et la position angulaire de la vis) et en citant les théorèmes utilisés, trouver une relation entre $X(p)$ et $\Theta(p)$.

$P_{vis} \rightarrow 2\pi$
on a $x(t) = P_{vis} \frac{\theta(t)}{2\pi}$

CI nulles, $X(p) = P_{vis} \cdot \frac{1}{2\pi} \cdot \Theta(p)$

Question 4. Compléter le schéma bloc sur le document réponse en remplissant chaque bloc par la fonction de transfert correspondante.



Question 5. D'après la figure 3, quelle est la valeur de la tangente à l'origine de cette courbe ? (faites apparaître vos traits de construction)

tangente à l'origine nulle.

réponse indicelle
 $u_c(t) = 1 \cdot u(t)$

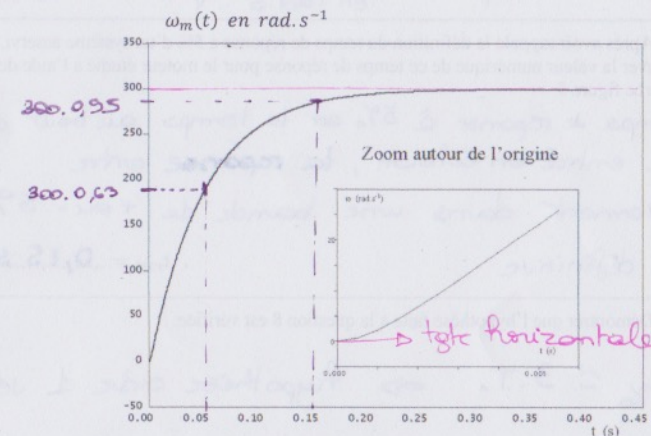


Figure 3

Question 6. D'après la figure 3, quelle est la valeur de l'asymptote de cette courbe ? (faites apparaître vos traits de construction)

en $+\infty$, l'asymptote vaut 300 rad s⁻¹

$K \cdot U_0 = 300 \rightarrow K = 300$

Question 7. Dédurre de vos réponses aux questions 5 et 6 la forme de la fonction de transfert $M(p)$ du moteur :

2nd ordre avec $z > 1$ (amorti)
$$r(p) = \frac{K}{1 + \frac{2z}{\omega_n} p + \frac{1}{\omega_n^2} p^2} = \frac{K}{(1 + \tau_1 p)(1 + \tau_2 p)}$$

Question 8. Quelle(s) hypothèse(s) fait-on pour assimiler la fonction de transfert de ce moteur à un système du premier ordre ?

$$\text{si } T_n \gg T_a \text{ (alors } \pi(p) = \frac{K}{1+T_a p} \text{)}$$

Question 9. Ecrire la nouvelle fonction de transfert $M(p)$ sous forme canonique (en faisant l'hypothèse d'un système du premier ordre) et trouvez les valeurs numériques des paramètres caractéristiques de ce premier ordre. Vous indiquerez les unités.

$$M(p) = \frac{K}{1+T_a p} \quad \text{avec } K = \quad \text{et } T_a = 0,05 \text{ s}$$

en $\text{rad.s}^{-1} \cdot \text{V}^{-1}$ en secondes

Question 10. Après avoir rappelé la définition du temps de réponse à 5% d'un système asservi, trouver la valeur numérique de ce temps de réponse pour le moteur étudié à l'aide de la courbe figure 3.

le temps de réponse à 5% est le temps au bout duquel, pour une entrée en échelon, la réponse entre définitivement dans une bande de $\pm 5\%$ de la valeur définitive

$t_{r5\%} = \dots 0,15 \text{ s} \dots$

Question 11. Démontrer que l'hypothèse faite à la question 8 est vérifiée.

$$t_{r5\%} \approx 3 \cdot T_a \Rightarrow \text{hypothèse ordre 1 vérifiée}$$

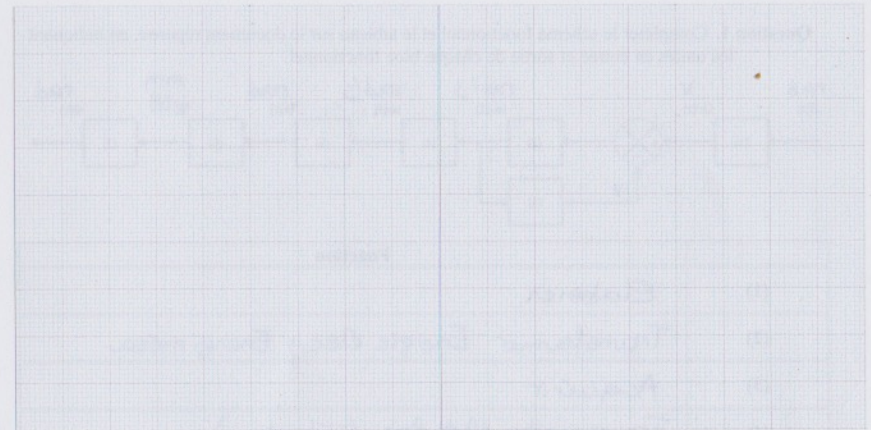
Question 12. Trouver la fonction de transfert prenant en compte le retour tachymétrique

