

La vitesse en roller, attention au départ du signal



Présenté par :

DUFOUR Carole

FAUGIER-TOVAR Jonathan

SIMPLE François

La vitesse en rollers, attention, départ du signal

I] Introduction

- 1/ Présentation du groupe.
- 2/ Le compteur de vitesse pour rollers, évolution du sujet.
- 3/ Le départ du signal
- 4/ La physique autrement... quatre points de vue différents

II] Le magnétisme

- 1/ Un tour de roue, solution magnétique.
- 2/ La détection d'un champ magnétique grâce à l'effet Hall
- 3/ La cellule.

III] La transmission radio

- 1/ Une onde électromagnétique
- 2/ Le choix des modules
- 3/ Mise en œuvre, test de fonctionnement.

IV] Pour afficher la vitesse, obtenir une tension proportionnelle à la vitesse

- 1/ Une tension proportionnelle
- 2/ Le NE555
- 3/ Le filtre passe-bas
- 4/ L'afficheur EMV 1025

V] Réglages, Précision

- 1/ La durée d'impulsion du NE555
- 2/ Le pont diviseur
- 3/ Erreur, Précision

VI] Conclusion

- 1/ La réalisation du circuit
 - 2/ Bilan financier
 - 3/ La conclusion...
-

I] Introduction

1/ Présentation du groupe

Nous sommes trois lycéens, Carole Dufour, 16 ans, la plus jeune, Faugier-Tovar Jonathan, 18 ans, et Simplex François, 18 ans aussi. Cependant, il ne faut pas oublier de citer deux de nos camarades qui ont travaillé avec nous en première, mais qui ont suivi des filières différentes et changer de lycée pour la terminale. Nous sommes tous les cinq sur la photo de la première page.

C'est sur l'idée de la seule fille du groupe que nous avons demandé à notre professeur de génie électrique, M. Lacombe, de nous inscrire aux olympiades physiques. Pour tous les quatre, cette expérience était une première et même, d'ailleurs, pour tout le lycée de la Côtière.

2/ Le compteur de vitesse pour roller, évolution du sujet

Notre sujet a vu le jour au début des TPE de 1ère, en effet, lors de cette année, comme nous étions en 1ère S-SI, nous avons la possibilité de développer notre propre projet, et c'est après avoir eu d'excellents résultats grâce à celui-ci et avoir découvert le concours pendant les vacances, que nous avons pensé à participer.

Nous n'avons pas eu de problème pour nous inscrire au milieu des deux années car, sans le savoir, nous avons suivi en 1^{ère} la bonne démarche, utilisant les connaissances d'une entreprise sur le magnétisme par l'intermédiaire d'un parent d'un des membres du groupe qui nous a fourni les composants utiles. Il s'agissait de M. Dufour, travaillant au sein de l'entreprise Electricfil.

Pendant notre classe de 1ère notre projet a été de mesurer la vitesse d'une personne en rollers. Le compteur a donc été terminé à la fin de cette première année et nous avons donc décidé, puisque nous pouvions continuer sur le même sujet en terminale, d'améliorer encore notre prototype et de transmettre nos données à un afficheur situé dans la main ou dans la poche en utilisant les ondes radio.

C'est ainsi que nous avons rencontré M. Saintier, de l'entreprise S.O.R.O.D.H.E.L. Il a accepté de nous aider à réaliser notre projet en nous fournissant les composants et en nous aidant à trouver des solutions techniques aux problèmes rencontrés notamment sur les ondes radio.

3/ Le départ du signal...

Nous avons donc décidé de présenter notre projet en suivant les évolutions du signal, depuis la marque que nous avons faite sur la roue, jusqu'à l'affichage de la vitesse pour nous permettre d'expliquer le mieux possible toutes les étapes du traitement du signal, chacune d'entre elles étant illustrées par une expérience montrant comment nous avons adapté les caractéristiques d'un composant ou d'une propriété physique de notre circuit. A travers ce projet, nous avons découvert le magnétisme et les ondes radio, tout en élaborant un circuit électrique pour atteindre notre but : acquérir une tension proportionnelle à la vitesse qui, grâce à un voltmètre, serait affichée dans la main de l'utilisateur.

