

ADOÇÃO DE RTOS NA CRIAÇÃO DE DISPOSITIVO ELETROMÉDICO PARA AVALIAÇÃO DO BLOQUEIO NEUROMUSCULAR INTRAOPERATÓRIO

Matheus. L. Pinto¹, Gustavo Ott² e Mauricio. C. Tavares²

Instituto Federal de Santa Catarina, Chapecó, Brasil¹
PD&I - Contronic Sistemas Automáticos Ltda., Pelotas, Brasil²

INTRODUÇÃO

Equipamentos eletromédicos podem ser enquadrados na categoria dos sistemas embarcados [1]. Sob este prisma, muitas das características e restrições de um sistema embarcado passam a pertencer ao escopo do equipamento de uso médico projetado em torno de um microprocessador ou microcontrolador (μC).

O presente trabalho constituiu-se em um aperfeiçoamento do projeto desenvolvido por Ott et al. [2, 3], no qual foi criado um protótipo de equipamento não invasivo para avaliação do grau de bloqueio neuromuscular de paciente sob o efeito de anestesia geral. No tocante a *software*, o foco foi colocado na utilização de um sistema operacional de tempo real (RTOS) em substituição ao *firmware* original.

A motivação para esta nova abordagem foi a busca por flexibilidade, modularidade, previsibilidade, atendimento a tempo real nas tarefas críticas e facilidade de alteração futura no código [5].

MATERIAIS E MÉTODOS

Na Figura 1 está representado o diagrama de blocos do sistema, contendo o dispositivo desenvolvido e componentes externos com os quais interage.

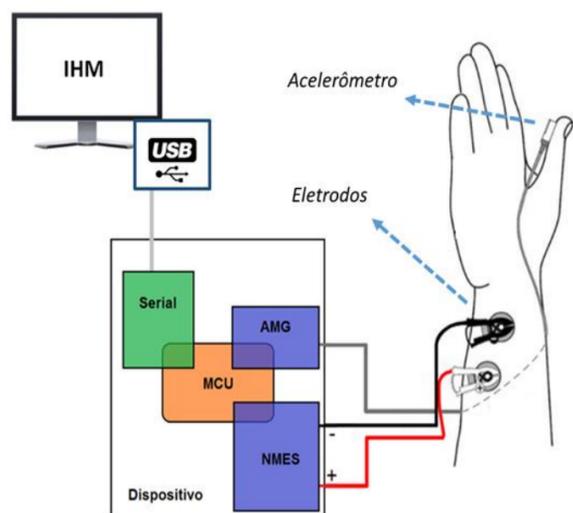


Figura 1: Diagrama de blocos do dispositivo.

O μC (Kinetic MKL25Z128VLH4 da NXP) é o principal componente do hardware, atua como gerenciador do dispositivo, executando o RTOS (FreeRTOS [6]) e as tarefas programadas, incluindo a geração dos estímulos elétricos no padrão TOF [4,7], a aquisição e condicionamento das amostras obtidas do acelerômetro. As amostras são enviadas ao computador, onde um software é responsável pela manipulação e apresentação dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sem o objetivo de constituir um produto acabado, o protótipo, apresentado na Figura 2, foi montado em bancada como prova de conceito.

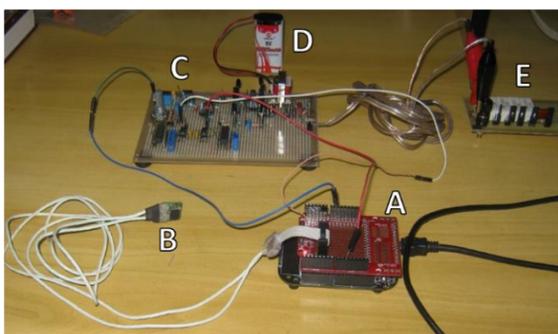
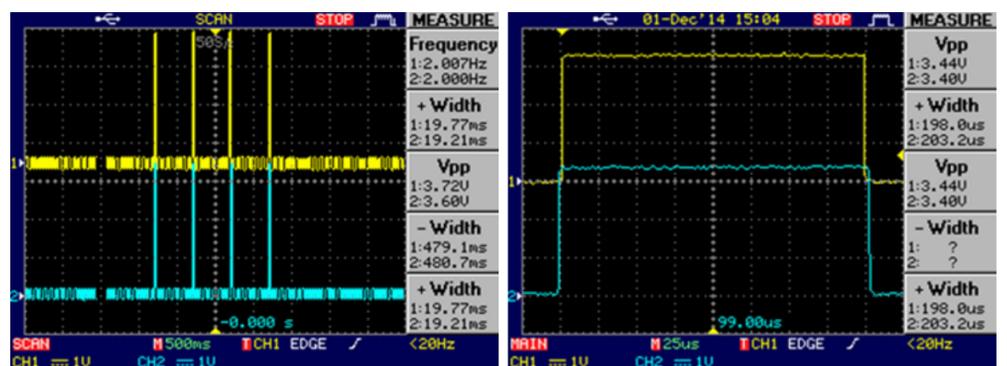


