

SAE N°2

Robot commandé par le son

TOURAIS AUBIN – HUYNH ALEXIS

IUT D'EVRY – GEII-1ÈRE ANNÉE

SOMMAIRE

- I. INTRODUCTION Page 3
- II. DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT Page 4 - 5
- III. LE CAPTEUR DE BRUIT Page 6
- IV. LE MONOSTABLE Page 7 - 8
- V. L'INVERSEUR Page 9
- VI. LE HACHEUR GAUCHE Page 10 - 11
- VII. LE MOTEUR GAUCHE Page 12
- VIII. LE HACHEUR DROIT Page 13 - 14 - 15
- IX. LE MOTEUR DROIT Page 16
- X. VALIDATION DU MONTAGE COMPLET Page 17
- XI. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES Page 17
- XII. ANNEXES TECHNIQUES Page 18 - 19

I. INTRODUCTION

Présentation du Sujet :

Durant cette SAé, nous avons pu faire en binôme un « Robot commandé par le son ».

Caractéristiques du robot :

Le robot dispose de 2 moteurs à courant continu : M_g (moteur gauche) et M_d (moteur droit) avec une consommation totale des moteurs qui est de 240 mA sous 4,8 V (soit 120 mA chacun).

La vitesse de rotation de chaque roue est proportionnelle à la valeur de la tension d'alimentation du moteur qui l'entraîne.

Sous une tension continue de 4,8V, elle est voisine de $\Omega_{max}=0,5 \text{ tr/s}$.

A noter que la broche 4 de notre monostable autorisera ou non le fonctionnement de notre montage :

- si alimenté à 0V, notre astable ne fonctionnera pas, donc signal de sortie nul, alors notre transistor T est ouvert, dans ce cas la roue ne tournera pas.

- si alimenté à 5V, l'astable fonctionnera, donc la roue tournera.

Cahier des charges :

La tension aux bornes du moteur est une tension rectangulaire d'amplitude légèrement inférieure à 4,8V et de rapport cyclique α .

Il faut savoir que l'on veut que notre robot se déplace en ligne droite en l'absence de bruit, et que celui-ci doit changer de cap lorsqu'il perçoit un bruit "sec" (avec un claquement dans les mains).

La vitesse du robot doit être réglable entre 55% et 95% de sa vitesse maximale.

La fréquence maximale de commutation des hacheurs ne devra pas dépasser 10 kHz.

Donc de préférence :

α_{max} doit être supérieur ou égal à 0,95

α_{min} doit être inférieur ou égal à 0,55.

F_{max} doit être inférieur ou égal à 10 kHz.

Le changement de cap à chaque perception de bruit doit s'effectuer vers la droite et être réglable entre 90° (quart de tour) et 180° (demi-tour).

Le changement de cap s'effectue en arrêtant le moteur droit.

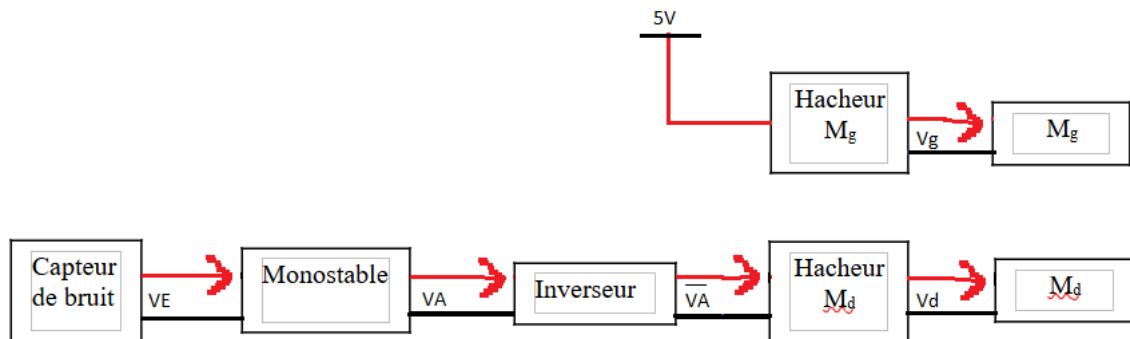
II. DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT

1) Schéma Fonctionnel du Robot Commandé par le Son.

Vous pourrez retrouver ci-dessous le schéma fonctionnel qui est composé de 7 blocs fonctionnels :