4/ La physique autrement... 4 points de vue différents

"Cette expérience m'aura permis de réaliser concrètement un projet même si je trouve que le temps nous a un peu manqué. Cependant le fait d'être en contact avec des entreprises a été très enrichissant."

Jonathan FAUGIER-TOVAR

« Finalement, ces Olympiades m'auront appris, dans le prolongement des TPE de l'année dernière, à trouver des solutions physiques pour résoudre des problèmes concrets. J'ai beaucoup apprécié de travaillé en commun avec une entreprise car cela nous donne un aperçu du monde du travail et de ces contraintes, surtout celle du temps, puisque nous avons nous mêmes dû respecter un délai. Enfin, l'idée du concours m'a plu, même si j'angoisse un peu à l'idée d'être confrontée à d'autres groupes. »

Carole DUFOUR

« Les olympiades auront été, pour moi, un moyen de progresser au niveau des applications à la physique et à l'électricité et m'a donc aidé à comprendre certaines choses dans le programme de terminale. Nous avons aussi appris à réagir face à des problèmes posés lors de l'élaboration du prototype et c'est intéressant de participer à un concours pour savoir ce que vaut notre projet en dehors du lycée. »

François SIMPLEX

« C'est une belle expérience d'échanges et d'association de personnes entre les élèves, les enseignants, les industriels et les olympiades qui a permis de donner un sens et de développer ce projet. Je tiens à remercier les élèves pour nous avoir entraînés dans cette aventure. »

Laurent LACOMBE

III. Le Magnétisme

1/ Un tour de roue : solution magnétique

Tout d'abord, pour connaître la vitesse, il nous fallait détecter un tour de roue. Pour cela, nous avons envisagé différentes solutions.

La première était de faire une marque visuelle sur la roue, c'est à dire une différence de couleur sur la roue, associée à un capteur de lumière réfléchi. La seconde consistait à percer une fenêtre dans la roue laquelle aurait été traversée par un rayon infrarouge.

Mais ces deux solutions posaient des problèmes de fiabilité, puisque la couleur de la première risquait d'être salie par la poussière ou la boue et le rayon infrarouge pouvait être déplacé et ne plus se trouver dans l'alignement de la fenêtre et du récepteur.

Ainsi nous avons choisi une troisième solution : la mise en place d'un aimant implanté directement dans la roue et associé à une cellule à effet hall, l'aimant produisant un champ magnétique qui est ensuite détecté par la cellule sensible à celui-ci.

Mise en évidence du champs magnétique :

Cette expérience montre l'action du champ magnétique sur la limaille de fer. Elle consiste à étaler de la limaille sur une surface plane et lisse voire glissante comme du verre par exemple et de faire passer un aimant de l'autre côté de cette surface de manière à ce que le champ magnétique atteigne la limaille de fer.

On constate alors que la limaille se place dans une position très précise qui suit les lignes de champ créées par l'aimant. En déplaçant l'aimant sous la plaque, on remarque que la limaille se déplace dans le même sens mais suit toujours les lignes de champ.

