

TECNOLOGIAS WIRELESS E DSP PARA CONTROLE E INTERFACEAMENTO DE UM MACROINDENTADOR PORTÁTIL PARA AVALIAÇÃO IN-SITU DE PROPRIEDADES MECÂNICAS DE DUTOS METÁLICOS

Jeovane Vicente de Sousa, jeovane@eel.ufu.br¹

Alcimar Barbosa Soares, alcimar@ufu.br¹

Sinésio Domingues Franco, sdfranco@ufu.br²

¹ Faculdade de Engenharia Elétrica - Universidade Federal de Uberlândia, BioLab - Laboratório de Eng. Biomédica e Automática - Campus Santa Mônica - Bloco 1E - Sala 08 - Av. João Naves de Ávila, 2121 - Uberlândia - MG - Brasil - Cep: 38408-100,

² Faculdade de Engenharia Mecânica- Universidade Federal de Uberlândia, LTAD - Laboratório de Tecnologia em Atrito e Desgaste - Campus Santa Mônica - Bloco 5K - Av. João Naves de Ávila, 2121 - Uberlândia - MG - Brasil - Cep: 38408-100,

Resumo: *O conhecimento das propriedades mecânicas de dutos metálicos é de fundamental importância para sua utilização segura e otimizada, ainda mais quando consideramos um número relevante de linhas cuja documentação não é precisa ou inexistente. Convencionalmente, essas propriedades são obtidas a partir de ensaios destrutivos, como, por exemplo, ensaios de tração, impacto e fadiga. Recentemente, a macroindentação tem sido sugerida como uma boa alternativa para determinação das propriedades mecânicas de materiais metálicos por meio de ensaios não destrutivos e com a vantagem de ser realizada "In-Situ". A macroindentação instrumentada é um ensaio baseado em múltiplas indentações em um mesmo local de penetração. Desta forma, com o monitoramento constante da carga e da profundidade de indentação determina-se uma curva característica do ensaio e, a partir de correlações entre essa curva e determinadas equações-modelo, pode-se estimar diversas propriedades mecânicas, tais como: o limite de escoamento, o limite de resistência, a dureza, a curva tensão x deformação, o coeficiente de resistência e o expoente de encruamento. Este artigo destaca o projeto e o desenvolvimento de um sistema de controle, instrumentação e interfaceamento para um equipamento de macroindentação baseado em tecnologias de transmissão de dados sem-fio (wireless) e controle computacional embarcado via processadores digitais de sinais (DSP) de última geração. O sistema final permitirá a realização dos ensaios de forma mais rápida e totalmente automatizada, aos quais também serão agregadas maior segurança e precisão das medidas.*

Palavras-chave: *Instrumentação e Controle, Indentação Instrumentada, Propriedades Mecânicas, Wireless, DSP.*

1. INTRODUÇÃO

A determinação da integridade de qualquer estrutura de condução de gás natural e óleo, que não possuem documentação ou histórico, é de fundamental importância tanto para a caracterização do material quanto para a otimização de sua utilização (aumento na pressão de transmissão) (HAGGAG, 2001).

Através de ensaios de tração é possível a obtenção das propriedades mecânicas de um material, porém o ensaio é destrutivo e não é apropriado para as aplicações citadas anteriormente. Todavia, uma forma de se obter as propriedades mecânicas de um material, de maneira não destrutiva, é utilizando a metodologia da macroindentação. Dada a configuração do ensaio e a reduzida região perturbada durante a indentação, os ensaios podem ser realizados na própria estrutura da peça (HAGGAG, 1993).

A macroindentação é um ensaio que visa medir a resistência à penetração de um material. Quando o ensaio é realizado com o monitoramento das variáveis (deslocamento e carga), diz-se Macroindentação Instrumentada.

A obtenção das propriedades mecânicas em dutos metálicos é importante tanto para garantir que falhas não ocorrerão durante a vida de seus componentes, quanto para avaliar o tempo de vida da estrutura. De maneira a obter a integridade destas estruturas submetidas a acidentes ou condições de serviço severas, é requerido o conhecimento das propriedades mecânicas do material para avaliação.

