



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DE PESQUISA

PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA VOLUNTÁRIA – PICVOL

Multiplexação de sinais de miografia

Área do conhecimento: Hardware

Subárea do conhecimento: Automação

Especialidade do conhecimento: Interatividade e Acessibilidade

Relatório Parcial

Este projeto é desenvolvido com bolsa de iniciação científica PICVOL
PIBIC/COPES

São Cristóvão – Sergipe

2018

Sumário

1	Atividades Realizadas	2
2	Justificativas de Alteração no Plano de Trabalho	3
3	Outras Atividades	4
4	Revisão da Literatura	5
5	Metodologia	6
6	Resultados preliminares	10
	Referências	13

1

Atividades Realizadas

Inicialmente, foi feita a revisão bibliográfica a respeito das aplicações e uso dos circuitos multiplexadores no campo dos biosinais podendo ser: eletrocardiograma, eletro-oculograma e eletromiografia.

Após a revisão bibliográfica, foi feita a pesquisa sobre qual o multiplexador atenderia aos requisitos para trabalhar com sinal mioelétrico, que possui baixa amplitude e baixa frequência.

Segundo Wang (2016), o multiplexador deve possuir baixa resistência de ligação (Ron) e baixa distorção no chaveamento dos canais, então atendendo a estes requisitos foi escolhido o multiplexador analógico CD4051.

Logo em seguida foi projetado os circuitos de multiplexação, de modo que fossem utilizados componentes de baixo custo e de fácil aquisição, comercialmente. Para isto foi utilizado o software Protheus.

Com os componentes em mãos foi feita a montagem do circuito de multiplexação para quatro canais em uma protoboard. Esse circuito tem como objetivo multiplexar os sinais obtidos de várias placas de 4 canais. Possibilitando trabalhar com um número maior de canais.

E por fim, o circuito foi testado com o auxílio do gerador de sinais e o osciloscópio, a fim de verificar a funcionalidade da comutação entre canais. Para que possa ser confeccionada a placa de circuito impresso – PCB.

2

Justificativas de Alteração no Plano de Trabalho

Não se aplica.

3

Outras Atividades

- Participei da atividade de extensão: Seminários Sobre Internet das Coisas – IOT, com carga horária de 3 horas, coordenado pelo professor Antonio Ramirez Hidalgo, promovido pelo Departamento de Engenharia Elétrica. Onde um dos temas abordados, com relevância a esta pesquisa, foi o Monitoramento Cardíaco via Internet das Coisas. A atividade foi realizada no período de 29 a 31 de agosto de 2017;
- Participei da atividade de extensão: *Electrical Day 2017*, com carga horária de 8 horas, promovido pelo Empresa Júnior de Engenharia Elétrica – EPJEL, no mini curso de impressão 3D, que pode contribuir no contexto geral desta pesquisa na confecção de uma mão robótica. A atividade foi realizada no dia 18 de novembro de 2017;
- Participei da atividade de extensão: IV SEMAC - minicursos Pibic 2017, com carga horária de 8 horas, coordenada pela Professora Raquel Simoes Mendes Netto, promovida pela coordenação de pesquisa, no minicurso Redação Científica e Plágio Acadêmico. A atividade foi realizada no período de 20 a 24 de novembro de 2017.
- Também foi produzido um artigo para submissão no *IEEE Symposium on Computers and Communications – ISCC* com qualis A2, que ocorrerá em Junho de 2018, na cidade de Natal. O título do artigo é *Low cost hardware and software platform for multichannel surface electromyography*. A submissão foi realizada no mês de Janeiro e em Março é esperado o resultado de aceitação.

4

Revisão da Literatura

Eletromiografia é uma área que lida com a detecção, análise e o uso do sinal elétrico que emana das contrações musculares. Este sinal pode ser usado em diversas aplicações, desde o monitoramento dos músculos, em reabilitação de pessoas que perderam movimentos, em esportes para verificar a fadiga dos músculos e até mesmo controle de próteses biônicas (LUCA, 2006).

