

# Carte du Lanceur de Balles

## **But :**

Cette carte a pour but de piloter le lanceur balles et son chargeur. Nous devons réaliser deux lancé de balles par match. Le chargeur de balles est constitué de deux lots de balles. En entrée, cette carte ne dispose que d'un seul bit de commande (provenant du port parallèle) : il passe à « 1 » lors du premier tir, puis à « 0 », et ce bit repasse à « 1 » pour le deuxième tir.

Pour chaque lancé, nous tirons un lot de balles. Pour réaliser le premier lancé, nous devons alimenter le moteur du lanceur et faire tourner un disque d'un quart de tour (via un servomoteur de modélisme) afin de libérer le premier lot de balles. Puis lors du deuxième lancé, nous réalimentons le moteur et faisons tourner de nouveau le servomoteur d'un quart de tour pour libérer le deuxième lot de balles (à la fin du match le disque aura tourné d'un demi-tour).

Cette carte peut être décomposée en deux fonctions :

- Alimenter le moteur du lanceur (F1) ;
- Alimenter le servomoteur (F2).

## ***Etude fonctionnelle :***

### Fonction 1 :

Le moteur sera alimenté lorsque le bit d'entrée est à l'état haut, lorsque celui-ci est à l'état bas le moteur n'est plus alimenté.

### Fonction 2 :

Lorsque le bit de commande passe de l'état bas à l'état haut (front montant), nous pilotons le servomoteur pour qu'il tourne d'un quart de tour.

## Fonctionnement :

### Etude de la première fonction (F1) :

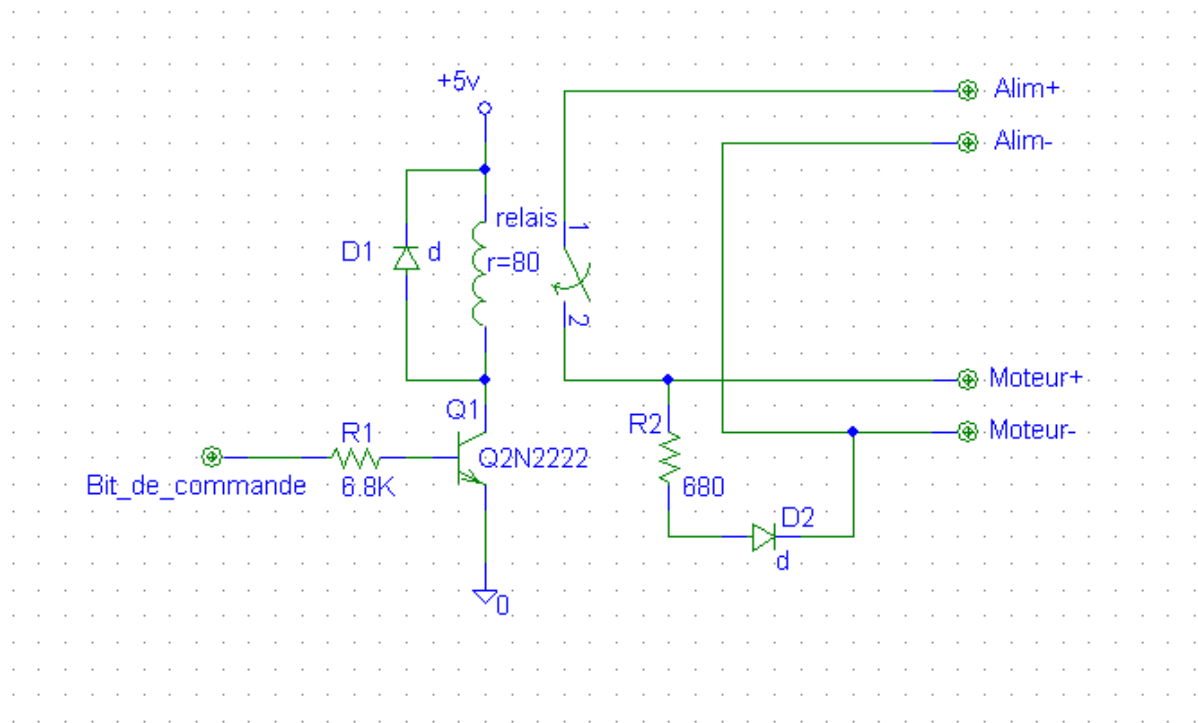


Figure 1 : schéma électrique de F1.