A partir da utilização de penetradores esféricos, Ramos Neto et al. (HAGGAG; WONG et al, 1989) definem o ensaio como Indentação Esférico-Instrumentada (IEI). Assim, o ensaio é baseado em múltiplas indentações (ciclos de indentação) no mesmo local de penetração na superfície metálica utilizando uma esfera de WCCo (Carboneto de Tungstênio-Cobalto) como objeto de penetração. Na Figura (1) estão representadas as deformações plástica (h_p), elástica (h_e) e total (h_t) do material durante e depois do carregamento.

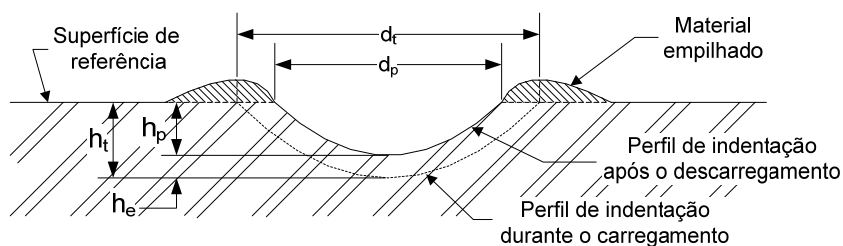


Figura 1. Perfil típico de indentação quando se utiliza um penetrador esférico. (Cardoso, 2004)

A partir deste ensaio é obtida uma curva de deslocamento por carga aplicada (ver Fig. (2)). Através da correlação entre tensão-deformação induzida e equações-modelo, pode-se determinar propriedades mecânicas do material analisado, tais como: limite de escoamento, limite de resistência, dureza, tensões residuais, além de curvas de tensão-deformação (HAGGAG; WONG et al, 1989).

Maiores informações sobre macroindentação instrumentada podem ser encontradas em Cardoso et al (2004).

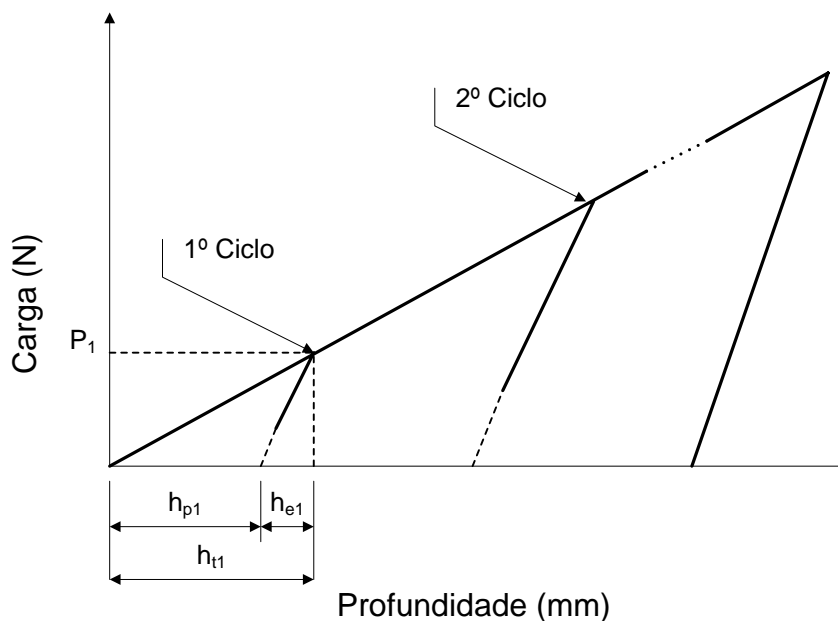


Figura 2. Representação gráfica da relação entre carga e deslocamento do indentador, observando alguns ciclos de indentação.

Este artigo descreve o desenvolvimento dos diversos elementos de instrumentação e controle de um equipamento portátil para macroindentação instrumentada (protótipo já desenvolvido pela equipe e associados) baseado em tecnologias de transmissão de dados *wireless* e controle computacional embarcado via DSP produzindo assim um equipamento capaz de fornecer valiosas informações para análise da integridade estrutural de peças e componentes. Os elementos de instrumentação e controle do equipamento são mostrados na Figura (3).

Assim, com base no protótipo previamente construído, serão desenvolvidas novas rotinas computacionais para o monitoramento e controle do ensaio, transmissão de dados, dentre outras funções. O *software* deverá ser capaz de controlar e monitorar todas as unidades de hardware em tempo real de forma confiável, através de um DSP, além de adquirir e transmitir, de maneira sem-fio, os dados, que poderão ser armazenados, para posterior análise.

