Concours National Commun (CNC), Maroc

Session 2005, filière TSI

Physique II

Durée : 4 heures

Ce que traite le sujet

- 1ère partie, 1.1 : montage amplificateur non inverseur
- 1ère partie, 1.2 : utilisation d'un amplificateur différentiel, structure
- 1ère partie, 1.2.3 : conditions d'utilisation de l'amplificateur différentiel
- 1ère partie, 1.2.4 et 1.2.5 : amplificateur d'instrumentation INA126 et conclusion

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

L'énoncé annonce deux parties, mais seule la première figure dans le sujet ; la pagination (5 pages sur 5) et la mention de fin indiquent qu'il ne manque aucune page à cette copie.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années :
prepahelp.com/annales/cnc/tsi/2005/physique2

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

ROYAUME DU MAROC

Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur,
de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique

Présidence du Concours National Commun
École Hassania des Travaux Publics
EHTP

Concours National Commun d'admission aux Grandes Écoles d'Ingénieurs ou assimilées Session 2005

ÉPREUVE DE PHYSIQUE II

Filière **TSI**

Durée 4 heures

Cette épreuve comporte 5 pages au format A4, en plus de cette page de garde
L'usage de la calculatrice est *autorisé*

L'énoncé de cette épreuve comporte 5 pages.
L'usage de la calculatrice est autorisé.

On veillera à une présentation claire et soignée des copies. Il convient en particulier de rappeler avec précision les références *des questions abordées.*

Le sujet comporte deux parties *totalement indépendantes*. Chacune de ces parties traite de divers aspects de la mesure de la température d'un corps.

1ère partie

Étude d'un système de mesure de la température d'un liquide

Pour suivre l'évolution de la température centigrade θ d'un liquide, on peut utiliser un capteur de température de contact qui plonge dans ce liquide. Le capteur délivre alors une tension électrique u_c image de la température θ.

On modélise le capteur de température par une source de tension de force électromotrice e_c proportionnelle à la température centigrade θ de l'eau et d'impédance interne réelle R_c. On peut mettre e_c sous la forme :

$$e_\mathrm{c} = k\theta$$

avec $k = 10\,\mathrm{mV.^\circ C^{-1}}$ la constante de température propre au capteur utilisé. Vue la faible valeur de k, le signal délivré par le capteur nécessite une *amplification*.

1.1. Montage amplificateur non inverseur

1.1.1. Étude élémentaire

On considère le montage représenté figure 1. Le montage fonctionne de manière linéaire. On

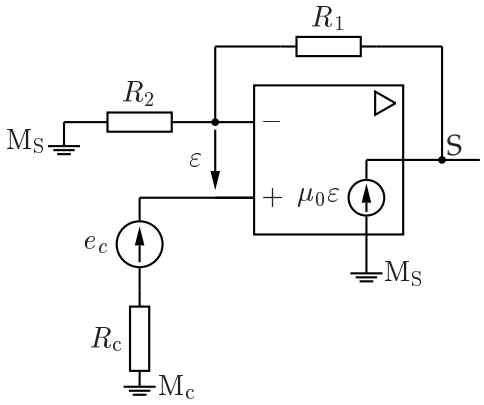


Figure 1: Amplificateur non inverseur.

suppose que l'amplificateur opérationnel est idéal, excepté le défaut d'amplification : $v_\mathrm{S} = \mu_0\varepsilon$, avec μ_0 réel et fini.

1.1.1.1. Donner un critère *expérimental* de linéarité d'un système physique (Σ).

1.1.1.2. Décrire un protocole expérimental simple que l'on pourrait mettre en œuvre pour déterminer si un système physique (Σ) fonctionne de manière linéaire.

