

AperTO - Archivio Istituzionale Open Access dell'Università di Torino

Management of High Performance Physical Activities

This is a pre print version of the following article:

Original Citation:

Availability:

This version is available <http://hdl.handle.net/2318/2024771> since 2024-10-15T11:10:52Z

Published version:

DOI:10.1109/tla.2011.6096975

Terms of use:

Open Access

Anyone can freely access the full text of works made available as "Open Access". Works made available under a Creative Commons license can be used according to the terms and conditions of said license. Use of all other works requires consent of the right holder (author or publisher) if not exempted from copyright protection by the applicable law.

(Article begins on next page)

Management of High Performance Physical Activities

C. G. Aragão, G. F. de Almeida, D. S. Dominguez, F. M. Milian and M. Torres

Abstract— The present work applies a model of ideal physical activity using dynamic loads based on the athlete's profile. The proposed prototype is formed by a mechanical artifact and the control- monitoring system of the exercise in real time through an embedded system. The control system receives a remote profile through an Ethernet network and uses motion sensors and stepper motors to increase or decrease the activity load. This prototype optimizes physical activities focus on loss body weight or gain muscle mass.

Keywords— Physical Activity, Control, Monitoring, Stepper motor, sensors.

I. INTRODUÇÃO

A GRANDE maioria dos frequentadores de uma academia tem como objetivo o ganho de massa corporal ou a redução de peso. Neste cenário foi observado que mesmo sendo monitorados e instruídos por profissionais especializados, muitos frequentadores não conseguem realizar os exercícios nos aparelhos da maneira adequada ou não realizam o exercício da forma mais propícia para alcançar seu objetivo pessoal.

Apesar de parecer simples a utilização dos aparelhos de uma academia, é freqüente a observação de posturas erradas, freqüência inadequada de repetições e força desproporcional ao exercício realizado. Isso acontece porque é necessária muita disciplina para cumprir as metas estabelecidas da forma correta e os aparelhos atuais não corrigem a freqüência e intensidade dos exercícios baseados no perfil e nos objetivos do aluno em tempo real.

Através de estudos, foram observadas diversas técnicas de musculação onde a variação de pesos, a quantidade de repetições e a velocidade durante o exercício influenciavam no ganho de massa corporal ou na redução de peso. O presente trabalho propõe utilizar estes resultados e preencher uma lacuna nos equipamentos atuais. Ou seja, utilizar a tecnologia de sistemas embarcados e processamento de dados para auxiliar o aluno em cada exercício. Assim, imagina-se que mecanismos que pudessem monitorar, controlar e ajustar em tempo real a freqüência e intensidade dos exercícios poderiam gerar melhores resultados num menor intervalo de tempo.

Este trabalho apresenta um protótipo de aparelho de ginástica que inclui um conjunto de sensores e um dispositivo embarcado que permitem gerenciar a freqüência e intensidade do exercício físico segundo o perfil do atleta. Este dispositivo comunica-se via ethernet com uma aplicação web que permite o cadastro dos dados dos alunos da academia e seus correspondentes perfis.

Nas pesquisas realizadas até a presente data não foi encontrado nenhum trabalho semelhante à proposta apresentada neste artigo. Entretanto existe um estudo sobre novas técnicas para monitoramento muscular com uso de sensores que pode complementar a idéia proposta aprimorando a precisão do aparelho [1].

Na próxima seção apresentamos os materiais e métodos utilizados no desenvolvimento do protótipo. Na seção III mostramos os resultados alcançados. Finalmente na seção IV oferecemos as conclusões do trabalho e comentários sobre desdobramentos futuros nesta mesma linha

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A. Materiais

Nesta seção serão apresentados os materiais utilizados e os procedimentos adotados para a construção do protótipo, para a implementação do sistema embarcado e para o desenvolvimento do sistema de gerenciamento do perfil de usuários.