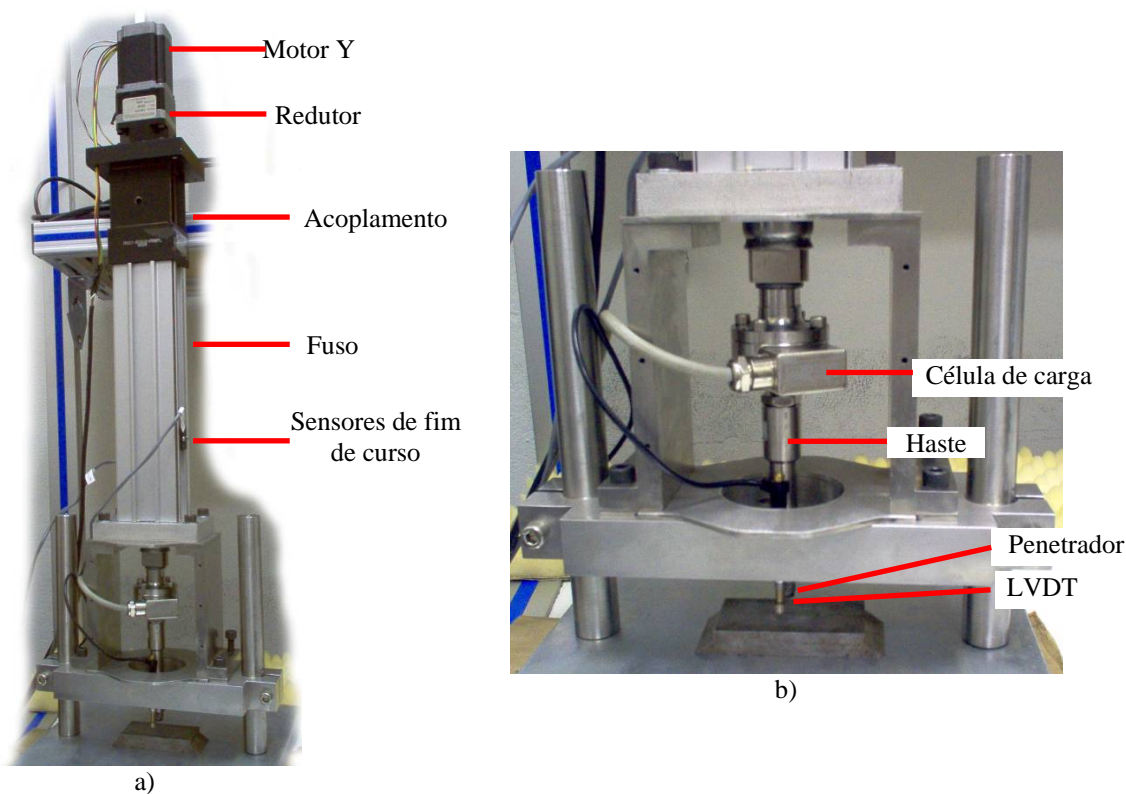


Figura 3. Macro Indentador Portátil desenvolvido. a) unidade principal de indentação montada sobre base fixa para ensaios em laboratório, e b) detalhes da célula de carga, LVDT (sensor de posição) e penetrador esférico em WC-Co.

2. PROJETO DO SISTEMA DE MACROINDENTAÇÃO

Os equipamentos padrão utilizados para ensaios de macroindentação instrumentada envolvem o uso de penetradores esféricos de WC-Co (0,2-1,5mm), atuadores eletromecânicos, transdutores de deslocamento de alta resolução, células de carga e microcomputadores com *software* para controle, aquisição e tratamento de dados.

