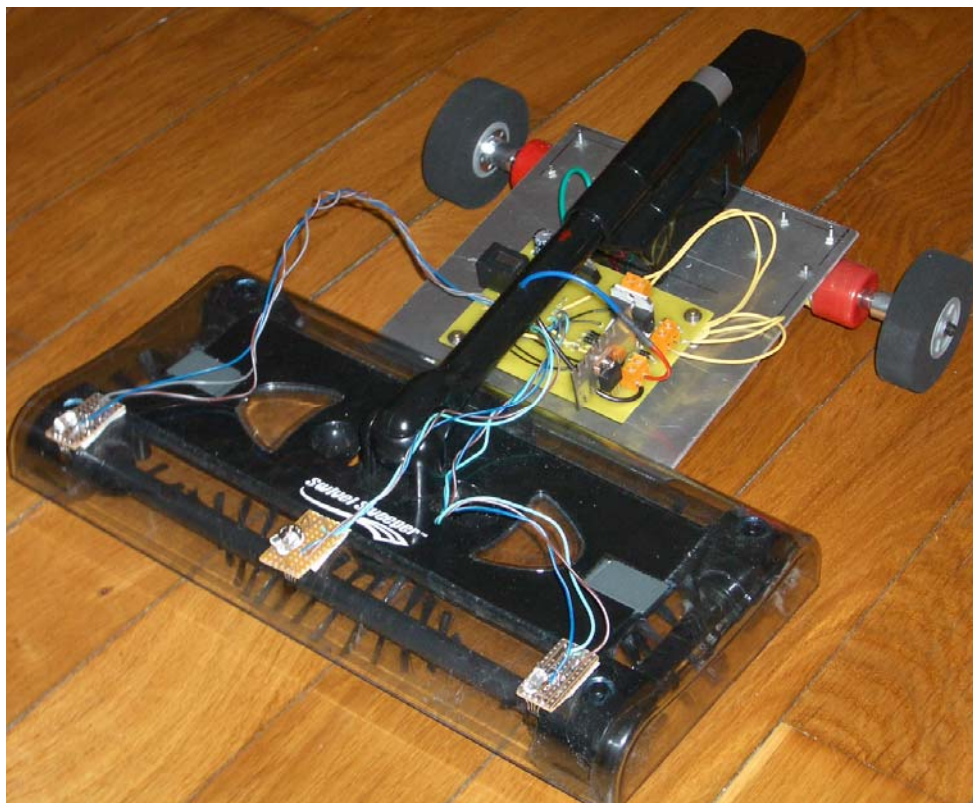


Le Robot aspirateur pour débutant



I. Introduction

Quand j'ai débuté, le premier robot que j'ai voulu construire était un robot aspirateur. J'ai donc commencé par faire un petit tour sur Internet pour voir les réalisations déjà existantes. Malheureusement je n'ai pas trouvé grand chose de très concluant. J'ai vite remarqué que de manière assez paradoxale, la partie la plus compliquée à réaliser n'est pas la partie électronique ou robotique mais la partie aspirateur. J'ai donc décidé de commencer par un robot avec une mécanique moins élaborée.

La réalisation amateur actuelle la plus aboutie que j'ai pu voir est, à mon avis, le robot de l'AQRA. Néanmoins, le constat reste toujours le même : l'aspirateur est toujours compliqué à faire car il faut de l'expérience et du matériel. Ce n'est donc pas vraiment une réalisation à la portée d'un débutant.

Récemment sont apparus des petits « balais aspirateur » électrique bon marché, compacts et légers ; on les trouve facilement sur le net. Ils présentent aussi l'avantage d'être livré avec une batterie et un chargeur qui nous seront bien utiles pour alimenter le futur robot aspirateur.

