

## Arquitetura de SW e HW do Digitalizador do Sistema Automatizado de Auditorias em Armazéns\*

Tâmara C. do Nascimento\*\*, Mateus Al-Alam\*\*\*, Wagner Al-Alam\*\*\*\*, Renata Reiser<sup>2,3</sup>, Maurício Pilla<sup>4</sup>, Maurício Tavares<sup>1,3</sup>, Adenauer Yamin<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Engenharia Biomédica – UCPel - Pelotas – RS – Brasil

<sup>2</sup>Núcleo de Apoio a Projetos de Informática – UCPel - Pelotas – RS – Brasil

<sup>3</sup>Mestrado em Ciência da Computação – PPGINF/UCPel - Pelotas – RS – Brasil

<sup>4</sup>Departamento de Informática – IFM/UFPeL - Pelotas – RS – Brasil

tamnasc@hotmail.com, {mateusalam,alalam,reiser,mtavares,adenauer}@ucpel.tche.br, pilla@ufpel.edu.br

**Abstract.** *This paper introduces the architecture of Dig-SisA<sup>3</sup>, presenting its operation and the building of the electronic circuit which controls the electromechanical components responsible for measurements and movements of the SisA<sup>3</sup> laser track system, including the prototyping stage.*

**Resumo.** *O trabalho introduz a arquitetura do Dig-SisA<sup>3</sup>, apresentando seu funcionamento e a construção do circuito eletrônico que controla os componentes eletromecânicos responsáveis por medidas e movimentos do laser da trena eletrônica para o SisA<sup>3</sup>, incluindo a etapa de prototipação.*

### 1. Introdução

A falta de um método preciso que contribua para a automatização do cálculo do volume de grãos armazenados, originou uma pesquisa aplicada, denominada SisA<sup>3</sup> (Sistema Automatizado de Auditorias em Armazéns), para facilitar a verificação nos estoques do processo de produção agrícola. Esta pesquisa contribui na coleta automática de dados obtida por aplicação de tecnologia de medição a laser, e com isso viabiliza a digitalização de pontos e modelagem do relevo não uniforme, formado pelo produto armazenado [Al-Alam et al, 2009]. O componente de software p-iCone do SisA<sup>3</sup> foi desenvolvido para executar paralelamente o cálculo do volume e faz uso dos recursos do projeto D-GM: (i) no VPE-GM [Prestes et al, 2005] tem-se a modelagem e desenvolvimento próprio desta aplicação; (ii) no VirD-GM [Fonseca, 2008], o ambiente de execução. Já o desenvolvimento do protótipo Dig-SisA<sup>3</sup> (Digitalizador do Sistema Automatizado de Auditorias em Armazéns) contribui com a modelagem e desenvolvimento do equipamento responsável pela digitalização dos pontos do relevo.

O projeto de um sistema eletrônico para viabilizar este processo constitui o objeto de estudo deste trabalho e resulta da cooperação entre o Laboratório de Engenharia Biomédica (LEB) e o Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGINF). Mais precisamente, tem-se por objetivo a modelagem da arquitetura e construção do software e circuito eletrônico para suporte e controle dos componentes eletromecânicos do Dig-SisA<sup>3</sup>, permitindo o acionamento dos movimentos do feixe laser da trena eletrônica cujas medidas geram os parâmetros de entrada para o p-iCone.

\*Projeto parcialmente financiado: Processo 476933/2007-2 Edital MCT/CNPq 15/2007 Universal Faixa A e Processo 502999/2008-0 Apoio Técnico

\*\* BIC-CNPq

\*\*\* BIC-UCPEL

\*\*\*\* CAPES

Na Seção 2, introduz-se a arquitetura do Protótipo SisA<sup>3</sup>. A descrição do funcionamento do protótipo digitalizador Dig-SisA<sup>3</sup> e o correspondente sistema eletrônico para controle do sistema articulado são apresentados nas Seções 3 e 4, respectivamente. Os resultados alcançados e conclusões estão resumidos na Seção 5.

## 2. Arquitetura do SisA<sup>3</sup>

A arquitetura SisA<sup>3</sup> provê a estruturação e organização dos dois protótipos: o p-iCone e o Dig-SisA<sup>3</sup>. O p-iCone consiste no protótipo de software para cálculo do volume do relevo de produtos em armazéns de grãos. Este software executa o processamento de forma paralelizada, a partir das ferramentas do projeto D-GM: o ambiente de desenvolvimento (VPE-GM) e o ambiente de execução (VirD-GM).

