

Programme de Colle PSI

Semaine 1 : du 11 au 15 septembre

Toute l'électronique de SUP est implicitement au programme. Elle peut faire l'objet d'exercices spécifiques ou être simplement un outil dans des montages à ALI.

Des exercices sur les ALI peuvent être proposés dès lundi en application directe du cours. Il faudra attendre mercredi pour proposer des exercices plus exploratoires.

La partie « **Stabilité des systèmes linéaires** » s'intéresse aux propriétés des systèmes linéaires déjà abordés en première année. Les capacités relatives au filtrage et à la décomposition harmonique d'un signal périodique sont révisées sans ajout de nouvelles capacités. Dans le but de faciliter le lien avec le cours de sciences industrielles pour l'ingénieur, la notation symbolique de la fonction de transfert $H(p)$ est utilisée sans faire référence à la transformée de Laplace. L'étude est complétée par une analyse de

la stabilité des systèmes du premier et du second ordre en examinant le régime transitoire associé à l'équation différentielle.

Notions et contenus	Capacités exigibles
1.1. Stabilité des systèmes linéaires	
Fonction de transfert d'un système entrée-sortie linéaire continu et invariant.	Transposer la fonction de transfert opérationnelle dans les domaines fréquentiel (fonction de transfert harmonique) ou temporel (équation différentielle).
Stabilité.	Étudier la stabilité d'un système d'ordre 1 ou 2 à partir des signes des coefficients de l'équation différentielle ou de la fonction de transfert.

La partie « **Rétroaction** » illustre quelques propriétés sur l'exemple de l'amplificateur linéaire intégré. L'étude des circuits est strictement limitée à des situations pouvant être facilement abordées avec les outils introduits en première année (loi des mailles, loi des nœuds, diviseur de tension). La vitesse limite de balayage de l'ALI est évoquée en travaux pratiques afin d'identifier les distorsions harmoniques traduisant un comportement non linéaire. Les limitations associées aux courants de polarisation et la tension de décalage ne sont pas étudiées.

Notions et contenus	Capacités exigibles
1.2. Rétroaction	
Modèle de l'ALI défini par une résistance d'entrée infinie, une résistance de sortie nulle, une fonction de transfert du premier ordre en régime linéaire, une saturation de la tension de sortie. Limites du modèle : vitesse limite de balayage, saturation de l'intensité du courant de sortie.	Citer les hypothèses du modèle et les ordres de grandeur du gain différentiel statique et du temps de réponse. Détecter, dans un montage à ALI, les manifestations de la vitesse limite de balayage et de la saturation de l'intensité du courant de sortie.
Montages amplificateur non inverseur et comparateur à hystérésis.	Analyser la stabilité du régime linéaire. Établir la conservation du produit gain-bande passante du montage non inverseur.

ALI idéal de gain infini en régime linéaire.	Identifier la présence d'une rétroaction sur la borne inverseuse comme un indice de probable stabilité du régime linéaire. Établir la relation entrée-sortie des montages non inverseur, suiveur, inverseur et intégrateur. Déterminer les impédances d'entrée de ces montages. Expliquer l'intérêt, pour garantir leur fonctionnement lors de mises en cascade, de réaliser des filtres de tension de forte impédance d'entrée et de faible impédance de sortie.
--	--

I Questions de cours à choisir parmi celles-ci

1. Décrire le modèle de l'ALI. Représenter $S(p) = f(\epsilon(p))$. On précisera en particulier les notions de : résistance d'entrée et de sortie, saturation en tension, saturation en courant, slew rate. Vous donnerez des valeurs caractéristiques de ces grandeurs. Le comportement passe-bas de l'ALI ne sera pas soulevé dans cette question.
2. Représenter un montage amplificateur non inverseur à ALI et déterminer sa fonction de transfert dans le cas du modèle de l'ALI :

$$S(p) = \frac{A_0}{1 + \tau p} \epsilon(p)$$

Montrer que le montage amplificateur non inverseur est stable. Montrer que le produit gain bande passante est constant et ne dépend que de A_0 et τ . Vous préciserez les valeurs attendues pour ces trois grandeurs (produit gain bande, A_0 et τ).

3. Présenter la caractéristique $S = f(\epsilon)$ dans le cas du modèle de l'ALI idéal de gain infini. Proposer un montage suiveur à ALI. Déterminer sa fonction de transfert et expliquer son intérêt en particulier dans le cas de filtres en cascade.
4. Proposer un montage intégrateur idéal à ALI. Déterminer sa fonction de transfert et en déduire l'expression de $s(t)$ en fonction de $e(t)$ dans le domaine temporel. Expliciter avec précision $s(t)$ si $e(t)$ est un signal créneau d'amplitude $E_0 = 1$ V et de fréquence $f = 1$ kHz dans le cas où $R = 10$ k Ω et $C = 100$ nF.
5. Avec un intégrateur idéal, que se passe-t-il si le signal d'entrée contient une composante parasite continue ? Proposer un montage intégrateur modifié permettant de tenir compte de cette difficulté. Déterminer la fonction de transfert du filtre. Le filtre est-il encore intégrateur à toutes fréquences ?
6. Représenter un comparateur à hystérésis négatif et déterminer son fonctionnement. On tracera $s = f(e)$. Faire également la représentation temporelle de la sortie si l'entrée est un signal triangulaire de moyenne nulle.

Programme spécifique 5/2

L'intégralité de la thermodynamique de SUP.