Na construção do protótipo foi utilizado o kit PicGenios versão 3.2, criado pela MicroGenios para o desenvolvimento de projetos microcontrolados baseados na família 18F da Microchip [2].

Para efetiva comunicação entre o protótipo e o sistema de computador que configura o perfil dos alunos foi usado o MicroEthernet (Expansão Ethernet para Kit PICgenios e projetos microcontrolados), também desenvolvido pela MicroGenios [3].

Para a visualização do esquema elétrico foi utilizado o Multisim, desenvolvido pela National Instruments, para facilitar a construção e simulação de circuitos elétricos.

O software Visio foi utilizado para a criação dos fluxogramas de descrição do software embarcado.

No desenvolvimento do sistema embarcado foi utilizado o MikroC Pro for PIC versão 3.2, desenvolvido pela MikroElektronika, para o desenvolvimento em linguagem C, compilação e depuração de aplicações embarcadas que utilizem microcontroladores PIC da Microchip [4].

Na gravação do software para o micro controlador PIC 18f452 foi utilizado o WinPic800, desenvolvido pela Sisco

C. G. Aragão, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus-BA, caioaragao@gmail.com

G. F. de Almeida, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus-BA, gustavo.fereira@gmail.com

D. S. Dominguez, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus-BA, dsdominguez@gmail.com

F. M. Milian, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus-BA, felix_mas_milian@yahoo.com

M. Torres, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus-BA, mxt2000@yahoo.com.br

Benach, para a gravação de softwares nos microcontroladores Microchip e Atmel.

Para construir o sistema de gerenciamento de perfis foi utilizado o Eclipse versão 3.5.2 com plugin PyDev - Python Development. Ambiente de código aberto, para o desenvolvimento, compilação e depuração de sistemas web e de banco de dados. Para a base de dados foi utilizada a biblioteca Sqlite3 SQL DataBase Engine. Na publicação do sistema foi utilizado o Framework WEB Django 1.2.3 rodando sobre o Apache HTTP Server Project 2.2. Também foi utilizado o Firebug versão 1.7.0, uma extensão para o Firefox que facilita o desenvolvimento de páginas Web monitorando e editando o CSS, HTML e as rotinas Java Script presentes [5].

B. Métodos

O projeto foi iniciado com reuniões que definiram as pesquisas a serem realizadas para verificar a viabilidade e os recursos disponíveis para a implementação da idéia. Nessas reuniões eram definidas as tarefas, os prazos, os temas a serem pesquisados. Foi estabelecido o trabalho em ciclos que tinha a duração de duas semanas e esse modelo foi adotado durante todo o cronograma do projeto. O processo adotado foi inspirado na metodologia de desenvolvimento ágil de projetos interativos e incrementais denominado Scrum [1].

A construção do projeto foi dividida em cinco fases principais. Estas fases foram:

1. Construção da estrutura mecânica.
2. Desenvolvimento do sistema embarcado.
3. Desenvolvimento do sistema de gerenciamento de perfis.
4. Implementação da comunicação.
5. Integração e testes.

O projeto foi iniciado com a modelagem da mecânica do protótipo. Foram criados os desenhos para a construção da estrutura mecânica, a montagem da estrutura mecânica e os devidos ajustes. Após finalizar a construção do protótipo mecânico, foi iniciado o desenvolvimento do sistema embarcado e do sistema de gerenciamento de perfis de alunos. Terminando o módulo de comunicação, passou-se a fase de integração de todos os módulos e para a fase de testes.

Durante os testes foram observados bugs e houve a necessidade uma fase de correção de bugs. Após a correção de bugs, houve um novo ciclo de testes até finalizar a integração dos módulos do projeto com todos os componentes operando adequadamente.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A. Materiais

A versão final do projeto é constituída de três partes principais. São elas: o sistema de gerenciamento de perfis dos alunos e de atividades físicas; a estrutura mecânica na qual é realizada a atividade física; e o sistema embarcado para aquisição de dados, controle e monitoramento da atividade física. A integração destes componentes permite o gerenciamento automático e inteligente de atividades físicas

numa academia que possua aparelhos com o controle sugerido pela idéia central do trabalho. O fluxograma apresentado na Fig. 1 mostra como seria o treino dos alunos nessa “academia ideal”.