Amputados e indivíduos parcialmente paralisados tipicamente tem músculos intactos podendo exercer graus de liberdade variados de controle sobre estes. Além disso, existem evidências de que amputados que perderam a mão são capazes de gerar sinais nos músculos do antebraço muito semelhantes ao de uma pessoa saudável (ERIKSSON; SEBELIUS; BALKENIUS, 1998).

Para certas aplicações, como o controle de mão robótica é necessário um número maior de canais que possibilite uma quantidade maior de informações, a fim de controlar com precisão os movimentos de flexão dos dedos, do pulso ou da mão. Então é necessário multiplexar os sinais para reduzir o número de dados de saída.

Um multiplexador é um dispositivo que seleciona uma saída de muitas entradas em uma base de seleção linear e é uma parte fundamental das aplicações biomédicas (D et al., 2013).

Este plano de trabalho tem como objetivo utilizar um circuito multiplexador na etapa intermediária entre aquisição e conversão analógico digital do sinal mioelétrico. O que permite reduzir os custos quando se deseja trabalhar com diversos canais.

5

Metodologia

Na figura 1 é mostrado o diagrama de blocos do sistema de aquisição, multiplexação e digitalização do sinal mioelétrico. Que é composto por até 4 placas de aquisição, circuito de multiplexação, placa Tiva e um computador para visualizar os diversos sinais mioelétricos adquiridos. A etapa de multiplexação é opcional, utilizada em aplicações que necessitem de uma quantidade maior de canais.