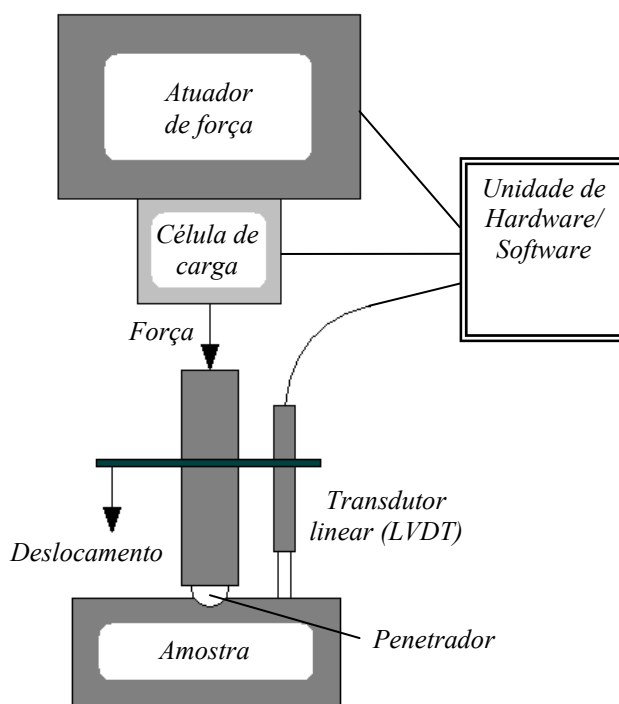


Figura 4. Equipamento de indentação instrumentada – esquema conceitual.

O desenvolvimento de um macroindentador consiste, sucintamente, na interligação de vários dispositivos para controle e monitoramento em tempo real das grandezas fundamentais para o ensaio: velocidade de deslocamento do penetrador, carga aplicada e deslocamento no material (Fig. (4)). Para tal, foi desenvolvido, pela equipe e associados, um sistema *hardware-software*, utilizando a integração de sistemas, de aquisição e condicionamento de sinais e posicionamento de motor, de terceiros ligados a um computador portátil, que desempenhasse este papel. Devido ao grande sucesso do protótipo e buscando o constante aperfeiçoamento do equipamento, um novo sistema de *hardware-software* está sendo desenvolvido, cujos diagramas de blocos são mostrados nas Figuras (5) e (6), utilizando *hardware* de controle dedicado baseado em *DSP* e comunicação sem-fio, para produzir um sistema embarcado de alta performance e portabilidade.

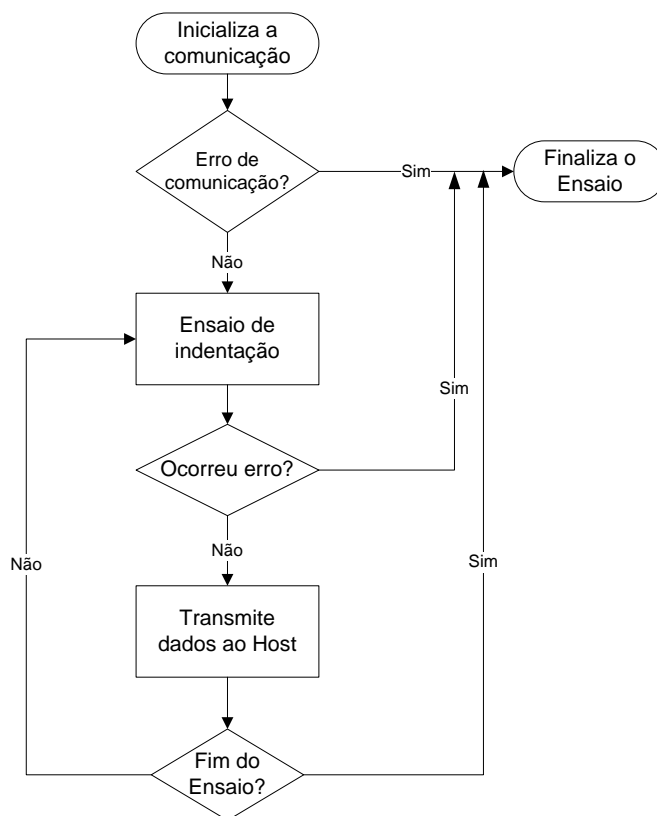


Figura 5. Diagrama representativo do software do equipamento de macroindentação.

2.1. Descrição do *Hardware*

Para controle dos diversos parâmetros do sistema (velocidade, aceleração, deslocamento etc.), utiliza-se um Processador Digital de Sinais (*DSP*) com *link* de comunicação *wireless* com o computador (*host*) que será responsável pela análise dos dados. (Fig. (6))