1.1.1.3. Rappeler les propriétés d'un amplificateur opérationnel idéal.

1.1.1.4. Quel est l'ordre de grandeur de μ_0 pour un amplificateur opérationnel réel du type `TL081` ?

1.1.1.5. On suppose que les masses $\mathrm{M_c}$ et $\mathrm{M_S}$ sont identiques. Dans tout le problème on supposera que le potentiel électrique $V(\mathrm{M_S})$ est nul. Déterminer dans ces conditions l'expression du potentiel électrique V_S. Quel résultat retrouve-t-on lorsque μ_0 est choisi infini ?

1.1.2. Prise en compte de la tension de mode commun

En réalité dans les conditions de l'expérience, le capteur de température est éloigné de plus d'un mètre de l'amplificateur. Dans ces conditions les potentiels de masse $V(\mathrm{M_S})$ et $V(\mathrm{M_c})$ sont différents du fait de diverses perturbations. On modélise l'effet de ces perturbations par une source de tension de force électromotrice e_M et de résistance interne R_M (figure 2). On suppose toujours $V(\mathrm{M_S}) = 0\,\mathrm{V}$.

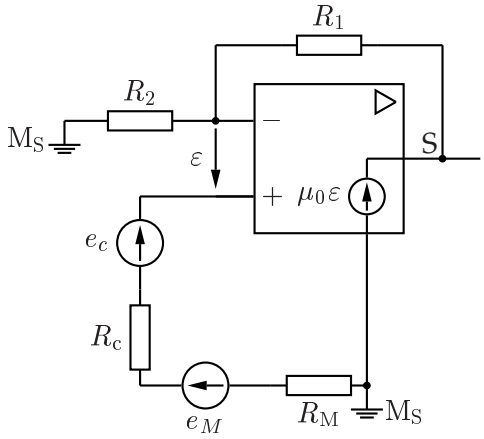


Figure 2: Amplificateur non inverseur avec prise en compte des défauts de masse.

1.1.2.1. Déterminer dans ces conditions la nouvelle expression du potentiel électrique V_S en fonction de e_c et de e_M.

1.1.2.2. Sachant que dans les conditions de l'expérience e_M est de l'ordre de $50\,\mathrm{mV}$, quel est l'inconvénient majeur du montage amplificateur non inverseur pour mesurer la température ambiante ?

1.2. Utilisation d'un amplificateur différentiel

Un amplificateur différentiel (figure 3) est constitué :

- d'une voie amplificatrice inverseuse d'impédance d'entrée infinie et d'amplification en tension $-A_1$, dont l'entrée est marquée $-$;
- d'une voie amplificatrice non inverseuse d'impédance d'entrée infinie d'amplification en tension A_2, dont l'entrée est marquée $+$;
- d'un sommateur idéal qui additionne les tensions fournies par chacune des voies précédentes.

avec A_1 et A_2 des constantes réelles positives.

1.2.1. Donner l'expression de v_s en fonction de v_- et v_+.

1.2.2. On pose $v_\mathrm{MC} = \dfrac{v_+ + v_-}{2}$ et $v_d = v_+ - v_-$.

1.2.2.1. v_MC est appelée tension de mode commun. Quel nom peut-on donner à la tension v_d ? Indiquer un composant fréquemment utilisé en travaux pratiques et qui peut être modélisé comme un amplificateur différentiel.

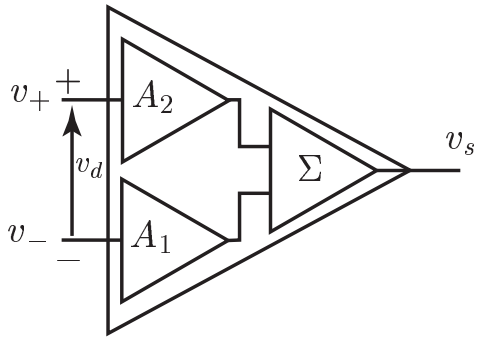


Figure 3: Structure d'un amplificateur différentiel.