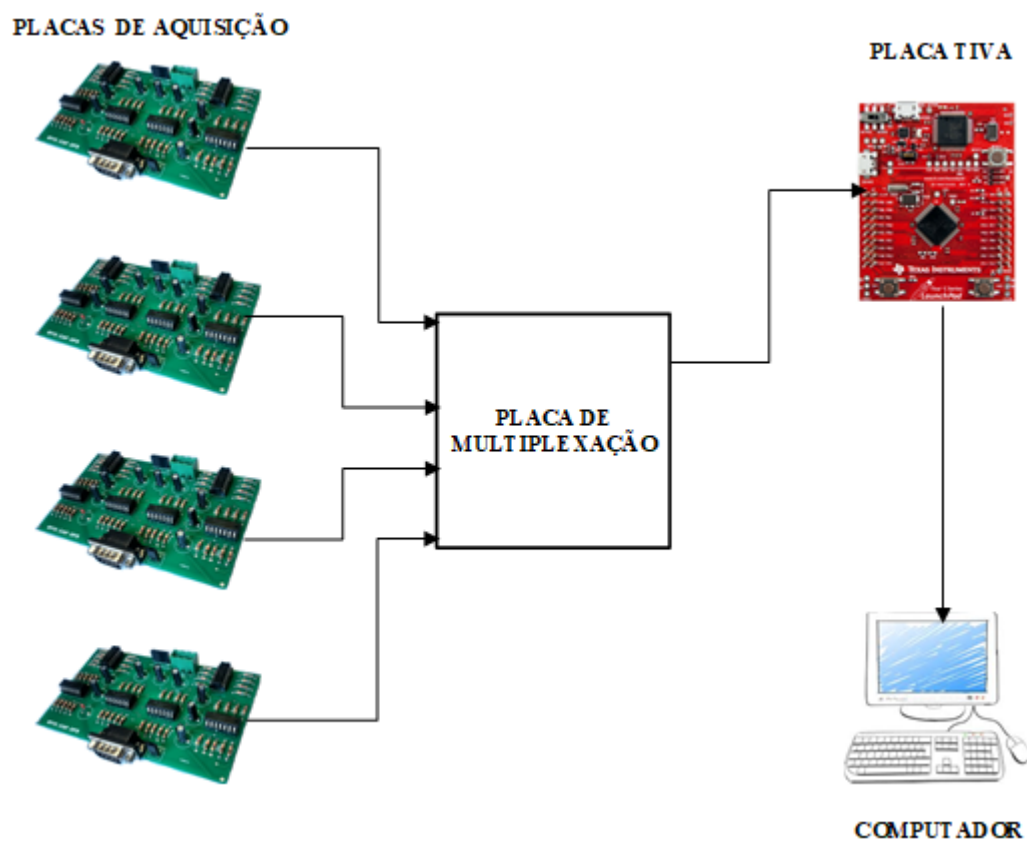


Figura 1 – Diagrama de blocos da plataforma.

Na figura 2 é mostrado o diagrama esquemático da placa de multiplexação, nesse circuito é possível conectar 4 placas de aquisição de 4 canais, o total de canais que podem ser capturados com esta placa são 16. A seguir é listada a nomenclatura de cada terminal:

- BOARD X – conector onde é ligado cada placa de aquisição e condicionamento do sinal mioelétrico, onde o X varia de 1 a 4;
- SELECT CHANNEL – terminais que serão ligados aos pinos da Tiva e servem para realizar a seleção de canais que serão habilitados na saída do mux;
- OUT MUX – saída dos multiplexadores que serão ligados a um circuito somador;
- TO TIVA – saída do circuito somador que será ligada a placa Tiva;
- POWER – alimentação simétrica de -9 e +9V.

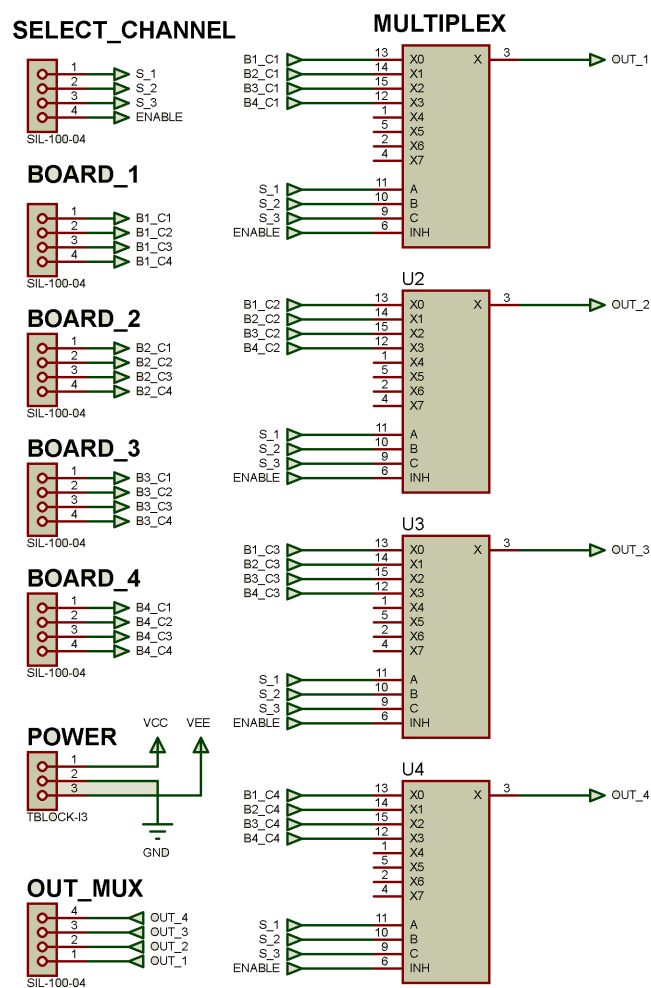


Figura 2 – Diagrama esquemático do circuito de multiplexação para canais.