$$M'(p) = \frac{\Omega_m(p)}{U_c(p)}$$

$$M'(p) = \frac{\Omega_m(p)}{U_c(p)} = \frac{\frac{K}{1+T_a p}}{1 + \frac{K_{tachy} K}{1+T_a p}} = \frac{K}{1+T_a p + K_{tachy} K}$$

$$M'(p) = \frac{K}{1+K_{tachy} K} \cdot \frac{1}{1+T_a p}$$

Question 13. Tracer SANS CALCUL l'allure de l'entrée et l'allure de la réponse à un échelon pour ce système ? Est-ce satisfaisant ?



Question 14. Donner la définition de l'écart statique ε_s et calculer sa valeur pour le système étudié (citer le/les théorème(s) utilisé(s)). Conclure quant à la précision du système.

$$\varepsilon_s = \lim_{t \rightarrow +\infty} (\beta(t) - \theta(t)) = \lim_{p \rightarrow 0+} p(B(p) - \theta(p)) \quad \text{avec } B(p) = B_0/p$$

$$\varepsilon_s = \lim_{p \rightarrow 0+} p(B(p) - H(p) \cdot B(p)) = \lim_{p \rightarrow 0+} B_0(1 - \frac{0,003 K_c}{p(1+0,05p)}) = -\infty$$

pas précis!

Question 15. Déterminez la fonction de transfert et toutes les caractéristiques de $H'(p)$

$$H'(p) = \frac{\theta(p)}{B(p)} = \frac{\theta(p)}{U_c(p)} \cdot \frac{U_c(p)}{B(p)} = \frac{K}{K_{poo}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{2z}{\omega_n} p + \frac{1}{\omega_n^2} p^2}$$

$K = \frac{K}{K_{poo}} \quad \omega_n = \frac{1}{5} \sqrt{3A K_{poo}}$
 $z = 100 \sqrt{\frac{1}{3A K_{poo}}}$

Question 16. Quelle est la nouvelle valeur de l'écart statique ?

$$\varepsilon_s = B_0(1 - \frac{K}{K_{poo}}) \rightarrow \text{valeur finie}$$

Question 17. Quelle(s) modification(s) le retour tachymétrique a-t-il donc apporté ?

\rightarrow on tend vers une valeur finie
 \rightarrow stable

Question 18. Quelle doit être la valeur de $A.K_{pos}$ pour avoir le temps de réponse le plus petit ?

$t_{r50\%}$ le + petit pour $z = 0,69$ ou $z = 0,7$

$$A.K_{pos} \approx 6800$$

Question 19. Donner alors cette valeur de $t_{r50\%}$.

$$t_{r50\%} \rightarrow \omega_n \approx 50 \text{ rad s}^{-1} \text{ et } z = 0,69 \rightarrow t_{r50\%} = \frac{3}{\omega_n} = 0,06 \text{ s}$$

Question 20. Quelle est alors la valeur du premier dépassement ?

$$D_1 = 0,045$$

Question 21. Quelle doit être la valeur de $A.K_{pos}$ pour avoir le temps de réponse le plus petit, sans dépassement ?

$$z = 1 \rightarrow A.K_{pos} \approx 3333.$$

$$(\omega_n = 20 \text{ rad s}^{-1} \text{ et } z = 1 \Rightarrow t_{r50\%} = \frac{5}{20} = 0,25 \text{ s})$$

II. Robot préhenseur de pièces

Question 22. Déterminer le lien entre K_1 et K_7 pour que le système soit correctement asservi ($\varepsilon(t) = 0$)

$$K_1 = K_7 \rightarrow \Theta_c(p) \cdot K_1 - \Theta(p) \cdot K_7 = E(p)$$

si $K_1 = K_7 = K (\Theta_c(p) - \Theta(p))$ $K = E(p)$

Question 23. Déterminer la fonction de transfert $H_3(p) = \frac{\Omega_m(p)}{U(p)}$ en citant le/les théorèmes utilisés.