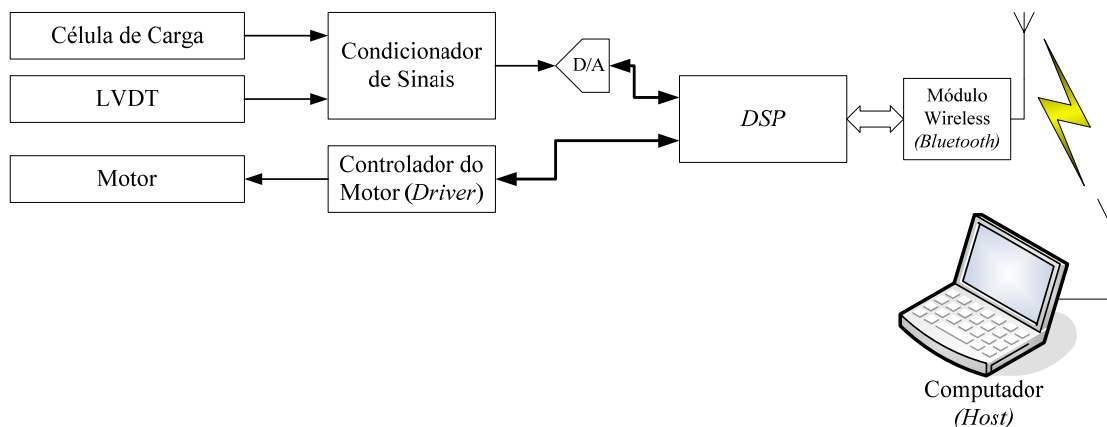


Figura 6. Diagrama representativo do hardware do equipamento de macroindentação.

O atuador linear, motor e fuso, é responsável pelo deslocamento do penetrador esférico de encontro à superfície do material sob ensaio, a uma velocidade constante e conforme os ciclos de carregamento e descarregamento mostrados na Figura (2).

Para monitoração do deslocamento e da carga aplicada durante a indentação utilizam-se os respectivos sensores, LVDT (*linear variable displacement transducer*) e célula de carga. Os dados destes sensores são digitalizados e enviados ao DSP através de um conversor analógico-digital, para isso foi desenvolvido um sistema de condicionamento de sinais analógico, visando à simplificação dos sistemas de digitalização e tratamento de dados.

No projeto em questão, o sistema de atuação de força é formado por um motor de passo conectado a um redutor, responsável por acionar um atuador linear (fuso de esferas recirculantes sem folga axial), o qual, por sua vez, movimentava o penetrador em direção à superfície de ensaio. Este motor é controlado por um *driver* que permite uma alta resolução de micropassos, o que possibilita um ajuste preciso do deslocamento deste motor.

A seguir serão apresentados em maiores detalhes alguns destes subsistemas.

2.1.1. Sistema de posicionamento e aplicação de força para indentação

O sistema de aplicação de forças foi projetado para aplicar uma força de indentação máxima de 500 *kgf*. Essas forças podem provocar impressões no material indentado com profundidade de até aproximadamente 300 μm . Para medir essas profundidades, foi adotado um sistema de medição com resolução de cerca de 0,1 μm . Tal resolução é suficiente para o projeto em questão e determinou então a resolução do sistema de aquisição de dados, que para garantir essa resolução mínima deve ser composto por um conversor analógico-digital de 16 bits.

O sistema, conforme projetado possui as seguintes características:

- Passo mínimo de deslocamento do atuador: 0,1 μm ;
- Capacidade de aplicação de força: superior a 500 *kgf* limitada à capacidade da célula de carga (ver a seguir) de 5 *kN*;
- Velocidade de deslocamento: 0,76 *mm/min* a 1487 *mm/min*.

Para monitoração do deslocamento do penetrador, optou-se pela instalação de um sensor de posição indutivo de alta precisão, localizado próximo ao porta-penetrador. A Figura (3) mostra o posicionamento do sensor de deslocamento (LVDT) escolhido (marca HBM, modelo WI/5mm-T).

A seleção do sistema de medição da força de indentação baseou-se na força máxima de indentação (até 5 *kN*). Diante disso, optou-se pela aquisição da célula de carga, fabricada pela empresa HBM, com as seguintes características técnicas:

- Capacidade de carga (células de carga, modelo U2B, da HBM) – 5 *kN*;
- Sensibilidade à compressão – menor que 0,5%
- Temperatura de trabalho – -30 a +85 °C;
- Força máxima de operação – 130%

Os sinais provenientes dos sensores (posição, carga) são condicionados, digitalizados e transferidos ao DSP. A Figura (7) apresenta o diagrama de blocos do condicionador de sinais projetado.