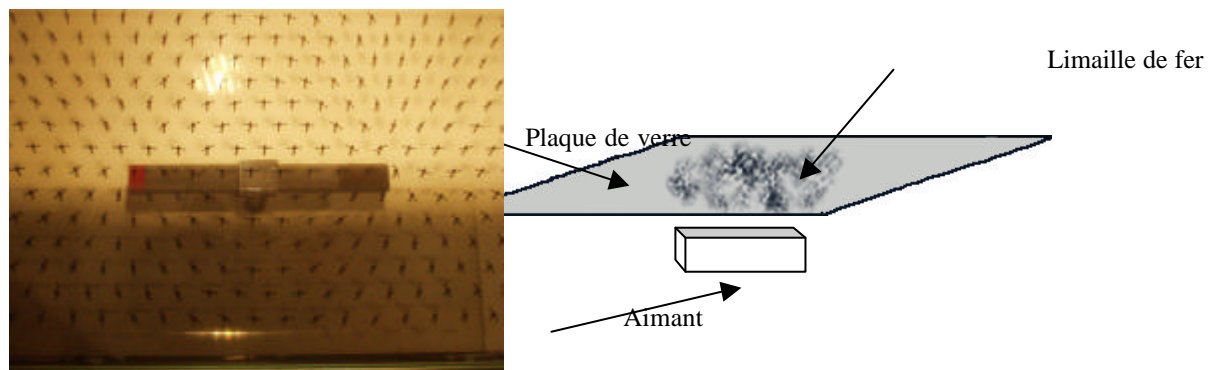
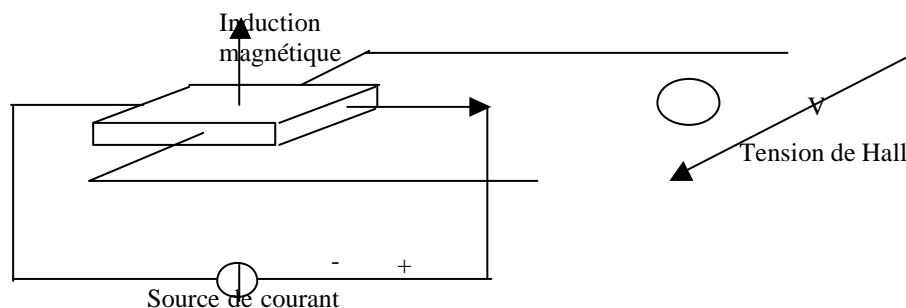


Photo d'une expérience similaire. Palais de la découverte Paris.

2/ La détection d'un champs magnétique grâce à l'effet Hall

Un semi-conducteur, si on lui applique un courant dans une direction, et une induction magnétique perpendiculairement, crée une tension dans la troisième direction.



III] Transmission radio

Nous allons expliquer dans cette partie comment nous avons choisi puis mis en œuvre un émetteur et un récepteur afin de transmettre le signal du roller à la main.

Nous n'aurions rien pu faire sans l'aide de l'entreprise SORHODEL, par l'intermédiaire de M. Saintier, que nous avons rencontré à deux reprises. En effet, ces rencontres nous ont permis d'affiner nos connaissances, de nous rendre compte des problèmes que posait notre système, ainsi que ce que nous étions capable de faire. De plus, il nous a fourni les modules radio.

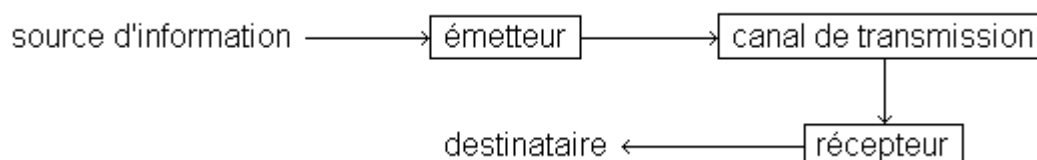
Mais avant de vouloir élaborer un montage quel qu'il soit, il nous fallait comprendre le principe des ondes radio.

1/ Une onde électromagnétique.

Les ondes radio sont des ondes électromagnétiques. Une onde électromagnétique c'est la combinaison d'un champ électrique et d'un champ magnétique. Le champ électrique est dû au courant circulant dans l'antenne, le champ magnétique est quant à lui dû au déplacement des électrons dans l'antenne.

Cette onde se propage jusqu'au récepteur, où elle est alors de nouveau transformée en un signal électrique grâce à son antenne.

Mais de nombreux systèmes utilisent les transmissions radio, et notre signal, doit être différencié des autres. C'est pourquoi émetteurs et récepteurs sont calés sur une certaine fréquence pour résoudre ce problème, le signal à émettre est modulé à une fréquence porteuse (Haute fréquence) que le récepteur reconnaît. Il élimine alors les fréquences parasites puis démodule le signal : ainsi il récupère le signal d'entrée de l'émetteur.

