

Sistema para Caracterização e Supressão de Tremores de Parkinson via Estímulos Elétricos

Gabriel Gonçalves Fidelis¹, Maria Claudia Ferrari de Castro²

^{1,2}Depto de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI.

¹fidelisggf@hotmail.com, ²mclaudia@fei.edu.br

Resumo: O projeto consiste no desenvolvimento de um equipamento, que seja de fácil aplicação, destinado à caracterização dos tremores de Parkinson, a partir do uso de sensores mioelétricos e acelerometria, visando a supressão ou a atenuação dos tremores, o uso de Estimulação Elétrica Neuromuscular, prezando ao máximo o conforto do usuário. Como resultado foi obtido-se a construção de um sistema completo para a estimulação e aquisição de dados, que será aplicado em pacientes com a Doença de Parkinson.

1. Introdução

A Doença de Parkinson ocorre devido a uma perda significativa dos neurônios dopaminérgicos, que contribuem para o controle motor. A consequência dessa perda é o desequilíbrio entre neurotransmissores e com isso, um déficit no controle dos movimentos, caracterizado pela presença de tremores e oscilações involuntárias, principalmente nos braços e mão, mas também nos membros inferiores [1].

O tratamento convencional e mais comum para a Doença de Parkinson é a medicação, que pode não ser muito efetiva em alguns casos e ainda pode ter efeitos colaterais como a discinesia, comportamentos impulsivos e até alucinações [2].

Outro método, não invasivo, é a Estimulação Elétrica Neuromuscular, em que os eletrodos são posicionados sobre a superfície da pele, na região dos músculos de interesse, e por meio de pulsos elétricos, os músculos são contraídos. Utilizando estratégias específicas, como contração alternada dos músculos agonista-antagonista, ou de ambos simultaneamente, ou até mesmo de maneira sub-limiar, propõem-se minimizar os efeitos da doença [3].

Infelizmente, ainda não foi descoberta a cura efetiva para a doença, mas várias mentes estão voltadas a ajudar aqueles que necessitam. E esse trabalho objetiva o desenvolvimento de um sistema capaz de padronizar a caracterização do tremor, a partir de sinais mioelétricos e acelerometria, e minimizar os tremores pela aplicação de pulsos de corrente elétrica.

2. Metodologia

O StimShield, figura 1, é um dispositivo criado para ser um módulo para o Arduino Uno R3. Sua função é fornecer estímulos via pulsos elétricos, convertendo pulsos monofásicos defasados entre si e o ciclo de trabalho de sinais de modulação de largura de pulso (PWM), fornecidos pelo Arduino, em pulsos de corrente bifásicas com modulação em amplitude (PAM) na saída [4].

O projeto de Barelli et al (2016) consiste em uma peça de hardware de estimulação elétrica para ser usado em projetos como esse. O hardware nos disponibiliza dois canais de estimulação independentes com proteção de curto-circuito. Cada canal fornece uma onda bifásica simétrica e controle por corrente constante. Além disso, o dispositivo possui uma fonte de tensão própria.

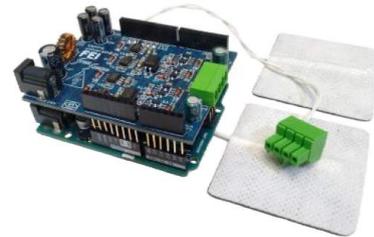


Figura 1 – Hardware StimShield encaixado em um Arduino Uno R3 (Barelli et al (2016)).

A função do conjunto de estimulação é controlar a intensidade da estimulação, além de contar com alguns itens de segurança, como desviar de maneira rápida a corrente do usuário, caso ocorrer alguma intercorrência.

Simplicidade e segurança foram as características visadas para a confecção da placa, possuindo botões e chaves de atuação independentes.

O conjunto foi colocado dentro de uma caixa (Figura 2) confeccionada por impressão 3D, onde ficam alojados os botões e chaves e a entrada de alimentação de bateria.



Figura 2 – Foto por cima da caixa de controle e estimulação montada.

Para salvar os dados mioelétricos (EMG) e de aceleração foi utilizado um sistema totalmente independente da parte de estimulação, de forma a não haver interferências entre os sistemas.

O primeiro sistema foi todo dedicado ao salvamento de dados mioelétricos, consistindo em um Arduino Nano, um módulo de cartão micro SD e dois módulos sensores EMG da SparkFun. Os módulos EMG são posicionados sobre a pele no local dos músculos alvos (no caso desse projeto, nos músculos extensor e flexor do carpo).

O segundo sistema, bem parecido com o primeiro, conta com um Arduino Nano, um módulo de cartão micro SD e um módulo de acelerometria MMA7361.

Para o funcionamento do sistema de aquisição de dados, após ligá-lo, aciona-se uma única chave para iniciar a gravação de dados, visando manter o sincronismo dos dados. Para finalizar, basta acionar outra chave para finalizar o processo.

O sistema de aquisição de dados foi dedicado inteiramente à velocidade de aquisição das amostras, e por esse motivo, foram usados módulos separados. A Figura 3 mostra a placa do sistema de aquisição.

