

PARTIE ÉLECTRICITÉ (durée conseillée 1 h 30)

MESURE ET AFFICHAGE DE LA VITESSE DE ROTATION D'UN MOTEUR

Le schéma fonctionnel est présenté **figure 4** :

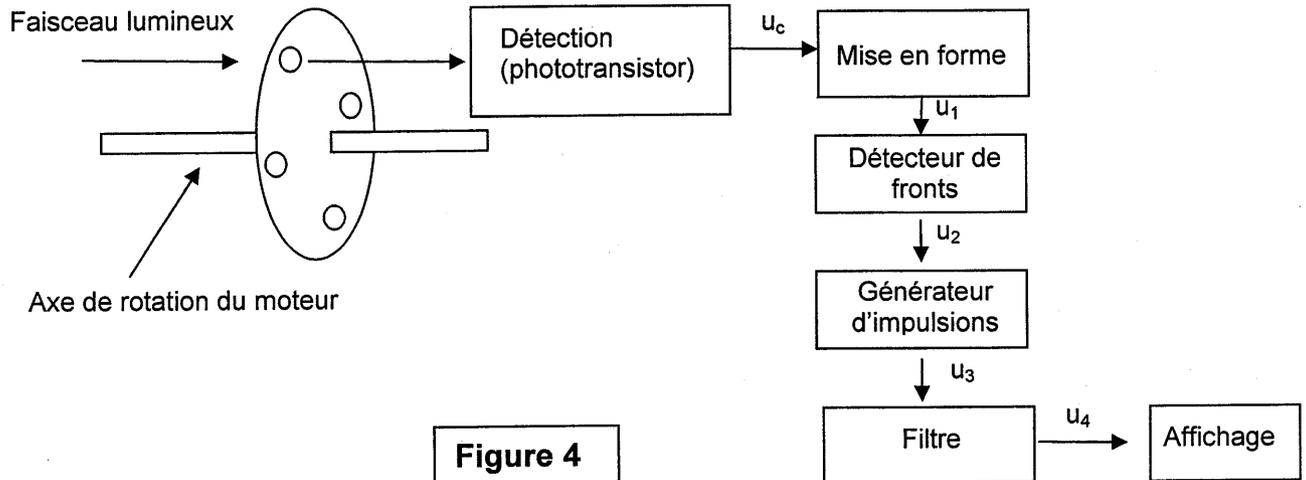


Figure 4

Dans ce sujet, tous les éléments de ce schéma ne sont pas étudiés.

Partie 1 : La détection

L'axe du rotor du moteur est solidaire d'un disque percé de quatre trous régulièrement répartis. Le phototransistor détecte le signal lumineux produit par le passage d'un trou devant le faisceau. Le phototransistor est considéré comme parfait :

- En absence de lumière, le phototransistor est bloqué : il est équivalent à un interrupteur ouvert.
- En présence de lumière, le phototransistor est saturé : il est équivalent à un interrupteur fermé.

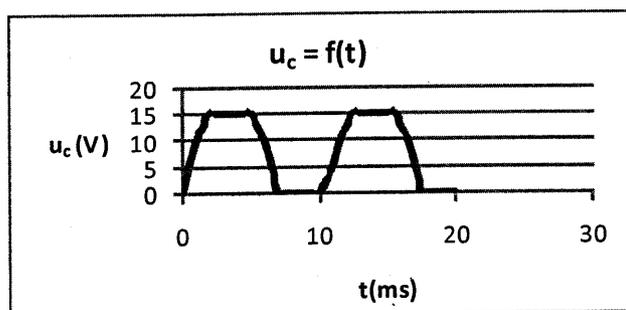


Figure 5

- 1.1** - À partir de la représentation de la tension u_c aux bornes du phototransistor sur la **figure 5**, déterminer la période T_c de u_c ; en déduire la valeur de sa fréquence f_c .
- 1.2** - Établir la relation entre la fréquence de rotation n (en tr.s^{-1}) du moteur et la fréquence f_c .
- 1.3** - Montrer que la vitesse de rotation N (en tr.min^{-1}) du moteur peut s'écrire : $N = \frac{15}{T_c}$ (où T_c est exprimée en s).