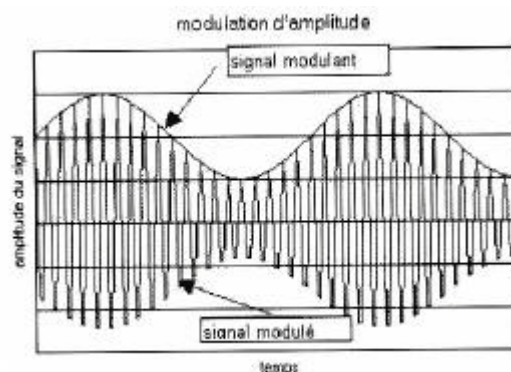


2/ Le choix des modules

Nous avons donc une idée générale de la technologie que nous allons utiliser lorsque nous avons rencontré M. Saintier pour la première fois.

Lors de cet entretien, nous avons envisagé deux solutions possibles pour transmettre nos données. La première solution, celle que nous avons retenue, consistait à intercaler émetteur/récepteur entre la cellule et le reste du circuit.

Nous utilisons alors un émetteur en modulation d'amplitude: cela consiste à multiplier la fréquence de la porteuse par le signal à émettre. L'enveloppe du signal ainsi émis représente le signal de la cellule: un signal TOR.



III] Pour afficher la vitesse, obtenir une tension proportionnelle

En début de première, une fois que nous avons eu choisi notre projet, nous avons envisagé différentes solutions pour parvenir à notre but : afficher la vitesse de déplacement d'une personne à rollers. Le programme de première en génie électrique est tourné surtout vers la logique, et c'est pourquoi nous avons d'abord réfléchi à un traitement logique du signal. Mais réaliser un compte tour sur une seconde, puis transformer cette vitesse des tours/s aux km/h, et enfin utiliser un afficheur qui à chaque seconde viendrait acquérir la vitesse et la maintiendrait jusqu'à la mesure suivante, tout ceci dépassait nos connaissances.

Nous avons donc opté pour une autre solution, obtenir une tension proportionnelle à la vitesse de déplacement, et l'afficher grâce à un afficheur voltmètre. Lors de l'élaboration de notre circuit, nous avons simulé chaque étape sous Work Bench (logiciel de simulation électrique) pour savoir si notre solution avait l'effet désiré sur le signal, puis avons testé chaque solution indépendamment pour vérifier que la réalité correspondait bien à la théorie.

1/ Une tension proportionnelle

On va montrer que pour obtenir une tension proportionnelle à la vitesse, il suffit de fixer la durée de l'impulsion à l'état haut.

Notons f la fréquence et V la vitesse.

On sait que $f = K_1 V$, avec K_1 une constante.

Le rapport cyclique du signal :

$$a = \frac{T_{on}}{T}$$

avec T_{on} la durée de l'état haut et T la période, .

$$\text{d'où } a = \frac{T_{on}}{T} = f T_{on} = T_{on} K_1 V$$

$$\frac{1}{f}$$

La tension moyenne d'un signal rectangulaire U_{MOY} est:

$$U_{MOY} = a \times E_{MAX} = T_{on} K_1 V \times E_{MAX}$$

Pour que U_{MOY} soit proportionnelle à V , il faut que $T_{on} K_1 E_{MAX}$ soit une constante.

Or, K_1 est une constante et E_{MAX} est une constante.

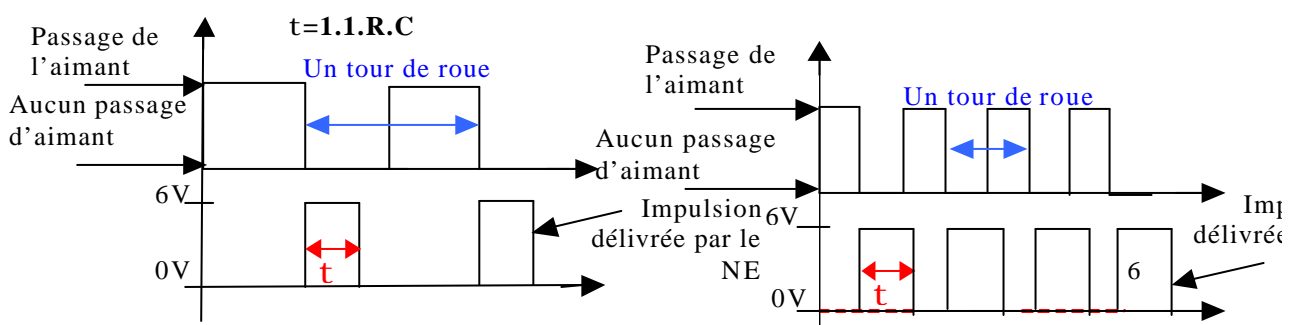
Il reste donc juste à fixer T_{on} à une durée constante.

$$\text{On aura alors } U_{MOY} = K_2 V, \text{ et } K_2 = E_{MAX} T_{on} K_1$$

2/ Le NE555.

