

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/ 4 pts. II/ 3 pts. III/ 5 pts. IV/ 3 pts. V/ 2 pts. VI/ 3 pts].

CAPTEUR–TRANSMETTEUR DE PRESSION

On se propose d'étudier le principe de fonctionnement d'un capteur–transmetteur de mesure de pression (fig.3). Ce capteur–transmetteur a pour but de fournir, à une charge, un courant d'intensité I_s , image de la pression P mesurée (fig.1). Les variations de I_s sont proportionnelles aux variations de P . La caractéristique $I_s = f(P)$ est représentée à la figure 2.

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

Les parties I, II, III, IV, V du sujet peuvent être traitées indépendamment les unes des autres.

I- CONDITIONNEMENT (fig.5) :

Le condensateur dont la capacité C dépend de la pression P , est inséré dans le multivibrateur astable de la figure 5. L'amplificateur opérationnel fonctionne en régime de commutation.

I.1. Donner la relation entre u_c , i , R_1 et u ainsi que la relation entre i , C et du_c/dt . En déduire alors l'expression de u en fonction de R_1 , C , u_c et du_c/dt .

I.2. Donner l'expression de V^+ en fonction de R_2 , R_3 et u , puis sachant que $R_2 = R_3$, calculer les valeurs de V^+ lorsque $u = +V_{sat}$ et $u = -V_{sat}$.

I.3. On admet que la tension u a pour période $T = 2.R_1.C.Ln3$. Calculer la fréquence F de u lorsque $C = 51$ pF et $R_1 = 1,82$ M Ω .

I.4. Dessiner l'allure du chronogramme de la tension u_c sur la feuille réponse FR2.

II- MISE EN FORME ET CONVERSION (fig.4) :

Le montage est alimenté par le signal périodique u , de période $T = 204$ μ s (voir FR1). La sortie u_1 du monostable est donnée sur la feuille réponse FR4. La durée de l'état instable (ou durée propre) du monostable vaut $T_0 = 100$ μ s.

II.1. Le monostable est-il déclenché par un front montant ou descendant de u (voir FR3) ?

II.2. Quelle est la valeur de u_1 pour l'état instable, pour l'état stable ?

II.3. Exprimer la valeur moyenne $\langle u_1 \rangle$, de la tension u_1 en fonction de T_0 , V_{cc} et F la fréquence du signal u . Calculer sa valeur lorsque $F = 4,9$ kHz.

III- FILTRAGE (fig.6) :

III.1. Montrer que la fonction de transfert du filtre se met en régime sinusoïdal sous la forme :

$$\underline{F}(j\omega) = \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \frac{-(R_5 / R_4)}{1 + jR_5 C_1 \omega}$$

III.2. Préciser la nature du filtre, le module de son amplification maximale A_m et sa fréquence de coupure f_0 à -3 dB.

III.3. On veut avoir $A_m = 1$ et $f_0 = 48$ Hz. Calculer les valeurs de R_4 , R_5 et C_1 .

III.4. Pour u_1 un signal continu de 7,35 V. Calculer la valeur de u_2 .

III.5. Pour u_1 un signal périodique dont la fréquence est très supérieure à f_0 . Quelle relation existe-t-il entre u_2 et la valeur moyenne de u_1 noté $\langle u_1 \rangle$?

IV- REGLAGE DE LA CARACTERISTIQUE DE TRANSFERT (fig.7) :

IV.1. Pourquoi a-t-on intercalé un montage suiveur avant R_8 ?

IV.2. Quelle est l'intervalle des valeurs possibles pour u_0 suivant les positions extrêmes du potentiomètre R_7 ? On donne : $R_6 = 1$ k Ω , $R_7 = 150$ Ω .

IV.3. Montrer que l'on a : $u_s = \left(\frac{1}{2}\right)\left(1 + \frac{R_{10}}{R_9}\right)(u_0 + u_2)$. Calculer u_s lorsque $R_9 = 1$ k Ω , $R_{10} = 20,3$ k Ω ,

$u_2 = -7,35$ V et $u_0 = 7,5$ V.

V- CONVERTISSEUR TENSION-COURANT (fig.8) :

Le convertisseur est représenté par son schéma équivalent linéaire. La source de courant I_0 est une source de courant d'intensité constante telle que $I_0 = 4$ mA. La source de courant i_u est une source de courant commandée par la tension u_s telle que $i_u = \beta u_s$.

V.1. Calculer la valeur de β pour que $I_s = I_{s\max} = 20$ mA lorsque $u_s = 1,6$ V. Préciser son unité.

V.2. Le schéma équivalent du convertisseur n'est valable que pour $u_L < V_{cc}$. Calculer la valeur maximale de R_L assurant le fonctionnement linéaire du montage.

