

PARTIE ÉLECTRICITÉ (durée conseillée 1h30 mn)

Cet exercice est constitué de trois parties indépendantes. Il est cependant conseillé au candidat de les traiter dans l'ordre. Le document réponse (même vierge) doit être joint impérativement à la copie.

L'étude porte sur la réception d'un faisceau lumineux issu d'un émetteur infra-rouge oscillant à la fréquence $f_0 = 13,3$ kHz. Celui-ci se trouve perturbé par l'éclairage ambiant.

Il s'agit de mettre en forme et d'adapter le signal électrique issu de la réception.

Le synoptique du dispositif est le suivant :

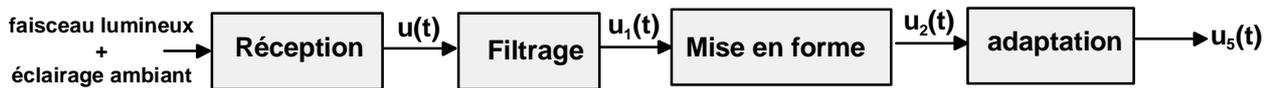
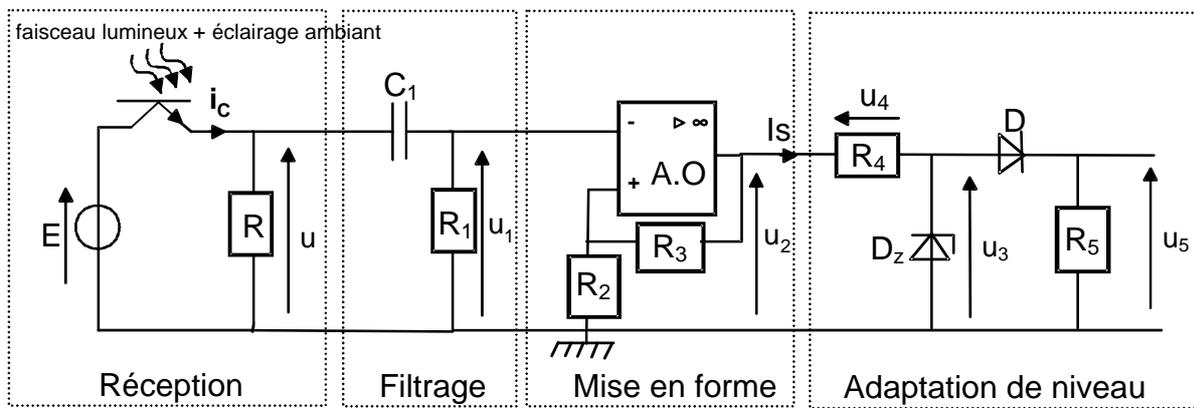


Schéma structurel utilisé :



La partie réception n'est pas étudiée.

Partie 1 : Etude du filtrage

1.1 - Quels sont le type (passe-bas, passe-haut, passe-bande...) et l'ordre du filtre ?

1.2 - Etablir sa fonction de transfert complexe $\underline{T} = \underline{U}_1 / \underline{U}$.

1.3 - La fonction de transfert peut se mettre sous la forme $\underline{T} = \frac{j \frac{f}{f_c}}{1 + j \frac{f}{f_c}}$.

En déduire l'expression de la fréquence de coupure f_c à -3 dB.

1.4 - Le phototransistor reçoit le signal lumineux de fréquence $f_0 = 13,3$ kHz perturbé par la lumière, issue de l'éclairage ambiant, de fréquence 100 Hz. Justifier cette dernière valeur sachant que le réseau E.D.F est à la fréquence de 50 Hz.

1.5 - Le signal parasite $u_p(t)$ de fréquence 100 Hz doit être atténué de 99 %.

Si U_p représente sa valeur efficace à l'entrée du filtre et U_{1p} celle de sortie, calculer la valeur du module de \underline{T} appliqué au signal parasite : $|\underline{T}_p| = U_{1p} / U_p$.

1.6 - En déduire la valeur du gain G_p correspondant (en dB).

1.7 - Calculer la valeur de la fréquence de coupure f_c du filtre.

1.8 - Le condensateur C_1 a une capacité de 10 nF ; en déduire la valeur de la résistance R_1 .

Partie 2 : Etude du circuit de mise en forme

Dans cette partie, on suppose que le signal parasite $u_p(t)$ est éliminé.

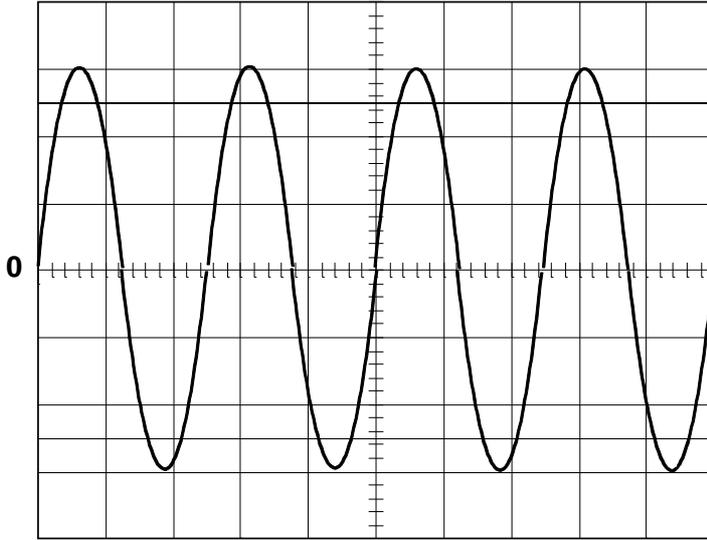
L'amplificateur opérationnel, considéré comme parfait, est alimenté entre $+V_{cc}$ et $-V_{cc}$ ($V_{cc} = 12V$).