Ce projet a donc pour but de concevoir et réaliser un robot aspirateur performant, rapide à mettre en œuvre et à la portée des débutants. Le reste du robot est alors composé, très simplement, d'un châssis, de deux moteurs, et d'une électronique construite autour d'un microcontrôleur de chez Microchip : un dspic 30F4012. L'originalité de ce projet réside donc dans l'utilisation d'un balai électrique pour construire un robot aspirateur de sorte qu'il soit accessible à un débutant.

II. La mécanique

La mécanique est réduite au strict minimum. Le châssis est constitué d'une plaque d'aluminium sur laquelle les deux moto-réducteurs sont fixés. Le manche du balai électrique a été scié et le logement de la batterie a été déplacé. Enfin, le balai est assemblé au reste au niveau du logement de la batterie. Au final, le robot repose sur les roues d'une part et sur le balai d'autre part.

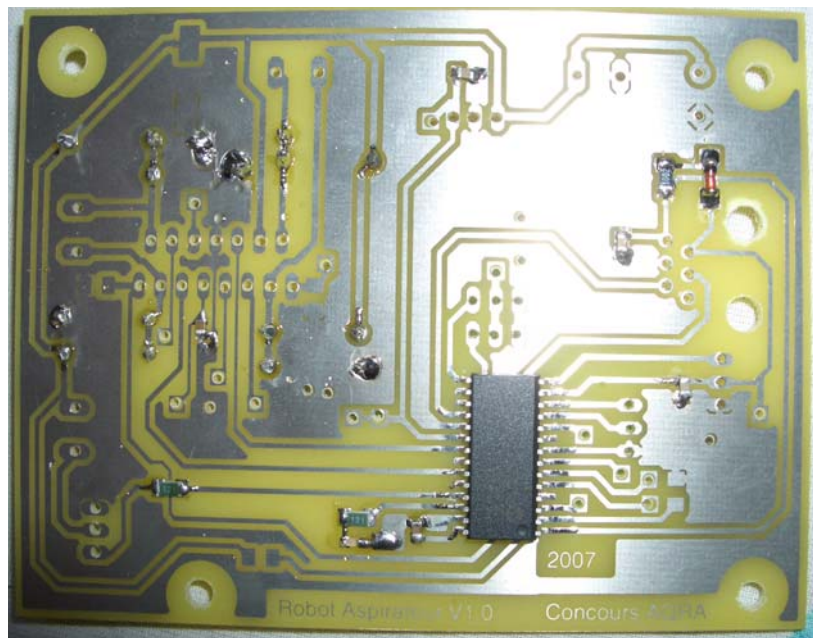
Toutes les fixations sont réalisées grâce à des vis et des écrous. Les perçages doivent être réalisés soigneusement en particulier pour que les roues ne soient pas désaxées l'une par rapport à l'autre. Il ne faut pas oublier de prévoir les trous de fixation de la carte électronique.

Vous pouvez constater qu'il faut peu d'outils pour réaliser la mécanique de ce robot : une scie, une perceuse, des forets à métaux, etc.