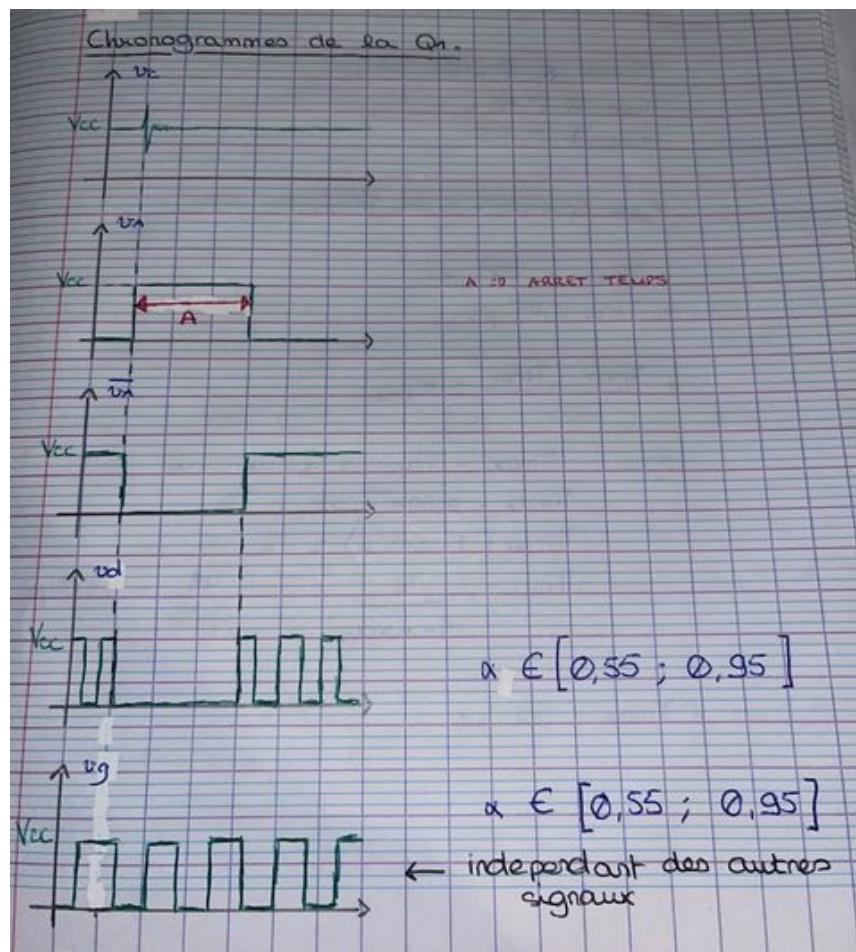
- **Capteur de bruit:** Cette première partie permet récupère le son émis par l'utilisateur lors d'un claquement de mains, et y envoie un signal Ve au monostable.
- **Monostable :** Cette deuxième partie permet de générer une impulsion d'une durée déterminée. Cette impulsion est déclenchée par le signal Ve du capteur de bruit, qui est une impulsion de durée beaucoup plus courte que l'impulsion générée par la fonction.
- **L'Inverseur :** Cette troisième partie permet d'inverser le signal émis par le monostable, si celui-ci est à 5 V, il inverse le signal et le passe ainsi à 0 V, et inversement, si le signal reçu vaut lui 0 V, l'inverseur le fait passer à 5 V en sortie.
- **Le Hacheur Mg :** Le hacheur du Moteur gauche qui est alimenté en continu en 4,8V, à partir de notre tension (continue), d'obtenir une tension de valeur moyenne variable, donc permet de faire varier la vitesse de rotation de notre moteur gauche à courant continu.
- **Moteur gauche :** Cette partie a pour objectif de récupérer le signal émis par le hacheur gauche, soit Vg, afin de convertir notre tension (énergie électrique) en énergie qui permettra de faire tourner notre roue gauche (énergie mécanique).
- **Le Hacheur Md :** Le hacheur du Moteur Droit permet à partir de notre tension qui en sort depuis l'inverseur (continue), d'obtenir une tension de valeur moyenne variable, donc permet de faire varier la vitesse de rotation de notre moteur droit à courant continu.
- **Moteur droit :** Cette partie a pour objectif de récupérer le signal émis par le hacheur droit, soit Vd, afin de convertir notre tension (énergie électrique) en énergie qui permettra de faire tourner notre roue droite (énergie mécanique).

Pour avoir un meilleur aperçu, vous pouvez voir ci-dessous les blocs réunis.



2) Chronogrammes du Robot Commandé par le Son.

A présent, nous allons vous montrer les chronogrammes que nous utiliserons et que nous allons approximativement réceptionner par la suite du circuit électronique à l'aide de l'oscilloscope.



3) Explications du principe de fonctionnement du robot en lui-même.

Le principe de fonctionnement du montage est :

Le robot commandé par le son, est constitué d'un circuit qui fut alimenté en 5V continue, qui sera composé d'un récepteur de son, qui lorsqu'un utilisateur émettra un son en clapant des mains fera circuler un signal qui sera envoyé au monostable qui aura pour but de faire varier le temps d'arrêt de la roue droite du robot.

Le hacheur gauche (astable 1) sera alimenté en continu et fera tourner sans cesse la roue gauche via le moteur gauche, et permettra au robot de tourné quand la roue droite sera arrêtée.

Le hacheur droit (astable 2) recevra un signal envoyé par le monostable et qui lorsqu'un son est émis, fera arrêter la roue droite via le moteur droit.

III. LE CAPTEUR DE BRUIT

1) Schéma du Capteur de Bruit.

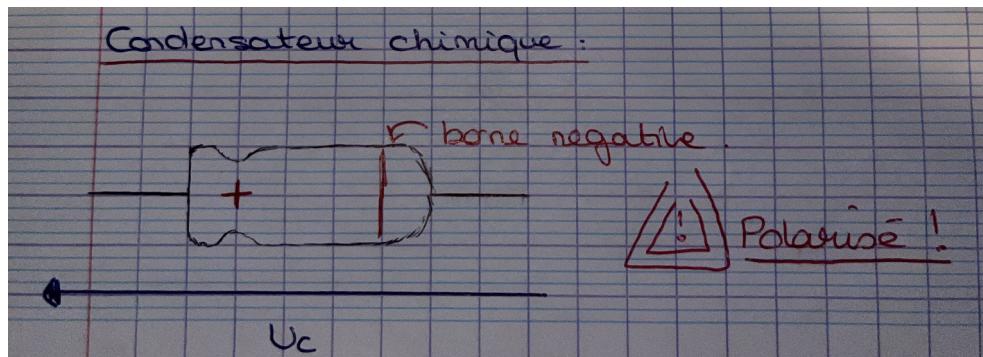
Le bloc fonctionnel 1 comporte la partie du **Capteur de Bruit**.