1.2.2.2. Montrer que la tension de sortie v_s de l'amplificateur différentiel peut se mettre sous la forme suivante :

$$v_s = A_d \left(v_d + \frac{1}{\tau_r} v_{\mathrm{MC}} \right) \tag{1}$$

Avec $\tau_r = A_d / A_{\mathrm{MC}}$ le taux de rejection en mode commun. On donnera les expressions de A_d et de A_{MC} en fonction de A_1 et A_2.

1.2.2.3. Que valent A_d et A_{MC} pour un amplificateur opérationnel idéal ?

1.2.2.4. Le constructeur d'un amplificateur opérationnel `TL081` indique que le taux de rejection en mode commun exprimé en décibels vaut 120 dB. Estimer les valeurs respectives de A_d et A_{MC} pour cet amplificateur opérationnel.

1.2.3. Conditions d'utilisation de l'amplificateur différentiel

Vu de ses bornes d'entrée + et −, l'amplificateur différentiel présente les impédances réelles R_d et R_{MC} représentées figure 4. La force électromotrice e_M provoque l'apparition des tensions v_M^+ à l'entrée + et v_M^- à l'entrée − du fait des résistances R_d et R_{MC}.

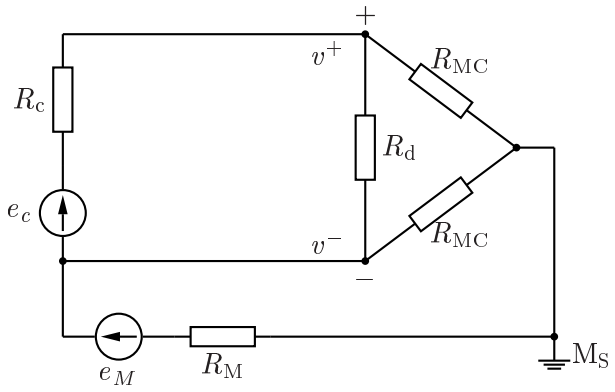


Figure 4: Modélisation de l'effet des impédances d'entrée d'un amplificateur différentiel.

1.2.3.1. Rappeler l'énoncé et les conditions d'application du théorème de superposition des réseaux linéaires.

1.2.3.2. En appliquant le théorème de superposition, exprimer les potentiels v_M^+ et v_M^-, ayant pour origine la tension e_M, en fonction de e_M, $Y_M = 1/R_M$, $Y_{\mathrm{MC}} = 1/R_{\mathrm{MC}}$, $Y_d = 1/R_d$ et $Y_c = 1/R_c$.

1.2.3.3. Montrer que si l'on choisit R_d et R_{MC} très supérieures à la fois à R_c et à R_M alors les potentiels v_M^+ et v_M^- sont égaux et valent e_M.

1.2.3.4. De même montrer, lorsque R_d et R_{MC} sont très supérieures à la fois à R_c et à R_M, que les potentiels v_c^+ (borne d'entrée $+$) et v_c^- (borne d'entrée $-$), ayant pour origine la tension e_c, sont tels que :

$$v_c^+ - v_c^- = e_c$$

1.2.3.5. Finalement déterminer l'expression de la tension différentielle $v_+ - v_-$ aux bornes de l'amplificateur différentiel dans les conditions d'utilisation introduites précédemment.

On supposera désormais ces conditions vérifiées dans tout le problème.

1.2.3.6. Donner dans ces conditions les expressions des tensions v_d, v_{MC} et v_s de l'amplificateur différentiel en fonction de e_c et e_M.

1.2.3.7. À quelle condition sur τ_r l'influence de la tension de perturbation e_M est-elle négligeable ?

1.2.4. Amplificateur d'instrumentation INA126

Une réalisation possible de l'amplificateur différentiel précédent est montrée figure 5. Cet amplificateur de mesures (INA126) comporte deux amplificateurs opérationnels supposés idéaux et fonctionnant en régime linéaire. L'amplification en tension différentielle A_d peut être fixée à l'aide de la résistance extérieure R_G.

