

Épreuve du 13 avril 2026 – session 1
Durée 1h30

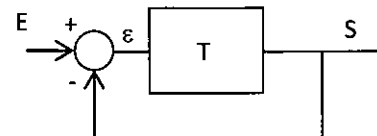
Autorisés : Une feuille A4 recto-verso manuscrite, calculatrices.

Recommandations importantes :

- Lisez la totalité du sujet avant de commencer (5mn). Faites des réponses courtes, et des phrases compréhensibles.
- Écrivez lisiblement les réponses, organisez clairement votre copie.
- Indiquez les numéros des questions auxquelles vous répondez et respectez ces numéros
- Les 4 exercices sont indépendants mais il est recommandé de les traiter dans l'ordre et de les finir avant de passer au suivant.

• **Système asservi en retour unitaire**

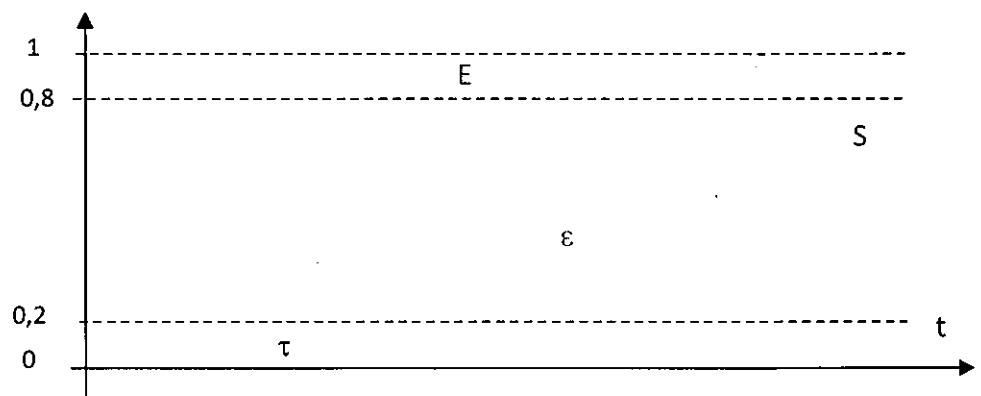
1. Pour le système ci-contre, exprimez la fonction de transfert en boucle fermée $H=S/E$
2. Le gain en boucle ouverte T vaut +12dB. Quelle est la valeur de H , en dB et en linéaire.
3. Exprimez l'erreur e en fonction de T et de E .



On rappelle que ε_{01} l'erreur statique d'ordre 1, est définie par la valeur statique de ε pour une excitation indicielle. On rappelle aussi le théorème de la valeur finale, qui permet d'exprimer la valeur statique d'une fonction $f(t)$ en fonction de sa TL $F(p)$: $\lim_{p \rightarrow 0} pF(p) = \lim_{t \rightarrow \infty} f(t)$

4. Exprimez l'excitation $E(p)$ dans ce cas (excitation indicielle), puis écrivez l'erreur statique ε_{01} .
5. Application numérique, $T=6dB$, donnez la valeur de ε_{01} en dB et en linéaire.

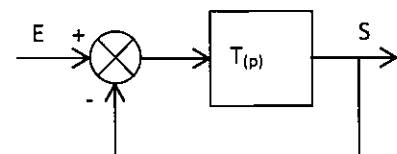
6. Sur la même figure tracez TRES PROPREMENT l'évolution temporelle des signaux E , S et ε .



7. Proposez un correcteur qui permettrait d'annuler l'erreur statique ε_{01} (dessinez le schéma blocs du système ainsi aménagé).

• **Stabilité, abaque de Black**

Le tracé de $T(p)$ est donné sur l'abaque de Black (annexe).



8. A partir de l'abaque de Black, donnez la valeur statique du gain (T_0 en dB et en linéaire).

9. Donnez les marges de phase $M_{\phi 1}$ et de gain M_{G1} . Le système $H(p) = S(p)/E(p)$ est-il stable ?

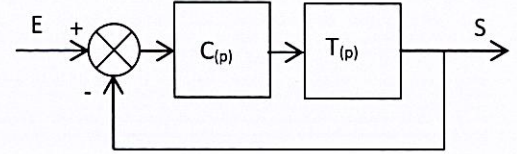
10. Relevez la valeur du gain statique en boucle fermée. Relevez la valeur maximale du gain en BF et la pulsation approximative à laquelle gain en BF est maximum

11. Donnez le facteur de qualité Q en boucle fermée (indiquez comment vous le déterminez)

On insère un correcteur proportionnel $C_{(p)} = +11\text{dB}$ dans la boucle (voir ci-contre). $H_{(p)}$ devient $H'_{(p)}$.

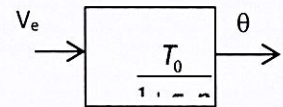
12. Retracez soigneusement sur l'abaque la courbe donnant $H'_{(p)}$.

13. Déterminez les nouvelles marges de phase $M_{\phi 2}$ et de gain M_{G2} . Que concluez-vous sur la stabilité du système ainsi corrigé ?



• Asservissement en température

On considère un système thermique (four), que l'on veut asservir en température. Le schéma bloc de l'étuve seule est donné ci-contre. On prendra $T_0 = 10^\circ\text{C} \cdot \text{V}^{-1}$ et $\tau_f = 100\text{s}$.



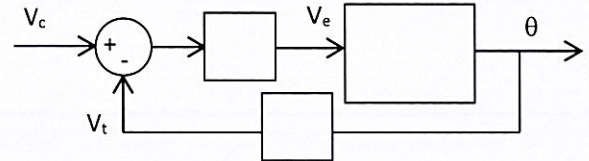
❖ Four seul

14. Quelle est la température θ_0 du four à l'équilibre, si $V_e = V_{e0} = 10\text{V}$? Au bout de combien de temps le four atteint-il 95% de sa température d'équilibre (on note ce temps T_{95}).

❖ Asservissement de température

Pour réaliser l'asservissement de température on ajoute un amplificateur de gain A et un capteur de température (thermomètre) délivrant une tension $V_t = K\theta$ avec ($K = 0.1 \text{ V}/^\circ\text{C}$).

La variable d'entrée est notée V_c et la variable de sortie est toujours la température θ .



15. Complétez le schéma blocs du système asservi (ci-contre)

16. Ecrivez la fonction de transfert $H_{(p)} = \theta_{(p)} / V_{c(p)}$ et mettez la sous la forme d'un système du 1^{er} ordre

$$H_{(p)} = \frac{\theta_{(p)}}{V_{c(p)}} = \frac{H_0}{1 + \tau_a p}. \text{ Précisez alors les expressions du gain statique } H_0 \text{ et de la constante de temps } \tau_a.$$

17. Application numérique, pour $A=10$ donnez la valeur de H_0 et la température à l'équilibre θ_0 (en $^\circ\text{C}$) pour $V_c = 10\text{V}$. Donnez aussi la constante de temps τ_a . Que concluez vous quant à l'effet de l'asservissement de température ?

18. Quelle serait la valeur théorique de A qui permettrait d'obtenir la même température d'équilibre θ_0 que pour le four seul ? Quel type de correcteur réaliserait cette fonction ?