Ce bloc est relié à un générateur de 5 V, ainsi que d'un condensateur de 22 nF.

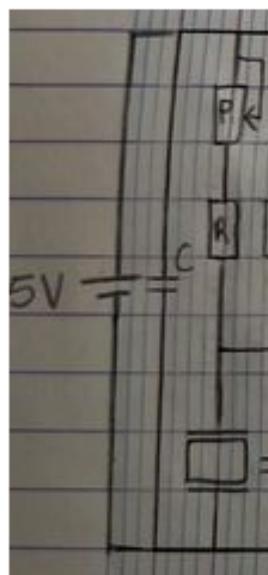
Branché le + du générateur avec un fil **ROUGE**, et le - du générateur avec un fil **NOIR**.

ATTENTION :

Mettre le condensateur dans le bon sens de polarité ! **Risque d'explosion !**



Vous pouvez retrouver ci-dessous le câblage des composants.



2) Commentaires émis de cette partie.

Après avoir mis en place cette première partie qui sera notre base du circuit, ainsi notre départ pour la construction de notre Monostable, avec le placement de notre générateur de 5V et de notre condensateur (qui doit être mis dans le bon sens !), nous pouvons passer à la suite, et donc à la seconde partie de notre circuit.

IV. LE MONOSTABLE

1) Schéma du Monostable.

Le bloc fonctionnel 2 comporte la partie du **du Monostable**.

RAPPEL ATTENTION :

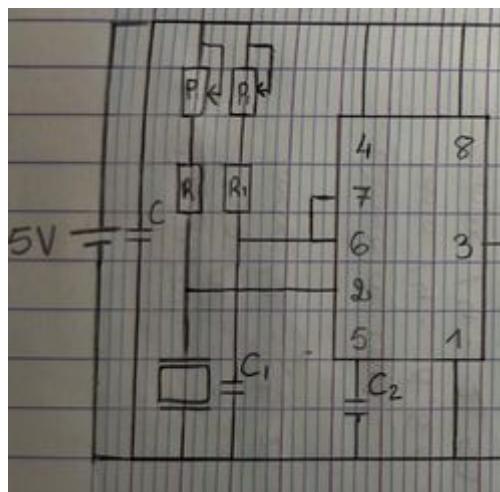
Mettre le condensateur dans le bon sens de polarité ! Risque d'explosion !

Les résistances n'ont pas de sens de polarités.

Vous pouvez retrouver ci-dessous le câblage de ces composants avec la première partie.



ASSEMBLAGE :



2) Calculs traités théoriquement pour nos composants.

$$\begin{aligned} T_{\min} &= 1,1 * 20\,000 * 68 \cdot 10^{-6} \\ &= 1,49 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{\max} &= 1,1 * (50\,000 + 20\,000) * 68 \cdot 10^{-6} \\ &= 5,236 \text{ s.} \end{aligned}$$

3) Vérification des calculs précédents des performances.

A présent, si nous comparons nos valeurs calculées ci-dessus aux unités du cahier des charges, voici sur quoi nous tombons pour le monostable :

T_{max} vaut 1,49 s soit inférieur à 1,5 s.

T_{min} vaut 5,236 s soit supérieur à 5,18 s.

On a pu constater que lorsque prend une résistance de 20k Ohms, notre T_{min} mesuré à l'oscilloscope est supérieur à celui calculé théoriquement, soit > 1,5, dans ce cas-là, nous avons décidé de changer la résistance et en prendre une plus petite via le calcul ci-dessous, et à présent nos résultats pour T_{min} et T_{max} sont bien cohérents avec nos attentes.

On change R :

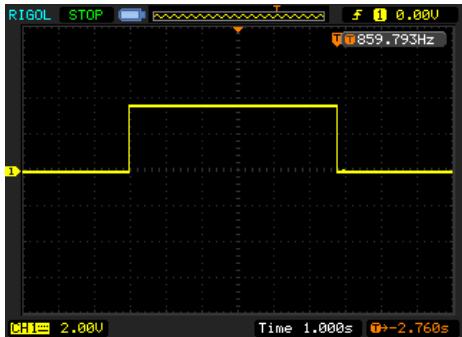
$$\begin{aligned} R' &= 1,5 / T_{\min} * 20\,000 \\ &= 1,5 / 1,8 * 20\,000 \\ &= 16,7 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

On peut prendre 15k, 13k ou même 12k, dans notre cas, nous avons choisi 12k.

$$\begin{aligned} T_{\min} &= 1,1 * 20\,000 * 68 \cdot 10^{-6} \\ &= 0,9 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{\max} &= 1,1 * (50\,000 + 12\,000) * 68 \cdot 10^{-6} \\ &= 4,6 \text{ s.} \end{aligned}$$

4) Validation expérimentale des performances via mesures.



Mesures Oscilloscopes Pour T_{\max} du Monostable :

$$\begin{aligned} T_{\max} &= 5,8 \text{ carreaux} * 1\text{s} = 5,8 \text{ s} \\ f_{\min} &= 1 / 5,8 = 172,41 \text{ mHz} \end{aligned}$$



Mesures Oscilloscopes Pour T_{\min} du Monostable :

$$\begin{aligned} T_{\min} &= 0,9 \text{ carreaux} * 1\text{s} = 0,9 \text{ s} \\ f_{\max} &= 1 / 0,9 = 1111 \text{ mHz} \end{aligned}$$

5) Commentaires émis de cette partie.