O protótipo Dig-SisA<sup>3</sup> consiste no digitalizador para o Projeto SisA<sup>3</sup> e sua arquitetura é apresentada na Fig. 1. A estrutura de *hardware* integra o sistema de medição, o suporte articulado e o processador (CPU, PDA, FPGA). Possui um software de gerenciamento para controle dos processos referentes às atividades de execução do movimento, de leitura e medição, de cálculo das coordenadas que definem a posição do ponto de medição e correspondente representação externa.

Quanto ao componente de *hardware* do Dig-SisA<sup>3</sup>, têm-se os componentes: (i) eletromecânico, viabilizando os movimentos do suporte articulado, considerando o controle de acionamento do *scanner* (trena a *laser*), do motor de passo e movimentação do espelho [Boylestad 2004]; (ii) eletrônico, servindo de interface de comunicação entre o processador e o controle dos atuadores por meio de um processador digital de sinais (DSP); e (iii) software, efetuando as medições de distâncias e retornando os dados que compõem a matriz de entrada.

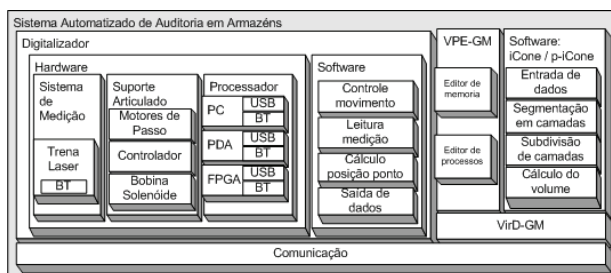


Figura 1. Arquitetura do protótipo Dig-SisA<sup>3</sup>.

## 3. Funcionamento do Protótipo Dig-SisA<sup>3</sup>

O processo de aplicação da trena laser para aquisição das coordenadas dos pontos que compõem a matriz pode ser visualizado na Fig. 2A, onde na parte superior está representado o equipamento digitalizador do SisA<sup>3</sup>. Logo abaixo, tem-se um corte do cone de representação dos produtos. Esta representação considera  $n$  passos de medição, sendo que em cada camada não há variação na posição do *scanner* em relação à coordenada referente à profundidade do armazém.

A Fig. 2B mostra um diagrama de sequência descrevendo a dinâmica de relacionamento entre o Dig-SisA<sup>3</sup> e o drive de controle para o gerenciamento, do processo de parametrização (medidas do armazém: altura, profundidade e limite lateral), da medição dos pontos de cada camada e na geração da matriz dos dados de entrada.

Mais detalhadamente, os diagramas de sequência da Fig.2C, descrevem o relacionamento entre o drive de controle e o equipamento *scanner*. Pelo acionamento do *scanner*, ocorre o retorno da medida da distância e o respectivo ângulo [Al-Alam 2009].

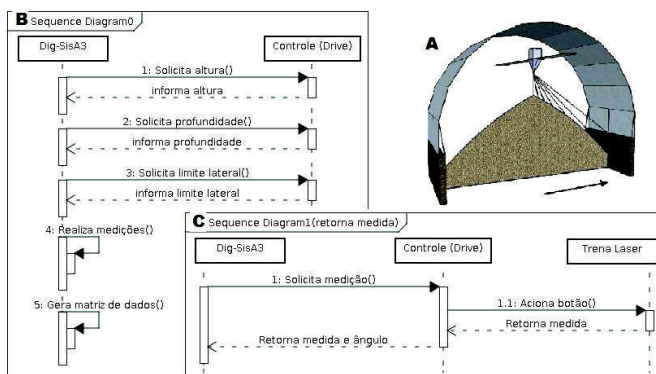


Figura 2. Demonstração do funcionamento do protótipo Dig-SisA<sup>3</sup>.

#### 4. Sistema Eletrônico do Protótipo Dig-SisA<sup>3</sup>

O sistema eletrônico esquematizado na Fig. 3 envia os comandos para o DSP via USB. Este dispositivo processa os dados, codificando os comandos para os *drivers* dos motores de passo, a fim de realizar a movimentação mecânica [Tavares e Borges 2008]. A comunicação entre o DSP e o processador será obtida por aplicação de protocolo pré-estabelecido, onde serão reconhecidos os comandos para os movimentos do suporte eletromecânico.