Partie 2 : La mise en forme du signal

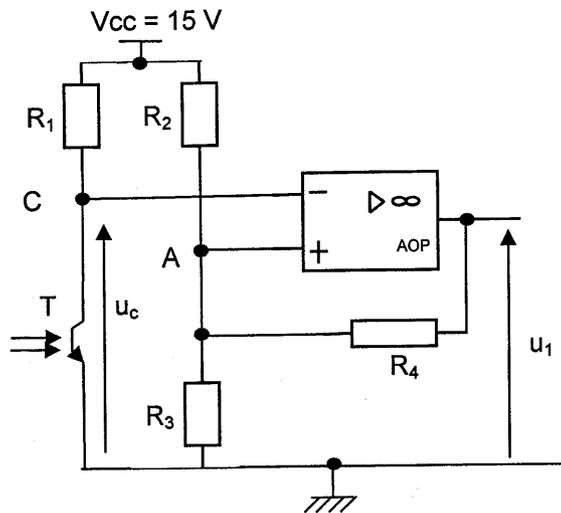


Figure 6

L'amplificateur opérationnel est considéré comme parfait (noté AOP) et est alimenté entre 0 V et $V_{cc} = +15$ V. Ses tensions de saturation sont 0 V et 15 V.

On donne : $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R = 10$ k Ω .

2.1 - À partir de la **figure 6**, préciser le mode de fonctionnement de l'AOP. Justifier la réponse.

2.2 - Démontrer que la tension v_A entre le point A et la masse s'écrit : $v_A = \frac{V_{cc} + u_1}{3}$.

2.3 - Calculer la valeur V_H (seuil haut) de la tension u_c quand la tension u_1 est égale à V_{cc} .

2.4 - Calculer la valeur V_B (seuil bas) de la tension u_c quand la tension u_1 est égale à 0 V.

2.5 - Tracer sur le graphe 1 du **document réponse 3** (à rendre avec la copie) la caractéristique $u_1 = f(u_c)$ en précisant le sens de parcours.

2.6 - Tracer sur le graphe 2 du **document réponse 3** (à rendre avec la copie) la représentation de u_1 en concordance des temps avec u_c . On supposera qu'initialement, on a $u_1 = 15$ V.

Partie 3 : Le générateur d'impulsions calibrées

Le circuit monostable (**figure 7**) est réalisé à partir de portes NON OU de technologie CMOS, alimentées en 0 V / 15 V.

Le signal u_2 représenté (**figure 8**) est généré par un détecteur de front qui ne sera pas étudié.

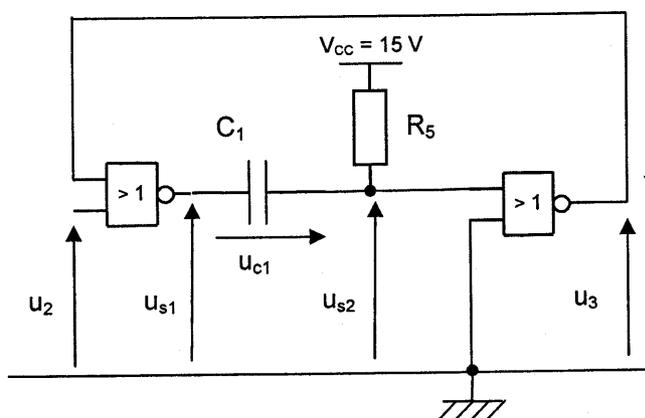


Figure 7

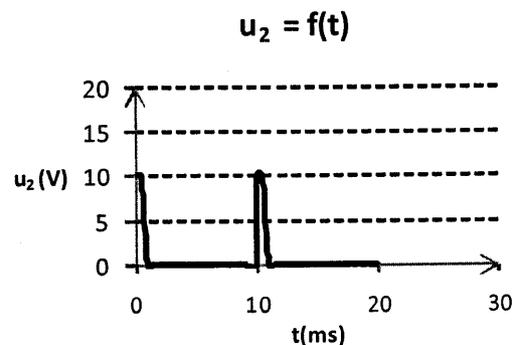


Figure 8

La tension de basculement des entrées est $V_{CC}/2 = 7,5 \text{ V}$.

On rappelle la table de vérité d'une porte NON OU sur la **figure 9** :

E_1	E_2	S
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

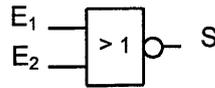


Figure 9

La durée de l'état instable du monostable est donnée par l'expression : $T_o = 0,69 R_5 \cdot C_1$.

On donne $C_1 = 47 \text{ nF}$.

3.1 - Calculer la valeur de R_5 pour avoir $T_o = 2 \text{ ms}$.

À l'état de repos, on a $u_2 = 0 \text{ V}$ et $u_{s1} = 15 \text{ V}$.

3.2 - Déterminer les valeurs de repos des tensions u_{s2} et u_3 .

Partie 4 : LE FILTRAGE

Afin d'obtenir une tension continue image de la vitesse de rotation du moteur, on filtre la tension u_3 issue du monostable.

