

Projet Robot

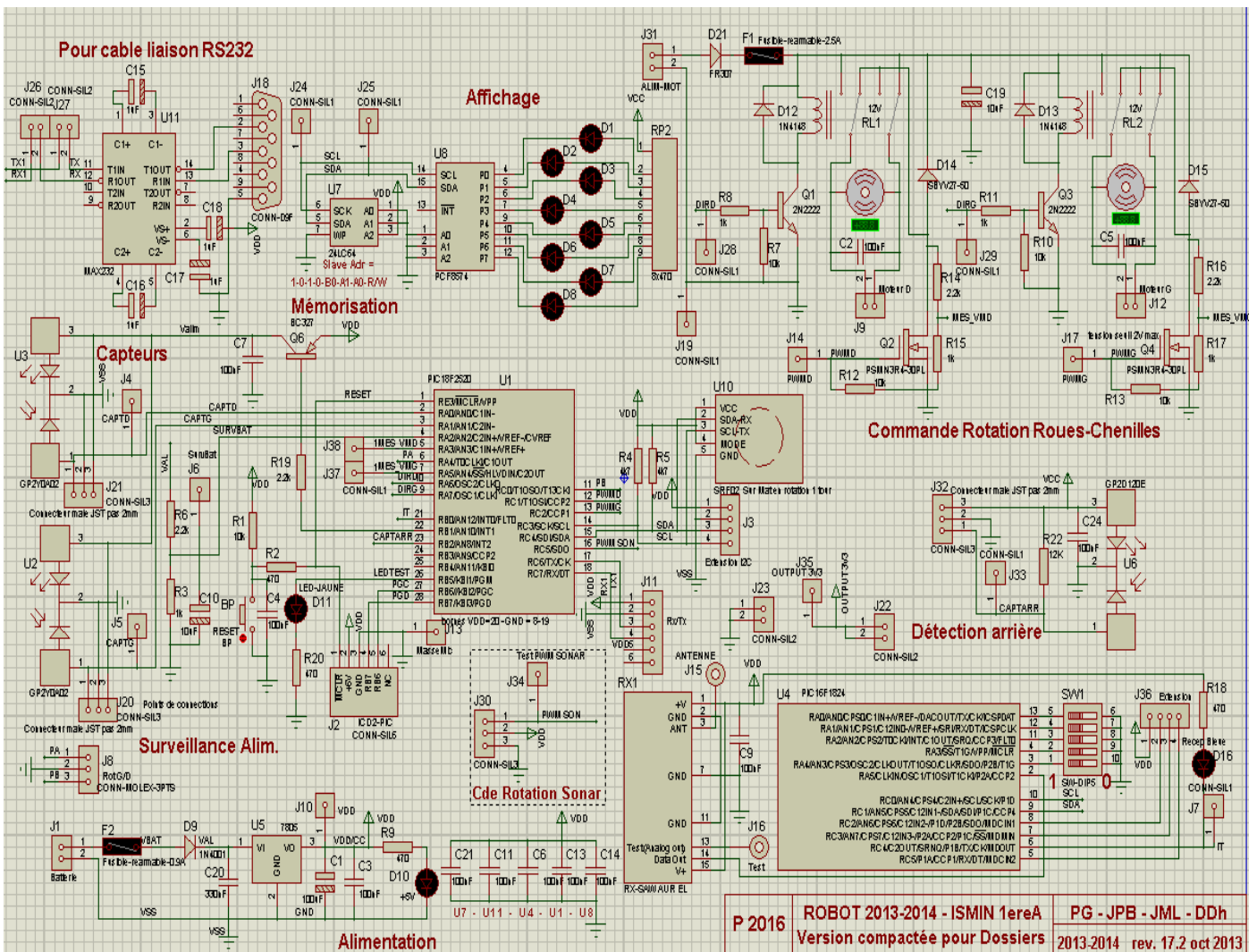
Binôme 1 G3 (Cédric Humbert et Arnaud Lanfranchi)

Abstract : Le Projet robot a pour but de développer nos compétences en électronique, tant sur un plan théorique que technique. Il consistait en la validation des fonctions de la carte principale du robot sur ordinateur en même temps que de la réalisation de la partie physique de la carte.

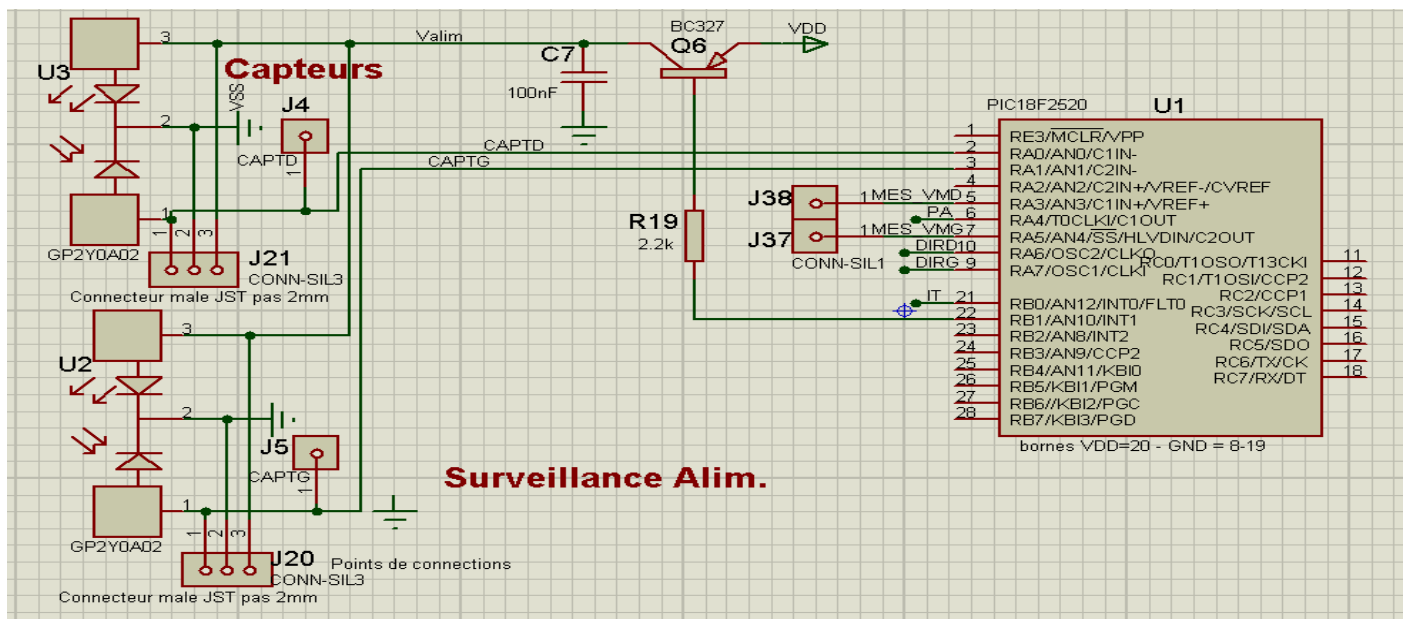
Nous avons divisé le travail de manière à optimiser à la fois notre temps et notre apprentissage. Arnaud était responsable de la partie théorique, validation, rédaction du compte rendu et simulation alors que Cédric était responsable de la partie physique de la carte et de la validation pratique des fonctionnalités de la carte. Nous avons procédé de cette manière tant pour le côté pratique que pour l'aspect apprentissage.