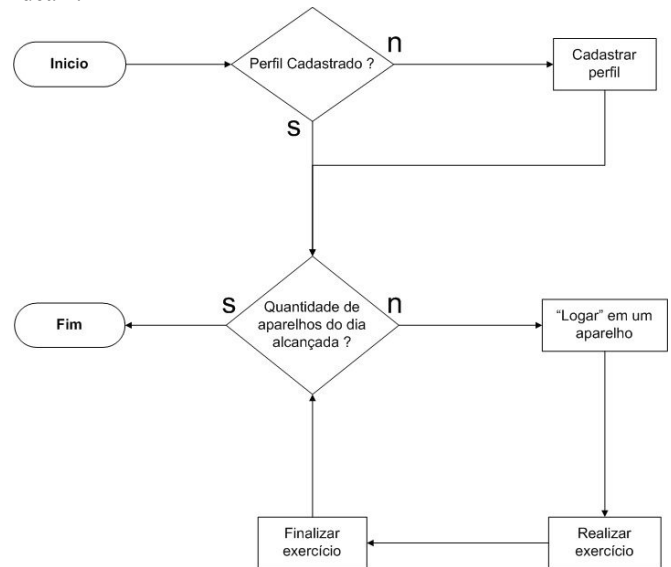


Figura 1. Fluxograma que detalha as etapas de utilização da plataforma proposta.

A estrutura mecânica é composta por uma base em madeira com um mecanismo de alavanca e manivela com um peso ao longo do eixo principal. Nos extremos do eixo principal encontram-se dois motores de passo responsáveis pelo deslocamento da carga durante o exercício. Este deslocamento é baseado em medições de tempo e o objetivo do atleta, para ganho de massa muscular o exercício deve ter uma frequência lenta ou moderada com elevada carga. Para perda de peso corporal o exercício deve ter uma frequência rápida com uma carga menor. Na manivela encontram-se os sensores responsáveis por identificar o movimento e sua frequência.

A Fig. 2 apresenta um modelo básico da estrutura mecânica construída, que tem como base os seguintes itens:

- Motor: motores de passo responsáveis por movimentar a carga para perto ou longe do eixo do aparelho, diminuindo ou aumentando o peso do exercício.
- 1, 2, 3, 4: quatro entradas principais do motor de passo, responsáveis por traduzir os sinais digitais do microcontrolador em movimentos do motor. Além destes 4 pinos, existem mais 2 para aterramento.
- Peso: objeto usado para atuar como carga, oferecendo resistência ao movimento. Quando deslocado sobre a haste principal, oferece mais ou menos resistência ao exercício.
- 5: botão usado como sensor de fim de curso. Quando pressionado, este sensor indica que o atleta não exerce ou exerce pouca força em relação à carga aplicada. Ex: Antes do atleta iniciar o exercício ou após ele realizar um ciclo de subida e descida.
- 6: botão usado como sensor de fim de curso. Quando pressionado, este sensor indica que o atleta exerce força em relação à carga aplicada e o movimento da haste chegou ao fim. Ex: Ao realizar um ciclo, quando o atleta atinge a

extensão completa do exercício.

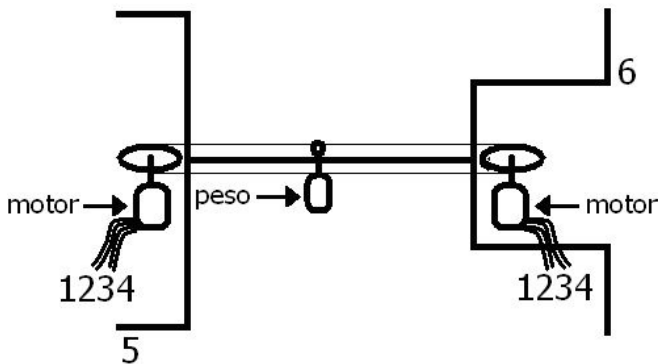


Figura 2. Visualização da mecânica do protótipo vista de cima.