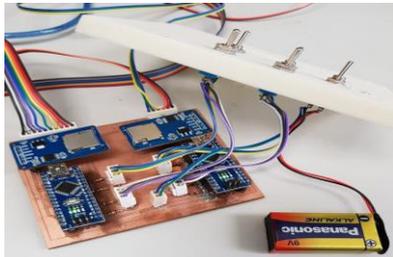


Figura 3 – Conjunto aberto do sistema de gravação de dados.

Após a aquisição das magnitudes X, Y e Z do acelerômetro, também é fornecida uma parametrização segundo a equação 1, de forma que o resultado seja dado de maneira bem expressiva e sensível a mudança.

$$\text{Comando} = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2} \quad (1)$$

3. Resultados

Para os testes de aquisição de dados, foi utilizada uma onda quadrada de 1Vpp, 0.5V de offset e 1Hz para determinar a quantidade de amostras por segundo. Colocando diretamente nas entradas analógicas A0 e A1 dos Arduinos, a onda recuperada para todos os testes está representada na Figura 4.

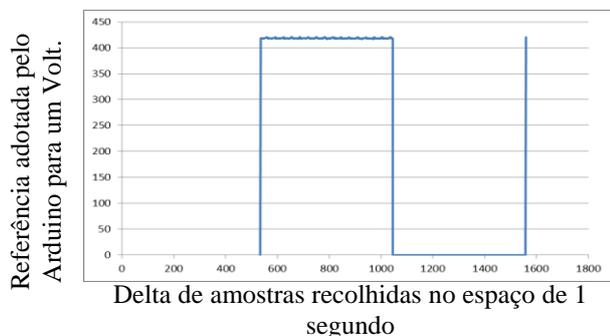


Figura 4 – Onda reproduzida a partir dos dados testes coletados.

A velocidade de aquisição de amostras dos dois sistemas está por volta de 1175 amostras por segundo. Um número que se mostra bastante razoável para o processamento do Arduino, conseguindo reproduzir com fidelidade as ondas testes.

O conjunto de aquisição de dados está de acordo com o planejado, até melhor. A placa é única, podendo desmontá-la com facilidade para a devida manutenção.

Com o valor obtido pela equação 1, haverá um valor de *offset* dado pelo próprio Arduino quando o acelerômetro estiver parado, devendo, portanto, ser excluído do valor a ser considerado.

A Figura 5 mostra os dados obtidos com o sensor de acelerometria, mostrando a composição do tremor, nos 3 eixos, em um indivíduo com a doença de Parkinson.

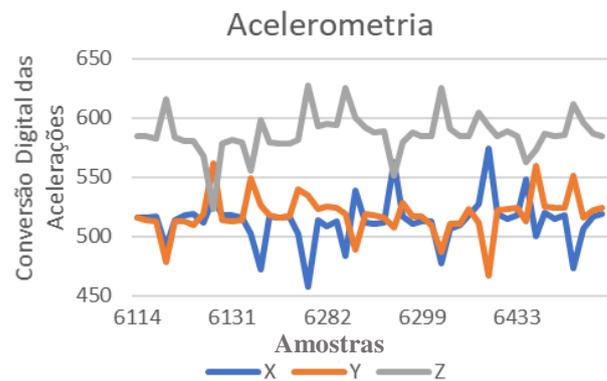


Figura 5 – Acelerometria resultante devido ao tremor nas mãos de um indivíduo com a Doença de Parkinson.

4. Conclusões

O conjunto de estimulação tomou uma forma satisfatória. A placa de controle é simples de ser confeccionada e funciona muito bem. A corrente de operação é suficiente para a ativação muscular. A caixa cabe nas mãos e não é pesada; portanto, sua manipulação ficou de acordo com o esperado, podendo dizer que o conjunto todo está pronto para ser utilizado para a aplicação a que se propõe.

5. Referências

- [1] PINHEIRO, W. C. et al. Parkinson's disease tremor suppression - a double approach study - part 1. 10th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies - v.1: BIODEVICES, 2017, p. 149-155.
- [2] NATIONAL INSTITUTE OF NEUROLOGICAL DISORDERS AND STROKE (NIH). Parkinson's Disease Information Page. Disponível em: <<https://www.ninds.nih.gov/Disorders/All-Disorders/Parkinsons-Disease-Information-Page#disorders-r1>>. Acesso em: 20 jan. 2018.
- [3] DOSEN, S. et al. Online Tremor Suppression Using Electromyography and Low-Level Electrical Stimulation. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, v.23, n.3, 2015, p. 385-395, doi: 10.1109/TNSRE.2014.2328296.
- [4] BARELLI, R. G. et al. STIMSHIELD – Shield para Arduino Uno com dois canais de Estimulação Elétrica Neuromuscular. In: Anais do XXV CBEB - Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, 2016, Foz do Iguaçu, Brasil, p. 412-415.

Agradecimentos

À instituição Centro Universitário da FEI pela disponibilização dos equipamentos e ambiente de laboratório para pesquisa e confecção, e aos técnicos dos laboratórios pela disposição e pela ajuda técnica. A professora orientadora, por sua paciência e seu apoio a pesquisa em todos os momentos. E à família e amigos pelo apoio emocional e moral.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 08/17 a 06/18.