En somme, nous avons travaillé en bonne intelligence, en mettant en commun nos capacités lorsque l'un de nous n'arrivait pas à résoudre un problème sur sa partie et en communiquant assez tout au long des séances pour partager nos connaissances et apprentissages.

Enfin, le rapport présent a été rédigé tout au long des séances, il est donc concis en ce qui concerne la mise en contexte.



1) Fonction Alimentation :



Le transistor Q6 contrôle l'alimentation des capteurs afin de réduire leur consommation.
 Si le signal logique issu de la broche 22 est à '1', le transistor est bloqué, les capteurs sont éteints.
 Si le signal logique est à '0', Q6 est saturé, les capteurs sont actifs.
 Pour un obstacle situé entre 20 et 120cm du capteur la tension de sortie V0 est inversement proportionnelle à la distance de l'obstacle.
 Si l'obstacle est à 20cm on mesure expérimentalement $V_{J4} = 2.43V$ (2,5V d'après la documentation constructeur), et si l'obstacle est 120cm on a $V_{J4} = 1.53V$ (contre 1,5V d'après la documentation constructeur).
 Le bloc capteur J20 fonctionne correctement.
 De même si l'obstacle est à 20cm on mesure expérimentalement $V_{J4}=2.38V$ (2,5V d'après la documentation constructeur), et si l'obstacle est 120 cm on a $V_{J4}=1.41V$ (contre 1,5V d'après la documentation constructeur).
 Le bloc capteur J21 fonctionne correctement.

Les fils électriques et les connecteurs sont les liens physiques entre les capteurs et le microcontrôleur U1.
 Il y a deux convertisseurs analogiques/numériques qui convertissent les tensions images de la distances de l'obstacle V_o en nombres binaires pour pouvoir être traités par le microcontrôleur.

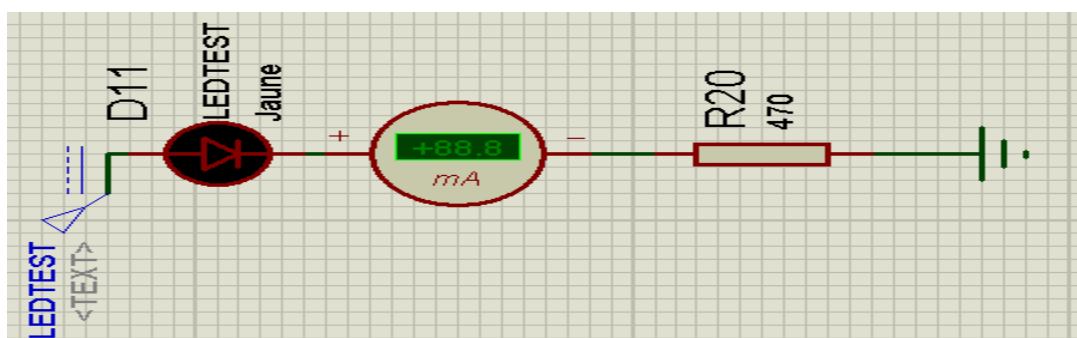
Le rôle des résistances R6 et R3 est de diminuer l'amplitude de la tension de la batterie pour pouvoir être analysé par le microcontrôleur. En effet ce dernier est alimenté en +5V/0V alors que la tension de batterie varie entre 10V et 15V.
 Le condensateur C10 stabilise cette tension qui est relié à la broche 4 du microcontrôleur.

Sur ISIS :
 Avec $V_{bat}=12V$, on mesure $VR3=3.75V$ car $12 \cdot 1/(1+2.2)=3.75V$
 Avec $V_{bat}=15V$, $VR3=4.69V$ et si $V_{bat}=10V$ $VR3=3.13V$

Expérimentalement : on mesure $V_{J6}=VR3=3.5V$, le bloc surveillance batterie fonctionne donc correctement.

II- Séance 2 :

1) Led Test :



Avec un courant de 10mA dans le LED D11, la tension à ses bornes est d'environ 2V.

Pour que la LED soit parcourue par 5mA la tension en sortie de la broche 26 de U1 doit être d'au moins 4,55V ($2,2+470 \cdot 10^{-3}$) ce qui est compatible avec la technologie TTL qui peut fournir des tensions en sortie jusqu'à 5,5V.

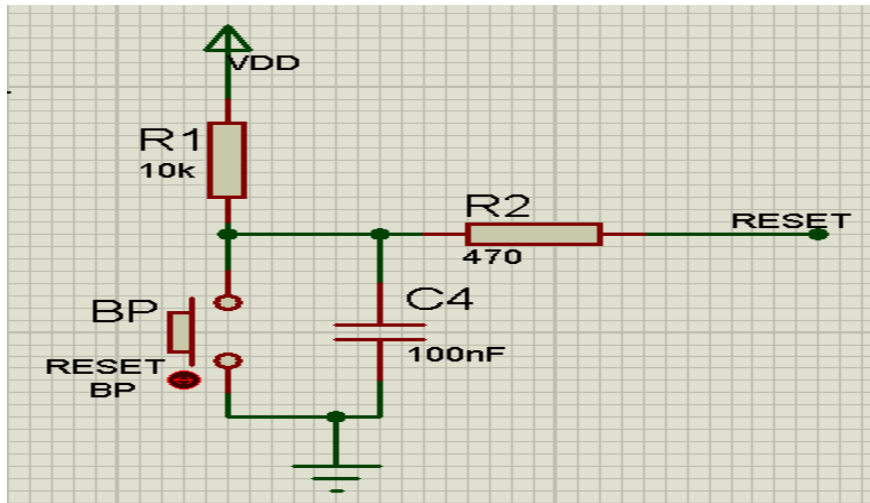
La résistance R20 est une résistance de protection qui limite le courant traversant la LED11

Théoriquement : $U_{led11}=2,2V$ $ID11 = \frac{+5V - U_{led11}}{R20} = \frac{5 - 2,2}{470} = 5.96mA$

Expérimentalement : $U_{led11} = 2.21V$ et $I_{D11} = 5.94mA$

Lorsque l'on relie les broches 20 et 26 du support d'U1 la diode est allumée.

