

Mesure de la vitesse de rotation d'un moteur

Problème à résoudre

Vous devez concevoir un prototype permettant de mesurer la vitesse de rotation d'un moteur à partir d'un capteur optique. Les tensions disponibles sont : +5V et +/- 12V. Le système est constitué de quatre sous-ensembles :

- Le capteur de vitesse et son circuit électronique.
- un circuit monostable (impulsions calibrées).
- un filtre.
- deux sorties (une sortie analogique et un affichage sur LED).

1. Le capteur de vitesse

La vitesse de rotation du moteur est mesurée par un ensemble constitué d'un disque percé de 24 encoches et d'un capteur optique à fourche (photo page 3). Dans le capteur, une LED émet un flux lumineux infrarouge. Un phototransistor reçoit le flux lorsque celui-ci passe à travers l'encoche. Après adaptation du signal (circuit électronique alimenté en 5V), on récupère une tension rectangulaire avec un rapport cyclique de 50%. La période du signal varie en fonction de la vitesse du moteur.

A partir des mesures effectuées sur le moteur et son capteur (tableau page 3) :

- 1.1. Calculer la fréquence (f en Hz) du signal à la sortie du capteur pour chaque valeur de U_{mot} .
- 1.2. Calculer la vitesse du moteur (N en tr/min) pour chaque valeur de U_{mot} .
- 1.3. Tracer les caractéristiques $f = f(U_{\text{mot}})$ et $N = f(U_{\text{mot}})$

2. Le monostable

Un circuit monostable fournit une impulsion calibrée dont on peut régler la durée. On souhaite obtenir une tension moyenne égale à V_{cc} (5V) pour la fréquence maxi calculée précédemment. Le circuit monostable est câblé à la sortie du capteur de vitesse.

Le capteur de vitesse sera simulé par un générateur base fréquence réglé pour un signal rectangulaire dont la fréquence varie de f_{mini} à f_{maxi} (valeurs calculées précédemment).

- 2.1. Analyser la documentation du circuit monostable.
- 2.2. Proposer un chronogramme sur lequel on représente la tension de sortie du capteur et la tension de sortie du monostable pour f_{max} et f_{min} .
- 2.3. Proposer un schéma de câblage du circuit monostable.
- 2.4. Calculer la valeur de la résistance et du condensateur afin d'obtenir une durée de l'impulsion correspondant à notre problème.
- 2.5. Mettre en œuvre votre montage et vérifier qu'il fonctionne correctement.

- 2.6. Relever la période du signal à la sortie de monostable pour chaque valeur de la vitesse.
- 2.7. Calculer la valeur moyenne de la tension de sortie pour chaque valeur de la vitesse.
- 2.8. Tracer la caractéristique $U_{\text{moy}} = f(N)$.

3. Le filtre

Le signal de sortie du monostable est constitué d'une valeur moyenne (proportionnelle à la vitesse), d'un fondamental à la fréquence f et d'harmoniques $3f$, $5f$, $7f$...

- 3.1. Quel est la nature du filtre à placer en sortie du monostable afin d'éliminer le fondamental et les harmoniques.
- 3.2. A partir du schéma de principe du filtre donné page 3, déterminer les valeurs des composants pour obtenir une fréquence de coupure de $f_0 = f_{\text{mini}} / 10$ et $m = 0,7$
- 3.3. Mettre en œuvre votre montage et relever V_s et V_e pour une dizaine de fréquences afin de tracer le diagramme de Bode du filtre.
- 3.4. A partir des relevés précédents, tracer le diagramme de Bode du filtre. Vérifier sa conformité par rapport au cahier des charges.

4. La sortie analogique

- 4.1. Raccorder le filtre à la sortie du circuit monostable et relever la valeur de la tension de sortie pour chaque vitesse.

On souhaite obtenir une tension de sortie de 1V pour 1000 tr/min.