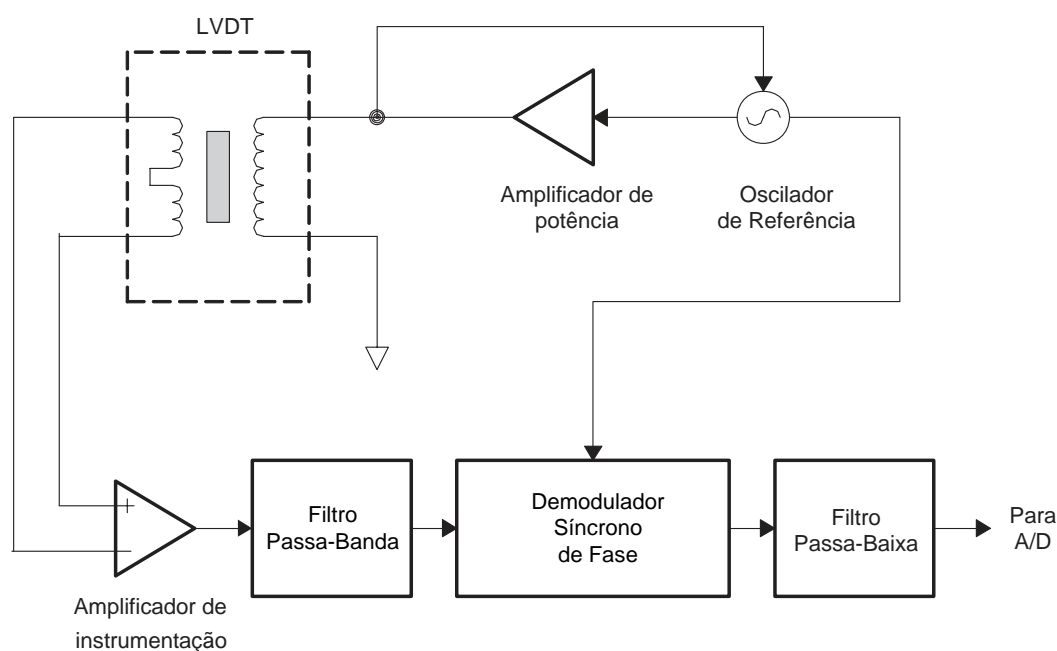


Figura 7. Diagrama de blocos do condicionador de sinais analógico.

2.1.2. Condicionador de Sinais

O circuito para condicionamento de sinal desenvolvido pode ser utilizado tanto para o sinal proveniente do LVDT quanto da Célula de carga uma vez que ambos os sensores apresentam comportamento semelhante, quando alimentados por tensão alternada.

Este circuito emprega um oscilador senoidal analógico, que produz um sinal de excitação de frequência fixa para a bobina primária. Uma vez que o sinal de retorno é modulado em amplitude, o sistema é sensível a qualquer instabilidade no oscilador de referência, que é multiplicado pela sensibilidade do transdutor. Portanto, o circuito oscilador inclui um controle de ganho para estabilizar a amplitude do sinal de saída.

Os sinais de saída dos sensores são conectados a um amplificador de instrumentação (AI), que mede a tensão diferencial. Esta é filtrada, por um filtro passa-banda sintonizado na frequência do oscilador, para remover ruídos indesejados. A saída do filtro é passada através de um circuito demodulador síncrono que gera um sinal retificado de onda completa, cuja polaridade depende da fase do sinal de saída em relação ao oscilador (entrada). O sinal é então suavizado (*smoothed*) e escalado (*scaled*) para produzir uma tensão contínua estável proporcional à variável que está sendo medida. A Figura (7) mostra um diagrama de blocos do oscilador e condicionador de sinal.

2.1.3. Módulo de aquisição e controle

O módulo de aquisição e controle abriga um DSP modelo DSPIC33FJ128MC706 (Microchip) e um conversor A/D de 16 bits.

Optou-se pelo emprego deste processador de sinais por sua disponibilidade no mercado nacional e pela presença de periféricos que atendem ou superam as necessidades do projeto.

O conversor A/D possui 65536 níveis de quantização (16 bits) para uma faixa de tensão de entrada entre 0 e 5V. Cada amostra na saída do conversor A/D possui 20 bits (16 bits para o valor da amostra, mais quatro bits para identificação do canal do qual aquela amostra se origina). Dois canais de conversão A/D são utilizados para a aquisição dos sinais de força e deslocamento provenientes do condicionador de sinais. A taxa de amostragem para cada canal é de aproximadamente 154 mil amostras por segundo.