III. L'électronique

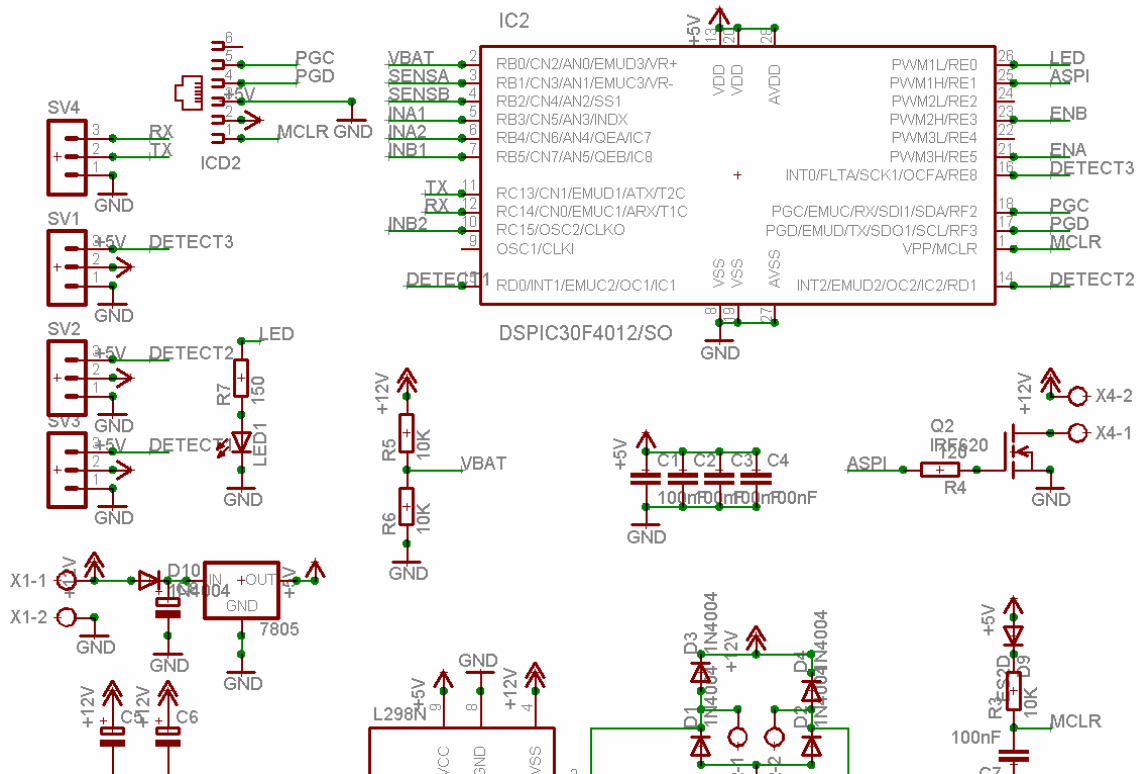
III.1 Electronique de contrôle

Le robot aspirateur est contrôlé par un dspic 30F4012. La figure ci-dessous représente une vue du microcontrôleur en boîtier CMS soudé sur la carte finale. Comme vous pouvez le constater, les pattes du dspic sont suffisamment larges et éloignées les unes des autres pour les souder avec un fer classique. Les autres composants CMS en boîtier 1206 ou 0805 qui ne sont pas difficiles à souder dès lors que l'on est un minimum soigneux.



L'électronique de contrôle se résume en fait au dspic comme vous pouvez le voir sur la figure suivante. Les autres composants sont principalement destinés à l'alimentation, et à la programmation du microcontrôleur. Vous pouvez aussi constater la présence d'un diviseur de tension pour la gestion de la batterie et un mosfet qui permet de contrôler le moteur de balai aspirateur.

Le 30F4012 possède trois sorties PWM qui permettent de gérer les moto-réducteurs (PWM2H et PWM3H) ainsi que le balai par l'intermédiaire du mosfet (PWM1H). L'amateur éclairé pourra utiliser un driver de mosfet pour améliorer les performances du mosfet et éviter un échauffement synonyme de pertes énergétiques.