O exercício é monitorado em tempo real para buscar o máximo de desempenho no treino realizado. Na Fig. 3, é apresentada a estrutura mecânica e seu ponto mínimo e máximo:

- 1: estrutura mecânica na posição inicial, onde o exercício é iniciado. Observam-se ambos os lados esquerdo e direito do protótipo próximos ao solo, indicando que o aparelho está no início ou no fim de algum ciclo.

- 2: estrutura mecânica durante um exercício. Observa-se que o lado esquerdo (fixo) está próximo ao solo e o direito está afastado do solo em sua máxima extensão fazendo um ângulo de 35° com a base. Esta posição indica o meio de um ciclo.

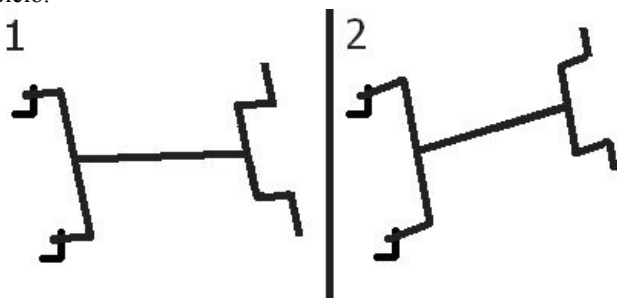


Figura 3. Visualização lateral da estrutura mecânica do protótipo.

A Fig. 4 contém a estrutura mecânica na sua versão final. Na imagem são descritos os elementos principais da estrutura tais como o ponto de encontro dos eixos, posicionamento dos motores de passo e localização dos botões marcadores de curso.

O sistema de gerenciamento do perfil de alunos e atividades físicas é composto por uma camada de interface, um grupo de rotinas de negócios e um banco de dados. Estes componentes são responsáveis por gerenciar as informações pessoais dos alunos e os dados de seu treinamento (exercícios, cargas, objetivos, etc.). Para que o perfil do aluno seja enviado para o aparelho foi criado um protocolo de comunicação. Esse protocolo é formado por uma cadeia de cinco caracteres que informa o peso inicial, a quantidade de repetições e o objetivo da atividade (perda de peso ou ganho de massa). Na figura a seguir, é apresentada a tela principal do sistema de gerenciamento de alunos.

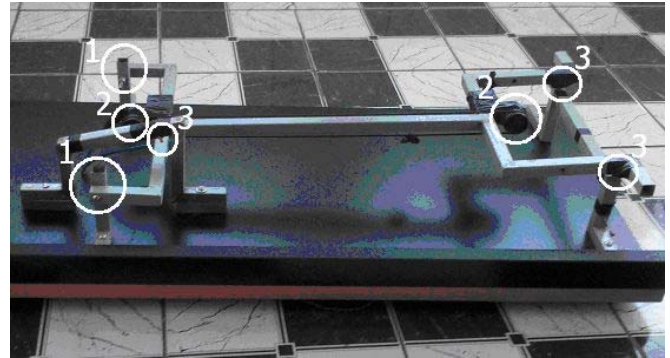


Figura 4. Visualização lateral da estrutura mecânica do protótipo. Protótipo se encontra na posição inicial. 1, representa o ponto onde a base de sustentação se encontra com a estrutura principal do protótipo. 2, posição em que estão posicionados os motores de passo. 3, botões que indicam a posição atual do protótipo.