Afin de piloter le moteur nous utilisons un relais, mais le bit de commande ne peut pas fournir assez de courant pour alimenter la bobine du relais. Pour palier ce problème, nous utilisons un transistor bipolaire (Q1) monté en émetteur commun. Ce montage nous permet de réaliser un amplificateur de courant. Nous avons choisi un transistor capable de fournir un courant suffisant pour alimenter la bobine du relais ( $I_{Cmax} > I_{relais}$ ). Il s'agit du 2N2222 (utilisé aussi pour les autres cartes du robot). Lorsque le bit de commande est à l'état bas, ( $I_b \sim 0$ ) le transistor est bloqué donc la bobine du relais n'est pas alimentée (relais au repos), le moteur n'est pas alimenté. Mais lorsque le bit d'entrée passe à l'état haut, le courant de base sature le transistor qui devient passant, la bobine du relais est alimentée et le relais « se colle ». De ce fait le moteur se retrouve alimenté (nous utilisons le contact N.O. du relais).

La diode D1 est une diode de roue libre permettant à la bobine du relais de se décharger lorsque nous passons d'un état haut à un état bas, sans créer de pic qui risquerait d'endommager le transistor.

La diode D2 (LED) s'allume lorsque le moteur est alimenté.

#### Calcul de R1 :

Lorsque le bit de commande est à l'état haut, la tension présente en entrée est de 5v, nous considérons que le transistor est saturé (donc passant) dans ce cas  $V_{be} = 0,7v$  (polarisation directe de la jonction base-émetteur) et  $V_{ce} = V_{CEsat} = 0,2v$

$$V_{R1} = 4,3v \text{ donc } I_b = 4,3 / R1. \quad (1)$$

Soit  $R_{relais}$ , la résistance de la bobine du relais.

$$I_c = (5 - V_{ce}) / R_{relais} = 4,8 / 80.$$

$$I_c = 60\text{mA}. \quad (2)$$

Le gain le plus défavorable du transistor est de 100, donc  $I_c = 100 \times I_b$ . (3)

A partir des équations (1), (2) et (3) nous pouvons écrire que :

$R_1 = 430 / 0,06 = 7,16\text{K}\Omega$ , nous choisissons dans la série E12 une résistance de valeur inférieure afin de sur-saturer le transistor :  $R_1 = 6,8\text{K}\Omega$ .

### Etude de la deuxième fonction (F2) :

*Remarque : Le servomoteur se pilote par le biais d'un signal PWM. La durée de l'impulsion est variable (1ms à 2ms) selon la déviation angulaire désiré.*

Au repos, l'entrée « bit de commande » est à l'état bas. Le condensateur C1 est déchargé donc l'entrée RESET est à l'état bas. Comme cette entrée est active à l'état bas, le NE555 (montée en astable) n'est pas activé, sa sortie est à « 0 ».

Dès que le bit de commande passe à l'état haut, le condensateur laisse passer le saut de tension de 5v (car la tension aux bornes de C1 ne peut varier instantanément). Le NE555 voit son entrée RESET passer à l'état haut, le NE555 oscille permettant au servomoteur de tourner. Mais C1 se charge à travers R3, réduisant ainsi la tension de l'entrée RESET lorsque la tension aux bornes du condensateur atteint 2,5v ( $V_{dd}/2$ ), le NE555 se bloque car l'entrée RESET passe sous le seuil  $V_{dd}/2$ , sa sortie arrête d'osciller et le servomoteur arrête de tourner. Le condensateur C1 continue de se charger (vers 5V) tant que le bit de commande est à l'état haut. Lorsque le bit de commande passe à l'état bas, C1 se décharge à travers R3 jusqu'à être déchargé (nous revenons ainsi au repos, prêts pour le deuxième tir).