2) Reset :



Cette fonction permet de faire un reset du microcontrôleur. Le reset s'effectue lorsque la broche 1 du microcontrôleur est à 0 donc quand le condensateur est déchargé.

Lorsque BP est maintenu appuyé, la broche 1 d'U1 est au niveau bas.

Lorsque BP est relâché, la broche 1 d'U1 est au niveau haut.

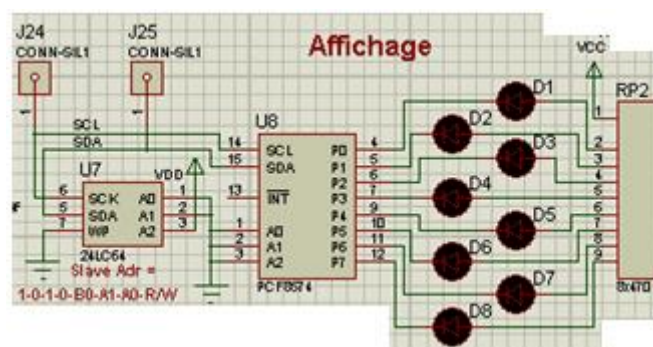
Au moment où l'on appuie sur le BP, le signal reset passe instantanément à '0'

Quand on relâche BP, le signal reset augmente exponentiellement car le condensateur C4 se charge et reste chargé jusqu'à que l'on appuis de nouveau sur BP, il n'y a donc pas d'autre reset pendant le fonctionnement du système.

Le signal met 0,72ms pour atteindre 2,5V au relâchement du bouton poussoir. A la demi charge (2,5V) on $T = \ln(2) * \zeta = 0,69ms$ avec $\zeta = 1ms$.

La tension minimale pour être considérée comme un niveau haut est d'environ 1.5V. Donc il faut en fait il faut attendre $\ln(\frac{5-0}{5-1,5}) * \zeta = 0.36ms$ pour la réalisation du reset.

3) Affichage-Leds :



Il y a 8 leds pour la fonction Affichages, elles fonctionnent toutes individuellement l'une des autres.

Si l'une d'entre elles a un problème, cela ne perturbe pas le fonctionnement des autres.

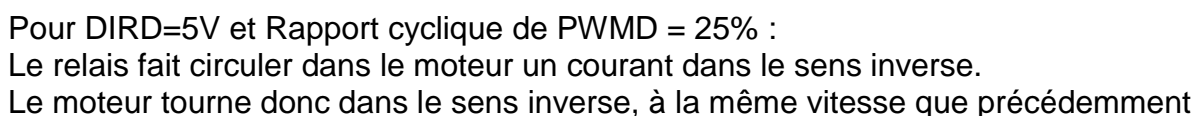
RP2 est un réseau de 8 résistances de 470Ω chacune qui limite le courant traversant les leds.

Si la broche 4 de U8 est à 5V, la led1 est éteinte car il n'y pas de différence de potentiel à l'intérieur de D1, le courant à l'intérieur de D1 est nul.

Il faut un niveau logique bas pour allumer la led D1.

Si toutes les leds sont allumées, il y a 1mA qui entre dans la broche 1 de RP2, et 6,4mA dans chaque led, elles ont une tension de seuil de 1,9V / 2V.

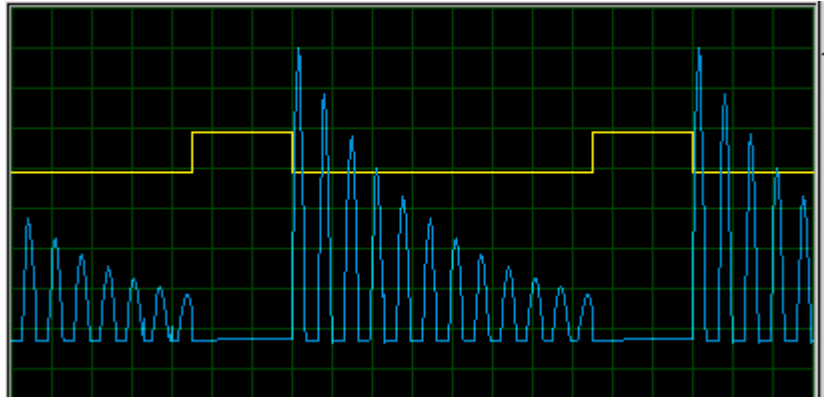
III- Séance 3 : Mise au point du bloc Moteur



Le rapport cyclique permet de faire varier la vitesse de rotation du moteur. Il n'y a pas vraiment de proportionnalité entre le rapport cyclique et la vitesse de rotation.

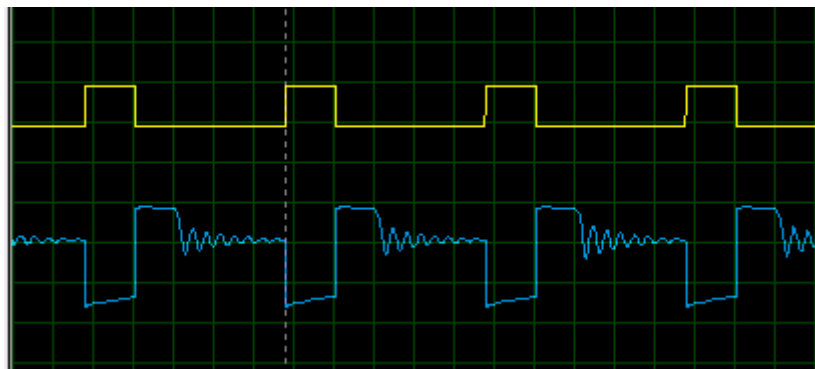
Le bloc Pilotage Roues-Chenille permet donc de contrôler à la fois le sens de rotation du moteur et sa vitesse.