A présent, notre broche 3 de notre monostable sera connectée à la broche 4 de l'astable 2, qui est utilisée pour la roue droite, on agira avec le monostable pour déterminé le temps d'arrêt de notre roue lorsque l'utilisateur émettra un bruit en claquant des mains.

Après avoir monté cette partie du circuit, nous allons poursuivre par la connexion de notre inverseur qui renversera le signal sortant de notre monostable.

V. L'inverseur

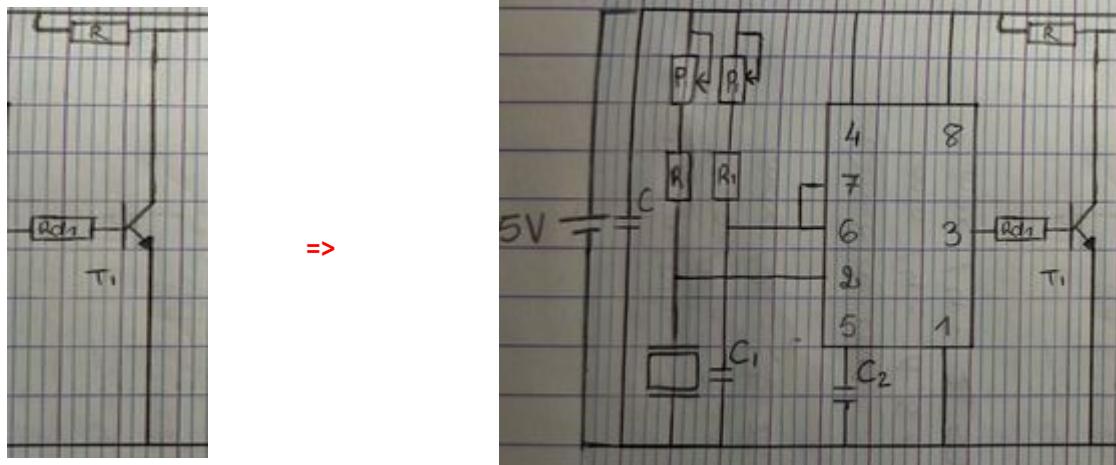
1) Schéma de l'Inverseur.

Le bloc fonctionnel 3 comporte la partie de l'**inverseur**.

RAPPEL :

Les résistances n'ont pas de sens de polarités.

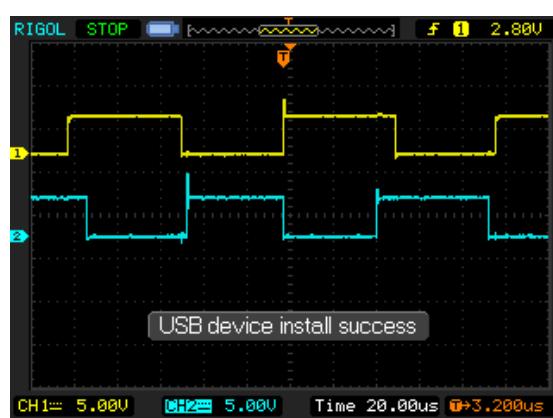
Vous pouvez retrouver ci-dessous le câblage de ces composants avec les deux premières parties.



2) Commentaires émis de cette partie.

Une fois que le branchement de l'inverseur à la suite des deux premières parties, le signal sortant de notre monostable sera alors inversé et en sortira un signal étant soit 5V si celui-ci a reçu 0V en entrée, ou bien 0V si celui-ci a reçu 5V.

On confirmera cela en disant que celui-ci marche bel et bien, donc notre inverseur effectue son rôle dans notre circuit, vous pouvez ici voir le résultat d'un signal inversé (astable 1 et astable 2 inversé)



C'est à ce moment-là que nous pouvons passer à la suite de notre circuit qui est le hacheur gauche.

VI . LE HACHEUR GAUCHE

1) Schéma du Hacheur Gauche.

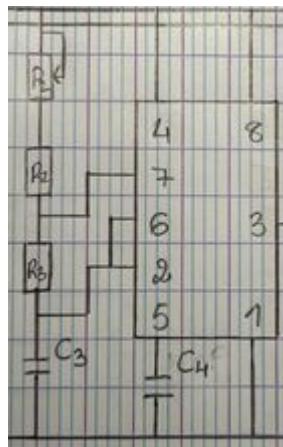
Le bloc fonctionnel 4 comporte la partie de l'Hacheur Gauche.

RAPPEL ATTENTION :

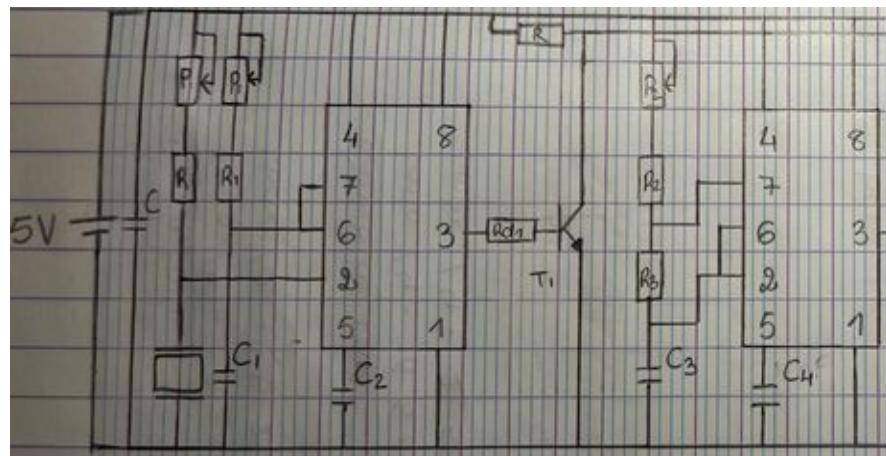
Mettre le condensateur dans le bon sens de polarité ! Risque d'explosion !