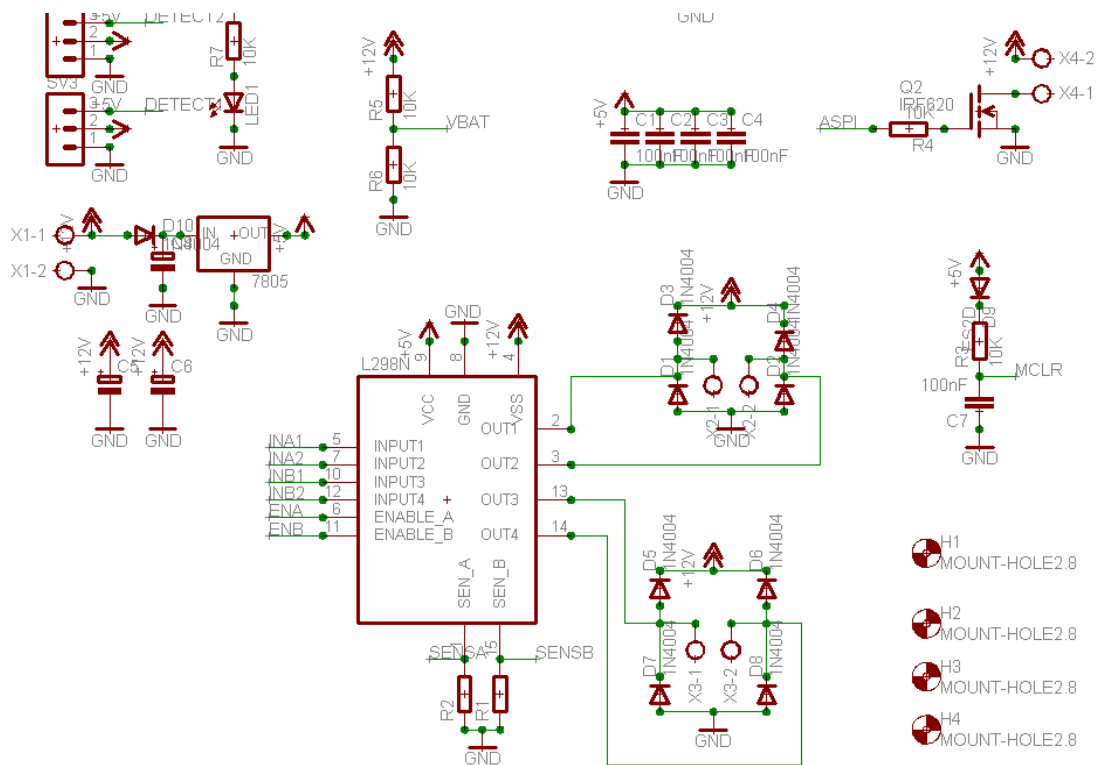


NB : Les condensateurs sont extrêmement importants car ils servent à éviter un reset du dspic quand les moteurs sont mis en action.

III.2 Electronique de puissance

L'électronique de puissance se compose d'un mosfet pour le balai électrique et d'un L298 pour les deux moto-réducteurs. On pourrait tout aussi bien utiliser un relais pour allumer ou éteindre le balai aspirateur mais lors des premiers essais, j'ai remarqué que le moteur de ce dernier faisait tourner le système de ramassage trop rapidement ce qui limite la durée de vie du balai, nuit à l'autonomie du robot et produit un bruit assez important. L'utilisation du mosfet associé à une sortie pwm du dspic permet de régler la vitesse de rotation du moteur.

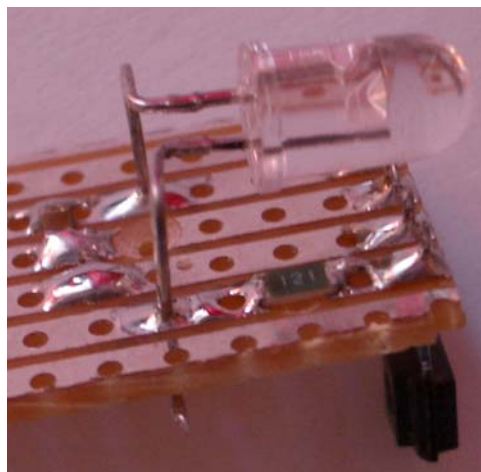
La figure suivante, représente le schéma de connection du L298. On peut voir les connections au microcontrôleur INx, INx1, INx2 avec x=A ou B (cf. figure précédente), les résistances R1,R2 pour la mesure des courants dans les moteurs via SENSEA et SENSB et les 8 diodes de roue libre.