Sans la diode D14 :



Le signal en jaune est la commande PWM de rapport cyclique 25%. En bleu la tension de drain du transistor Q2, qui est représentative du courant dans les résistances R14 et R15.

Avec la diode D14 :



Le signal en jaune est la commande PWM de rapport cyclique 25%. En bleu la tension de drain du transistor Q2.

Du à l'inductance interne du moteur le courant ne peut s'annuler instantanément. Sans la diode D14, il y a d'importants pics de courants à chaque commutation du signal PWM. C'est une diode de roue libre.

La diode D12 réalise la même fonction due à bobine du relais.

Résultats expérimentaux :

Tension aux bornes de J19 :

Avec J28 à la masse : 3,8V Avec J28 à +5V : 11,4V

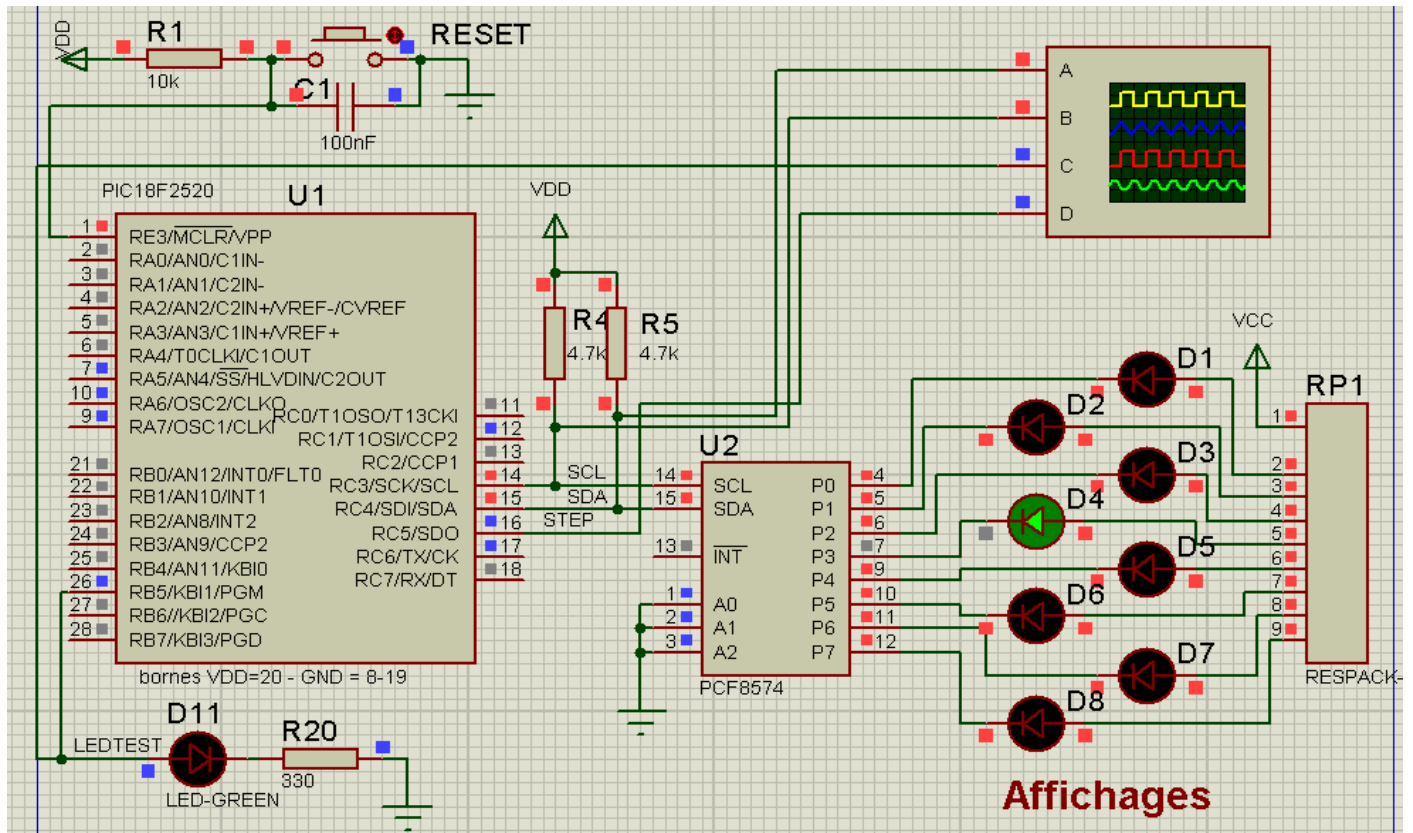
Tension aux bornes de J12 :

Avec J29 à la masse : 3,9V Avec J29 à +5V : 11,4V

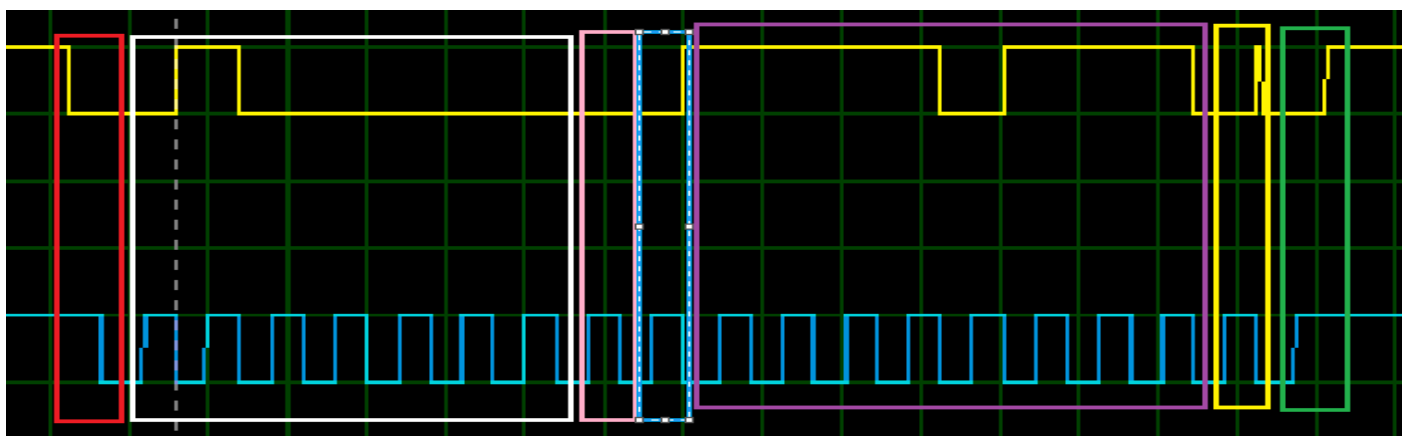
Les ponts diviseurs de tensions R14/R15 et R17/18 diminuent la tension issue du drain afin d'être traité par le microcontrôleur car ce dernier est alimenté en +5V et que les tensions drains sont de l'ordre de 11,4V.

