

Sistema SAND – uma nova automação para instrumentos geodésicos

Silvio Henrique Dellesposte Andolfato

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR / campus Pato Branco
andolfato@utfpr.edu.br

Pedro Luis Faggion

Universidade Federal do Paraná – UFPR / Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas – CPGCG
faggion@ufpr.br

Resumo: O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um Sistema de Automação para Níveis Digitais – SAND, composto por uma plataforma que aloja o motor de passo e os sistemas de engrenagem. Esta plataforma é controlada por uma placa microcontroladora que permite o movimento horizontal do nível geodésico digital, sem a interferência do observador. Além disso, esta plataforma acomoda um motor que é utilizado para realizar a focalização da imagem das miras verticais que são instaladas junto ao objeto que se deseja realizar o monitoramento. Utilizando técnicas do nivelamento geométrico, o SAND realiza as leituras da mira com códigos de barra, visando à determinação dos desníveis entre os pontos de interesse, e com isso determina possíveis deslocamentos da estrutura. O sistema foi desenvolvido para realizar o monitoramento de estruturas como pontes, viadutos, barragens, edifícios, em tempo real, de forma automática, ou seja, sem a necessidade de um Técnico para operar o nível. Os resultados obtidos demonstram a viabilidade da aplicação da metodologia proposta.

Palavras chaves: nível digital, sistema de automação, monitoramento de estruturas.

SAND System - A New Automation For Geodetic Instruments

Abstract: This paper presents the methodology, results and conclusions of the development of an Automation System for Digital Levels - SAND, consisting of a platform that houses the stepper motor and gear systems. This platform is controlled by a microcontroller board, which allow the horizontal movement of digital topographic level, without interference from the observer. Furthermore, this platform also accommodates the engine that is used to perform the focusing of the image, in this case the vertical sights that are installed with the object you want to perform the monitoring. By employing techniques of leveling, the SAND performs readings of sight with bar codes, to determine the gaps between the points of interest, and thereby determine possible shifts in the structure. The system was developed to carry out the monitoring of structures such as bridges, viaducts, dams, buildings, real time, automatically, ie without the need for a Technician to operate the level. The results demonstrate the feasibility of the proposed methodology.

Keywords: level digital, automation system, monitoring of structures.

1 Introdução

Este trabalho apresenta uma proposta de automação para instrumentos geodésicos, neste caso, o nível digital DNA 03 do fabricante Leica. Para tal, construiu-se o Sistema SAND – Sistema de Automação para Níveis Digitais (ANDOLFATO, 2010), objeto de estudo numa tese de doutorado junto ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas – CPGCG da Universidade Federal do Paraná – UFPR.

Este sistema é composto por uma plataforma com motores de passo, para automatizar o movimento horizontal do instrumento (nível digital) e o sistema de focalização da imagem da mira com códigos de barra. Sobre esta plataforma instala-se o nível digital e junto à estrutura a ser monitorada, instalam-se as miras em pontos de interesse onde se deseja determinar possíveis deslocamentos nesta estrutura.

A realização desta pesquisa visa contribuir para a otimização dos levantamentos geodésicos e topográficos utilizados em monitoramento de obras de engenharia, neste caso utilizando o nivelamento geométrico, uma vez que os dados levantados são obtidos em épocas distintas, podendo-se comparar variações de desníveis em tempo real nos pontos de controle caso estas ocorram.

2 Níveis Digitais

Os níveis digitais (Figura 1) possuem os mesmos componentes mecânicos e ópticos de um instrumento óptico automático, mas diferem destes no que diz respeito à forma de leitura. Esta se fundamenta na decodificação de um código de barras que substitui a graduação centimétrica nas miras convencionais (Veiga, 2002). Neste trabalho foi utilizado o nível digital DNA03 do fabricante Leica.

