

DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE MOTORIZAÇÃO E CONTROLE DE VELOCIDADE PARA CICLOERGÔMETROS

JOÃO GILBERTO V.B. PEREIRA¹, GABRIEL FERNANDES², OSWALDO A. BERALDO³,
ANDRÉ DA MOTTA GONÇALVES⁴

¹ Graduando em Tecnologia em Mecatrônica Industrial, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Campus Araraquara, joao.gilberto@hotmail.com

² Graduando em Tecnologia em Mecatrônica Industrial, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Campus Araraquara,

³ Prof. Me. Oswaldo Antônio Beraldo, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Araraquara.

⁴ Prof. Dr. André da Motta Gonçalves, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Araraquara.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.05.04.03-3 - Automação eletrônica de processos elétricos e industriais

Apresentado no
8º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP
06 a 09 de novembro de 2017 - Cubatão-SP, Brasil

RESUMO: Este projeto tem como finalidade o desenvolvimento e implantação do sistema de motorização e controle de velocidade em um cicloergômetro através da metodologia de projetos e baseado em pesquisas da área fisioterapêutica. Foram utilizados para o desenvolvimento do protótipo os laboratórios, bem como a Biblioteca do IFSP Araraquara, além de componentes dimensionados com base nas pesquisas de campo, ensaios e experimentos. O cicloergômetro é um equipamento variante da bicicleta ergométrica e, é amplamente utilizado para o fortalecimento da musculatura das pernas ou braços em processos de recuperação de pacientes que sofreram algum tipo de trauma muscular ou atrofiamento da musculatura. No entanto, há poucos equipamentos voltados para a reabilitação na parte cognitiva; e os poucos existentes possuem preço elevados se comparados aos cicloergômetros comum. A conclusão desse projeto mostra que é possível o desenvolvimento de conceito de cicloergômetro motorizado e com controle de velocidade pelo usuário por meio de um potenciômetro, que possa ser inserido no mercado e utilizado para a reabilitação cognitiva de maneira mais eficiente.

PALAVRAS-CHAVE: Cicloergômetro, Sistema de Controle, Motorização, Área Fisioterapêutica.

DEVELOPMENT AND IMPLANTATION OF THE MOTORIZATION AND SPEED CONTROL SYSTEM FOR CYCLE ERGOMETERS

ABSTRACT: This project aims to develop and implement the motorization and speed control system in a cycle ergometer through the methodology of projects and based on research in the physiotherapeutic area. The laboratories, as well as the Library of the Federal Institute of São Paulo of the Araraquara campus, were used for the development of the prototype, as well as components sized based on field research, tests and experiments. The cycle ergometer is a variant equipment of the ergometric bicycle widely used to strengthen the muscles of the legs or arms, in recovery processes of patients who have suffered some type of muscular trauma or atrophy of the musculature. However, there is little equipment aimed at in the cognitive part; And the few existing ones are priced high compared to the common cycle ergometers. The conclusion of this project demonstrates that it is possible to develop a motorized cycle ergometer concept with speed control; That can be inserted into the market and used for cognitive rehabilitation more efficiently.

KEYWORDS: Cycle ergometer, speed control, Motorization, Physiotherapeutic Area.

INTRODUÇÃO

O cicloergômetro é um aparelho estacionário, com mecanismo construído para realizar rotações cíclicas, podendo ser utilizado para realizar exercícios passivos, ativos e resistidos com os pacientes.

(NEEDHAM et al., 2009). Este aparelho tem sido utilizado na área fisioterapêutica, no entanto poucos modelos são voltados para atender as diversas necessidades desta área, onde o paciente se encontra hospitalizado, com pouca ou quase nenhuma atividade motora nos membros. O presente trabalho tem como objetivo a implantação do sistema de motorização e controle de velocidade em um cicloergômetro, para ser utilizado na realização de exercícios passivos e ativos. O modelo de cicloergômetro no qual foi implantado o sistema de motorização e controle de velocidade também foi desenvolvido no IFSP Araraquara, pelo aluno Gabriel Fernandes graduando em Tecnologia Mecatrônica Industrial.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados experimentos utilizando-se um dinamômetro digital acoplado aos pedais de uma bicicleta convencional com objetivo de medir a força necessária para movimentar os pedais e consequentemente estimar o torque necessário para o motor a ser utilizado no cicloergômetro. Posteriormente foram selecionados 2 moto redutores Bosch e 1 moto redutor OSLV (figura 1.a). Os moto redutores foram fixados em um aparato que simula o torque real do sistema. Foram realizados experimentos a fim de encontrar a rotação, corrente elétrica e torque de partida do motor usando um multímetro e fonte de alimentação industrial com saída de 12 V e 30 (figura 1.b), além de componentes eletrônicos diversos, para confecção do circuito de controle de velocidade.

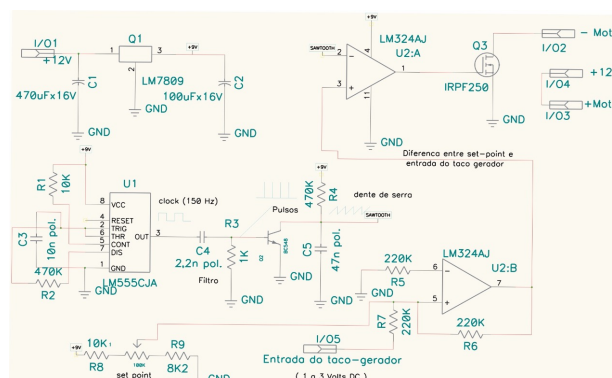
Figura 1 – Exemplo de materiais utilizados



Fonte: Próprio Autor.