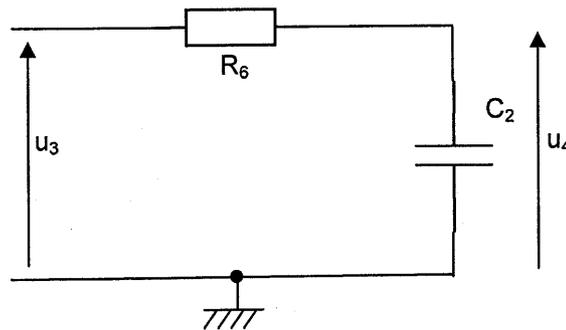


Figure 10

On donne ci-dessous l'allure de la tension u_3 en fonction du temps.

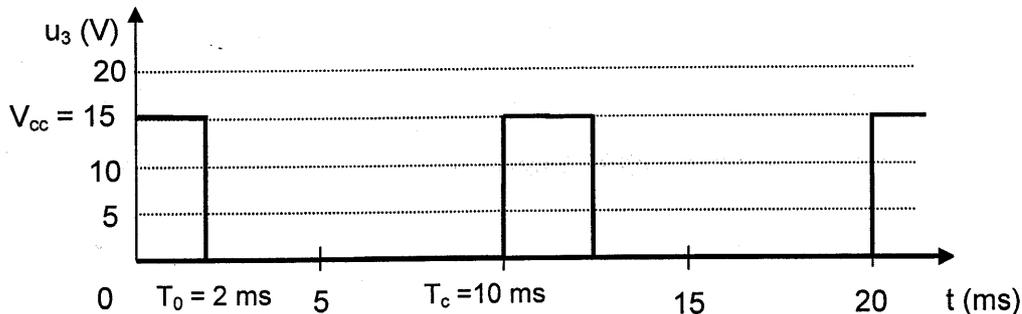


Figure 11

4.1 - Étude du filtre en sinusoïdal.

Pour étudier la réponse en fréquence du filtre, on applique à son entrée une tension u_3 sinusoïdale. Aux tensions u_3 et u_4 , on associe les amplitudes complexes \underline{U}_3 et \underline{U}_4 .

4.1.1 - Déterminer l'expression de la fonction de transfert $\underline{A} = \frac{\underline{U}_4}{\underline{U}_3}$ en fonction de R_6 et C_2 .

4.1.2 - Déterminer son module A.

4.1.3 - Calculer A pour $\omega = 0$ et pour $\omega \rightarrow \infty$. En déduire la nature du filtre.

4.1.4 - Montrer que la fréquence de coupure f_{co} s'écrit : $f_{co} = \frac{1}{2\pi R_6 C_2}$.

4.1.5 - Calculer la valeur de la capacité C_2 permettant d'obtenir une fréquence de coupure $f_{co} = 1$ Hz, sachant que la résistance $R_6 = 33$ k Ω .

4.1.6 - Calculer la valeur de A pour une fréquence $f = 100$ Hz. Justifier alors que $u_4 = \langle u_3 \rangle$.

4.2 - On applique à l'entrée du filtre la tension u_3 issue du monostable (**figure 11**).

4.2.1 - Donner l'expression de la tension u_4 en fonction de T_c , T_o et V_{cc} .

4.2.2 - Montrer alors que $u_4 = k.N$ avec $k = 2.10^{-3}$. Préciser l'unité de k.

Partie 5 : L’AFFICHAGE

Pour numériser la tension u_4 , on utilise un convertisseur analogique/numérique (CAN).

L'afficheur indique la vitesse sur 4 digits à l'unité près. Par exemple, il affiche 1500 lorsque le moteur tourne à la vitesse de 1500 tr.min⁻¹. La vitesse de rotation N du moteur a pour valeur maximale $N_{max} = 3000$ tr.min⁻¹.

5.1 - Doit-on choisir un CAN à 8 bits ou à 12 bits pour cette application ? Justifier la réponse.

5.2 - Sachant que la valeur maximale à afficher (correspondant à la pleine échelle) est de 3000 tr.min⁻¹ et en vous aidant de l'expression de u_4 , de la question **4.2.2.**, déterminer le quantum q du CAN ?

DANS CE CADRE

Académie : _____ Session : _____
Examen ou Concours _____ Série* : _____
Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____
Épreuve/sous-épreuve : _____
NOM : _____
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)
Prénoms : _____ N° du candidat
Né(e) le : _____
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

DOCUMENT RÉPONSE N° 3
À RENDRE AVEC LA COPIE

NE RIEN ÉCRIRE