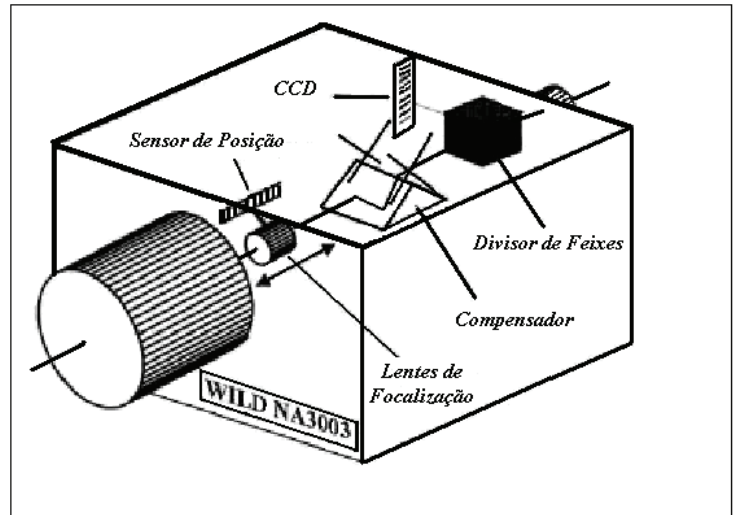


Figura 1 – Esquema de um Nível Digital

FONTE: Ingensand, 1999

NOTA: Adaptado pelo autor.

Estes instrumentos capturam e processam a imagem da mira codificada, fornecida por um sensor CCD interno ao equipamento, a qual é comparada com padrões gravados em sua memória, obtendo-se assim os dados que são disponibilizados no display (visor), podendo ser armazenados na memória interna do instrumento ou ainda copiados para um cartão PCMCIA (Veiga, 2002).

O código de barras da mira é armazenado no instrumento como sinal de referência. Durante a medição, a seção visível da mira no campo de visão é capturada pelo decodificador de linhas e interpretada como sinal de medição. Este é posteriormente comparado com o sinal de referência e através disso é possível determinar a altura do plano horizontal definido pelo nível e o plano de visada.

A idéia de desenvolver um sistema automatizado para a determinação de desníveis empregando-se níveis digitais tem

como um dos itens a ser trabalhado o entendimento de como é realizada a leitura do código de barras gravado na mira, para que seja desenvolvido um dispositivo para realizar as leituras automaticamente.

3 Materiais e Técnicas

Além do nível digital (instrumento) propriamente dito, para entendimento do SAND, tem-se outros componentes, a saber: miras com código de barras, motores de passo, o dispositivo de adaptação dos motores de passo, placa microcontroladora dos motores envolvidos e o software de gerenciamento do sistema.

Quanto às miras com códigos de barras, foi utilizado o modelo GWCL92 no 9117 da Leica, considerada como “mira original” (detalhe na Figura 3), já que cada fabricante tem seu próprio código, onde foram medidas as espessuras dos elementos de códigos pretos e brancos (Figura 4), conforme descrito em Andolfato (2010).

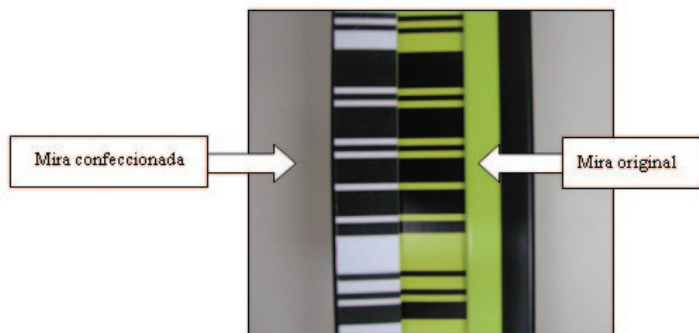


Figura 2 – Detalhe da comparação entre a mira original e o alvo confeccionado

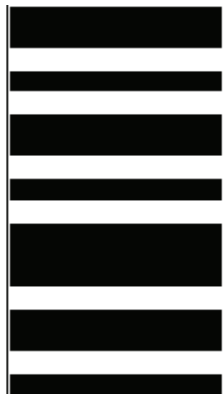


Figura 3- Detalhe do alvo com o código de barra desenhado

Os motores de passo utilizados pelo SAND foram adquiridos da empresa Akiyama Tecnologia em Componentes Eletrônicos Ltda., sendo um utilizado para a movimentação do giro horizontal do instrumento (modelo AK56H8/5-1.8) e outro para o ajuste do sistema de focagem (modelo AK39HY/12-1.8), apresentados na Figura 4.