Um sistema que estabeleça uma relação de comparação entre a saída e a entrada de referência, utilizando a diferença como meio de controle, é denominado sistema de controle com realimentação (OGATA, 2010). Assim, optou-se por um sistema de controle em malha fechada de primeira ordem para o controle de velocidade, devido a necessidade de variar a velocidade do motor sem ocasionar perda de potência e torque. O circuito de controle é em sua maior parte analógico e foi elaborado por meio do software P-CAD (figura 2). Para a montagem do circuito de controle de velocidade foram usados os seguintes componentes: um potenciômetro de 100 k Ω para o ajuste da velocidade desejada; dois amplificadores de baixa potência (LM324AJ) configurados como comparadores; um circuito integrado LM555CJA para gerar a onda a ser compara com o sinal de entrada; um MOSFET de potência IRF250, para o chaveamento do motor; um regulador de tensão LM7809 para regular em 9 Volts a tensão de alimentação do circuito de controle; resistores e capacitores de diversos valores para a calibração do circuito.

Figura 2 – Diagrama do circuito de controle de velocidade no software P-CAD



Fonte: Próprio Autor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos testes com dinamômetro apresentaram uma força média de 42N, que multiplicada pelo comprimento da alavanca (22mm) fornece um torque de 9,24Nm. Deve-se levar em consideração que o experimento foi realizado com pessoas saudáveis, sem comprometimento da musculatura e/ou da propriocepção, assim adotou-se o valor do torque calculado como sendo o mínimo necessário. A tabela 1 apresenta os resultados dos ensaios dos moto redutores fixados no aparato de simulação do torque. Observa-se que o moto redutor da OSLV teve o melhor desempenho e exigiu menor corrente da fonte quando comparado aos demais motores, sendo o que melhor atende a necessidades.

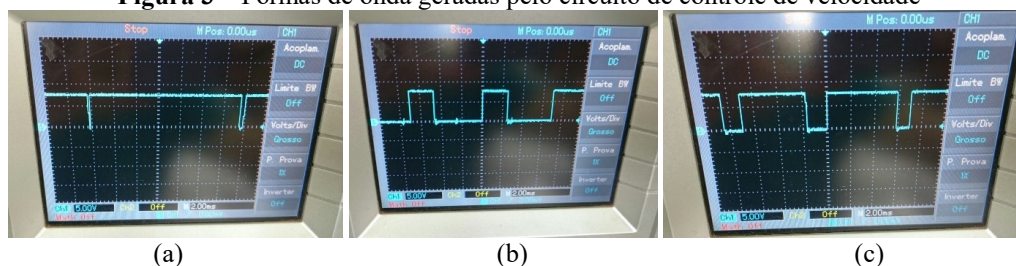
Tabela 1 – Resultados do experimento de corrente de partida e nominal dos motores

Carga (kg)	Corrente elétrica (A)		
	Motor Bosch 1	Motor Bosch 2	Motor OSLV
0	5,87	7,53	3,26
1	7,23	9,38	6,12
2	16,49	14,30	10,54

Fonte: Próprio Autor. Valores máximos de corrente elétrica mensurados em cada caso.

Após o experimento do circuito de controle de velocidade, observou-se a funcionamento adequado do mesmo; modulando e corrigindo a largura do pulso nos momentos em que se exigia maior esforço, mantendo o torque e a velocidade desejada, conforme o esperado e representado na figura 3; da esquerda para direita, temos em (a) largura do pulso próxima ao sinal contínuo, (b) menor largura de pulso atingida, (c) correção da menor largura do pulso ao se aplicar carga.

Figura 3 – Formas de onda geradas pelo circuito de controle de velocidade



(a)

(b)

(c)

Fonte: Próprio Autor.

CONCLUSÕES

Concluiu-se, ao final desta pesquisa, que o objetivo geral da mesma foi alcançado. O motor da marca OSLV mostrou-se o mais adequado para esta aplicação. O circuito de controle funcionou conforme o esperado, resultando, ao final da realização da pesquisa, no desenvolvimento de um conceito de sistema de controle de velocidade para ciclo ergômetro motorizado.

AGRADECIMENTOS

Grato ao IFSP Araraquara pela ajuda financeira através do PIBIFSP (Programa Interno de Bolsa do IFSP), aos professores Dr. André da Motta Gonçalves e Me. Oswaldo Antônio Beraldo do IFSP Araraquara, pela orientação nesta pesquisa e a professora Dr. Ana Claudia Nunciato, da área fisioterapêutica da Universidade de Araraquara (UNIARA) pela ajuda referente a área de estudo.

REFERÊNCIAS

NEEDHAM DM, TRUONG AD, FAN E. Technology to enhance physical rehabilitation of critically ill patients. Crit Care Med. 2009 Oct; 37 (10 Suppl): S436-41.

OGATA, KATSUHIKO. Engenharia de controle moderno/ Katsuhiko Ogata; tradutora Heloísa Coimbra de Souza; revisor técnico Eduardo Aoun Tannuri, -- 5. Ed. – São Paulo : Pearson Prentice Hall, 2010.