Gerenciador de Atividades de Alto Desempenho

Home Alunos Exercícios

Lista de Usuários

Busca:

| Nome | Composição Corporal | | Circunferência | | | | | | Info |
|--------------------|---------------------|-------|----------------|-------|---------|------|-------|-------------|-------|
| | Estatura | Peso | Ombro | Braço | Cintura | Coxa | Tórax | Panturrilha | |
| Ana Clara Ferreira | 1,5m | 60kg | 90cm | 25cm | 80cm | 80cm | 85cm | 35cm | 85cm |
| Adri Paulo Matiz | 1,9m | 120kg | 120cm | 38cm | 100cm | 70cm | 110cm | 43cm | 100cm |
| Yasira Joy Santos | 1,73m | 77kg | 100cm | 31cm | 84cm | 84cm | 86cm | 38cm | 84cm |
| Teodoro Gomes Dias | 1,4m | 55kg | 70cm | 26cm | 73cm | 57cm | 83cm | 37cm | 70cm |
| Wanda Sabeira Sa | 1,68m | 75kg | 100cm | 30cm | 83cm | 69cm | 96cm | 34cm | 79cm |

Mostrando de 1 a 5 de um total de 5 registros

Figura 5. Interface do sistema de gerenciamento de perfis de alunos.

O sistema embarcado é responsável por receber as informações do treino a ser realizado, carregar a carga inicial para o aluno e monitorar a velocidade e carga ótimas durante o exercício para alcançar os objetivos do aluno. A seguir uma imagem do módulo descrito.

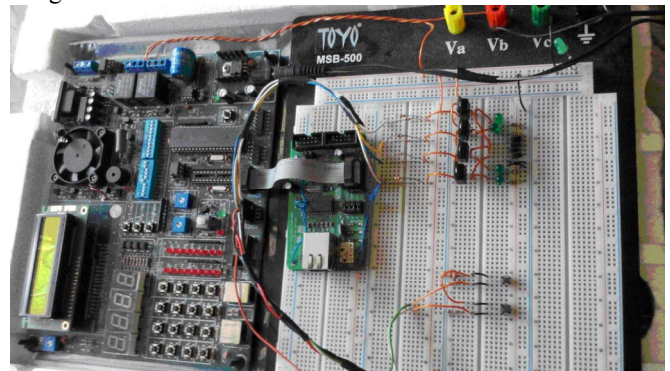


Figura 6. Módulo embarcado utiliza o kit PicGenios para gerenciar a atividade física em tempo real.

O módulo que possui o sistema embarcado do projeto está dividido em duas partes principais. São elas:

1. Circuito elétrico.
2. Módulo embarcado para comunicação com aplicativo de gerenciamento de alunos e gerenciamento da atividade física em tempo real.

A comunicação entre o sistema de gerenciamento de perfis e o sistema embarcado é sobre o protocolo TCP/IP. O sistema embarcado inicia um servidor, onde escuta conexões pela porta ethernet. O sistema de gerenciamento conecta nele e

envia um fluxo de seis bytes indicando:

1. Carga inicial (dois bytes): Peso inicial que o aparelho irá configurar para realizar o exercício. Aceita valores entre 0 e 100.

2. Objetivo (dois bytes): Objetivo do exercício atual, diferindo entre ganho de massa (01) e perda de peso (02).

3. Repetições (dois bytes): Número de repetições que o atleta irá realizar neste exercício. Aceita valores entre 0 e 100.

O circuito elétrico é responsável pela alimentação do motor de passo de acordo com os sinais enviados pelo módulo embarcado. O esquema elétrico do circuito é apresentado na Fig. 7:

- Na parte inferior temos a fonte de alimentação, onde o sinal alternado é convertido em corrente contínua para uso do sistema. Temos também um relé controlado pelo módulo embarcado que ativa ou desativa o circuito elétrico.

- Na parte superior esquerda temos os sensores de fim de curso que detectam o movimento da haste, indicando o início, meio e fim dos ciclos do exercício.