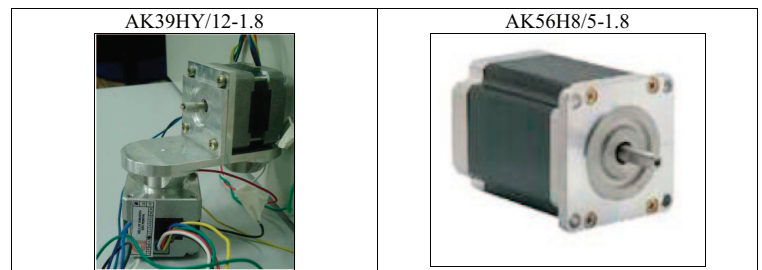


Figura 4 – Motores de passo utilizados

Há também o driver de potência, modelo AKDMP5-1.7A (Figura 9), adquirido da mesma empresa fornecedora dos motores de passo, sendo usado para acionar os motores de passo.



Figura 5 – Driver de potência.

Para a adaptação dos motores utilizados ao nível digital, de forma que esta adaptação fosse realizada externamente ao instrumento, foi projetado e construído um dispositivo onde os motores fossem instalados para que pudessem executar as suas funções, quer sejam do ajuste de focagem e do movimento horizontal do instrumento. A Figura 7 mostra o Dispositivo de Adaptação dos Motores de Passo - DAMP construído (ANDOLFATO, 2010).

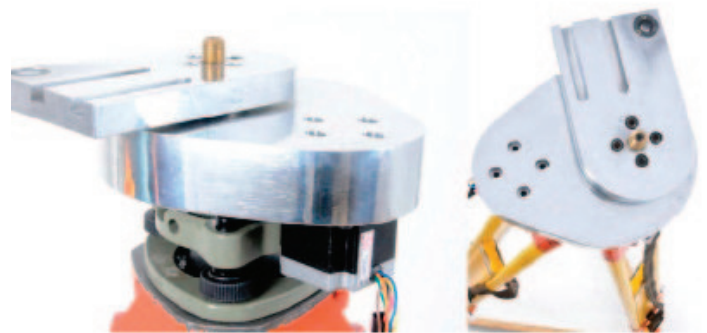


Figura 6 – Dispositivo de Adaptação dos Motores de Passo

A Placa Microcontroladora para Comandos dos Motores de Passo – PMCMP é um sistema de controle, acionamentos e comunicação serial, sendo uma placa eletrônica, conhecida popularmente como Roboduino 1.0; a qual é proveniente de um projeto open source (Arduino, 2010a). Seus principais componentes e características são: Microcontrolador ATMEGA168 ou ATMEGA328, Circuito de comunicação com micro-computador ou laptop via USB-Serial, Fonte interna e externa com reguladores de tensões (Figura 8).

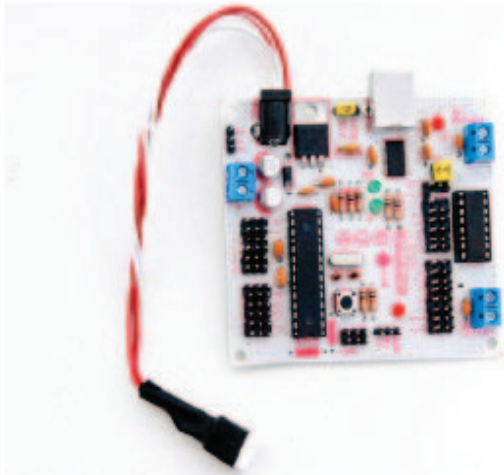


Figura 7 – Placa Microcontroladora utilizada - PMCMP

O software elaborado e desenvolvido para gerenciar todo o sistema foi criado utilizando a linguagem Basic, com o compilador Visual Basic 6; utilizando como banco de dados o MySQL 5 que tem sua distribuição gratuita para projetos livres de comercialização, realizando a comunicação com o nível digital, enviando ao mesmo um comando para aquisição dos dados e recebendo a resposta do nível, que é no formato string (Figura 9).