La cellule à effet Hall ne nous permettait pas d'obtenir une tension proportionnelle à la vitesse. En effet à différente vitesse le rapport cyclique du signal était le même.

Nous avons donc branché le NE555 en mode monostable (car en mode astable il se comporte comme un oscillateur), ainsi à chaque front descendant en entrée (1/3 de V_{cc}) il déclenche une impulsion de durée réglable en sortie à l'aide de la résistance et du condensateur qu'ils lui sont associé.



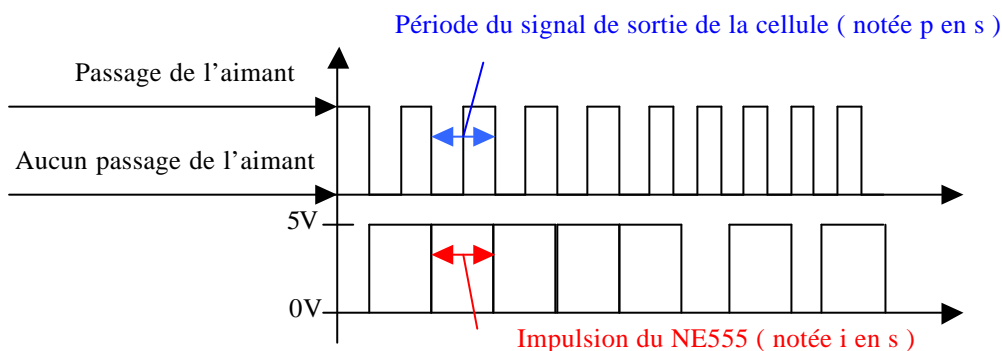
/ Réglages, précision.

Le circuit était réalisé, nous avons bien une tension proportionnelle à la vitesse. Mais nous devons nous assurer que la valeur affichée par le voltmètre était bien celle de la vitesse en km/h. Pour cela, nous avons procédé à une vérification en deux temps : tout d'abord un calcul théorique permettant de déterminer les valeurs des composants, puis un réglage expérimental des potentiomètres nous permettant d'être plus précis.

1/ La durée d'impulsion du NE555.

Elle est réglée par une résistance R et un condensateur C externes. La durée τ de l'impulsion est alors donnée par la formule $\tau=1.1RC$.

Nous avons exprimé dans le paragraphe précédent la nécessité de fixer une vitesse maximum V_{max} . Cette vitesse correspond à la tension maximum que peut délivrer l'alimentation, c'est à dire qu'elle correspond à un état haut permanent à la sortie du monostable, c'est à dire encore qu'à V_{max} , la fréquence de rotation f_{max} est telle que le temps que met la roue à faire un tour est τ .



Calculs théoriques de R et C :

A 50 km/h, on a la période $P = 1/f_{max} = \tau$.

Le diamètre d de la roue est $d = 5.5 \text{ cm} = 0.055 \text{ m}$ donc son périmètre est $\pi \times d = 0.055\pi \text{ m}$

La vitesse maximum est $V_{max} = 50 \text{ km/h} = 500/36 \text{ m/s} = 13.9 \text{ m/s}$

$f_{max} = V_{max} / d = 500 / (\pi \times 0.055 \times 36) = 80 \text{ Hz}$

Donc $P = 1/f_{max} = 1/80 = \tau = 1.1RC$ d'où $RC = 1/(80 \times 1.1) = 0.0113$

Nous avons fixé la valeur de notre condensateur à $1\mu\text{F}$ ce qui imposait une résistance de $11.3 \text{ k}\Omega$.