- Na parte superior direita, temos o módulo de potência, usado para energizar as bobinas dos motores de passo e realizar o movimento.

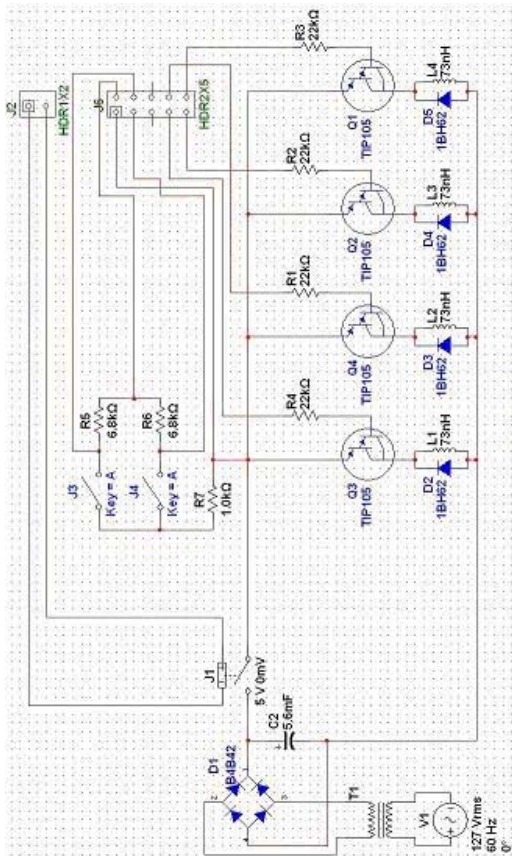


Figura 7. Esquema elétrico do sistema embarcado para o controle dinâmico do motor de passo baseado no perfil do aluno.

O módulo embarcado é responsável pelo recebimento do perfil do treino a ser realizado e pela adequação da carga do exercício em tempo real baseado no perfil do aluno e na frequência de cada ciclo durante a atividade física. O fluxograma da Fig. 8 ilustra o funcionamento do algoritmo

que está implementado no sistema embarcado. Podem-se observar os itens:

- Situação A: Início do exercício. O aparelho calibra a carga inicial, com base no perfil do aluno. O botão 1 está pressionado.

- Situação B: Meio ciclo foi executado. O aluno iniciou o movimento com a haste do aparelho no mínimo e alcançou a extensão máxima. O botão 1 foi liberado e o 2 foi pressionado.

- Situação C: Um ciclo completo foi executado. O aluno terminou um movimento, levando a haste do seu ponto máximo para o mínimo, liberando o botão 2 e apertando o 1.

- Situação D: Houve uma sobrecarga no exercício. O aluno elevou a haste do ponto mínimo, porém não conseguiu chegar ao ponto máximo. Isto faz com que o aparelho reduza a carga e não contabilize o ciclo. O botão 1 foi liberado e depois pressionado novamente.

- Botão 1: Sensor de fim de curso. Quando pressionado, indica que a haste de movimento está no ponto mínimo. Ex: no início de um exercício ou no fim de um ciclo.

- Botão 2: Sensor de fim de curso. Quando pressionado, indica que a haste de movimento está no ponto máximo. Ex: no meio de um ciclo.