Montrer qu'on peut la mettre sous la forme $H_3(p) = \frac{K}{1 + \tau_3 p}$ et donner l'expression littérale de τ_3 .

Th dérivation, CI nulles.

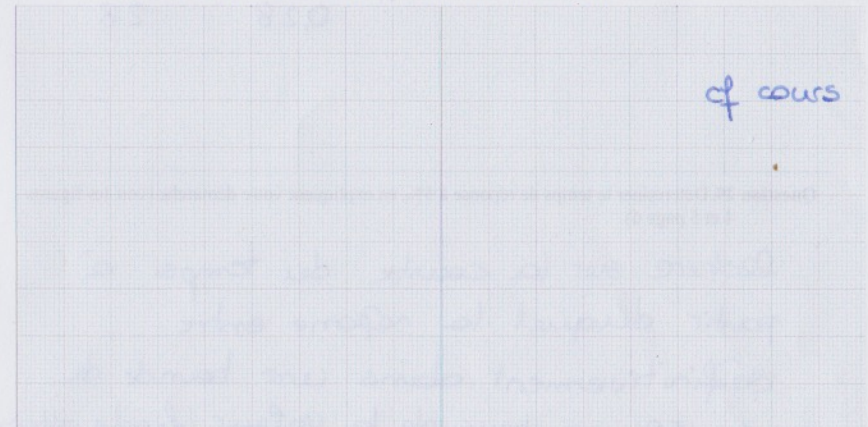
$$H_3(p) = \frac{K}{1 + \tau_3 p} \quad K = \frac{1}{K_e} \text{ et } \tau_3 = \frac{RJ}{K_e K_m}$$

Question 24. Déterminer $\omega_m(t)$ quand on sollicite le système avec une entrée de type échelon telle que $u(t) = U_0 \cdot u(t)$. Vous justifierez et citerez les théorèmes utilisés.

$$\omega_m(t) = K \cdot U_0 (1 - e^{-\frac{t}{\tau_3}}) \quad (\text{Transfo Laplace inverse})$$

avec $K = \frac{1}{K_e}$ et $\tau_3 = \frac{RJ}{K_e K_m}$ CI nulles

Question 25. Tracer la courbe sur le document réponse et positionner toutes les caractéristiques propres à un système du premier ordre soumis à un échelon.



cf cours

Question 26. Déterminer la fonction de transfert $H_4(p)$ en citant le/les théorèmes utilisés.

on a $\frac{d\Theta_m(t)}{dt} = \omega_m(t)$, Th dérivation CI nulles $\rightarrow \frac{\Theta_m(p)}{p} = H_4(p) = \frac{1}{p}$

Question 27. Déterminer la fonction de transfert $H(p) = \frac{\Theta(p)}{\Theta_c(p)}$. Montrer qu'on peut la mettre sous

la forme $H(p) = \frac{K_0}{1 + \frac{2z}{\omega_n} p + \frac{1}{\omega_n^2} p^2}$ et déterminer les valeurs littérales de K_0 , ω_n et z en fonction des constantes fournies.

avec $K_0 = 1$

$$H(p) = \frac{\Theta(p)}{\Theta_c(p)} = \frac{1}{1 + \frac{1}{G} p + \frac{\tau_3}{G} p^2}$$

$\omega_n = \sqrt{\frac{\tau_3}{G}}$

$z = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{\tau_3 G}}$

Question 28. Déterminer les valeurs numériques de K_0 , ω_n et z , en expliquant votre démarche (voir les figures 4 et 5 page 6)

on lit sur courbe $K_0 = 1$ (sans unité)
 $D_1 \approx 0,5 \rightarrow z \approx 0,22$ (adimensionnel)

on $t_{r50\%} \approx 0,28 \text{ s} \rightarrow z = 0,22 \Leftrightarrow t_{r50\%} \cdot \omega_n = 1,50$

$$\text{d'où } \omega_n = \frac{1,50}{0,28} = \frac{1,50 \cdot 100}{28} \approx 535 \text{ rad.s}^{-1}$$

Question 29. Déterminer le temps de réponse à 5%, en expliquant votre démarche (voir les figures 4 et 5 page 6)

Rechercher sur la courbe du temps à partir duquel la réponse entre définitivement dans une bande de $\pm 5\%$ autour de la valeur finale attendue

$$t_{r50\%} \approx 0,28 \text{ s}$$

Question 30. Conclure quant à la capacité du préhenseur de pièce à vérifier (ou non) le cahier des charges fourni, en terme de rapidité.

$t_{r50\%} > 0,2 \text{ s}$ (cahier des charges)

\rightarrow non respect du système