Réglage expérimental :

C'est alors que nous avons effectué un réglage expérimental. Nous avons remplacé la résistance par un potentiomètre de... $\text{k}\Omega$ pour régler R plus précisément. Nous avons ensuite câblé le NE555 dans ses conditions de fonctionnement, et nous lui avons appliqué en entrée un signal de fréquence $f_{max} = 80\text{Hz}$. Nous avons alors réglé le potentiomètre pour que le signal de sortie soit en permanence à 6V, grâce à un oscilloscope.

VI] Conclusion

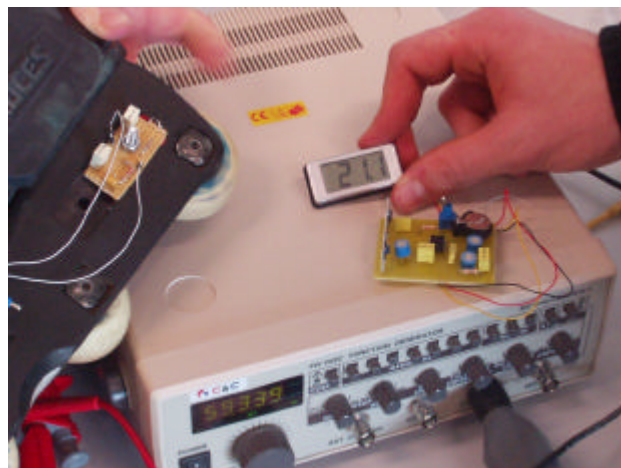
1/ La réalisation du circuit

Le circuit élaboré, il nous restait encore à le réaliser concrètement, ce qui n'était pas une mince affaire. Nous l'avons fait en plusieurs temps, avec des phases de test entre chaque modification.

Tout d'abord, l'an dernier, nous avons réalisé notre circuit en fils vrappés, sur une plaque d'essai. Puis, après le débogage du montage (entre autres oublis, nous n'avions par exemple pas raccordé le 6volts au circuit), nous avons soudé les composants. A cette époque, l'afficheur était fixé sur le dessus du roller.

Pendant la deuxième année, nous avons mis en œuvre la transmission radio, et par conséquent, nous avons du modifier le circuit.

Après différents test, nous avons réalisé un premier circuit imprimé pour monter les composants de façon à ce que le circuit soit de la taille la plus petite possible (récepteur et afficheur



2/ Bilan financier

| Dépenses | | | Recettes | |
|----------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|---------|
| Quantité | Composants commandés | Prix HT à l'unité | | Montant |
| 2 | Afficheurs voltmètre EMV1025 | 31,38 | Subvention des Olympiades | 100 |
| 1 | 5 potentiomètres 22K | 5,38 | Pris en charge par le lycée | 34,47 |
| 1 | 5 potentiomètres 1M | 5,38 | | |
| 1 | 4 interrupteurs CI | 10,40 | | |
| 6 | Pile bouton 3V | 3,37 | | |
| 3 | Support de piles | 2,75 | | |
| | Total HT | 112,43 | | |
| | Total TTC (TVA 19,6%) | 134,47 | Total | 134,47 |

3/ La conclusion

Nous n'aurions pas réussi à réaliser notre projet sans l'aide de l'entreprise SORHODEL, par l'intermédiaire de M. Saintier, ainsi qu'ELECTRIFIL qui nous ont beaucoup apportés concernant les ondes radios pour l'une et le magnétisme pour l'autre et qui nous ont aussi fourni les composants dont nous avons besoin (les cellules à effet hall et les émetteurs/récepteurs) De plus, M. Lacombe notre professeur de génie électrique qui nous a encadrés, nous a aidés à résoudre les problèmes que nous avons rencontrés lors de la réalisation de notre projet. Nous nous sommes rendus compte que au niveau de la terminale, il est très difficile de concevoir un produit seuls, mais qu'avec de l'aide nous rencontrons des problèmes, nous avons réussi à réaliser notre compte.

Cette expérience nous a beaucoup apporté dans le sens où nous avons été en contact avec des entreprises et avons appris de nombreuses choses à leur côté.

