

N.B/ (Il sera tenu compte de la présentation de la copie et de la qualité de la rédaction. Les résultats devront être encadrés. Des points seront attribués en conséquence).

Barème approximatif de notation : [I/ 09 pts (2, 2, 4, 1). II/ 09 pts (1, 3, 2, 3). III/ 2 pts (1x2)].

CHAINE DE CONVERSION TEMPERATURE/FREQUENCE

Le schéma synoptique de la figure 1, représente un système qui permet la transduction d'une température en une fréquence. Le capteur de température (Fig.2) fournit une tension U image de la température θ , où : $U = 4.10^{-4}.\theta + 0,1$ avec U en volts et θ en degrés Celsius.

Les amplificateurs opérationnels, considérés comme idéaux, sont alimentés sous les tensions $\pm V_{cc}$ avec $V_{cc} = 15 V$. Leurs tensions de saturation sont égales à $\pm V_{sat}$ avec $V_{sat} = 15 V$.

PARTIE I : MISE EN FORME

Les amplificateurs opérationnels fonctionnent en régime linéaire.

I.I. L'amplification : (Fig.3)

I.I.1. Déterminer la relation entre U et U_1 . On donne $R_1 = 1,0 k\Omega$, $R_2 = 49 k\Omega$.

I.I.2. Déterminer U_1 dans les deux cas suivants : $U = 96 mV$; $U = 120 mV$.

I.II. Le décalage de tension : (Fig.4)

I.II.1. Déterminer l'expression de U_2 en fonction de V_{cc} , U_1 et des résistances R_3 , R_4 et R_5 .

I.II.2. Sachant que $R_5 = 1,2 k\Omega$ et que $V_{cc} = 15 V$, déterminer les valeurs de R_3 et de R_4 pour que la relation entre les tensions U_2 et U_1 , exprimées en volts, soit : $U_2 = -U_1 + 4,6$.

Ces valeurs sont adoptées pour la suite du problème.

I.III. Le filtrage : (Fig.5)

On considère que la tension d'entrée $u_2(t)$ est sinusoïdale de fréquence f . On lui associe la grandeur complexe \underline{U}_2 . On note $u_3(t)$ la tension de sortie et \underline{U}_3 la grandeur complexe associée.

I.III.1. Déterminer la transmittance complexe du filtre $\underline{T}(j\omega) = \underline{U}_3 / \underline{U}_2$ en fonction de R_6 , R_7 , C_1 , ω .

I.III.2. Montrer que \underline{T} s'écrit : $\underline{T}(jf) = \frac{-T_0}{1 + j(f/f_0)}$; Déterminer alors les expressions de T_0 et de f_0 .

I.III.3. Une étude expérimentale de ce filtre a donnée la courbe du gain $T_{dB}(f)$ dans la feuille réponse FR1. Quelle est la nature du filtre ?

I.III.4. Donner les valeurs de la fréquence de coupure f_0 à $-3dB$ et de l'amplification maximale T_0 .

I.III.5. La tension d'entrée du filtre peut être perturbée par des tensions parasites variables de fréquence f_p supérieure à f_0 . Si la tension d'entrée du filtre est : $u_2(t) = V_0 + V_1 \sin(2.\pi.f_p.t)$ avec $V_0 = -0,2 V$; $V_1 = 0,1 V$ et $f_p = 50 Hz$. Quelle est alors la valeur de $u_3(t)$?

I.IV. Synthèse : Les points A et A', B et B' ainsi que C et C' sont connectés. Pour une tension U continue, montrer que la tension U₃ vaut : $U_3 = 500.U - 46$ (U et U₃ exprimées en volts).

PARTIE II : CONVERTISSEUR TENSION/FREQUENCE (Fig.6) :

La tension u₃(t) est une tension continue positive de valeur U₃.

II.I. Interrupteur commandé : Lorsque u₆(t) = +V_{sat}, l'interrupteur commandé est en position 2. Lorsque u₆(t) = -V_{sat}, l'interrupteur commandé est en position 1. La courbe u₆(t) est donnée en feuille réponse FR2. Tracer u₄(t) sur la feuille réponse FR4.