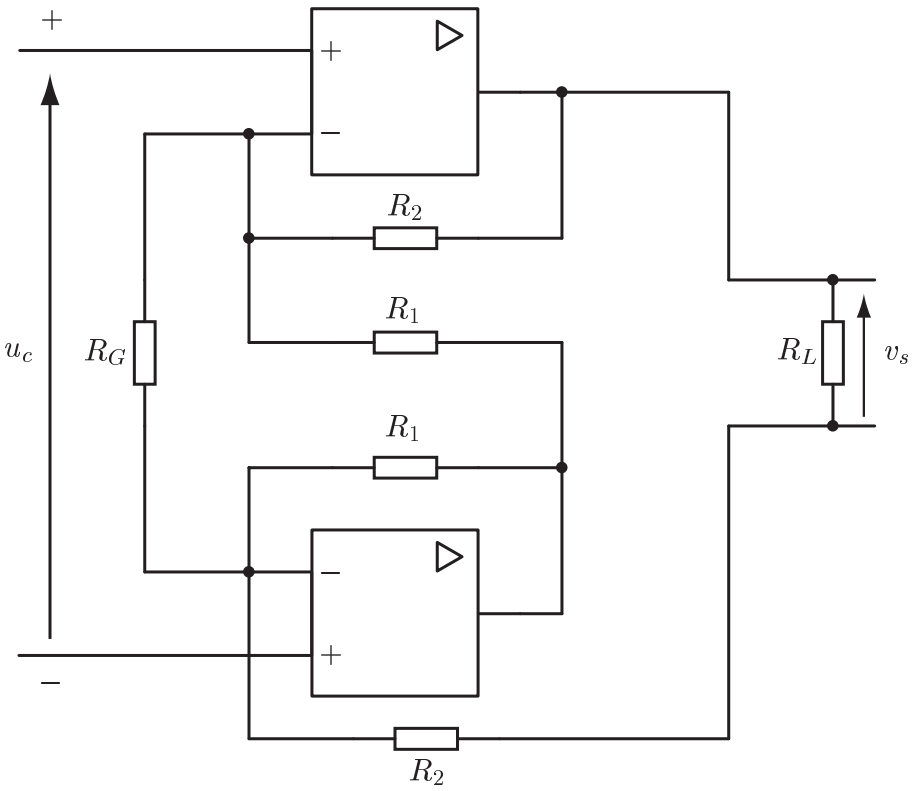


Figure 5: Structure d'un amplificateur différentiel INA126.

1.2.4.1. Déterminer l'expression de la tension v_s aux bornes de la résistance de charge R_L en fonction de la tension u_c. En déduire les expressions de l'amplification différentielle A_d et de l'amplification de mode commun A_{MC} en fonction de R_1, R_2 et R_G.

1.2.4.2. Que vaut le taux de rejection τ_r pour ce montage ? Que peut-on dire de l'influence de la tension perturbatrice e_M avec ce montage ?

1.2.4.3. Déduire des calculs précédents l'expression de la tension v_s en fonction de la température centigrade θ.

1.2.4.4. On donne $R_1 = 10\,\text{k}\Omega$ et $R_2 = 40\,\text{k}\Omega$. Quelle valeur faut-il donner à R_G pour obtenir $A_d = 10$? Quelle est alors la valeur numérique de la tension v_s lorsque $\theta = 20\,^\circ\text{C}$?

1.2.5. Conclure sur l'intérêt de l'amplificateur différentiel pour la mesure de la température θ. On comparera ses performances à celles de l'amplificateur non inverseur.

FIN DE L'ÉPREUVE

Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de TSI chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Amplificateur linéaire intégré
- Amplificateur linéaire intégré, stabilité et rétroaction
- Circuits électriques dans l'ARQS

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière : **écrire sur WhatsApp**

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/cnc/tsi