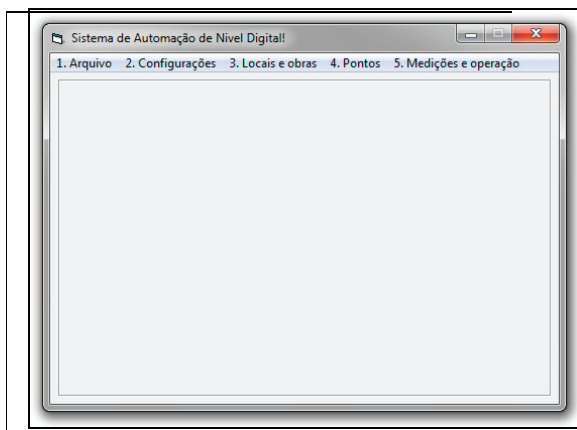


Figura 8– Detalhes das telas do SAND

4 CONCLUSÕES

O sistema SAND (Figura 10) mostrou-se adequado para a obtenção das leituras das miras colocadas em pontos de interesse, realizando de forma contínua, a obtenção das leituras das

miras, podendo ser de minuto em minuto, verificando possíveis deslocamentos que possam ocorrer nos pontos monitorados.

A automação de níveis digitais, desenvolvida neste trabalho, mostrou-se eficiente para realizar o monitoramento contínuo de recalque de estruturas. Em testes realizados nas dependências do Laboratório de Aferição e Instrumentação Geodésica – LAIG da Universidade Federal do Paraná – UFPR, o sistema ficou coletando dados durante aproximadamente 7 horas com um intervalo entre séries de 1 minuto. Um trabalho de monitoramento com estas características seria impossível de ser desenvolvido utilizando um técnico operando o nível (Figura 11).

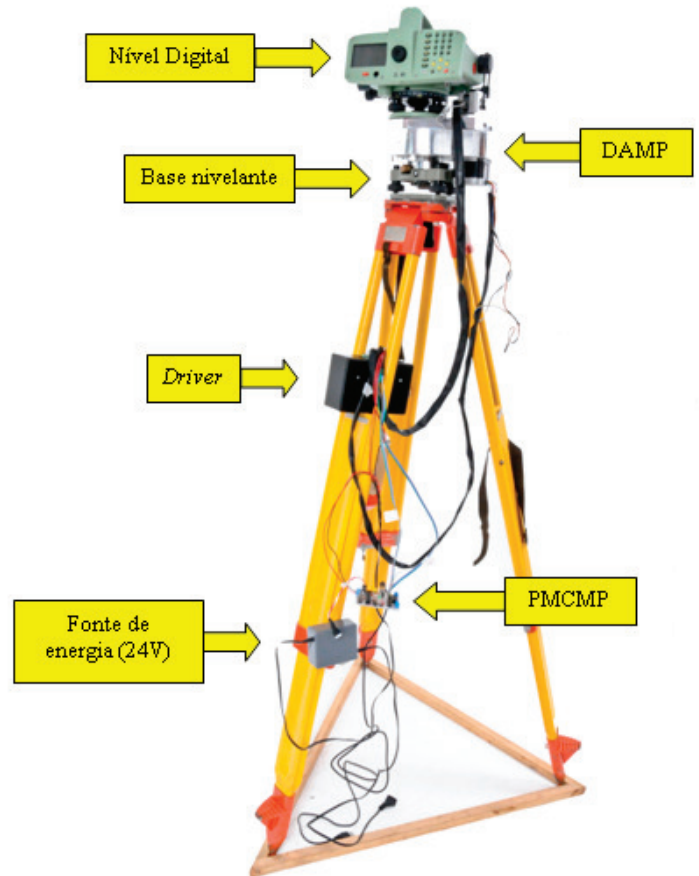


Figura 9 – Visão geral do SAND

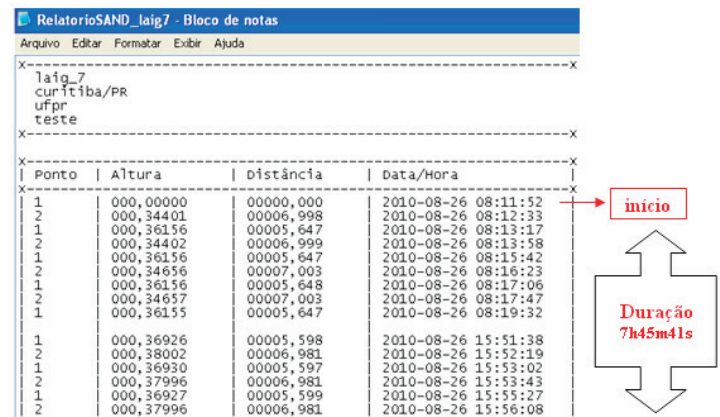


Figura 10– Detalhe do arquivo gerado pelo SAND

Os resultados obtidos mostram que o SAND pode ser empregado no monitoramento de obras de engenharia, tais como: usinas hidrelétricas, pontes, edificações urbanas, entre

outras, buscando-se o aumento da produtividade, coletando-se dados de forma contínua e durante longos períodos, subsidiando a tomada de decisão, quando detectados deslocamentos absolutos ou relativos entre os pontos de controle.