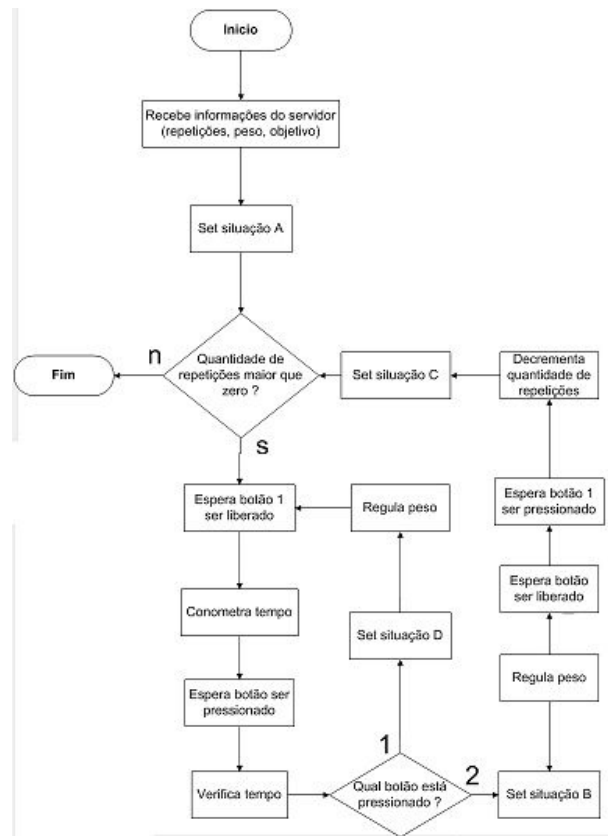


Figura 8. Fluxograma que detalha o funcionamento do software embarcado.

B. Discussões

Nos testes realizados observamos que o protótipo de equipamento construído em conjunto com o software auxiliar é consistente com o objetivo proposto. O modelo final do

projeto consegue monitorar e controlar a força aplicada ao exercício e a intensidade das repetições de forma dinâmica segundo o perfil do aluno e a frequência da atividade. Isso melhora consideravelmente os resultados do treino e garante ao atleta realizar a atividade física de forma adequada.

O projeto pode ser aprimorado modificando a forma de controle do movimento para outro método mecânico que tenha maior precisão, menor tempo de resposta e seja mais estável do que o modelo atual. Com relação ao procedimento de carregar no aparelho que se pretende usar os dados do aluno, cogitamos a utilização de técnicas de biometria para tornar o procedimento mais dinâmico e prático.

Outra barreira encontrada no desenvolvimento do projeto foi com relação ao ambiente de desenvolvimento apropriado. A cada funcionalidade ou sub-rotina incrementada ao software embarcado, ocorriam vários problemas com relação à compilação, pois o kit PicGenios não tem uma documentação que indique o software e versão para compilar os próprios exemplos.

O kit PicGenios gerou diversas instabilidades em sua parte elétrica pois apresentava erros intermitentes como: demora na inicialização de alguns periféricos, instabilidade no uso de algumas portas, instabilidade ao ser conectado com o módulo ethernet e travamentos em geral.

IV. CONCLUSÕES

O projeto tem o intuito de facilitar e acelerar os resultados na prática de exercícios físicos conforme o perfil do atleta. A proposta formada por protótipo mecânico, sistema web de gerenciamento e sistema embarcado de monitoramento e controle mostrou-se aplicável e com custo total baixo. Os resultados obtidos permitem ampliar os princípios obtidos na construção do protótipo e adaptar o sistema a aparelhos de musculação existentes apenas com pequenos ajustes.

O desenvolvimento do projeto teve um caráter multidisciplinar envolvendo habilidades de diversas áreas como: mecânica, eletrônica, sensores, microprocessadores, programação de alto e baixo nível, entre outras.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Ministério de Ciência e Tecnologia e ao Conselho Nacional de Pesquisa pelo apoio ao projeto através do Edital MCT/CNPq nº 11 /2007 - Extensão Inovadora 2007.

Agradecemos ao auxílio do nosso orientador na elaboração e explanação de idéias, que com críticas construtivas foi um dos responsáveis pelo bom andamento do projeto.

Agradecemos ao Dr. César Alberto Bravo Pariente pela sua ajuda com a editoração final do artigo.