II.II. Intégrateur : L'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire.

II.II.1. Démontrer la relation suivante : $u_4(t) = -R_8 C_2 \frac{du_5(t)}{dt}$.

II.II.2. Vérifier que si la tension u₄(t) est constante (u₄(t) = U₄), la tension u₅(t) varie selon une loi de la forme u₅(t) = a.t + b. Exprimer le coefficient a en fonction de U₄, R₈ et C₂.

(Vous devez calculez l'intégrale suivant : $\int_{t_0}^t u_4(\tau).d\tau = \int_{t_0}^t -R_8 C_2 \frac{du_5(\tau)}{d\tau}.d\tau$).

La courbe u₅(t) est donnée dans la feuille réponse FR6.

II.II.3. Pour 0 < t < t₁ : Que vaut u₄(t) ? En déduire l'expression de u₅(t) sachant que b = u₅(0) = U_n.

II.II.4. Pour t₁ < t < t₂ : Que vaut u₄(t) ? En déduire l'expression de u₅(t) sachant que b = u₅(t₁) = U_p.

II.III. Comparateur : L'amplificateur opérationnel fonctionne en régime non linéaire. R₉ = 2R₁₀.

II.III.1. Donner les expressions des seuils de basculement U_H et U_B, puis calculer leurs valeurs.

II.III.2. Représenter la caractéristique de transfert u₆(u₅), sur la feuille réponse FR3, lorsque l'entrée u₅(t) est un signal alternatif quelconque qui varie entre -U_m et +U_m.

On admet que les seuils U_H et U_B sont égales aux valeurs extrêmes U_p et U_n de u₅(t).

II.IV. Conversion tension/fréquence :

II.IV.1. Montrer que la période T (T = t₂) de u₆(t) s'exprime par la relation : $T = 2R_8 C_2 \frac{U_p - U_n}{U_3}$.

II.IV.2. Mettre la fréquence f de u₆(t) sous la forme : f = k.U₃ puis donner l'expression de k.

II.IV.3. On donne C₂ = 1 nF ; on veut que f = 100 kHz pour U₃ = 2 V. Calculer la valeur du coefficient k et donner son unité. Calculer la valeur de R₈.

PARTIE III : CONCLUSION

Les points A et A', B et B', C et C', D et D' sont reliés pour former le système complet.

III.1. Quelle relation existe-t-il entre la fréquence f de la tension u₆(t) et la température θ ?

III.2. Représenter sur la feuille réponse FR5, la courbe f(θ), lorsque θ varie entre -10°C et 50°C.