III- Séance 4 : Le bus I2C

Le bus I2C permet de faire communiquer entre eux des composants électroniques très divers grâce à seulement trois fils : un signal de donnée (SDA), un signal d'horloge (SCL) et un signal de référence électrique (Masse). Les données sont transmises en série de 100K à 400Kbits par seconde.



Le signal en bleu est de signal d'horloge SCL ayant une fréquence de 25kHz.
Le signal en jaune le signal de données SDA.



Le signal commence par la condition de départ, SDA passe à '0' alors que SCL reste à '1'.

Ensuite **la transmission de l'adresse**, elle est codée sur 7 bits en commençant par le bit de poids fort.

Le bit de lecture permet au maître de signaler s'il veut lire ou écrire une donnée. Dans notre cas ce bit est à '0' donc le maître est en train d'écrire.

Le bit premier d'acquittement permet au maître de vérifier si l'esclave est disponible. Le premier est à '0' ce qui veut dire que l'esclave est disponible.

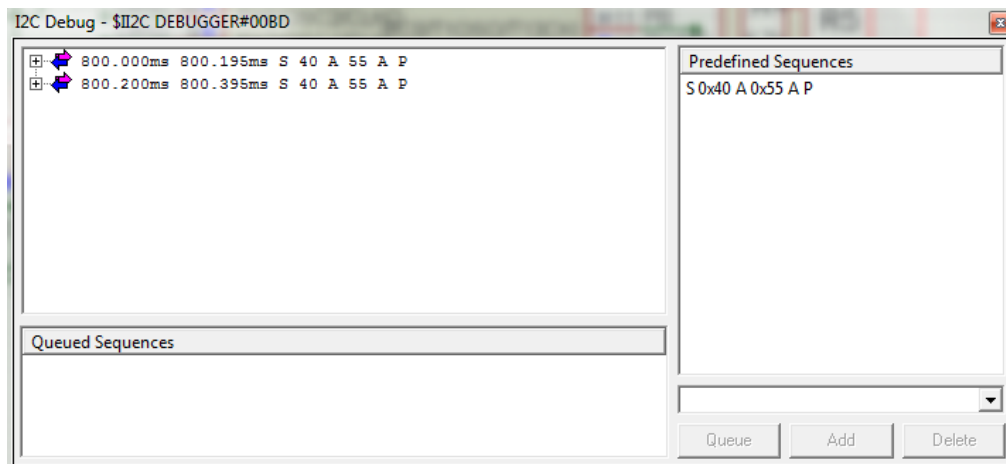
La transmission de la donnée est codée sur 8 bits en commençant par le bit de poids fort. Ensuite il y a le deuxième bit d'acquittement qui est aussi à '0' donc l'esclave a bien reçu la donnée.

Puis le signal termine par la condition de d'arrêt, SDA passe à '1' alors que SCL reste à '1'.

La durée d'un bit est de 40µS. Il y a 20 bites dans une trame. Soit une durée de trame de 80µS et la vitesse de transmission de 25kBauds.

40 est l'adresse du PCF8574 en écriture.

0101 0101% = 0x55 permet d'allumer les LED paires.