Aos nossos amigos e colegas que de alguma forma nos prestigiaram, sendo em discussões sobre a idéia apresentada ou mesmo assumindo tarefas de trabalho que proporcionaram mais tempo livres para o projeto. Um agradecimento especial ao Eric Dias por ajudar na construção de interfaces do projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] SCIENCEDAILY; Wireless Device Helps Athletes Get the Most out of Exercise. Acessado em: 03 de Agosto de 2011: <http://www.sciencedaily.com/releases/2011/02/110215081920.htm>.
- [2] MICROCHIP, 2010, Microchip Technology Inc. The Embedded Control Solutions Company®. Microchip PIC18F2455/2550/4455/4550 Data Sheet. Acessado em: 23 de Março de 2011: ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf.
- [3] MICROGENIUS, 2011, - PICGenios PIC18F e PIC16F Microchip - Módulo de desenvolvimento PIC. Acessado em: 5 de Março de 2011: <http://www.microgenios.com/?1.32.0.0.348.picgenios-pic18f-e-pic16f-microchip-modulo-de-desenvolvimento-pic-completo!!>.html.
- [4] MIYADAIRA, Alberto Noboru. Microcontroladores PIC18: Aprenda e programe em Linguagem C. Primeira edição. São Paulo, Editora Ética Ltda, 2010. 400 p.
- [5] SANTANA, O.; GALESI, T.; Python e Django – Desenvolvimento ágil de aplicações web. São Paulo, Novatec Editora, 2009.
- [6] KNIBERG, H.; Scrum and XP from Trenches. Estados Unidos. C4Media Publisher, 2007. 131 p.



Caio Galvão Aragão nasceu em Ilhéus, Bahia, Brasil, aos 20 de Março de 1984. Graduiu-se em Ciência da Computação na Universidade Estadual de Santa Cruz em 2006, especializando em Sistemas Embarcados para Aquisição de Dados Remotos na Universidade Estadual de Santa Cruz ingresso em 2009. Seus interesses estão relacionados com computação embarcada, sistemas operacionais e mecatrônica.



Gustavo Ferreira de Almeida nasceu em Vitória, Espírito Santo, Brasil, aos 2 de Dezembro de 1984. Graduiu-se em Ciência da Computação na Universidade Estadual de Santa Cruz em 2007, especializando em Sistemas Embarcados Para Aquisição de Dados Remotos na Universidade Estadual de Santa Cruz ingresso em 2009. Seus interesses estão relacionados com análise de desempenho de sistemas, controle de sistemas e mecatrônica.



Dany Sanches Dominguez nasceu na Habana, Cuba em 30 de Novembro de 1975. Formou-se em Engenharia Nuclear pelo Instituto Superior de Ciências e Tecnologia Nuclear (INTEC) da Habana em 1998, Mestre em Instalações Energéticas e Nucleares pelo INTEC em 2000 e Doutor em Modelagem Computacional na Universidade Estadual de Rio de Janeiro em 2006. Atua como professor do Curso de Computação da Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia desde 2005. Seus interesses acadêmicos são modelagem e simulação computacional, computação de alto desempenho e algoritmos.



F. M. Milian nasceu em Havana, Cuba, o 23 de novembro de 1977. Graduo-se em Licenciado em Física Nuclear no Instituto Superior de Ciências y Tecnologia Nucleares (ISCTN) Cuba em 2001, Mestre em Física Nuclear com ênfase em Instrumentação Nuclear na mesma instituição em 2002, e Doutor em Física na Universidade de São Paulo em 2006. Trabalha no Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, onde é professor desde 2008. Seus interesses estão relacionados com sistemas embarcados e simulação computacional de fenômenos físicos.



M. Torres Nasceu em Cali, Colômbia, aos 18 de Abril de 1968. Graduiu-se em Engenharia Elétrica na Universidad Del Valle em 1991, Mestre em Sistemas Eletrônicos na Universidade de São Paulo em 1994 e Doutor em Sistemas Eletrônicos na Universidade de São Paulo em 1999. Trabalha no Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, onde é professora desde 2004 e coordena o Programa de Pós-Graduação em Sistemas Embarcados. Seus interesses estão relacionados com sistemas embarcados, computação de alto desempenho e bioinformática.