VI- SYNTHESE DU FONCTIONNEMENT :

VI.1. Sachant que la fréquence F de l'astable varie en fonction de la pression P selon la loi :

$F = 5 \cdot 10^3 - 10 \cdot P$, montrer que lorsque $P = 5$ bars, $\langle u_1 \rangle = 7,425$ V.

VI.2. Montrer que $I_s = 12$ mA lorsque $\langle u_1 \rangle = 7,425$ V.

VI.3. Montrer que le point de coordonnées [5 bars ; 12 mA] appartient à la caractéristique représentée à la figure 2.

Bon Travail



Figure 1

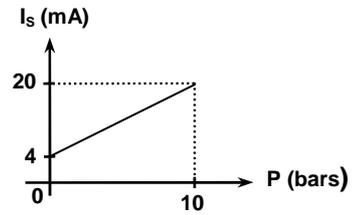


Figure 2

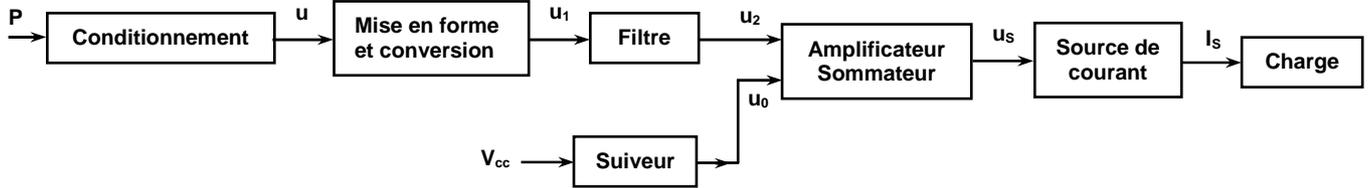


Figure 3

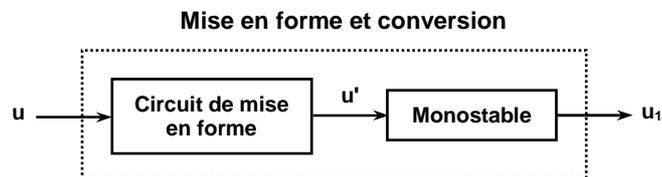


Figure 4

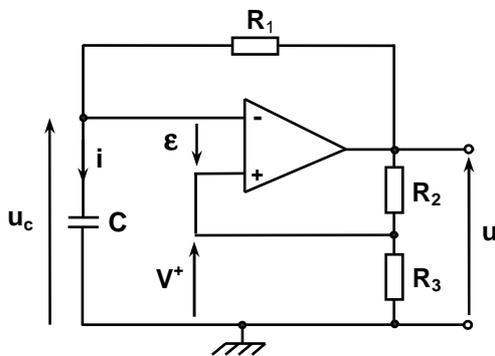


Figure 5

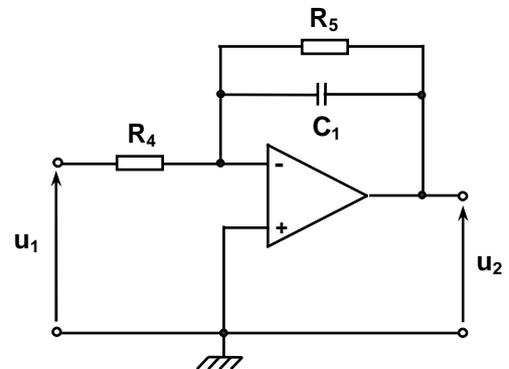


Figure 6

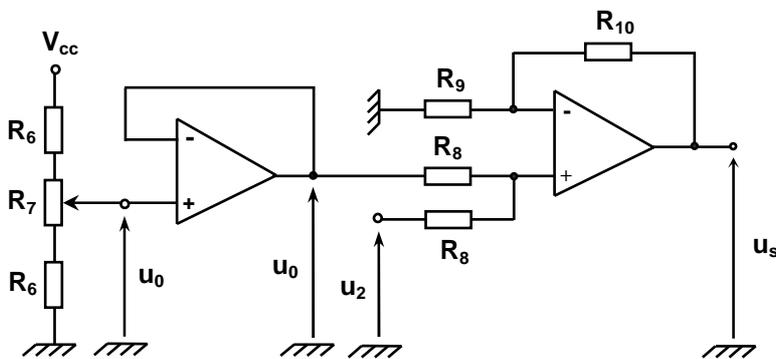


Figure 7

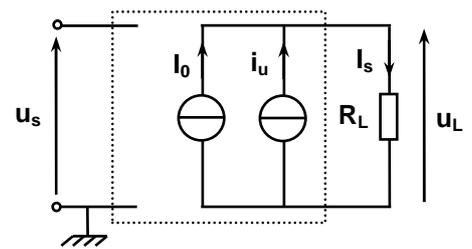


Figure 8