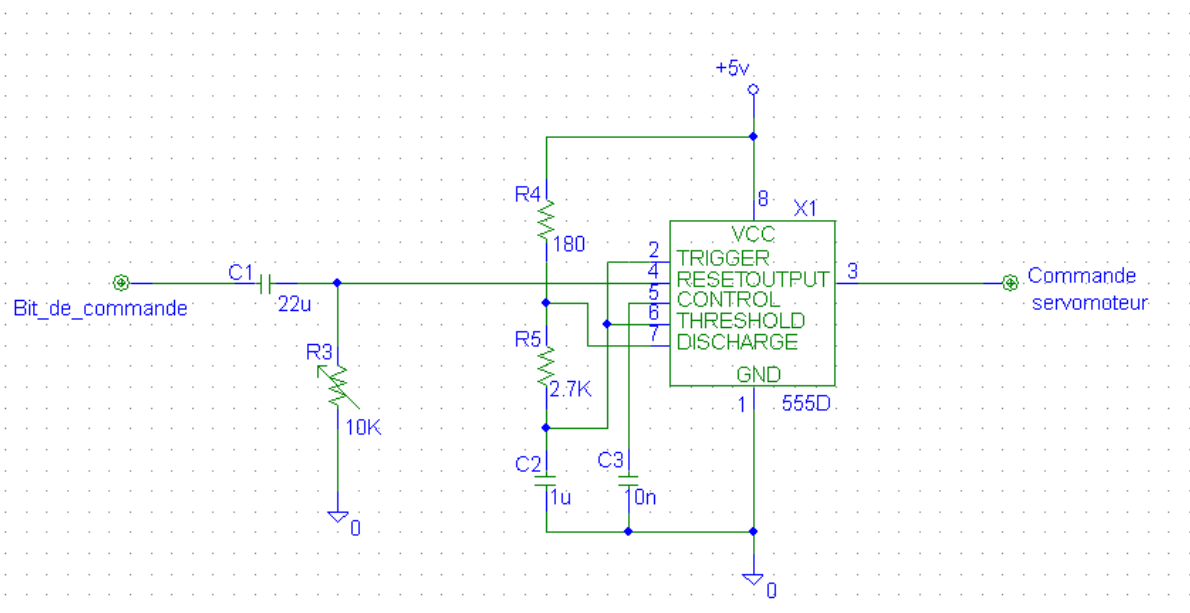


Figure 2 : schéma électrique de F2.