Les résistances n'ont pas de sens de polarités.

Vous pouvez retrouver ci-dessous le câblage de ces composants avec les trois premières parties.



ASSEMBLAGE :



2) Calculs traités théoriquement pour nos composants.

$$\begin{aligned} T_{\max} &= 0,693 * (1300 + 2 * 10\,000 + 200\,000) * 6,8 \cdot 10^{-9} \\ &= 1,0428 \text{ ms.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{\min} &= 0,693 * (1300 + 2 * 10\,000) * 6,8 \cdot 10^{-9} \\ &= 0,10037 \text{ ms.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{\max} &= 1 / T_{\min} \\ &= 1 / 0,10037 \cdot 10^{-3} \\ &= 9962 \text{ Hz} \end{aligned}$$

$$\alpha_{\min} = (0,10037 \cdot 10^{-3} - 45 \cdot 10^{-6}) / (0,10037 \cdot 10^{-3}) \\ = 0,5516$$

$$\alpha_{\max} = (1,0428 \cdot 10^{-3} - 45 \cdot 10^{-6}) / (1,0428 \cdot 10^{-3}) \\ = 0,9568$$

3) Vérification des calculs précédents des performances.

$$\alpha_{\min} = 0,5516$$

$$\alpha_{\max} = 0,9568$$

On rappelle que le cahier des charges nous imposé un $\alpha_{\max} \geq 0,95$ et $\alpha_{\min} \leq 0,55$.

On constate que l'on a bien ces contraintes respectées via nos valeurs trouvées à l'arrondi près.

4) Validation expérimentale des performances via mesures.



Mesures Oscilloscopes Pour Tmax de l'Astable :

$$T_{\min} = 9,9 \text{ carreaux} * 10 \text{ us} = 99 \text{ us}$$

$$f_{\max} = 1/99 = 10,1 \text{ Hz}$$



Mesures Oscilloscopes Pour Tmin de l'Astable :

$$T_{\max} = 4,8 \text{ carreaux} * 200 \text{ us} = 960 \text{ us}$$

$$f_{\min} = 1/960 = 1,1 \text{ Hz}$$

$$T_{low} = 4,7 \text{ carreaux} * 10 \mu s = 47 \mu s$$

$$\alpha_{\min} = T_{\min} - T_{low} / T_{\min} = 52 / 99 \\ = 0,525$$

$$\alpha_{\max} = T_{\max} - T_{low} / T_{\max} = 913 / 960 \\ = 0,951$$

5) Commentaires émis de cette partie.

Nous avons fini de monter notre hacheur gauche qui sera alimenté constamment et qui aura ne s'arrêtera seulement quand le robot ne sera plus alimenté, il ne sera en aucun cas impacté par le monostable et la vitesse de rotation de la roue gauche sera réglable par le potentiomètre de cette astable.

A présent passons au moteur gauche, qui suit le hacheur gauche et permettra la connexion via la roue gauche.

VII. LE MOTEUR GAUCHE

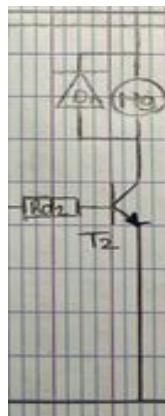
1) Schéma du Moteur Gauche.

Le bloc fonctionnel 5 comporte la partie du **Moteur Gauche**.

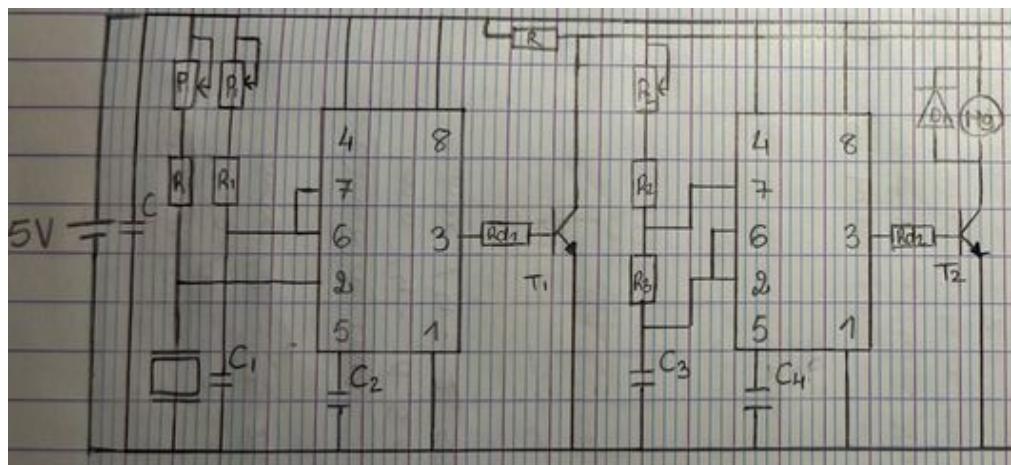
RAPPEL :

Les résistances n'ont pas de sens de polarités.

