



Projeto de placas de aquisição e condicionamento de sinais integradas a microcontroladores para sistemas não invasivos aplicados ao esporte

RESUMO

Felipe Ferrarez Rocha

feliperocha@alunos.utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Mário Elias Marinho Vieira

mariovieira@alunos.utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Sergio Luiz Stevan Junior

sstevanjr@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

O ciclismo profissional exige do atleta o máximo rendimento. Para isso, a coleta de dados como postura aerodinâmica e potência fisiológica torna-se necessária para análise do desempenho. Dada a falta de equipamentos nacionais capazes de realizar este tipo de coleta de dados e o alto custo dos equipamentos importados, o trabalho proposto tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema de condicionamento e aquisição de sinais provenientes da deformação causada em uma pedivela pelo esforço aplicado pelo ciclista no pedal, com a utilização de extensômetros, amplificadores operacionais, microcontrolador e módulo de transmissão via Bluetooth, apresentando os métodos de desenvolvimento do projeto, além dos principais problemas e resultados obtidos.

PALAVRAS-CHAVE: Potência fisiológica. Extensômetros. Sinais.

1 INTRODUÇÃO

No ciclismo profissional, diversas tecnologias relacionadas a desempenho do atleta são aplicadas, visto que, em competições, o enfoque principal é o rendimento. Análises de postura aerodinâmica e potência despendida pelo atleta, por exemplo, são essenciais para garantir rendimentos cada vez maiores. Segundo Candotti et al. (2003, p. 152), “as forças aplicadas pelos ciclistas sobre os pedais têm sido utilizadas para caracterizar a técnica de pedalada”.

O desenvolvimento de placas de condicionamento de sinal e aquisição de dados para medição de potência fisiológica de ciclistas baseado na forças aplicadas ao pedal é o objetivo deste trabalho, visto a deficiência de instrumentos como estes no cenário nacional e o alto custo de equipamentos importados.

2 METODOLOGIA

O trabalho apresentado foi dividido em sete etapas para o desenvolvimento de um sistema de aquisição de dados para medição de potência fisiológica de ciclistas. A primeira etapa, totalmente teórica, relaciona-se à revisão da literatura, objetivando o conhecimento e entendimento dos métodos utilizados referentes ao objetivo do trabalho. As seis etapas seguintes, todas práticas, são:

- a) escolha do tipo de sensor mais apropriado à deformação sofrida pela pedivela e procedimentos de instalação, além da determinação do tipo de ligação na ponte de Wheatstone;
- b) determinação do amplificador de instrumentação no primeiro estágio (INA122) e do amplificador operacional nos estágios seguintes (LM358), ambos *single supply*, e testes com ganhos variados;
- c) desenvolvimento de uma placa de condicionamento de sinais e caracterização dos sensores, utilizando-se três diferentes massas apoiadas sobre o pedal com a pedivela posicionada a 90° (posição onde sofre maior deformação) para a determinação da tensão gerada pelo circuito;
- d) desenvolvimento de uma placa de aquisição de dados, integrando o circuito de condicionamento da etapa anterior a um microcontrolador (Arduino® Pro Mini) e um módulo Bluetooth para comunicação em tempo real;
- e) validação dos dados, por meio de comparações entre os dados adquiridos pela placa desenvolvida e os dados gerados por um rolo de treinamento CycleOps;
- f) estudo de outras formas de comunicação para aquisição de dados em tempo real.