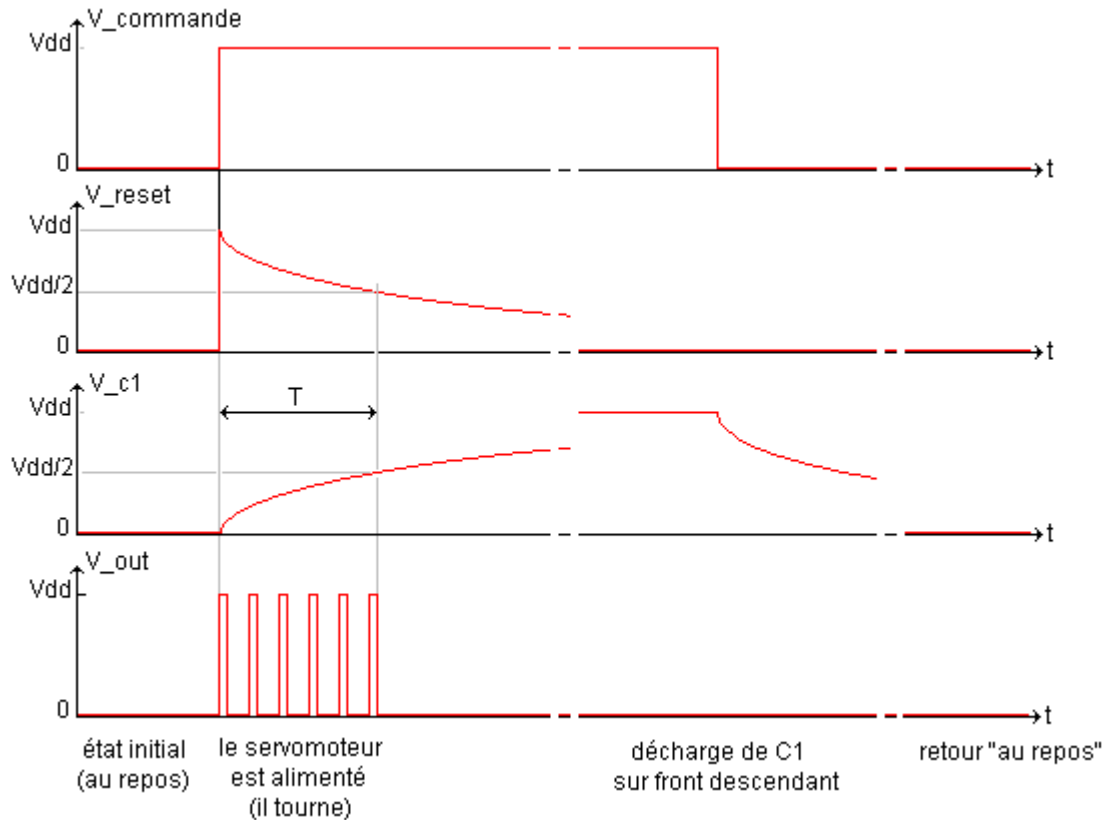


Figure 3 : chronogrammes de F2.

### Calcul de C1 et R3 :

*Remarque : Pour que le servomoteur tourne d'un quart de tour avec une bonne précision, il faut bien régler C1 et R3. Vu la rapidité du servomoteur, il est très difficile de le chronométrer. Nous placerons un potentiomètre (à la place de R3) pour régler plus précisément la durée de l'impulsion sur l'entrée RESET.*

Il faut que le servomoteur soit alimenté pendant environ 0,1s pour qu'il tourne d'un quart de tour. Pour connaître le temps de charge du condensateur C1 à travers R3 jusqu'à atteindre  $V_{cc}/2$  est la suivante :

$$T = C1 \cdot R3 \cdot \ln(2) = 0,1s$$

Posons  $C1 = 22\mu F$ .

Dans ce cas  $R3 = 6,55K\Omega$ .

Afin de régler plus précisément la durée de rotation, nous changerons R3 par un potentiomètre  $10K\Omega$ .

*Remarque : après plusieurs essais, nous avons relevé  $R3 = 7,55K\Omega$  donc en réalité  $T = 115,1ms$  (au pourcentage d'erreur de C1 près...).*

### Calcul de C2, R4, R5 et C3 :

Le circuit NE555 monté en astable permet de générer un signal PWM dont les temps des impulsions hautes et basses sont paramétrables via deux résistances et un condensateur (ici, R4, R5 et C1).

Soit  $t_h$  la durée de l'impulsion haute ;  $t_h = C1 (R4 + R5) \ln(2)$ .

Soit  $t_b$  la durée de l'impulsion basse ;  $t_b = C1 R5 \ln(2)$ .

Pour faire tourner le servomoteur dans le sens des aiguilles d'une montre, il faut que l'impulsion haute soit de 2ms.

Donc,  $t_h = C1 (R4 + R5) \ln(2) = 2\text{ms}$ .

Posons  $C1 = 1\mu\text{F}$ .

Dans ce cas  $R4 + R5 = 2,88\text{K}\Omega$ .

Nous aimerions un rapport cyclique proche de  $\frac{1}{2}$ .

Donc  $R4+R5$  proche de  $R5$ , il faut donc que  $R4$  soit faible devant  $R5$ . De plus, il faut que l'ensemble  $R4 + R5$  soit très (très) proche de  $2,88\text{K}\Omega$ .

Nous trouvons le jeu de résistances suivantes (dans la série E12) :

$R4 = 180\Omega$  et  $R5 = 2,7\text{K}\Omega$ .

C3 est une capacité d'antiparasitage, d'après la documentation il faut placer un condensateur de  $10\text{nF}$ .

$C3=10\text{nF}$ .