Vous pouvez retrouver ci-dessous le câblage de ces composants avec tous les blocs réunis.



ASSEMBLAGE :



2) Commentaires émis de cette partie.

Nous avons à présent fini de câbler notre moteur gauche au reste du circuit, donc le moteur recevra un signal via le hacheur gauche et alimentera directement la roue gauche en continu.

Cette roue sera constamment alimentée, et ne doit en aucun cas être arrêté quand l'utilisateur tape des mains, pour pouvoir ainsi quand la roue droite s'arrête, faire tourner le robot faire la droite.

Désormais, passons à la partie du hacheur droit, qui sera connecté au monostable contrairement à celui de gauche.

VIII. LE HACHEUR DROIT

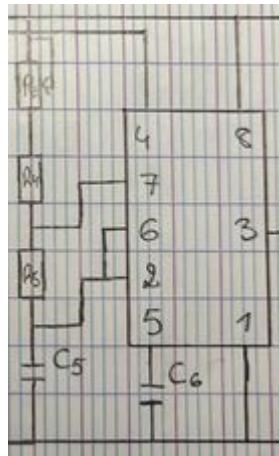
1) Schéma du Hacheur Droit.

Le bloc fonctionnel 6 comporte la partie de l'**Hacheur Droit**.

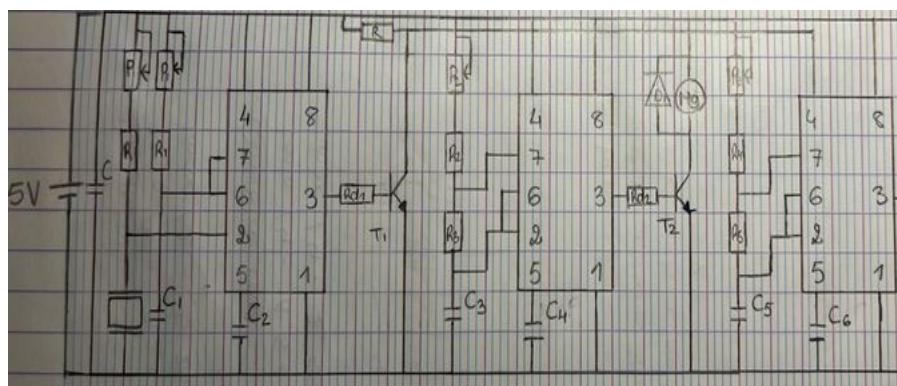
RAPPEL :

Les résistances n'ont pas de sens de polarités.

Vous pouvez retrouver ci-dessous le câblage de ces composants avec tous les blocs réunis.



ASSEMBLAGE :



2) Calculs traités théoriquement pour nos composants.

$$\begin{aligned} T_{\max} &= 0,693 * (1300 + 2 * 10000 + 200000) * 6,8 \cdot 10^{-9} \\ &= 1,0428 \text{ ms.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{\min} &= 0,693 * (1300 + 2 * 10000) * 6,8 \cdot 10^{-9} \\ &= 0,10037 \text{ ms.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{\max} &= 1 / T_{\min} \\ &= 1 / 0,10037 \cdot 10^{-3} \\ &= 9962 \text{ Hz} \end{aligned}$$

$$\alpha_{\min} = (0,10037 \cdot 10^{-3} - 45 \cdot 10^{-6}) / (0,10037 \cdot 10^{-3}) \\ = 0,5516$$

$$\alpha_{\max} = (1,0428 \cdot 10^{-3} - 45 \cdot 10^{-6}) / (1,0428 \cdot 10^{-3}) \\ = 0,9568$$

3) Vérification des calculs précédents des performances.

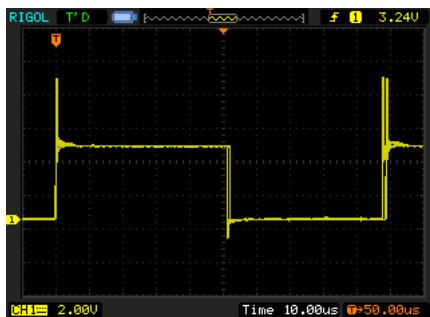
$$\alpha_{\min} = 0,5516$$

$$\alpha_{\max} = 0,9568$$

On rappelle que le cahier des charges nous imposé un $\alpha_{\max} \geq 0,95$ et $\alpha_{\min} \leq 0,55$.

On constate que l'on a bien ces contraintes respectées via nos valeurs trouvées à l'arrondi près.

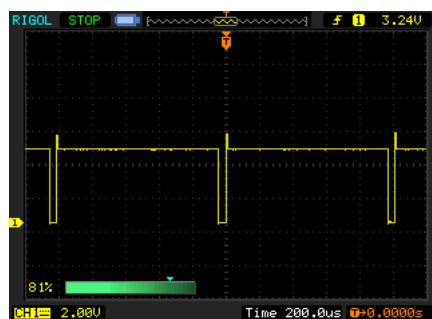
4) Validation expérimentale des performances via mesures.