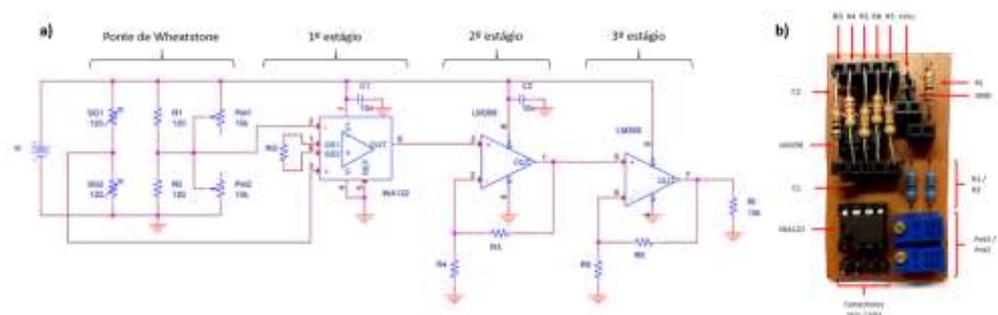
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sabendo que as forças que o ciclista exerce no pedal deformam a pedivela em uma única direção (LAZZARI, 2010), determinou-se na primeira etapa a utilização de extensômetros axiais únicos de 120Ω configurados em meia ponte de modo a anular deformações por esforço de tração e por temperatura

(ANDOLFATO; CAMACHO; BRITO, 2004). Para a correta instalação dos sensores, seguiu-se os procedimentos de preparação da superfície indicados por Javarez Junior (2010, p. 40). A fim de facilitar os testes de funcionamento das placas de condicionamento de sinal, dois extensômetros foram instalados em uma barra retangular maciça de alumínio, que não apresenta grande resistência a deformações. Uma pedivela já instrumentada com dois *strain gages* instalados em faces opostas também foi utilizada.

O circuito de condicionamento de sinal testado em *protoboard* é composto por uma ponte de Wheatstone (dois extensômetros, dois resistores de precisão fixos de $120\Omega \pm 1\%$ e dois potenciômetros de $10k\Omega$ em paralelo com os resistores fixos para ajustes de *offset* da ponte), com o objetivo transformar as variações de resistência sofridas pelos *strain gages* em variações de tensão e três estágios de amplificação (figura 1 – a). O primeiro estágio, formado pelo INA122 e um resistor de ganho amplifica a tensão diferencial gerada na ponte. Os estágios seguintes (LM358) na configuração não inversora, visto que o sistema é *single supply*, amplificam a tensão de saída do primeiro estágio. Desenvolveu-se então uma placa de condicionamento de sinal (figura 1 - b) de modo a facilitar a troca dos resistores de ganho de cada estágio para fins de testes.

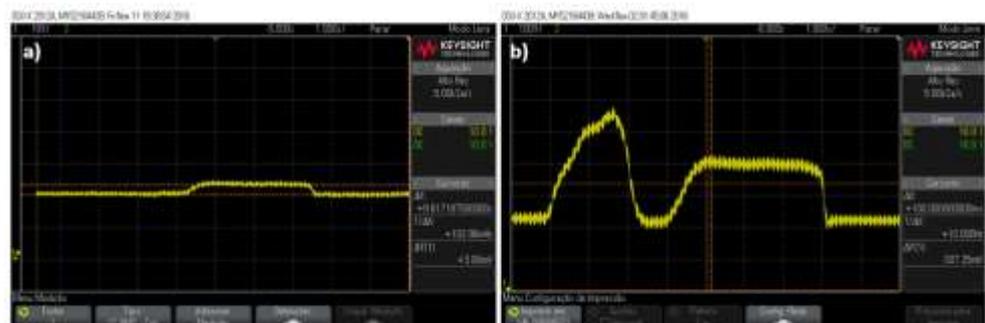
Figura 1 – a) Circuito desenvolvido. b) Placa de circuito impresso com ganhos ajustáveis



Fonte: Autoria própria (2017).

Escolhidos os resistores adequados após diversos testes, o sinal foi amplificado em aproximadamente 116 vezes (de 3mV para cerca de 350mV), como apresentado na figura 2.

