



Kit Didático de Estimulação Elétrica Neuromuscular

V S Barbosa, M C F Castro

Centro Universitário FEI, São Bernardo do Campo, Brasil

unievarbarbosa@fei.edu.br; mclaudia@fei.edu.br

Contexto, Motivação e Objetivos. Plataformas abertas como o Arduino tem sido largamente utilizadas devido ao fácil acesso ao produto, a facilidade em programa-lo e a larga funcionalidade que pode ser obtida através do acoplamento de *Shields*. Observando a tendência de utilização destes microcontroladores desenvolveu-se um kit didático utilizando Arduino e *Shields* para introdução da estimulação elétrica neuromuscular em aulas práticas de laboratório na disciplina de Engenharia Biomédica. Com isso pretende-se desenvolver no aluno a visão e habilidade interdisciplinar necessárias para compreensão dos conceitos de estimulação elétrica neuromuscular e as respostas do sistema neuromotor em função da variação de frequência, amplitude, largura de pulso e aplicação ou não de modulação na variação dos parâmetros.

Métodos. O kit didático, visualizado na figura 1, é composto por um Arduino Uno[®], o *Stimshield*, e um *Shield LCD* com teclado operacional, com dois canais de estimulação em corrente constante, de pulsos quadrados, bifásicos e simétricos e isolados entre si. O *shield LCD* com teclado operacional tem por função desempenhar a interface com o usuário, pela qual pode-se ajustar e visualizar os valores de parâmetros ajustados. Através do teclado, o usuário pode interagir com o sistema, incrementando ou decrementando os parâmetros de ajuste, e os mesmos aparecem confirmados no display e os comandos são executados pelo Arduino Uno[®]. Este por sua vez é o responsável por todo o controle do sistema e geração de sinais em baixa potência, enquanto o *Stimshield* [1] é responsável pela fonte de tensão do estimulador, que converte os 12V da bateria para as tensões de alimentação dos circuitos, especialmente os 40V necessários para a alimentação do circuito de saída do estimulador, e a conversão dos sinais de baixa potência, para sinais com potência suficiente para provocar uma resposta motora. Considerando apenas um dos canais, inicialmente, são gerados dois sinais monofásicos (figura 2 (a)), com largura ajustável (50-600 μ s), frequência também ajustável (5-50Hz) e defasados entre si, de modo a ativarem os dois lados de uma ponte de corrente, passando corrente na carga em ambos os sentidos. O resultado é um sinal bifásico na saída (figura 2 (b)). O controle de amplitude é feito através de um sinal de modulação de largura de pulso (PWM) do microcontrolador, convertido em modulação de amplitude de pulso (PAM) no *Stimshield* (de 0 a 40mA). Propostas de atividades de laboratório estão em desenvolvimento de forma a proporcionar ao aluno experiência prática relacionada aos conceitos de estimulação elétrica neuromuscular, efeitos decorrentes da variação dos parâmetros utilizados, diferenças na sensibilidade e diferenças na resposta neuromotora.

Resultados. Uma boa comunicação entre as partes do sistema é essencial para o bom funcionamento do mesmo. Além disso, foi necessário gerar as equações de calibração para relacionar os valores de amplitude de saída, ajustáveis através do *Shield LCD* com teclado operacional, com os valores de PWM gerados pelo Arduino Uno[®]. O melhor ajuste foi um modelo polinomial de ordem 3 para ambos os canais, diferindo ligeiramente entre eles, devido à tolerância de componentes e ganhos de transistores. As propostas de atividades de laboratório serão testadas / executadas pelo aluno proponente, para na sequência fazer parte do conjunto de atividades da disciplina Engenharia Biomédica do Centro Universitário FEI.

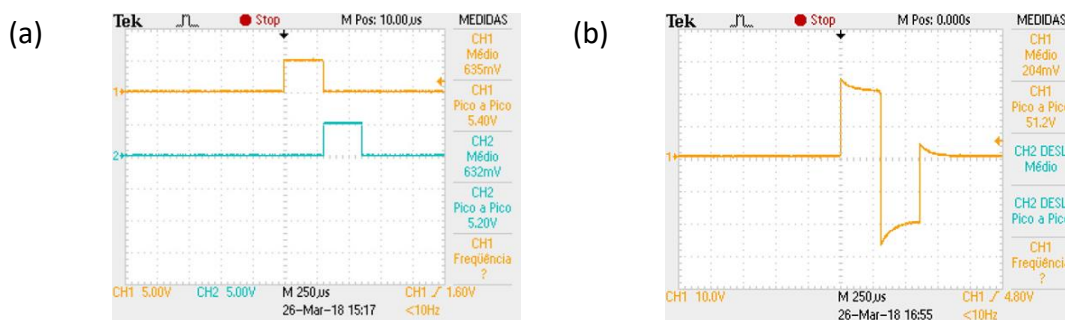
Discussão e Conclusões. O kit deve proporcionar aos estudantes de engenharia biomédica um contato com a estimulação elétrica neuromuscular, além de ampliar a capacidade interdisciplinar por envolver temas de engenharia elétrica, programação, anatomia e neurofisiologia. A continuidade do projeto, baseia-se na ampliação da capacidade de configurações do kit, tornando possível variar frequência ou largura de pulso, além da escolha de aplicação ou não de modulação na variação dos parâmetros.

Figuras.

Figura 1 – Kit didático



Figure 2 - Sinais de Controle: (a) pulsos monofásicos defasados; (b) Pulso bifásico de saída



Referências. R G Barelli et al. **STIMSHIELD - SHIELD PARA ARDUÍNO UNO™ COM DOIS CANAIS DE ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR.** Anais do XXV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, p.412-415, 2016.

Agradecimentos. Os autores agradecem ao Centro Universitário FEI pelo apoio ao projeto.

Palavras Chave. *Stimshield*; kit didático; estimulador elétrico neuromuscular; Arduino.