J'ai eu quelques soucis avec le système de mesure de courant car j'ai commencé par utiliser des résistances de puissance (R1 et R2) sans savoir qu'elles avaient des effets inductifs (ce qui est préjudiciable car les moteurs sont commandés par un signal PWM). Je me suis donc procuré des résistances à couche métallique qui devraient régler le problème. Néanmoins, j'ajouterai sûrement un filtre lors de mes prochaines réalisations afin d'éliminer les parasites.

III.3 Les capteurs

Trois capteurs infrarouges sont utilisés pour détecter les obstacles. Ils sont conçus autour d'un IS471F. Le schéma du montage est disponible sur le datasheet de l'IS471F. Le montage est réalisé sur une plaquette de prototypage comme l'illustre la figure suivante.



Ce petit montage est ensuite fixé à l'avant du robot grâce à du scotch double face. Il est possible de remplacer ce capteur par un simple micro interrupteur (aussi appelé micro switch).

Le capteur infrarouge est très directif (c'est d'ailleurs son principal problème) ce qui fait que le robot n'est pas en mesure de repérer et donc d'éviter un objet de faible largeur comme un pied de chaise. Pour remédier à ce problème, j'ai choisi d'utiliser la mesure de l'intensité qui circule dans les moteurs pour détecter un obstacle. En effet, si le robot rencontre un obstacle qui l'empêche d'avancer, alors les moteurs sont bloqués et le courant qui y circule augmente de manière importante. Ainsi, si l'intensité mesurée dépasse une valeur de référence, le robot saura qu'il est bloqué. Il pourra alors réaliser une manœuvre pour se débloquer.

IV. Le programme

Le programme est réalisé en C et compilé avec C30 dans l'environnement de développement Mplab de microchip. Le fichier global.h regroupe les déclarations des fonctions et des variables globales, les inclusions des autres fichiers. Le fichier main.c regroupe les définitions des fonctions et des interruptions.

Dans un premier temps, le programme initialise les ports d'entrée sortie, les timers, le convertisseur analogique numérique (CAN), le module PWM et quelques variables. Ensuite, il exécute une boucle sans fin.

La gestion du CAN est entièrement réalisée par interruption. Quand les 15 conversions sont achevées, le programme exécute une interruption dans laquelle les variables globales AN_alim, AN_md et AN_mg sont mises à jour.

Toutes les actions ont une durée limitée qui est mesurée grâce à un timer. A chaque passage dans la boucle sans fin, on regarde si la batterie n'est pas vide via AN_alim. Ensuite, on met à jour la variable Evenment en contrôlant l'état des capteurs (capteur infrarouge ou mesure du courant dans les moto-réducteurs via AN_md et AN_mg) et en regardant si la durée de l'action en cours n'est pas dépassée grâce à la variable globale fin_tempo_var.

Après, on met à jour la variable Etat en fonction de la variable Evenment et de l'état précédent. C'est dans cette partie que l'on décide comment devra réagir le robot en fonction des différentes situations auxquelles il sera confronté. Enfin, on applique le nouvel état qui vient d'être décidé. Vous pouvez consulter l'excellent article *Intelligence artificielle* sur le wikibot qui présente de manière plus détaillée le principe de l'algorithme utilisé.

NB : On utilise une rampe d'accélération qui permet d'éviter que le robot n'ait un comportement trop saccadé (Cf. fonction void incr_pwm(void)). Cela permet de limiter les chutes de tension en particulier quand les deux moto-réducteurs changent de sens de rotation.

V. Conclusion et perspectives

Malgré le fait que la détection d'obstacle ne soit pas encore au point à cause des problèmes liés à la mesure du courant dans les moto-réducteurs, le projet de robot aspirateur a rempli tous ses objectifs.

En effet, c'est un projet accessible à un débutant qui permet d'aborder tous les aspects de la robotique amateur, que ce soit la mécanique, l'électronique et la programmation. C'est en plus un projet très valorisant car il permet de construire un robot qui rendra un service quotidien. J'espère que cette participation sera suivie d'autres projets basés sur l'utilisation de balais électriques.