Mesures Oscilloscopes Pour Tmax de l'Astable :

$$T_{\min} = 9,9 \text{ carreaux} * 10 \mu s = 99 \mu s$$

$$f_{\max} = 1/99 = 10,1 \text{ Hz}$$



Mesures Oscilloscopes Pour Tmin de l'Astable :

$$T_{\max} = 4,8 \text{ carreaux} * 200 \mu s = 960 \mu s$$

$$f_{\min} = 1/960 = 1,1 \text{ Hz}$$

$$T_{low} = 4,7 \text{ carreaux} * 10 \mu s = 47 \mu s$$

$$\alpha_{\min} = T_{\min} - T_{low} / T_{\min} = 52 / 99 \\ = 0,525$$

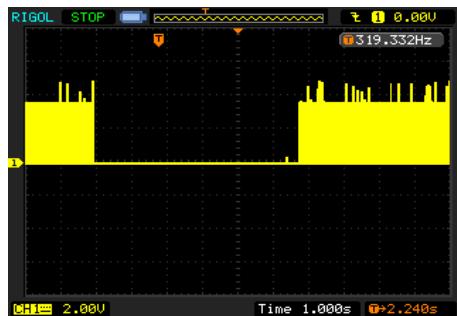
$$\alpha_{\max} = T_{\max} - T_{low} / T_{\max} = 913 / 960 \\ = 0,951$$

5) Commentaires émis de cette partie.

Maintenant que nous avons mis en place notre hacheur droit dans notre montage, celui-ci est relié au monostable par la broche 4 de son astable.

Vous pourrez retrouver ci-dessous la représentation graphique du temps d'arrêt de la roue droite lorsque l'utilisateur tape des mains (état bas = Arrêt de la roue).

Ce temps d'arrêt est réglable via le potentiomètre du monostable.



$$T_{\max \text{ Arrêt}} = 5,7 \text{ carreaux} * 1s = 5,7 \text{ s}$$



$$T_{\min \text{ Arrêt}} = 1 \text{ carreau} * 1s = 1 \text{ s}$$

On peut donc constater que notre robot pourra avoir un temps d'arrêt compris entre 1s et 5,6s qui sera réglable via le monostable.

Néanmoins, la vitesse de la roue droite sera réglable par le potentiomètre de l'astable du Hacheur droit, donc astable 2.

A présent passons à la partie du moteur droit qui suit celui du hacheur droit.

IX. LE MOTEUR DROIT

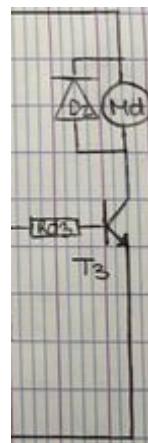
1) Schéma du Moteur Droit.

Le bloc fonctionnel 7 comporte la partie du **Moteur Droite**.

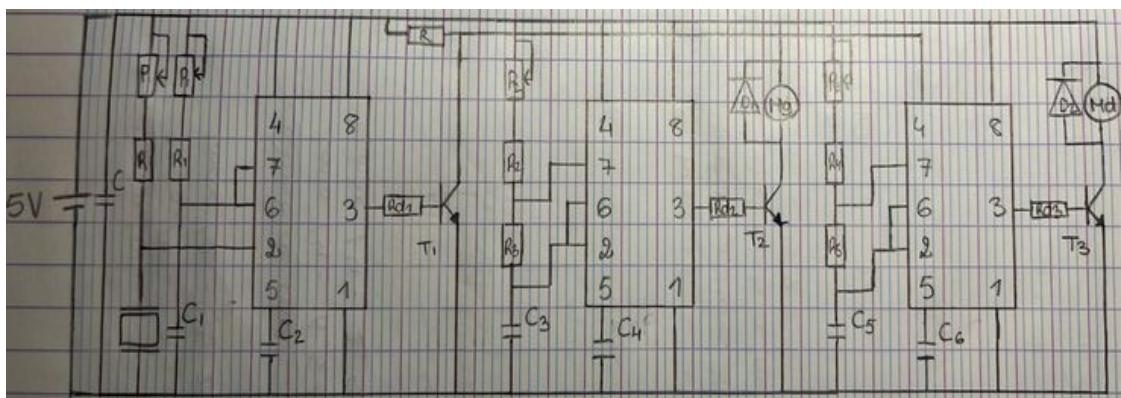
RAPPEL :

Les résistances n'ont pas de sens de polarités.

Vous pouvez retrouver ci-dessous le câblage de ces composants avec tous les blocs réunis.



ASSEMBLAGE



2) Commentaires émis de cette partie.

Nous avons à présent fini de câbler notre moteur droit au reste du circuit, donc le moteur recevra un signal via le hacheur droit et alimentera directement la roue droit en continu, quand l'utilisateur émettra un tapement de main, la roue s'arrêtera, puis reprendra sa rotation jusqu'à recevoir un nouveau signal de l'utilisateur, et la vitesse de rotation de la roue sera réglable par le potentiomètre de cette astable.

Désormais, nous avons fini la mise en place de tous nos blocs fonctionnels et nos composants dans notre circuit, c'est ainsi que nous concluons le câblage et la réalisation de ce robot commandé par le son.

X. VALIDATION DU MONTAGE COMPLET

Nous avons alimenté le système sur 5V pour pouvoir vérifier le bon fonctionnement de notre système. Lorsque l'on tourne le potentiomètre du monostable, le temps d'arrêt du moteur droit varie.

Nous avons vérifié ceci en activant plusieurs fois le capteur de son et le temps d'arrêt varie à chaque essai.

Lorsque l'on tourne les potentiomètres de l'astable 1 et 2, la vitesse de rotation des roues varie. Le potentiomètre de l'astable 1 pour le moteur gauche et le potentiomètre de l'astable 2 pour le moteur droit.

Nous avons pu régler chaque potentiomètre pour faire en sorte que le robot tourne de 90° vers la droite ou alors de 180°.

Le potentiomètre du haut-parleur permet de modifier à quelle hauteur le bruit sec peut être perçu.