Para simular o acionamento dos botões da trena a laser são utilizados acionadores do tipo solenóides, viabilizando a leitura da distância (em metros) dos parâmetros que definem o relevo formado pelos grãos armazenados. Os dados coletados pela trena são enviados diretamente ao computador (via *Bluetooth*), para a geração da matriz de dados, que servirá de entrada para o protótipo p-iCone.

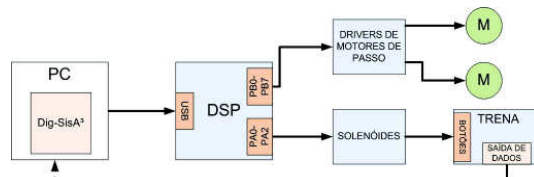


Figura 3. Diagrama em blocos do protótipo Dig-SisA<sup>3</sup>.

## 5. Considerações Finais

Na fase atual do projeto já esta em desenvolvimento a prototipação do Dig-SisA<sup>3</sup>. O protótipo apresentado na Fig. 4 foi validado em testes de bancada, e consiste em: (i) *driver* do motor de passo, (ii) software embarcado do DSP; e (iii) suporte eletrônico com espelhos. Ainda são considerados os ajustes eletrônicos e mecânicos nesta prototipação.

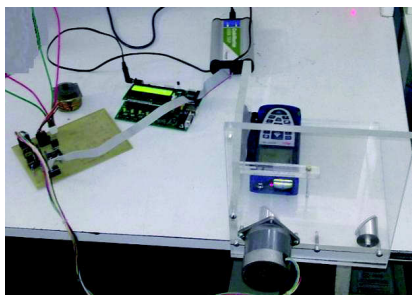


Figura 4. Foto do protótipo Dig-SisA<sup>3</sup>.

Na continuidade do trabalho, deve-se focar no protocolo de comunicação entre o processador e o controlador do sistema digitalizador; incluindo a padronização da coleta de dados para integração com o software. Além disso, consideram-se os testes em ambiente industrial, para o qual esse projeto foi criado, validando a análise do comportamento do protótipo e do circuito, garantindo robustez para suporte às altas temperaturas e aos fatores de risco nos ambientes de armazéns de grãos.

## Referências

- Tavares, M. C.; Borges, C. M. (2008) Laboratório de Engenharia Biomédica. Engenharia Elétrica/Eletrônica. Universidade Católica de Pelotas. "Manual Kit Didático KMC56F8013". Manual de Orientação. Pelotas: UCPEL.
- Al-Alam, W. G. (2009) "SisA<sup>3</sup>: Uma Proposta Computacional de Sistema Automatizado de Auditoria em Armazéns de Grãos Baseada em Metodologia Científica". Pelotas: UCPEL. Relatório de Conclusão da Disciplina de Dissertação de Mestrado I (Mestrado em Ciência da Computação), Centro Politécnico, Universidade Católica de Pelotas, 2010.
- Al-Alam, W. G.; Reiser, R. H. S.; Yamin, A. C.; Pilla, M. L. (2009) "SisA<sup>3</sup>: Uma arquitetura HW/SW para Auditoria em Armazéns de Grãos". In: CONFERÊNCIA LATINO AMERICANA DE INFORMÁTICA, 35, 2009, Pelotas. Anais. Pelotas: s.n. CD-ROM.
- Boylestad, Robert L.; Nashelsky, Louis. (2004) "Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos". 8.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Fonseca, V. S. (2008) "VirD-GM: Uma Contribuição Para o Modelo de Distribuição e Paralelismo do Projeto D-GM". Pelotas: UCPEL. Dissertação do Mestrado em Ciência da Computação, Centro Politécnico, Universidade Católica de Pelotas, 2008.
- Prestes, D.; Reiser, R.; Costa, A.; Cardoso, C. (2005) "Estendendo o Modelo de Máquina Geométrica a um Ambiente de Programação Visual". In: CONFERÊNCIA LATINO AMERICANA DE INFORMÁTICA, 31, 2005, Pelotas. Anais. Pelotas: s.n. CD-ROM.