Les tensions de saturation de l'amplificateurs sont : $\pm V_{sat} = \pm V_{cc}$.

2.1 - En observant le schéma structurel du circuit de mise en forme, justifier que l'amplificateur opérationnel fonctionne en régime de commutation. Donner les valeurs possibles de la tension de sortie u_2 .

Le signal $u_1(t)$ recueilli à l'oscilloscope en sortie du filtre a l'allure suivante :

Oscillogramme(s) : signal $u_1(t)$ relevé à la sortie du filtre



Utilisation :

Avec base de temps

Echelles :

Vitesse de balayage : ? s/div

Sensibilité :

Voie I : 1V /div

Mode de couplage des entrées :

	GND	AC	DC
Voie I			X
Voie II	X		

Synchronisation :

Voie I	Voie II	EXT
X		

Mode de déclenchement :

AC	DC	HF	LF	~	+/-
X					+

2.2 - A partir de l'oscillogramme, déterminer la valeur crête à crête et l'amplitude de $u_1(t)$. Calculer sa valeur efficace de U_1 .

2.3 - Rappeler la valeur de sa fréquence (voir question 1.4) et calculer sa période T_0 . En déduire la vitesse de balayage de l'oscilloscope.

2.4 - Exprimer le potentiel v^+ de l'entrée non inverseuse en fonction de R_2 et R_3 et u_2 .

Ecrire ensuite l'expression de la tension d'entrée différentielle $\varepsilon = v^+ - v^-$ en fonction de R_2, R_3, u_1 et u_2 .

2.5 - En déduire que la valeur des seuils de u_1 qui provoquent le basculement de la tension de sortie s'écrit : $V_{seuil} = \pm \frac{R_2}{R_2 + R_3} \times V_{SAT}$.

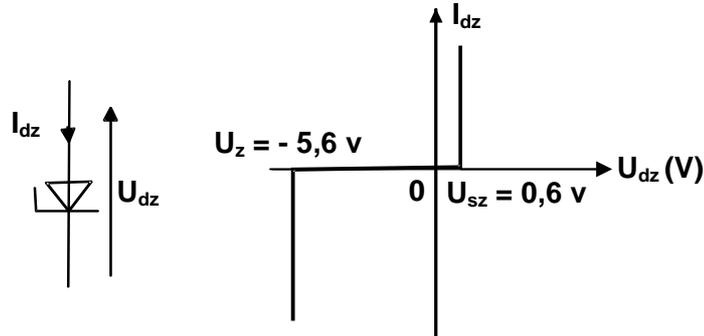
Application numérique : $R_2 = 10\text{ k}\Omega, R_3 = 86\text{ k}\Omega$.

2.6 - Tracer, sur le **document réponse**, le cyclogramme de u_2 en fonction de u_1 . Indiquer sur ce dernier le sens de parcours du cycle ainsi que les valeurs remarquables des tensions.

2.7 - Sur le document réponse, tracer $u_2(t)$ sachant que $u_2(t) = +V_{sat}$ pour $t = 0$. Les valeurs numériques des tensions seront portées sur les deux courbes $u_1(t)$ et $u_2(t)$.

Partie 3 : Etude de l'adaptation du niveau

La diode Zener (voir le **schéma structurel**) présente la caractéristique suivante :



3.1 - Quelle est la valeur de la tension Zener ?

Quelle est la tension présente à ses bornes lorsqu'elle est traversée par un courant I_{dz} positif ?

3.2 - On suppose que $u_2 = +V_{sat}$.

3.2.1 - Donner la valeur de u_3 .

3.2.2 - D est une diode au silicium ayant une résistance dynamique nulle et une tension de seuil $U_{sd} = 0,6$ V. Calculer la valeur de u_5 dans ces conditions.

3.3 - On suppose que $u_2 = -V_{sat}$.

3.3.1 - Donner la valeur de u_3 .

3.3.2 - Donner la valeur de u_5 .

3.4 - La tension de saturation de l'amplificateur est : $V_{sat} = 12$ V. Le courant de sortie du circuit de mise en forme est limité à une intensité $I_{smax} = 10$ mA. Le courant traversant le réseau R_2, R_3 est négligeable vis à vis du courant circulant dans R_4 .

Dans ces conditions, calculer les valeurs de R_4 pour les deux valeurs possibles de u_2 .

Quelle valeur doit-on retenir pour R_4 ?

3.5 - Pour que la tension soit stabilisée aux bornes de la diode Zener, le courant I_{dz} la traversant, est fixé à -5 mA.

Calculer, dans ces conditions, la valeur de R_5 . On considère que la suite du montage, non représentée sur le schéma, alimentée sous la tension u_5 , ne consomme aucun courant.

DOCUMENT REPONSE : à rendre impérativement avec la copie.