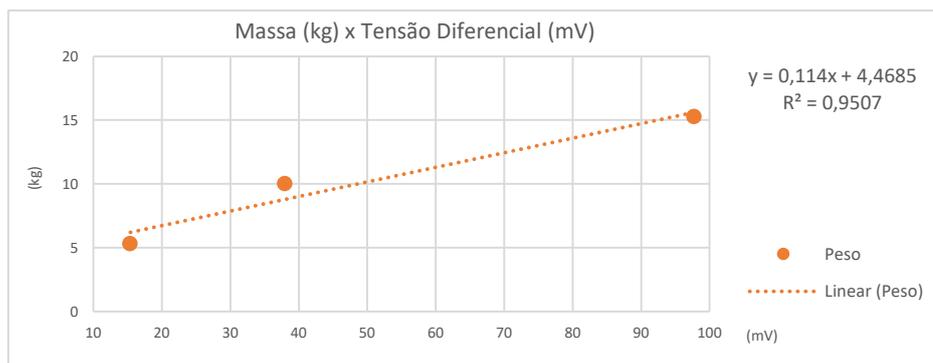
Figura 2 – a) Sinal antes dos estágios de amplificação. b) Sinal após os três estágios de amplificação



Fonte: Autoria própria (2017).

O gráfico 1 ilustra o comportamento praticamente linear da tensão de saída com relação à variação de força aplicada durante o processo de caracterização do circuito (com massas equivalentes a 5,325kg, 10,03kg e 15,27kg), comportamento este que, aliado a dados como tamanho e posição da pedivela, permite o cálculo de torque e potência aplicados pelo ciclista.

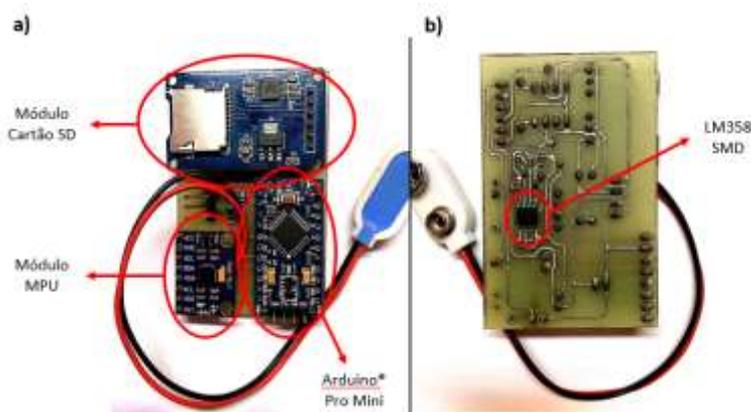
Gráfico 1 – Comportamento do sinal de tensão em relação à força aplicada na pedivela



Fonte: Autoria própria (2017).

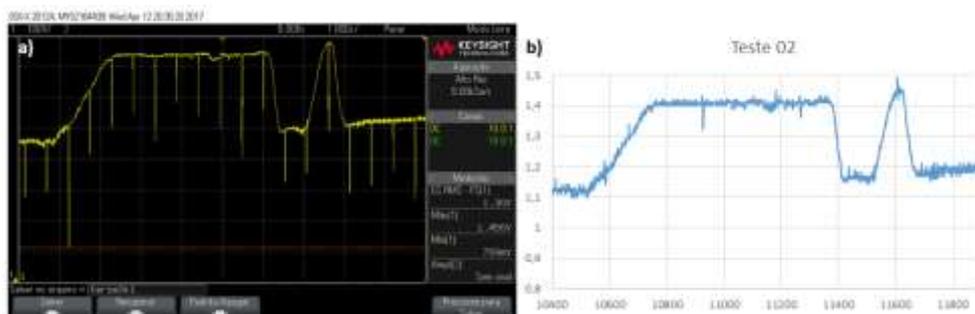
Para aquisição de dados, foi desenvolvida uma nova placa acoplada a um microcontrolador Arduino® Pro Mini e um módulo Bluetooth capaz de transmitir os dados coletados em tempo real a um smartphone. Durante os testes, entretanto, notou-se uma grande interferência do módulo Bluetooth no sinal adquirido, o que impossibilitou seu uso. Como solução imediata, decidiu-se projetar uma nova placa, substituindo o módulo Bluetooth por um leitor/gravador de cartão SD. A figura 3 apresenta a placa desenvolvida com o microcontrolador e os módulos leitor/gravador de cartão SD e MPU (acelerômetro e giroscópio) acoplados. Apesar de perder a função de análise em tempo real, a placa obteve um desempenho satisfatório quando comparados os dados observados em osciloscópio e gravados no cartão de memória. A figura 4 mostra esta comparação durante um dos testes de aquisição desenvolvidos com a barra de alumínio.

