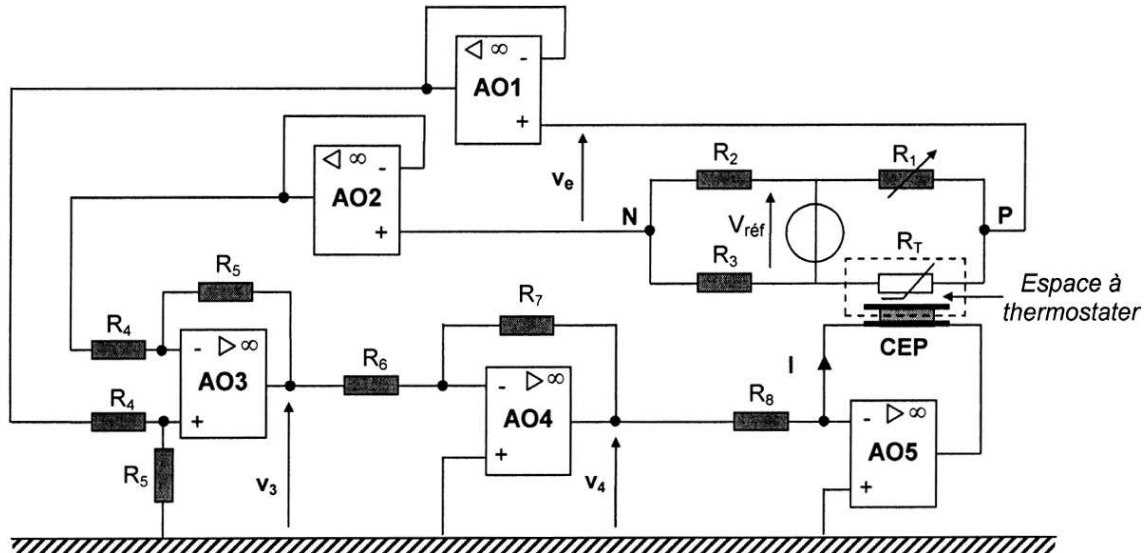


Kh-EAO.1 E3A PSI 2006

Pour contrôler la température du capteur, la cellule à effet Peltier (notée CEP) est complétée par un circuit électronique d'asservissement (cf. figure) où tous les amplificateurs opérationnels sont supposés idéaux et fonctionnant en régime linéaire.

$$R_2 = R_3 = R_8 = 1,8 \text{ k}\Omega \quad ; \quad R_7 = 100.R_6 \quad ; \quad R_5 = 10.R_4 \quad ; \quad V_{\text{réf}} = 15 \text{ V}$$



Une thermistance est en contact thermique parfait avec l'espace à thermostat. Sa résistance R_T est une fonction décroissante de la température θ , et dans un intervalle de température compris entre -50°C et -30°C , elle évolue selon la loi :

$$R_T = R_0 \cdot (1 - \theta \cdot \alpha) \quad \text{où} \quad \begin{cases} R_0 = 2 \text{ k}\Omega \\ \alpha = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \end{cases}$$

- 1) Déterminer $v_e = V_P - V_N$ en fonction de $V_{\text{réf}}$, R_1 , R_2 , R_3 et R_T .
- 2) En raisonnant par schémas-blocs et en explicitant les fonctions réalisées, par chaque amplificateur opérationnel, exprimer l'intensité du courant I circulant dans le module en fonction de R_4 , R_5 , R_6 , R_7 , R_8 et v_e .
- 3) Quelle condition doivent satisfaire les résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_T pour que le pont soit équilibré ($v_e = 0$) ?
- 4) Comment choisir la résistance R_1 pour que l'équilibre du pont s'établisse à la température $\theta = -40^\circ\text{C}$ du capteur ?
- 5) Quelle est la valeur de l'intensité $I(t = 0)$ à l'instant initial où la thermistance est à la température ambiante T_a et $R_T = 1 \text{ k}\Omega$? Déterminer ensuite le signe de $\frac{dI}{d\theta}$.

Kh-EAO.2 2 montages classiques avec AO

- 1) Sur le montage de la Figure 1, exprimer u_s à partir des tensions u_{e1} , u_{e2} et des résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 .
- 2) Que devient cette expression lorsque $R_1 = R_2$? En déduire la fonction de ce montage amplificateur?
- 3) Sur le montage de la Figure 2, exprimer u_s à partir des tensions u_{e1} , u_{e2} et des résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 .
- 4) Quelle doit être la condition sur les quatre résistances pour avoir u_s proportionnelle à $u_{e2} - u_{e1}$? Quelle est alors l'expression de u_s ? Quel est alors le nom d'un tel montage amplificateur?