Figura 2: Protótipo do dispositivo.

Na Figura 3 (a) é apresentada uma janela de amostras dos pulsos de saída do μC , responsáveis por gerar os sinais de controle dos estímulos elétricos. Uma saída digital do μC é responsável pelo chaveamento e uma saída analógica pelo ajuste de corrente do pulso. A frequência medida em ambos os canais é de 2,00 Hz, conforme recomendado no padrão TOF [4,7]. Na Figura 3 (b) é detalhado um dos quatro pulsos do TOF, cuja duração nominal é de 200 μs .



(a) (b)

Figura 3: (a) Amostra dos pulsos; (b) Duração efetiva dos pulsos gerados.

Uma captura da tela do software PC é apresentada na Figura 4.

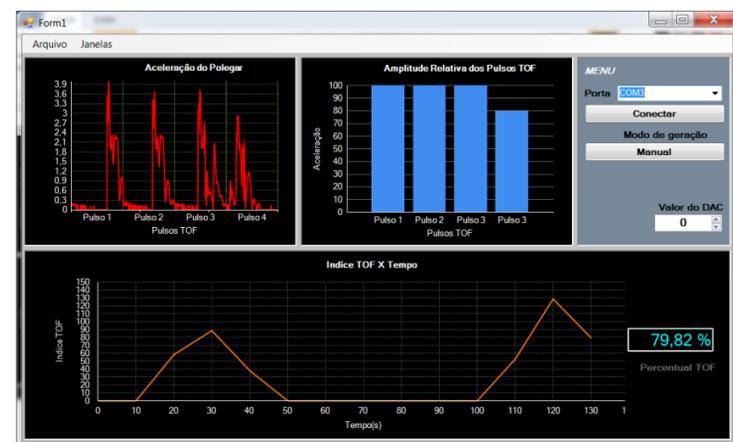


Figura 4: Interface do software de IHM.

CONCLUSÃO

O dispositivo projetado desempenhou suas funções de acordo com as especificações encontradas na literatura, considerado o ambiente e condições restritas nas quais foi testado.

Delegar as funções de temporização e escalonamento de tarefas ao *kernel* do RTOS foi útil para controlar mais facilmente a execução da aplicação. Tarefas de menor prioridade puderam ser inseridas no projeto apenas nos momentos oportunos, sem interferir na execução das tarefas de maior prioridade.

REFERÊNCIAS

- [1] Marwedel P. Embedded System Design. 2nd ed. Dordrecht: Springer; 2011.
- [2] Ott G, Nascimento TC, Gonçalves DU, Tavares MC. Estimulador elétrico multifuncional para diagnóstico clínico e acompanhamento cirúrgico. Anais do CBEB 2008; p. 169.
- [3] Ott G. Curare - Sistema de Estimulação Elétrica e Aceleromiografia voltado à Avaliação do Grau de Bloqueio Neuromuscular. TCC. Pelotas: Universidade Católica de Pelotas; 2009.
- [4] Viby-Mogensen J, Jensen E, Werner M, Nielsen H. K. Measurement of acceleration: a new method of monitoring neuromuscular function. Acta Anaesthesiologica Scandinavica. 1988; 32(1):45-48.
- [5] Cooling J. Real-Time Operating Systems. 1st ed. Lindentree Associates; 2013.
- [6] Freertos. FreeRTOS. 2016. Disponível em: <http://www.freertos.org>.
- [7] Padmaja D, Mantha S. Monitoring of Neuromuscular Junction. Indian Journal of Anaesthesia. 2002; 46(4): 279-288.
- [8] White Elicia. Making Embedded Systems – Design Patterns for Great Software. 1st ed. Sebastopol: O'Reilly Media; 2011.