O custo de fabricação do sistema de automação de níveis digitais (SAND) é baixo considerando os benefícios que o sistema traz na execução do monitoramento de uma obra durante e após sua construção.

Referências

ANDOLFATO, S. H. D. Sistema de Automação de Níveis Digitais. 2010. 108 p. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) – Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba-Pr.

AKIYAMA. Manual do usuário – AKDMP5-1.7A – Driver motor de passo de 2 fases. Disponível em: <http://www.motores.akiyama.com.br/pdf/Manual%20%20AKDMP5-1.7A.pdf>. Acesso em: 25 de ago. de 2009a.

AKIYAMA. Motor de passo AK39H/12-1.8 - datasheet. Disponível em: <http://www.akiyama.com.br/site/mercados-e-solucoes.php?id=6&id2=284&id4=26> . Acesso em: 25 de ago. de 2009b.

AKIYAMA. Motor de passo AK56H8/5-1.8 - datasheet. Disponível em: <http://www.akiyama.com.br/site/mercados-e-solucoes.php?id=6&id2=286&id4=26> . Acessado em 25 de agosto de 2009c.

ARDUINO. Disponível em: <http://arduino.cc/en/Main/Software>. Acesso em: 10 jun. 2010a.

ARDUINO. Disponível em <http://arduino.cc/en/Reference/HomePage>. Acesso em: 10 jun. 2010b.

CINTRA, J. P. Automação da topografia: do campo ao projeto. 120p. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.

INGENSAND, H. The Evolution of Digital Leveling Techniques-Limitations and New Solutions. In Lilje, M (EDS) The Importance of Heights. FIG, Gäule, Sweden: 59-68. 1999.

LEICA. DNA03/DNA10 - Manual do usuário. Versão 1.2 – Português. 2004.

LEITE, B. H. F. C.; LIMA, E. J. C.; LEÃO, F. L.; PRESTES, R. F. Estudo do motor de passo e seu controle digital (2003). Disponível em: http://recreio.gta.ufrj.br/grad/01_1/motor/ Acesso em: 13 Fev. 2008.

LUTES, J.; CHRZANOWKI, A.; BASTIN, G.; WHITAKER, C. 'Dimons' programa for automatic data collection and automatic deformation analysis. The 10th FIG International Symposium on Deformation Measurements. 2001.

MIYAGI, P.E. Controle Programável: fundamentos do controle de sistemas a eventos discretos. São Paulo: Blucher, 1996.

MORAES, C. C.; CASTRUCCI, P. L. Engenharia de automação industrial. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

NADAL, M. A. D. Controle e operação remota de estações totais

robotizadas voltado à auscultação geodésica. 132 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas. Curitiba, 2008.

SCHNEIDER, F.; DIXON, D. The New Leica Digital Levels DNA03 and DNA10. In: FIG XXXII International Congress. Washington, D.C. USA, 2002.

SILVEIRA, P. R.; SANTOS, W. E. Automação e controle discreto. São Paulo: Érica, 1998.

VEIGA, L. A. K. Homogeneização de dados provenientes de diferentes níveis digitais. In: Anais do Simpósio Brasileiro de Geomática. Presidente Prudente – SP, 2002.

VEIGA, L. A. K.; NADAL, C. A. FAGGION, P. L. FREITAS, S. R. C. Integração da auscultação geodésica com a instrumentação de controle e segurança da barragem de Salto Caxias. Relatório Técnico-Científico, v. 3 – Nivelamento e Gravimetria. UFPR, Departamento de Geomática. Curitiba, 2006.

VEIGA et al. O Uso de Poligonais de Precisão para o Monitoramento de Pontos em Galerias de Drenagem: A Experiência na Usina Hidrelétrica de Salto Caxias. In: Anais do III Simpósio sobre Instrumentação de Barragens, p. 287-295. Comitê Brasileiro de Barragens – CBDB. São Paulo-SP, 2006.