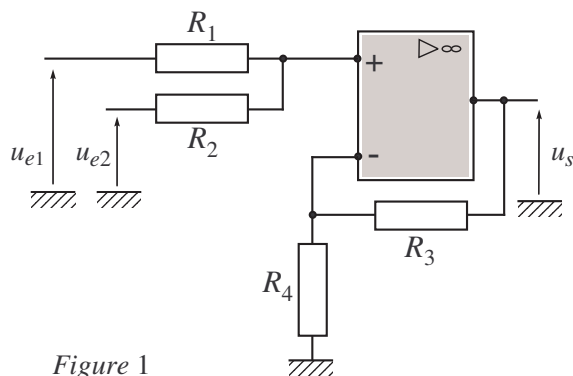


Figure 1

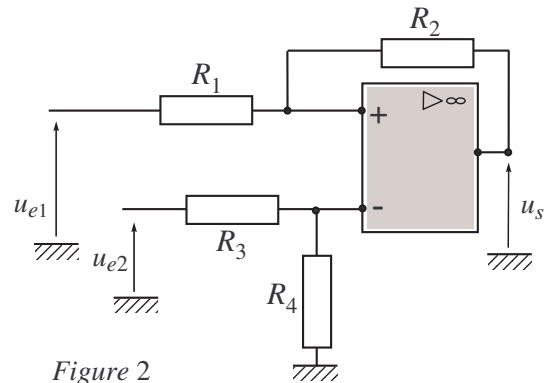
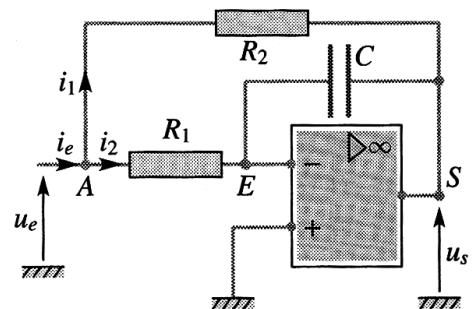


Figure 2

Kh-EAO.3 Réalisation d'une inductance en parallèle avec une résistance

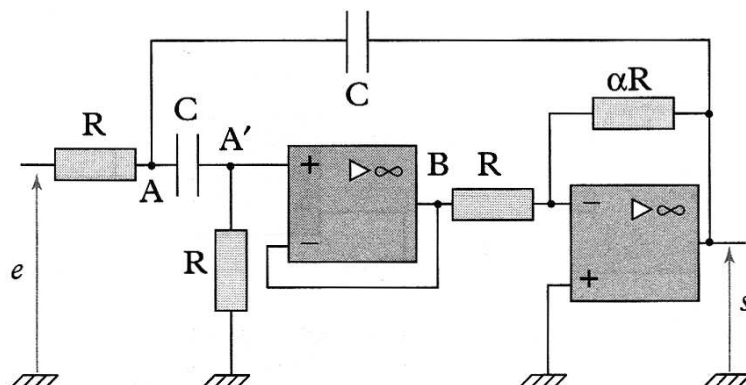
On se propose de réaliser avec un AO un composant se comportant comme une bobine purement inductive.

- 1) Montrer que l'impédance d'entrée du circuit est équivalente à une inductance en parallèle avec une résistance. Calculer les valeurs de l'inductance et de la résistance pour $R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ et $C = 1 \text{ nF}$.
- 2) Comment modifier le circuit pour que le composant soit équivalent à un dipôle RLC parallèle?



Kh-EAO.4 Filtre avec 2 AO

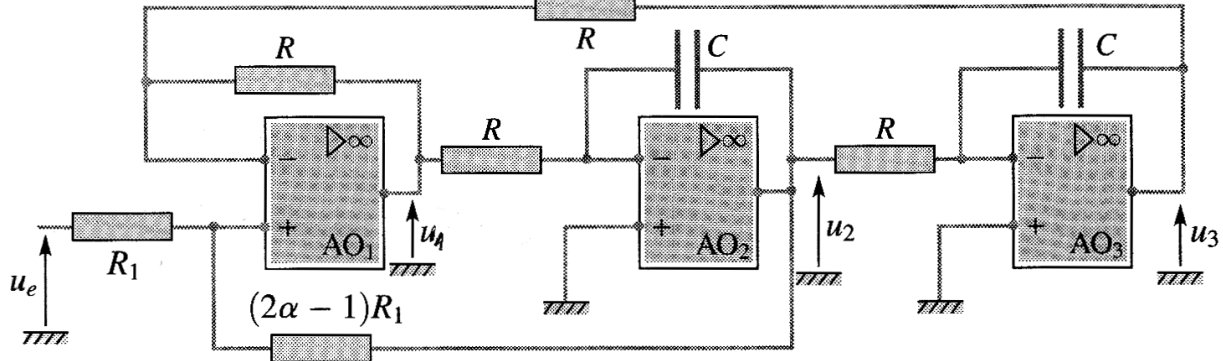
- 1) Examiner le comportement basse fréquence et haute fréquence de ce filtre.
- 2) Déterminer la fonction de transfert $H(j\omega) = \frac{s}{e}$
- 3) Tracer les diagrammes de Bode correspondant pour $\alpha = 10$.