XI. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Nous avons pu tester notre montage, il fonctionne sans soucis et il respecte le cahier des charges imposé.

Le robot avance en ligne droite en l'absence de bruit et effectue une rotation à 90° (ou 180° selon l'angle voulu) vers la droite en arrêtant le moteur droit lorsqu'il perçoit un bruit sec. La vitesse du robot est également réglable entre 55% et 95% de sa vitesse maximale.

Certaines choses peuvent être améliorées, nous pourrions ajouter des boutons pivotables aux potentiomètres pour pouvoir modifier facilement les réglages du robot et être plus précis.

Nous pourrions également essayer d'alimenter le robot à l'aide de piles pour qu'il puisse fonctionner sans câbles.

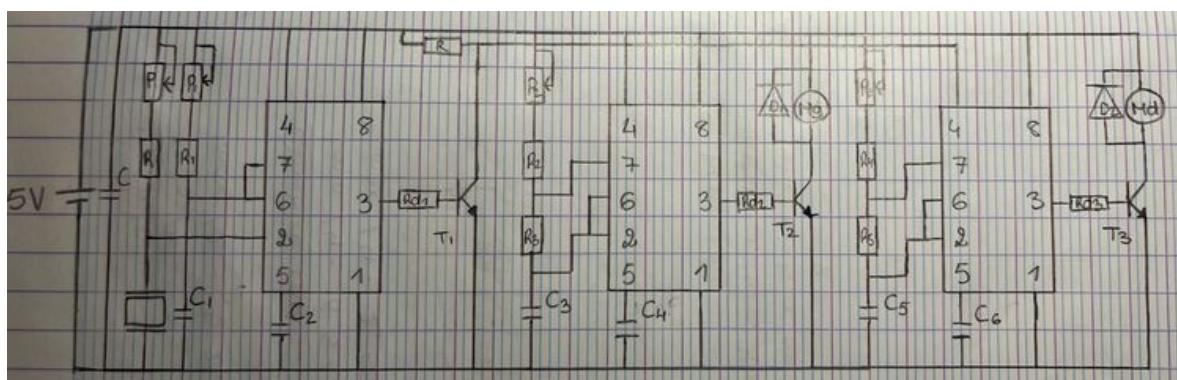
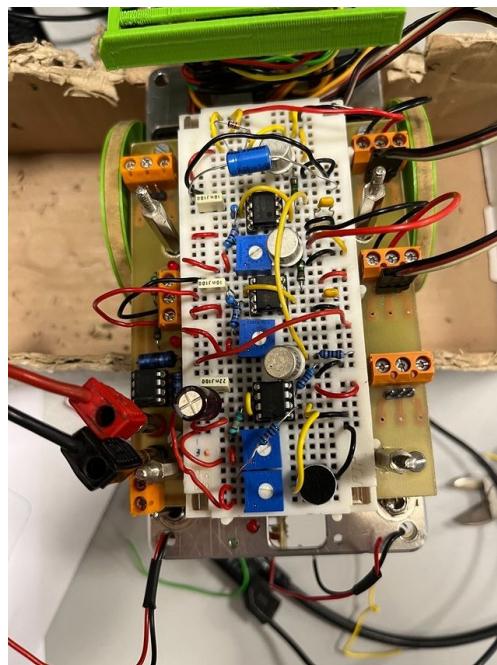
XII . ANNEXE TECHNIQUE

Pour avoir un vu d'ensemble sur l'intégralité du sujet, vous pourrez retrouver dans cette annexe technique :

- Le schéma électrique du circuit + Résultat final sur maquette
- La nomenclature des composants nécessaires à la réalisation du circuit
- Le coût des composants et le prix total du circuit

Schéma électrique du circuit :

Vous pourrez retrouver ci-dessous, le schéma électrique complet du circuit du robot.



Légendes des composants :

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| - P et R et R3 et R5 = 10k Ohms | - Rd1 et Rd2 et Rd3 = 75 Ohms |
| - P1 = 50k Ohms | - C et C2 = 22 nF |
| - P2 et P3 = 200k Ohms | - C1 = 68 uF |
| - R2 et R4 = 1,3k Ohms | - C3 et C5 = 6,8 nF |
| - R1 = 12k Ohms | - C4 et C6 = 10 nF |
| | - D1 et D2 = 1N4148 |
| | - T1 et T2 et T3 = 2N2219 |

Nomenclature des composants et prix du circuit :

Vous trouverez dans le tableau ci-dessous, chaque composant accompagné de son prix et son emplacement sur le schéma électrique.

Composants	Nom sur le schéma	Prix
NE555 x3	NE555	1,69 €
Résistances 1,3kΩ x2	R2, R4	0,02 €
Résistances 75Ω x3	Rd1, Rd2, Rd3	0,03 €
Résistance 12kΩ	R1	0,01 €
Résistances 10kΩ x3	R3, R5, R	0,03 €
Transistors 2N2219 x3	T, T ₁ , T ₂	1,92 €
Diode 1N4148 x2	D, D ₁	0,02 €
Potentiomètre 50kΩ	P ₁	0,70 €
Potentiomètres 200kΩ x2	P ₂ , P ₃	1,40 €
Potentiomètre 10kΩ	P	0,70 €
Condensateurs 10nF x2	C4, C6	0,20 €
Condensateurs 6,8nF x2	C3, C5	0,32 €
Condensateur 22nF	C, C2	0,32 €
Condensateur 68uF	C1	0,40 €
Microphone	□	0,80 €
Coût total :		8,56 €