Figura 3 – a) Vista superior da placa. b) Vista inferior da placa



Fonte: Autoria própria (2017).

Figura 4 – Teste de aquisição de dados da placa acoplada à barra de alumínio instrumentada



Fonte: Autoria própria (2017).

4 CONCLUSÃO

Os resultados da revisão bibliográfica realizada na primeira etapa mostram a importância de estudos como o desenvolvido em âmbito nacional, já que grande parte das análises de dados de desempenho relacionados ao ciclismo são feitas com o auxílio de equipamentos importados.

Os resultados práticos mostraram um desempenho satisfatório do circuito de condicionamento de sinais, demonstrando o comportamento praticamente linear dos extensômetros, amplificando os sinais de acordo com o previsto e garantindo os ajustes necessários para calibração do circuito. O sistema de aquisição de dados por meio do cartão de memória também apresentou bom funcionamento quando testado com a barra de alumínio (os testes com a pedivela não foram realizados).

As etapas de validação dos dados e estudos de novas formas de transmissão, além de fontes de energia mais eficientes, capazes de manter o circuito em funcionamento durante longos períodos de tempo podem ser desenvolvidas como trabalhos futuros e tornam-se necessárias para efetivar a aplicabilidade dos conceitos apresentados no ciclismo profissional e comercialmente.

Project of microcontroller-integrated signal conditioning and acquisition boards for non-invasive systems applied to sports

ABSTRACT

Professional cycling demands the athlete maximum performance. For this purpose, data collection as aerodynamic posture and physiological power becomes necessary for performance analysis. Because of lack of national equipment capable of performing this type of data collection and the high cost of imported equipment, the proposed project aims to develop a system of signal conditioning and acquisition from the crankarm deformation caused by cyclist applied effort on the pedal, using strain gages, operational amplifiers, microcontroller and Bluetooth transmission module, presenting the project development methods, the main problems and results obtained.

KEYWORDS: Physiological power. Strain gages. Signals.

REFERÊNCIAS

- CANDOTTI, C. T. et al. Análise da técnica da pedalada de ciclistas de elite. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 2003, Ouro Preto, Anais do X Congresso Brasileiro de Biomecânica. Belo Horizonte: UFMG, 2003, p. 152-155. v.1.
- LAZZARI, C. D. Desenvolvimento e estudo de uma plataforma biomecânica 2D aplicada ao ciclismo. 2010. 100 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- ANDOLFATO, R. P.; CAMACHO, J. S.; BRITO, G. A. Extensometria Básica. Ilha Solteira, 2004, 46 p.
- JAVAREZ JUNIOR, L.; MARTINS, C. A. Extensometria básica. 1. ed. Ponta Grossa, 2012, 70 p.

Recebido: 31 ago. 2017.

Aprovado: 02 out. 2017.

Como citar:

ROCHA, F. F.; VIEIRA, M. E. M.; STEVAN JUNIOR, S. L. Projeto de placas de aquisição e condicionamento de sinais integradas a microcontroladores para sistemas não invasivos aplicados ao esporte. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 22., 2017, Londrina. **Anais eletrônicos...** Londrina: UTFPR, 2017. Disponível em: <<https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2017/index>>. Acesso em: 2017.

Correspondência:

Felipe Ferrarez Rocha

Rua Manoel Ferreira Pinto, número 123, Bairro Centro, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

Direito autoral:

Este resumo expandido está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.