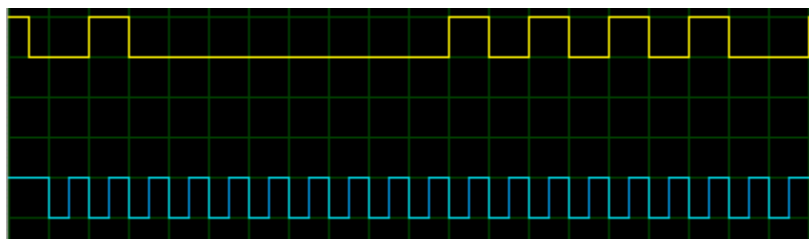


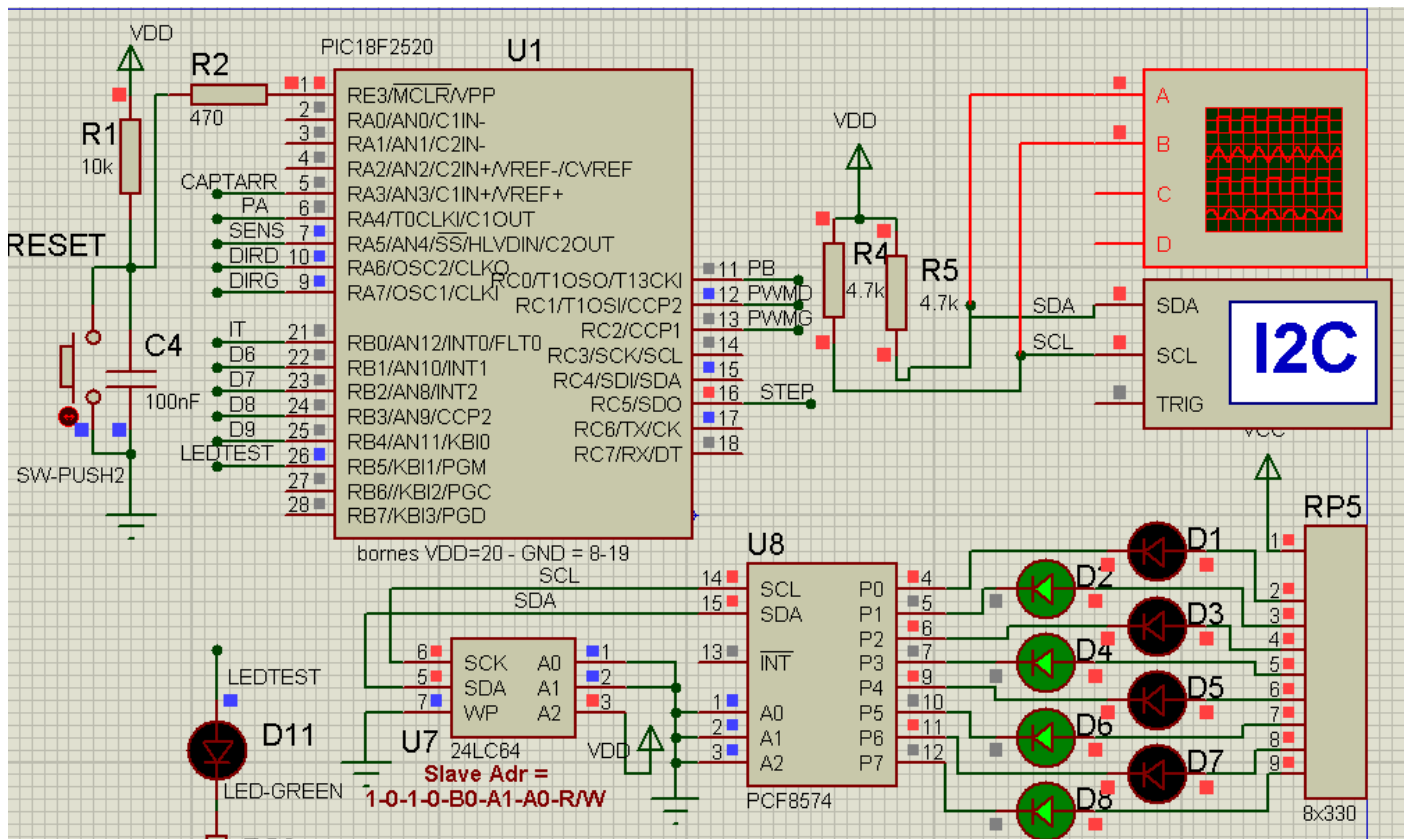
On utilise l'I2CDebugger sur ISIS vous écrire une trame.

On veut éclairer les LEDs paires :

40h = est l'adresse du PCF8574. 0101 0101% = 0x55 permet d'allumer les LED paires.

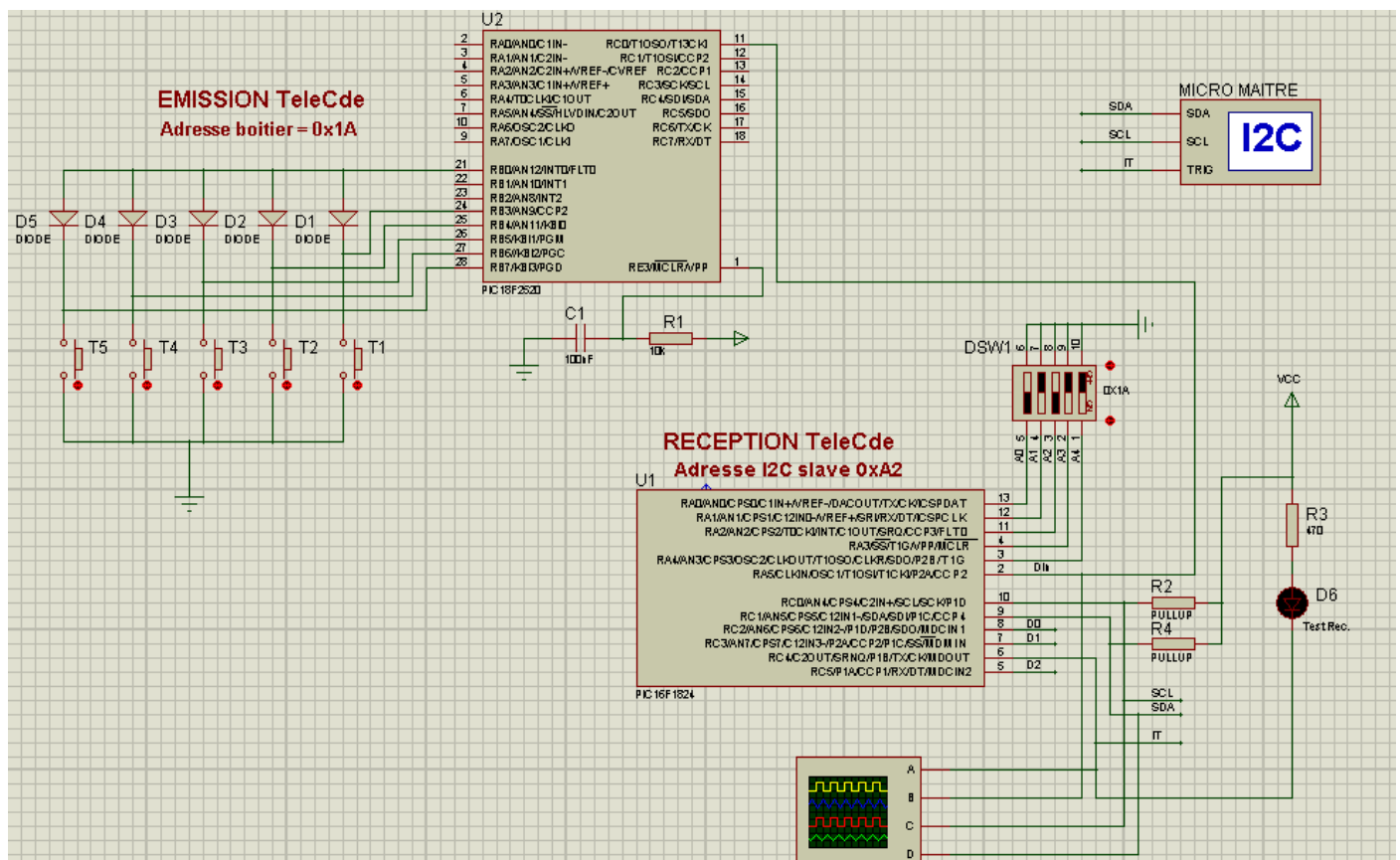
S : Bit de start. 40 est l'adresse du PCF8574. A bit acknowledge. 55 est la données en hexadécimale et P le bit stop.





