

# VARIATEUR DE VITESSE DIGITAL D'UN MOTEUR À COURANT CONTINU POUR VOITURE ÉLECTRIQUE

GUETCHUENG GERDA<sup>(1)</sup>, YASSMINA CHERKAOUI<sup>(1)</sup>, TAPFUH MOUAFFO JOSEPH<sup>(2)</sup>, LANDERCY Paul<sup>(3)</sup>, VAN VINCKENROY Greta<sup>(1)</sup>



<sup>(1)</sup> Haute École Francisco Ferrer  
<sup>(2)</sup> Haute École Libre de Bruxelles-Ilya Prigogine  
<sup>(3)</sup> ELANDIA

## INTRODUCTION

Dans le contexte des véhicules électriques, la vitesse est un paramètre prépondérant pour obtenir un rendement optimal. Les récentes avancées dans les technologies à semiconducteurs et des microprocesseurs ont permis le développement des variateurs de vitesse électroniques.

L'objectif de ce projet est de développer un variateur de vitesse numérique afin de piloter un moteur à courant continu à aimant permanent commandé par un hacheur et qui est alimenté par des batteries lithium-ion. Sa fonction principale est de régler la vitesse et le couple d'un moteur en faisant varier la tension et la fréquence.

Le projet a été réalisé dans le cadre du projet Shell Eco-marathon dont le but est de relever les défis du stockage de l'énergie et de l'autonomie des batteries.

## METHODOLOGIE

Afin de varier la tension moyenne, nous avons opté pour le procédé de la Modulation en Largeur d'Impulsion (MLI), consistant à alimenter le moteur de façon discontinue avec un hacheur ; ce qui permet en outre de réduire la quantité d'énergie consommée par le dispositif d'alimentation.

Le système comporte deux grandes parties : la partie « commande » et la carte de contrôle. Le cœur de la partie commande est constitué d'une carte embarquant un microcontrôleur 8 bits de la famille AVR (Advanced Virtual RISC) ; il est programmable in situ. Cette carte permet de générer des signaux de commandes qui seront transmis à la carte de contrôle. De plus, elle gère les consignes et l'affichage des données mesurées.

La carte de contrôle va s'interfacer avec le moteur en générant des tensions et courants de valeurs adéquates pour faire tourner le moteur. Cette carte de contrôle utilise un générateur de signal en MLI pour la variation de vitesse du moteur et le pont en H pour le contrôle du sens de rotation du moteur. Tout ceci est intercalé par des pilotes de demi-ponts pour cadencer les signaux.

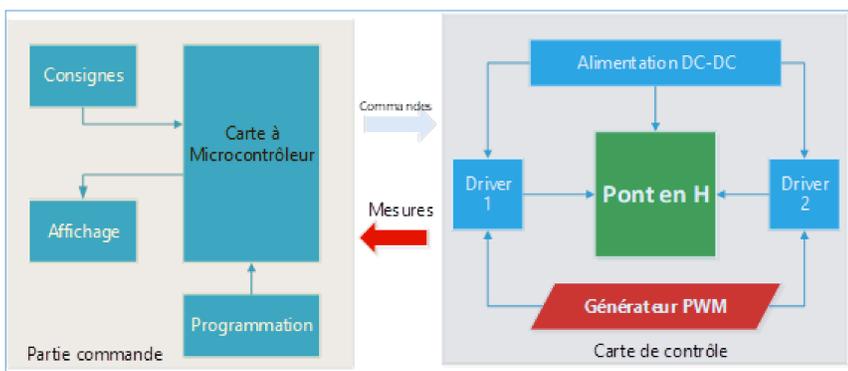


figure 1 : Schéma bloc du système complet

Sous ces différents blocs, des modules supplémentaires ont été conçus afin de récupérer les grandeurs physiques et de les envoyer dans le microcontrôleur à des fins de contrôle ; notamment, la vérification permanente du niveau de la batterie, la mesure de la vitesse du moteur, la mesure des courants afin de détecter les surintensités.

Le freinage est de type rhéostatique : il s'agit tout simplement d'un comparateur à seuil de référence 1.024 V avec une hystérésis fixée par la résistance.

La mesure du courant se fait en insérant une résistance de shunt de 2 mΩ en série avec la charge. La tension aux bornes de la résistance shunt est mesurée, puis le courant est calculé grâce à la loi d'ohm en fonction de la valeur connue de la résistance.

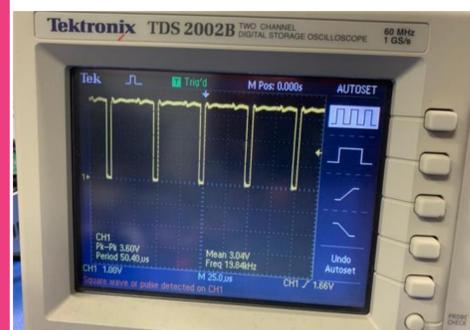
Le courant après sa mesure est acheminé simultanément vers le microcontrôleur pour être lu et affiché. Ensuite, il sera comparé à une tension de référence pour détecter s'il y a une surintensité.

Des mesures ont été prises afin de conserver une bonne compatibilité électromagnétique et un faible encombrement.

## RÉSULTATS

Une première version de la carte électronique a été dessinée grâce au logiciel DesignSpark®. Elle a été fabriquée puis assemblée et testée.

Les mesures de tensions ont été réalisées afin de s'assurer de l'adéquation avec les valeurs dimensionnées ; notamment, 24V à l'entrée de la carte, 5V aux entrées des circuits intégrés et 12V aux bornes des drivers. On obtient également la tension de référence de 1,024 V.



Le fonctionnement des drivers et du pont en H a été testé. À la sortie du générateur MLI nous avons obtenu une forme d'onde correcte de fréquence de 19,8 kHz pour un résultat attendu de 20 kHz.

Enfin, nous avons raccordé la carte au moteur : on pouvait observer le moteur tourner dans les deux sens et à des vitesses réglables en fonction du rapport cyclique du signal MLI.

## CONCLUSION

Toute la chaîne de traction comprenant : une machine à courant et à aimants permanents assurant l'intégralité de la traction des roues, des batteries comme élément de stockage, le convertisseur DC/DC, a été étudiée. Ce qui a permis de mettre sur pied un système de variation de vitesse digital d'un moteur à courant continu pour véhicule électrique.

Les mesures réalisées ont donné lieu à des pistes d'amélioration ; notamment l'introduction d'un algorithme de régulation de la vitesse et la production d'un signal MLI depuis le microcontrôleur afin de gagner en précision et en flexibilité. Une autre version de la carte de contrôle est en cours d'étude.

### References

- [1] Al-Sagar, Z., Saleh, M., Mohammed, K. and Sameen, A., 2020. Modelling and Simulation Speed Control of DC Motor using PSIM. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 745, p.012024.  
[2] R. Mondal, A. Mukhopadhyay, and D. Basak, "Embedded system of DC motor closed loop speed control based on 8051 Microcontroller," *Procedia Technology*, vol. 10, pp. 840–848, 2013.

### Contact

GUETCHUENG TCHUENTE GERDA  
Rue de la Fontaine 4, 1000 Bruxelles  
heff.orgagenerale@brunette.brucity.be