Kh-EAO.5 **Cellule universelle de Kerwin-Huelsman-Newcomb** Cette structure, proposée en 1967 par les scientifiques américains W. Kerwin, L. Huelsman et R. Newcomb, est réalisée en connectant en cascade un montage amplificateur non inverseur, et deux montages intégrateurs, avec deux rétroactions, l'une négative et l'autre positive.

On suppose que tous les AO sont idéaux et en régime linéaire.

On travaille avec des tensions sinusoïdales à la pulsation ω .



1) Établir la relation :

- entre u_3 et u_2 ;

- entre u_2 et u_1 .

En déduire la relation entre u_3 et u_1 .

2) Établir que u_e , u_1 , u_2 et u_3 sont reliés par la relation : $\frac{(2\alpha - 1) \cdot u_e + u_2}{2\alpha} = \frac{u_1 + u_3}{2}$

3) En déduire que la fonction de transfert H_3 lorsque la tension de sortie est u_3 . Quelle est la nature du filtre correspondant et son facteur de qualité ?

4) En déduire que la fonction de transfert H_1 lorsque la tension de sortie est u_1 . Quelle est la nature du filtre correspondant et son facteur de qualité ?

5) En déduire que la fonction de transfert H_2 lorsque la tension de sortie est u_2 . Quelle est la nature du filtre correspondant et son facteur de qualité ?

6) Pourquoi parle-t-on de « cellule universelle » ?

7) Proposer un montage (mettant en jeu un quatrième AO et des résistances R_2 , R_3 , R_4 et R_5) qui permettrait d'obtenir une tension de sortie finale u_s telle que :

$$u_s = -\frac{R_5}{R_2} \cdot u_3 - \frac{R_5}{R_3} \cdot u_2 - \frac{R_5}{R_4} \cdot u_1$$

Kh-EAO.6 Centrale PSI 2010 (Oscillateur de Colpitt)

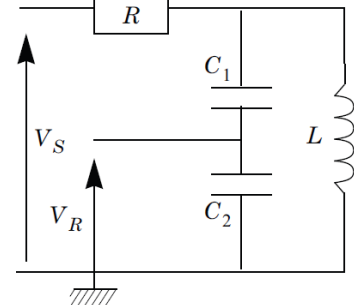
Le montage ci-dessous (3^{ème} figure) est constitué de trois résistances R , R_1 et R_2 (variable), d'une inductance L et de deux condensateurs de capacité C_1 et C_2 . On posera $C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$. L'amplificateur opérationnel (A.O.) est supposé idéal.

1) Montrer que la fonction de transfert

$$\underline{\beta}(j\omega) = \frac{V_R(j\omega)}{V_S(j\omega)}$$

s'écrit sous la forme :

$$\underline{\beta}(j\omega) = \frac{\beta_0}{1 + jQ \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}$$



Identifier la pulsation centrale ω_0 , le gain maximal β_0 et le facteur de qualité Q en fonction de C , C_2 , L et R . Préciser la nature et l'ordre de ce filtre.

2) **Données :** $R = 1,0 \text{ k}\Omega$; $L = 10 \text{ mH}$; $C_2 = 47 \text{ nF}$ et $C_1 = 100 \text{ nF}$.

Calculer le facteur de qualité Q et la fréquence centrale associée à ω_0 .

Tracer l'allure du diagramme de Bode en gain et phase.

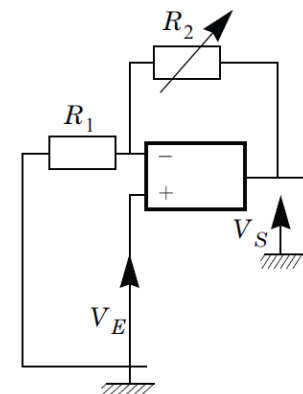
3) Déterminer la fonction de transfert :

$$\underline{\alpha}(j\omega) = \frac{V_S(j\omega)}{V_E(j\omega)}$$

4) On associe les deux circuits précédents et l'interrupteur K est maintenu ouvert (voir figure ci-dessous).

Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{V_R(j\omega)}{V_E(j\omega)}$$



5) L'interrupteur est finalement fermé. À quelle condition sur R_2 en fonction de R_1 , C_1 et C_2 , peut-il y avoir des oscillations? Quelle est alors la fréquence de ces oscillations? Calculer R_2 pour $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$.

6) Déterminer une équation différentielle en V_E et retrouver les résultats de la question précédente.

7) Quel(s) phénomène(s) est (sont) à l'origine des oscillations? Quelle inégalité faut-il en réalité vérifier pour R_2 ? Que peut-on dire alors, d'un point de vue mathématique, de l'évolution temporelle de la solution de l'équation différentielle?

8) Dessiner en fonction du temps l'allure de la tension de sortie de l'A.O. Quel phénomène physique limite l'amplitude des oscillations?