O multiplexador e demultiplexador analógico CD 4051 de 8 canais é um circuito integrado com tecnologia *complementary metal-oxide-semiconductor* – CMOS que possui 16 pinos, sendo 3 pinos de endereçamento (S1 a S3), 8 pinos independentes de entradas/saídas – I/O (Y0 a Y7) conectados a um pino comum I/O (Z). A tensão de alimentação é de 3 a 15V (VEE, VSS e VDD) e a tensão de operação é de 0 a 2 para nível logico baixo e 2.1 a 5 para nível logico alto (NEXPERIA, 2016). Na figura 3 é mostrado este circuito integrado.

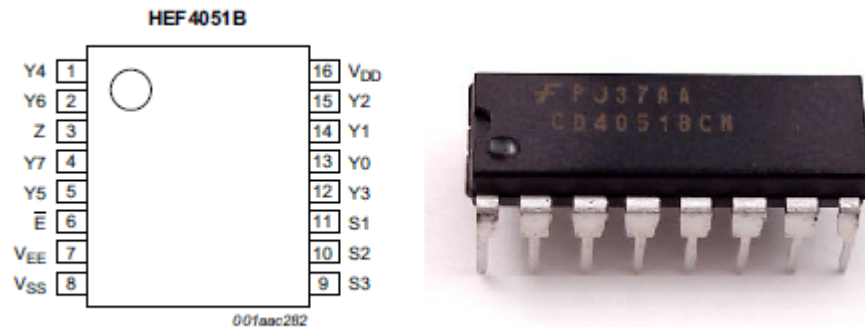


Figura 3 – Circuito integrado CD4051.

Neste trabalho foi utilizado a placa de desenvolvimento Tiva-C series EK-TM4C123GXL, responsável por realizar a conversão analógico-digital do sinal mioelétrico e a seleção dos canais das placas conectadas ao multiplexador a uma dada frequência de chaveamento.

É uma plataforma de baixo custo que possui microcontrolador ARM Cortex M4 de 32 bits operando a 80 MHz. Este microcontrolador é encontrados em telefones celulares, calculadoras, periféricos de computadores, equipamentos eletrônicos em geral e aplicações industriais (SOUZA,). Na figura 4 é mostrado a placa de desenvolvimento Tiva, para programá-la pode ser usado a linguagem C com compilador fornecido pela Texas Instruments Code Composer Studio – CCS.

A placa tiva opera com valores positivos de tensão em suas entradas conectadas ao seu conversor analógico-digital, então foi necessário utilizar um circuito que eleve o nível de tensão (off-set) em 1.6V após a etapa de multiplexação, pois o sinal mioelétrico é de natureza analógica tendo valores negativos e positivos de tensão. Este circuito somador de tensão é apresentado na figura 5 abaixo.



Figura 4 – Placa de Desenvolvimento EK-TM4C123G.

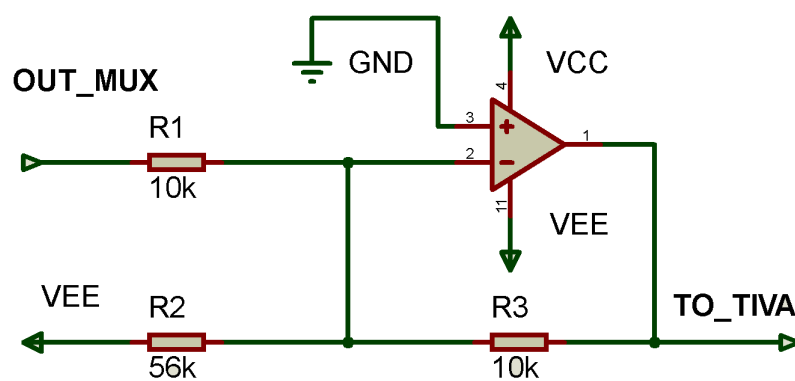


Figura 5 – Circuito somador inversor de tensão.

6

Resultados preliminares

O circuito de multiplexação para quatro canais foi montado em uma protoboard em conjunto com o circuito somador e podem ser vistos na figura 6. Este circuito foi testado utilizando gerador de sinais e osciloscópio.