Bon Travail

Mise en forme

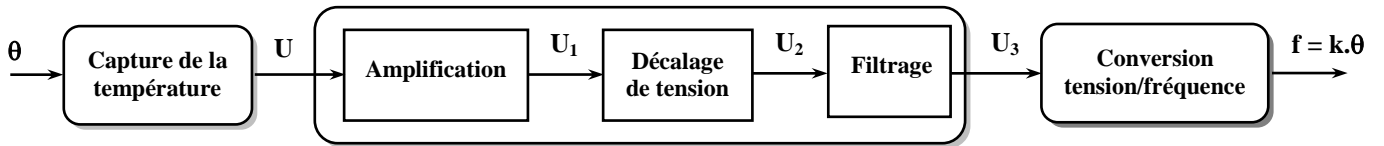


Figure 1

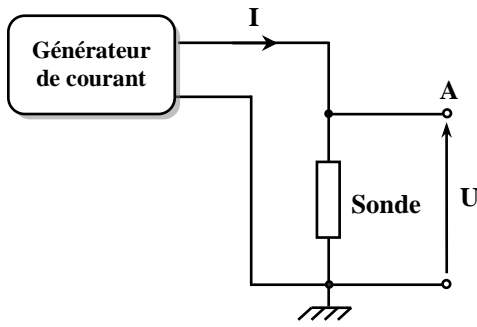


Figure 2

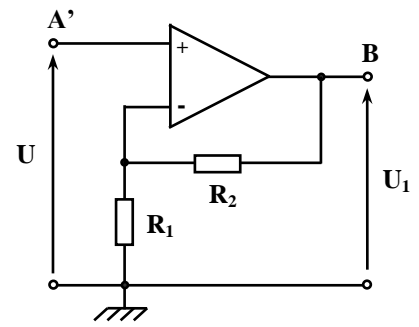


Figure 3

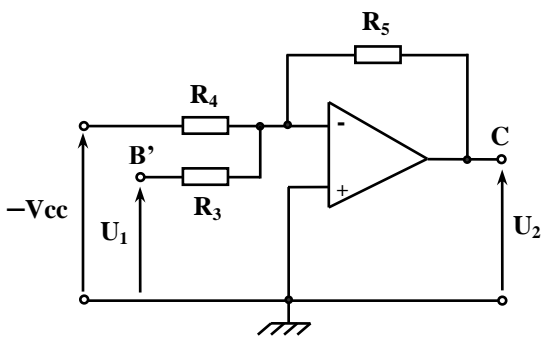


Figure 4

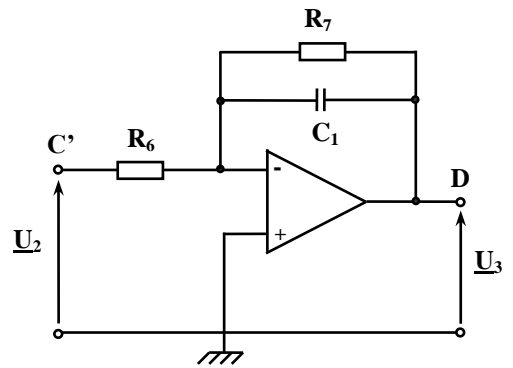


Figure 5

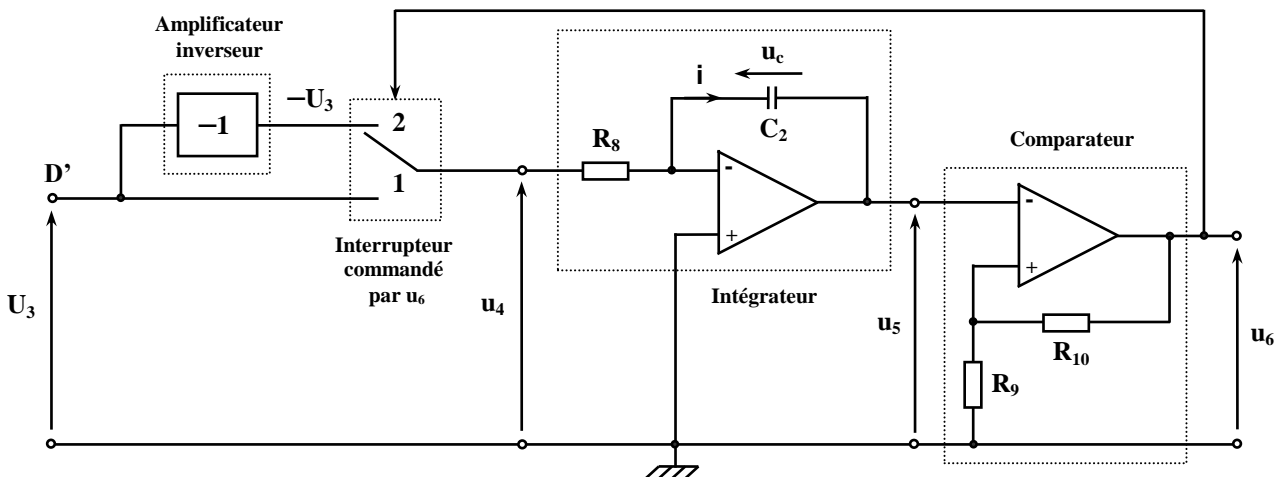


Figure 6

