



Réalisation d'un dispositif de stimulation épidurale par impulsions de courant alternatif

Christophe Ribal
GRCTH - Hopital Raymond Poincaré

Résumé : La réalisation d'un outil fiable, sécurisé, et paramétrable, générant avec précision des impulsions de courant entre deux électrodes posées sur un patient, est l'objet de ce stage, en vue de permettre des recherches sur la récupération du système nerveux lors de la stimulation épidurale^[2].



Travail réalisé à partir d'un travail préliminaire sur la commande d'un pont en H par IR 2110 :

- *Constitution d'un hacheur élévateur 12V vers 600V réglables pour utilisation sur batterie.*

- *Protection des sorties de l'IR 2110 et modification du montage de commande du pont*

Au MHz, la capacité de grille du transistor est non négligeable et provoque des impulsions de courant en sens inverse menant à la détérioration de l'IR 2110. La protection du système accroît en contrepartie le temps de blocage des transistors. De nouveaux transistors à faible capacité de grille sont donc choisis pour cette application. Par ailleurs les diodes de bootstrap sont changées pour une commutation rapide mais leur dimensionnement, ainsi que les condensateurs du hacheur, ne permet pas de dépasser les tests à 200 volts.

- *Programmation d'un circuit FPGA en vue de commander les transistors*

Les temps de basculement des sorties des microcontrôleurs à disposition étant trop élevés, le FPGA a finalement été choisi pour fournir un chronogramme stable et paramétrable.

- *Programmation de la carte Maple-Mini*

La commande du niveau de tension du hacheur est réalisée par PWM, tandis que les paramètres des impulsions électroniques de la stimulation épidurale sont transmis par un bus de 15 broches connectées à la FPGA. La carte pourra ensuite être interfacée avec un écran tactile pour recevoir les données de contrôle de l'utilisateur.

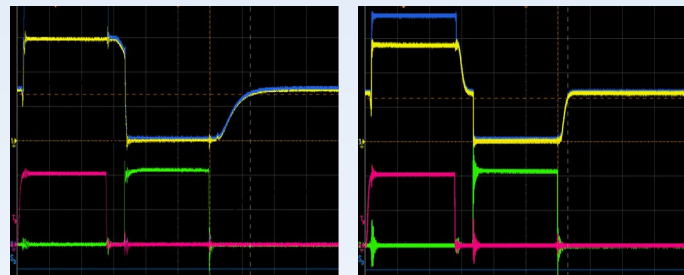


Fig1. Tension d'électrode (en bleu), avant (à gauche) et après (à droite) redimensionnement des transistors. (Tensions de commande en vert et rouge, et tension du condensateur de bootstrap en bleu)

Conclusions :

- Les temps de commutation sont soumis à des compromis, et le système de bootstrap nécessite un redimensionnement.
- Le circuit FPGA est le plus stable et rapide pour commander ces impulsions.
- Une solution de mesure précise du courant pour réaliser l'asservissement et assurer la sécurité de l'utilisateur est à implémenter.

References :

- [1] A computational model for epidural electrical stimulation of spinal sensorimotor circuits. **Capogrosso M, Wenger N, Raspopovic S, Musienko P, Beauparlant J, Bassi Luciani L, Courtine G, Micera S.**
- [2] Epidural Spinal Cord Stimulation Plus Quipazine Administration Enable Stepping in Complete Spinal Adult Rats **Yury P. Gerasimenko, Ronaldo M. Ichiyama, Igor A. Lavrov**
- [3] Extracellular Stimulation of Central Neurons: Influence of Stimulus Waveform and Frequency on Neuronal Output **Cameron C. McIntyre, Warren M. Grill**