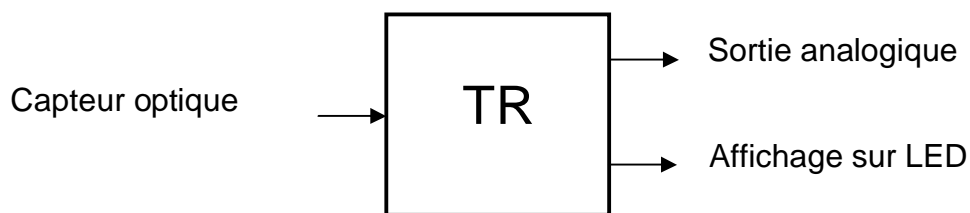
- 4.2. Proposer une solution pour adapter la tension de sortie au cahier des charges.
- 4.3. Proposer un schéma de câblage complet de l'ensemble.
- 4.4. Mettre en œuvre votre montage et vérifier qu'il fonctionne correctement. Effectuer les réglages si nécessaire et faire constater le bon fonctionnement de celui-ci.

5. La sortie sur LED

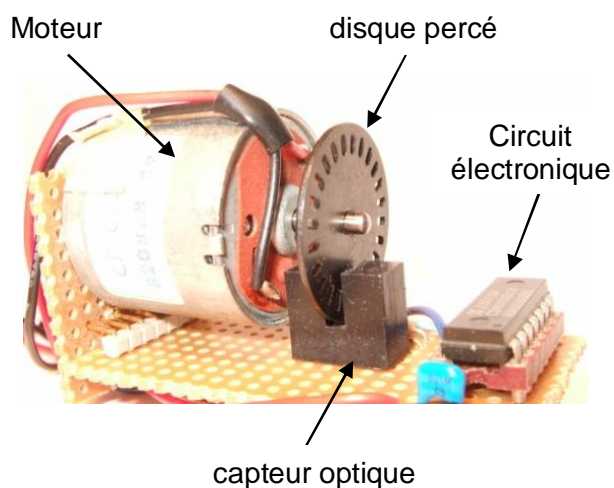
On souhaite obtenir une indication visuelle en utilisant des diodes électroluminescentes (une LED pour 2000 tr/min).

- 5.1. Proposer une solution pour répondre au cahier des charges.
- 5.2. Compléter le schéma de câblage précédent.
- 5.3. Mettre en œuvre votre montage et vérifier qu'il fonctionne correctement. Effectuer les réglages si nécessaire et faire constater le bon fonctionnement de celui-ci.

Schéma de principe



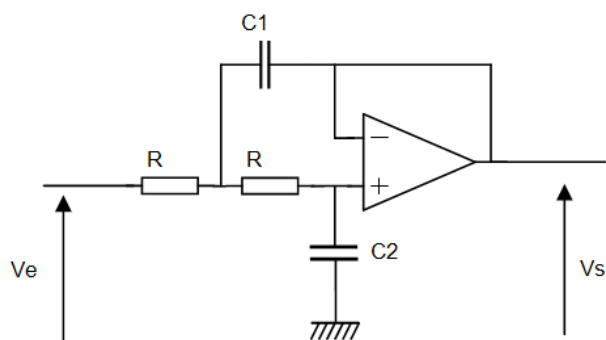
Mesures effectuées sur le moteur



U_{mot} (V)	t (ms)
1	6,4
2	2,2
3	1,4
4	0,96
6	0,62
8	0,46
10	0,36
12	0,3

- U_{mot} : tension d'alimentation du moteur
- t : période du signal à la sortie du circuit électronique

Schéma de principe du filtre



$$\frac{V_s}{V_e} = \frac{1}{1 + 2mj \frac{\omega}{\omega_0} + \left(j \frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$$

$$\frac{V_s}{V_e} = \frac{1}{1 + 2RC_2j\omega + R^2C_1C_2(j\omega)^2}$$