Les expressions de ΔS doivent être rappelées aux candidats.

— Pour une phase condensée indilatable et incompressible :

$$\Delta S = C \ln \left(\frac{T_f}{T_i} \right)$$

— Pour un gaz parfait pour lequel la température et la pression évolue :

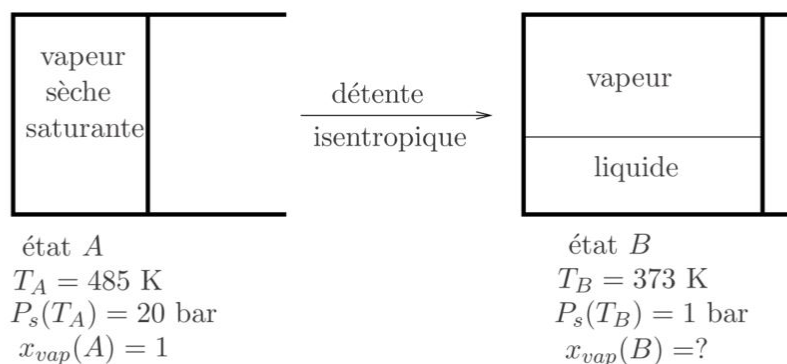
$$\Delta S = \frac{nR\gamma}{\gamma - 1} \ln \left(\frac{T_f}{T_i} \right) - nR \ln \left(\frac{P_f}{P_i} \right)$$

Questions de cours possibles :

1. Savoir exprimer ΔU (ΔH lorsque c'est pertinent), W et Q pour une transformation thermodynamique d'un gaz parfait. Au choix du colleur parmi : 1) compression adiabatique irréversible, 2) compression monotherme irréversible, 3) isochore, 4) isobare réversible, 5) isotherme réversible.
2. Savoir énoncer les lois de Laplace avec précision et avec les trois hypothèses.
3. Exemple du cycle de Carnot (deux adiabatiques réversibles, deux isothermes réversibles) moteur. Représenter en diagramme de Clapeyron. Démonstration de l'expression des travaux et des transferts thermiques au cours du cycle. Définir le rendement. Démontrer l'expression du rendement de Carnot (pour un moteur).
4. Réaliser le bilan d'entropie d'une compression monotherme irréversible. Commenter le signe de l'entropie créée.
5. Réaliser le bilan d'entropie d'une compression monotherme quasistatique. Commenter la valeur de l'entropie créée.
6. Réaliser le bilan d'entropie lors de la mise en contact d'un solide (qui sera notre système d'étude) avec un thermostat à la température T_0 . Commenter la valeur de l'entropie créée.
7. Savoir refaire l'exercice suivant :

Une machine à vapeur est destinée à fournir du travail à l'extérieur. La phase motrice est la détente du fluide dans une enceinte fermée par un piston.

Hypothèse : on étudie la détente que l'on suppose adiabatique réversible et donc isentropique.



Question : déterminer la fraction massique en vapeur dans l'état final.

Indication : la transformation étant isentropique, on a intérêt à raisonner sur l'entropie.

On donne les chaleurs latentes de vaporisation $l_v(T_A) = 1892 \text{ kJ.kg}^{-1}$ et $l_v(T_B) = 2258 \text{ kJ.kg}^{-1}$ ainsi que la capacité thermique massique de l'eau liquide $c_0 = 4,185 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

8. Savoir refaire l'exercice suivant :

- i. Un calorimètre, dont on négligera les fuites thermiques, contient 200 g d'eau liquide à 20°C. On verse 200 g d'eau liquide à 50°C. La température à l'équilibre est 34°C. Déduire de cette expérience la valeur en eau du calorimètre (masse d'eau liquide équivalente).
- ii. Dans les 400 g d'eau liquide en équilibre à 34°C, on introduit 145 g de glace à 0°C. Toute cette glace fond et la nouvelle température d'équilibre est 5°C. En déduire l'enthalpie massique de fusion l_f de la glace à 0°C.

Donnée : capacité thermique massique de l'eau liquide $c_0 = 4,18 \text{ J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

9. Définir la notion de pression partielle. Savoir expliquer pourquoi l'évaporation de l'eau peut avoir lieu dans l'atmosphère malgré une température inférieure à 100°C. Vous commenterez l'ensemble de vos affirmations à l'aide d'un diagramme (PT). Expliquez les affirmations suivantes :
- On souffle sur sa soupe pour la refroidir.
 - On étend le linge au vent en extérieur.
 - On a froid en sortant de la douche alors que l'on n'avait pas froid en y entrant.
10. Savoir faire un bilan énergétique et entropique pour une machine ditherme. Connaître les signes de W , Q_f et Q_c selon que la machine fonctionne en moteur ou machine frigorifique.
11. Démontrer l'inégalité de Clausius et en déduire l'impossibilité du moteur monotherme.
12. Montrer que les machines thermiques dithermes ont un rendement/efficacité borné par le rendement/efficacité de Carnot. La démonstration sera réalisée, au choix du colleur, pour un moteur, un réfrigérateur ou une pompe à chaleur.
13. Expliquer le principe de la cogénération et son intérêt. Montrer que le rendement total de la machine est égal à l'unité lorsqu'elle est utilisée en cogénération. Cela viole-t-il le fait que le rendement de Carnot est le rendement maximal atteignable par un moteur ? Pourquoi utiliser une machine en cogénération réduit-il potentiellement le rendement mécanique de la machine ?