### ***Nomenclature :***

<b>Nom</b>	<b>Valeur</b>	<b>Divers</b>
R4	180 $\Omega$	1/4W
R2	680 $\Omega$	1/4W
R5	2.7K $\Omega$	1/4W
R1	6.8K $\Omega$	1/4W
R3	10K $\Omega$	pot linéaire
C3	10nF	Tentale
C2	1 $\mu\text{F}$	Chimique polarisé
C1	22 $\mu\text{F}$	Chimique polarisé
D1	1N4007	
D2	DEL Rouge	
Q1	2N2222	TO-18
Relais 1	NAIS DSP1-DC5V	2 NO, 2 NC
U1	NE555	Dip 8

# Schéma de câblage :

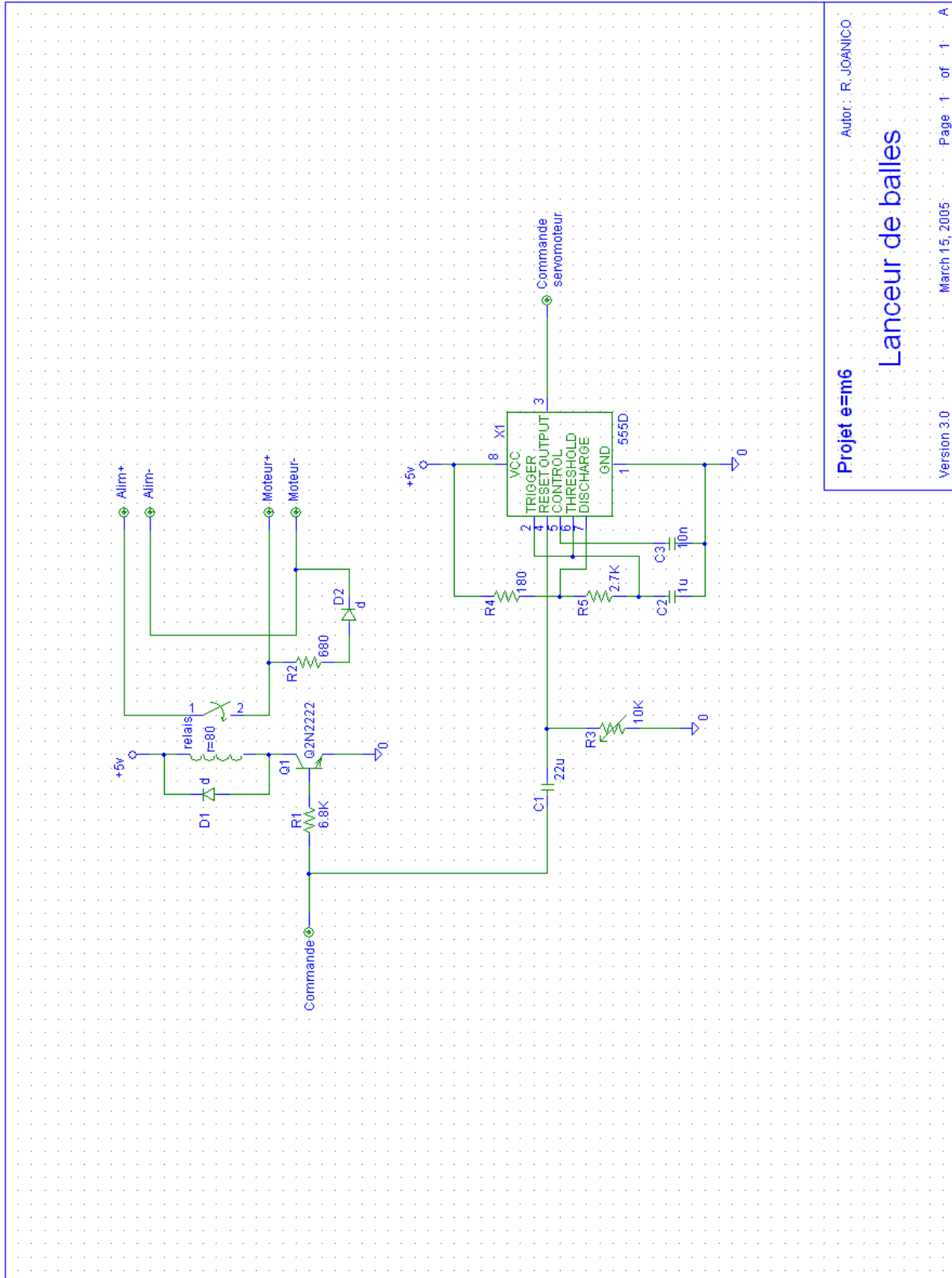


Figure 4 : schéma de la carte complète.