Foram utilizados dois sinais de entrada através do gerador de funções foi possível obter uma onda senoidal e outra onda quadrada com frequência e amplitude aproximadamente iguais como pode ser visto na figura 7

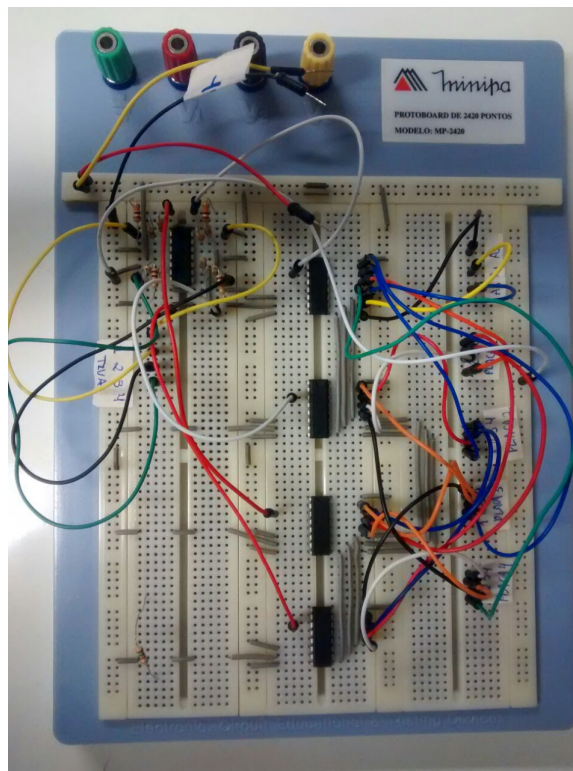


Figura 6 – Circuito de multiplexação montado na protoboard.

Estes sinais foram conectados a duas entradas do circuito multiplexador e a saída pode ser observada nas figuras 8 e 9. Os dois sinais de entrada simulam dois canais da placa de aquisição e na saída teremos a composição de ambos os sinais. A frequência de chaveamento e a frequência dos sinais de entrada foram variadas entre a frequência mínima e máxima do sinal mioelétrico que pela literatura é de 20 a 500Hz (LUCA, 2006).

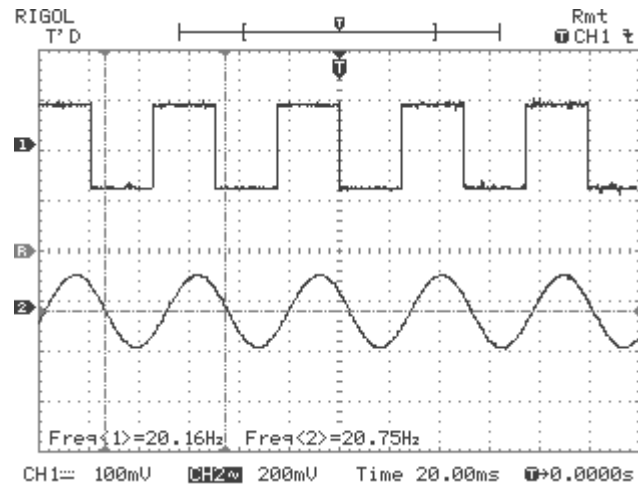


Figura 7 – Tela de captura do osciloscópio dos sinais de entrada (onda senoidal e quadrada).