Les LED pairs (D2, D4, D6, D8) sont bien allumées.

IV- Séance 5 : Mise au point du bloc télécommande



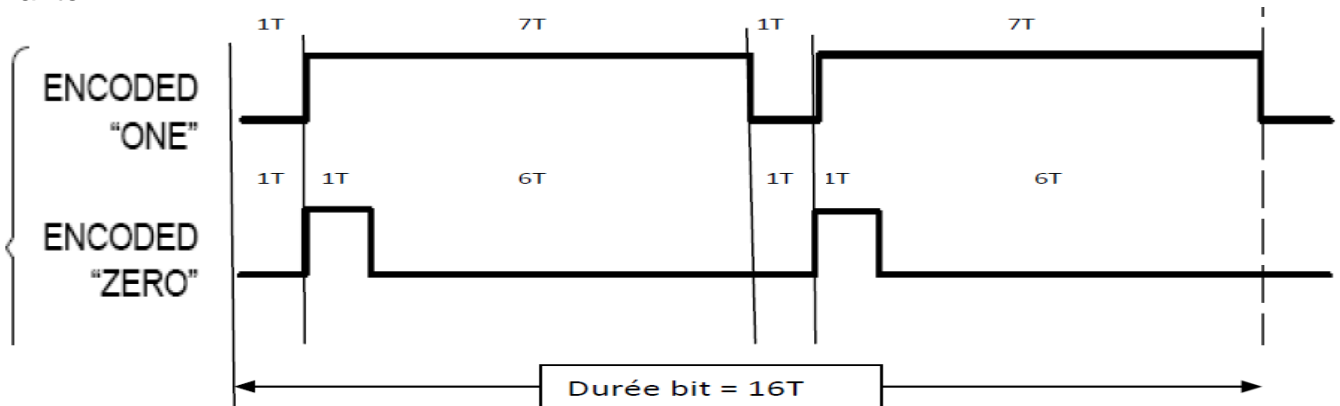
Le connecteur J15 sert à brancher l'antenne.

Le composant RX1 sert à positionner la carte d'acquisition pour la télécommande.

Le composant U4 est le microcontrôleur chargé de traiter les signaux issus de la carte d'acquisition.

Pour l'émission d'une trame : on envoie d'abord l'adresse de la télécommande sur 5 bits encodés appelé TBIT. Une trame est composée de 2 demi-trames qui doivent être identiques pour que la trame soit exécutée. Puis la donnée sur 4 Tbits.

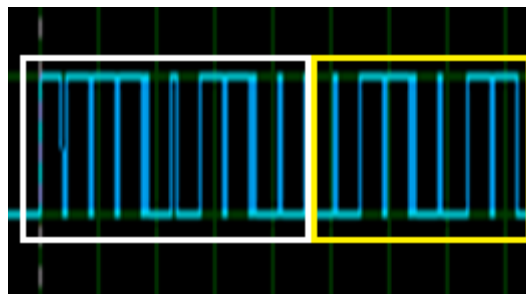
Chaque Tbit est la succession de deux séquence de 8 bits envoyées à la de suite, de la manière suivante.



A chaque touche de la télécommande correspond une data, un chiffre en hexadécimale, ici il n'y a que 5 touches, 3 bits suffisent donc à transmettre les données. Tel qu'en fait état le tableau :

Touche DROITE	1h
Touche AVANT	2h
Touche MARCHE/ARRET	3h
Touche ARRIERE	4h
Touche GAUCHE	5h

Analyse d'une demi-trame :



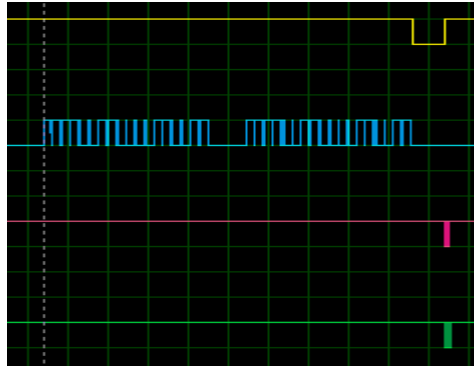
En premier on a l'adresse de l'émetteur sur ISIS, ici 11010% = 1Ah = 26 en décimal.

Puis la donnée 0101% = 5h c'est-à-dire la touche droite.

Une demi-trame est composée 9Tbits soit 36 bits

La durée d'une trame est de 92ms, 2 demi-trames de 41ms plus un temps de pause entre les deux demi-trames de 10ms.

La durée d'un Tbit est de 4,3ms.



IT passe à 0 pour indiquer la fin de la trame.

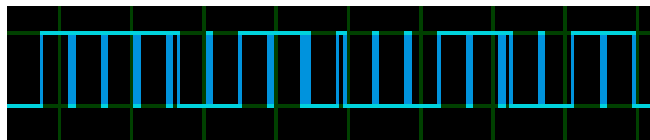
La LED16 clignote lorsque l'on voit une trame.

Le BUS I2C relie le récepteur et le microcontrôleur U1 de la carte Robot.

S 0XA2 0X31 0X00 Sr 0XA2 0X00 Sr 0XA3 A A N P

S	Bit de Start, condition de départ
0xA2	Adresse, qui est paire, donc on est en écriture
0x31	Donnée acquittée
0x00	Donnée non acquittée
Sr	bit de restart
A	Acknowledge
N	Complément de A
P	Stop

On se place dans un le contexte ou le maitre, le microcontrôleur communique avec le composant U4 de la carte, le récepteur télécommande en utilisant le protocole I2C. Le maitre (U1) s'adresse à U4, ayant l'adresse A2h dans le but d'écrire une première donnée, recevant un signal d'acquiescement il envoie la data 31h on imagine ensuite que cette donnée a été acquittée par U4 car le microcontrôleur continue à envoyer des données : 00h. Cette donnée n'est elle pas acquittée par le récepteur car le micro renvoi un signal de restart (Sr), pour réinitialiser la communication ce, pour ne pas avoir à envoyer un signal de stop et de start à nouveau. Il renvoi donc l'adresse d'écriture envoie la donnée 00h. Il ne reçoit à nouveau pas d'acquiescement pour la donnée il envoie donc un signal de restart et commence à lire le récepteur à l'adresse A3, il acquiesce ensuite la réception de 2 data mais pas de la dernière pour laquelle il renvoie un signal (N). Il termine enfin l'échange avec un bit de Stop (P).