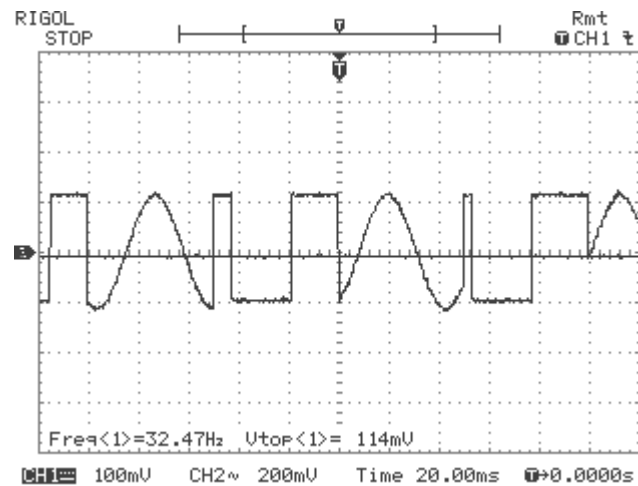


Figura 8 – Tela de captura do osciloscópio saída com frequência de 20Hz.

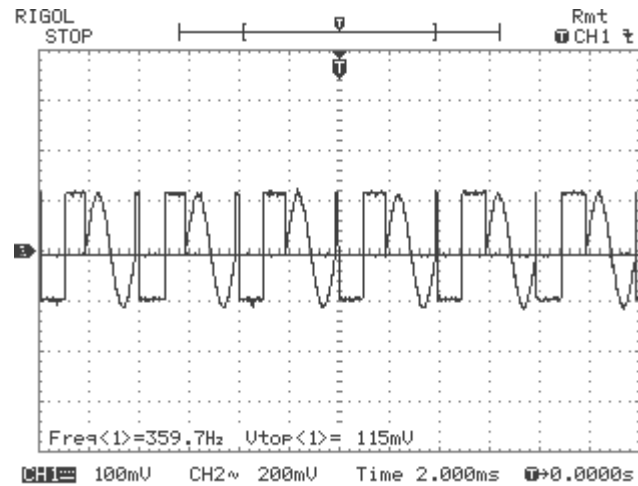


Figura 9 – Tela de captura do osciloscópio saída com frequência de 500Hz.

O sinal de saída é composto por um ciclo de onda quadrada e um ciclo de onda senoidal, como podem ser observados nas figuras 8 e 9. Estes sinais não sofreram distorções no chaveamento para a menor e a maior frequência do sinal aplicado.

Portanto o resultado preliminar, encontra-se dentro do esperado. Como trabalho futuro espera-se confeccionar este circuito de multiplexação em uma placa de circuito impresso e aumentar a quantidade de canais para oito.

Referências

D, H. P. et al. *Design of Ultra Low Power 8-Channel Analog Multiplexer Using Dynamic Threshold for Biosignals*. [S.l.: s.n.], 2013. v. 4. DOI: 10.5121/vlsic.2013.4508.

ERIKSSON, L.; SEBELIUS, F.; BALKENIUS, C. Neural Control of a Virtual Prosthesis. In: TAYLOR, J. G. et al. (Ed.). *ICANN 98*. London: Springer London, 1998. p. 905–910. ISBN 978-3-540-76263-8 978-1-4471-1599-1. DOI: 10.1007/978-1-4471-1599-1_141. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4471-1599-1_141>.

LUCA, C. D. Electromyography. In: *Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation*. John Wiley & Sons, Inc., 2006. ISBN 978-0-471-73287-7. DOI: 10.1002/0471732877.emd097. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/0471732877.emd097/abstract>>.

NEXPERIA. *HEF4051B 8-Channel Analog Multiplexer/Demultiplexer Datasheet*. 2016. Disponível em: <<https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/HEF4051B.pdf>>.

SOUZA, S. A. *Introdução aos microcontroladores ARM Cortex-M4 Tiva C Series da Texas Instruments*. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgv0gAJ/introducao-aos-microcontroladores-arm-cortex-m4-tiva-c-series-texas-instruments>>.

WANG, R. *A Low Power 8 to 1 Analog Multiplexer for Bio-Signal Acquisition System with a Function of Amplification*. Tese (Text) — Carleton University, 2016. Disponível em: <<https://curve.carleton.ca/88679474-7bcd-436e-8551-e62864841f7a>>.