Réponse I2C à la touche T5 :

La donnée correspond bien à la touche T5 (gauche) car 0101% = 5H.

Expérimentalement :

L'adresse de la télécommande fournie est 31d = 1F = 11111% on met donc les Switchs de Sw1 à '1'.

La durée d'une demi-trame, composé de 9Tbit, est de 45ms.

Une trame est composée de 18Tbit.

La durée d'un Tbit est de 4,9ms

Lorsque l'on appuie sur la touche centrale du boîtier de la télécommande, la valeur binaire présente en sortie de U4 est 011% = 3h et donc la touche marche/arrêt.

Pour ce qui est des mesures pratiques sur le système. Nous avons utilisé la télécommande 31 donc 1111 en binaire (ou 1Fh). Il fallait donc configurer le switch de sorte à ce qu'il reconnaisse notre télécommande et pas celle de nos voisins. On alimente ensuite la carte de sorte à pouvoir tester son comportement lors de l'appui sur les touches de la télécommande. A l'aide d'une pointe de touche, on vient lire les valeurs que le récepteur entre dans D0, D1 et D2. Manifestement la configuration du récepteur n'est pas conforme aux codes fournis dans les datasheet puisque les codes binaires observés ne sont pas ceux indiqués pour certaines valeurs (diagnostic confirmé par M. GENTRIC lors de la séance). On observe qu'à l'appui sur une touche, un code binaire est répété en sortie du récepteur.

On observe aussi la LED 6 qui s'allume au rythme de la télécommande.

On place ensuite un oscilloscope de sorte à observer le message reçu par la carte, on se place pour cela sur la piste 14 du RX1. On observe alors 2 trames qui se répètent, elles sont du même type que celles observées sur ISIS, on mesure une durée de 2 fois 45 ms par trame, chaque trame contenant 9 bits, 5 d'adresse et 4 de data. Ces bits sont encodés tels que le décrit la datasheet, ils ont une durée de 4,9 ms. Le fonctionnement de cette partie de la carte est validé.

On cherche maintenant à comprendre le fonctionnement de la communication entre le microcontrôleur et le bloc de réception. Pour se faire on observe le point de test J7, ce dernier est un contrôlé par un signal du récepteur indiquant la mise en mémoire d'une donnée. Le signal passe à zéro à chaque fin de réception d'une trame. Le microcontrôleur peut alors venir lire la valeur de la data stockée dans le récepteur via le bus I2C.

On valide donc après observation de ces comportements que le bloc télécommande est fonctionnel.

V- Séance 6 : Vérification de la carte

L'objectif de cette séance est de vérifier le bon fonctionnement de chacune des parties de la carte. Pour ce faire, nous implantons un programme de test sur le microcontrôleur et l'on relie la carte à l'ordinateur. Sur l'ordinateur un programme de test envoi communique avec la carte, une routine correspond à un test. On testera 8 fonctionnalités de la carte.

En premier lieu, on teste les LED, elles s'allument toutes les 5.15 s durant 0.4 secondes, avec un relevé au multimètre, toutes les LED s'allument à tour de rôle. Le module est donc fonctionnel.

Le second consiste à tester le fonctionnement du moteur gauche, on place pour cela une résistance qui simule la charge du moteur, on viendra mesurer la tension à ses bornes. On relie ensuite les points de tests au multimètre. On observe une tension qui varie de +5 à -5 avec un PWM correspondant à celui que nous avons observé lors de la séance d'implantation des blocs (ce sur chacun des moteurs, nous avons réalisé ce test sur chacun des moteurs). Le module est donc fonctionnel.

Le troisième test consiste à valider les capteurs de présence à droite et à gauche. On branche pour cela le capteur sur l'une des bornes prévues à cet effet. On lance ensuite le programme de simulation puis à l'aide d'une feuille on simule une surface qui approche du capteur. On lit ensuite à l'écran les valeurs renvoyées par la carte. On observe un seuil à approximativement 50 cm où la courbe de $N(\text{leds}) = f(d)$ atteint son maximum. On notera que les LED affichent elles aussi en binaire la valeur N. On effectue ce test avec chacun des capteurs. Le module est donc fonctionnel.

Le quatrième test consiste à valider le fonctionnement du sonar. On branche pour cela un sonar à la carte, en faisant tourner le programme sur l'ordinateur on observe à l'écran s'afficher la distance entre le sonar et l'obstacle en face de lui. Le module est donc fonctionnel.

Le cinquième test consiste à vérifier le fonctionnement du servomoteur il tourne sur 180° à 14 degrés /s par pas de 5 degrés. On mesure ces relevés avec chronomètre et les valeurs affichées sur l'ordinateur. Le module est donc fonctionnel.

Le sixième test consiste à vérifier le fonctionnement du bloc de réception, on refait le même test que lors de la séance d'implantation. Ce test est détaillé sur plus haut dans ce rapport. Le module est donc fonctionnel.

Le septième test consiste à vérifier le fonctionnement de la détection du sens de rotation, on simule pour cela à l'aide du programme le fonctionnement du moteur, on voit qu'à l'écran la carte renvoie la valeur qui correspond au sens de rotation, on vérifie la rotation du moteur avec une détection de la tension à ces bornes. Le module est donc fonctionnel.

Le huitième et dernier test est celui de la détection de la présence batterie. On simule à l'entrée une tension qui diminue de 12 Volts à 10 Volts, on lit alors à l'écran une évolution de l'image de la tension batterie de qui va de 180 à 12 V jusqu'à 120 lorsque la batterie décroche, à 9 V, la courbe décrit une droite affine de pente négative à -12.5 incrément par Volt. Le module est donc fonctionnel.

La séance s'est ensuite terminée par la validation de ces tests et de notre carte par un professeur.

Déroulement du Projet, nota :

Comme indiqué en première page, nous nous sommes répartis le travail. Arnaud ayant déjà une expérience en électronique a pu utiliser le logiciel rapidement et efficacement, nous avons en particulier fait une erreur de lecture du document en séance 2. Nous avons alors soudé toute la carte, nous avons tout de même eut le temps de réaliser les tests sur cette séance et la suivante, nous avons donc de l'avance lors des séances suivantes. Ce qui nous a permis d'assurer notre compréhension des concepts théoriques.