A comunicação com o DSP é feita pela interface SPI. O DSP envia os comandos para iniciar a leitura de força e deslocamento, recebendo os valores medidos pelos sensores.

A interface serial (RS-232) do DSP estabelece comunicação com o módulo Bluetooth, através do qual há troca de dados com o microcomputador.

2.1.4. Módulo de comunicação Wireless

Dentre as diversas tecnologias de transmissão de dados sem-fio existentes, a que mais se adéqua ao projeto é a tecnologia Bluetooth.

O Bluetooth é uma tecnologia de comunicações sem fio que opera na faixa de 2,4 a 2,485 GHz cujo objetivo é substituir cabos na conexão de dispositivos eletrônicos. Dentre as principais características dessa tecnologia destacam-se a baixa potência, baixo custo e pequenas dimensões (Bluetooth SIG, 2007).

A maioria dos módulos Bluetooth existentes no mercado permite a configuração da taxa de transmissão dos dados desde 9,6 kbps a até 2.1 Mbps para módulos com tecnologia EDR (*Enhanced Data Rate*).

A comunicação entre o módulo de controle e o computador é realizada por rádio-frequência (RF) através do módulo Bluetooth KC-5100 (KC Wirefree, 2009), conectado à porta serial do DSP (Figura (8)).

O módulo Bluetooth *KCWirefree* KC-5100 é um módulo para comunicação sem fio que utiliza a especificação *Bluetooth v2.1+EDR*. Ele possui uma antena interna e o módulo de rádio pode ser classificado como de classe 1. Sendo assim o KC-5100 possui limite de alcance de pelo menos 100 metros e oferece uma taxa de transmissão bruta de até 3Mbps.



33.2mm x 15.8 mm x 1.8 mm

Figura 8. Módulos Bluetooth (KC Wirefree) utilizados para a comunicação entre o DSP e o computador.

No sistema desenvolvido, a taxa de transmissão dos dados deve ser superior a 384 *kbps*. Utilizou-se uma taxa de 921,6 *kbps*, sendo esta suficiente para transmitir os dados em tempo real.

O módulo KC-5100 recebe as amostras pela interface serial do DSP e as envia por RF ao computador. Da mesma forma, o aplicativo em execução no computador transmite os comandos por sua interface *Bluetooth* ao KC-5100, que os repassa ao DSP pela interface serial.

O módulo KC-5100 trabalha como *endpoint*, ou seja, ele é configurado como escravo e outro dispositivo, que esteja no modo de conexão, deve estabelecer a comunicação com ele. A comunicação *Bluetooth* é usada também para transmitir os dados de configuração e ajuste dos parâmetros do ensaio, além dos dados dos sensores.

2.2. Software de Controle

O *software* de controle, aquisição e tratamento dos dados (Fig. (5)), implementado no DSP, foi dividido em três etapas:

- inicialização da comunicação;
- ensaio de indentação;
- transmissão dos dados.

Inicialização:

Etapa responsável pelo estabelecimento da comunicação entre o DSP, os dispositivos de hardware (condicionador de sinais e controlador do motor), e o computador host responsável pela configuração do ensaio.

Ensaio:

Para início do ensaio o operador deve preencher alguns dados gerais do ensaio e definir as características desejadas para o mesmo: velocidade de carregamento, porcentagem de descarregamento, passo de deslocamento, carga máxima a ser aplicada e quantidade de ciclos de indentação. Durante o processo de indentação o DSP envia constantemente ao computador host os dados obtidos dos sensores para que este possa armazenar os dados e atualizar um gráfico de carga *versus* deslocamento, possibilitando assim o acompanhamento do ensaio.

Transmissão dos dados:

O processo de transmissão de dados se dá entre o DSP e o computador host. Para que este processo ocorra de forma confiável o DSP monitora constantemente o estado da ligação e envia pacotes de dados para o computador host contendo as informações do ensaio e monitora se algum pedido de abortagem do ensaio foi recebido. Caso ocorra interrupção da comunicação entre o DSP e o host, é possível configurar o equipamento para continuar o ensaio normalmente armazenando estas informações na memória para posterior descarregamento destes dados.

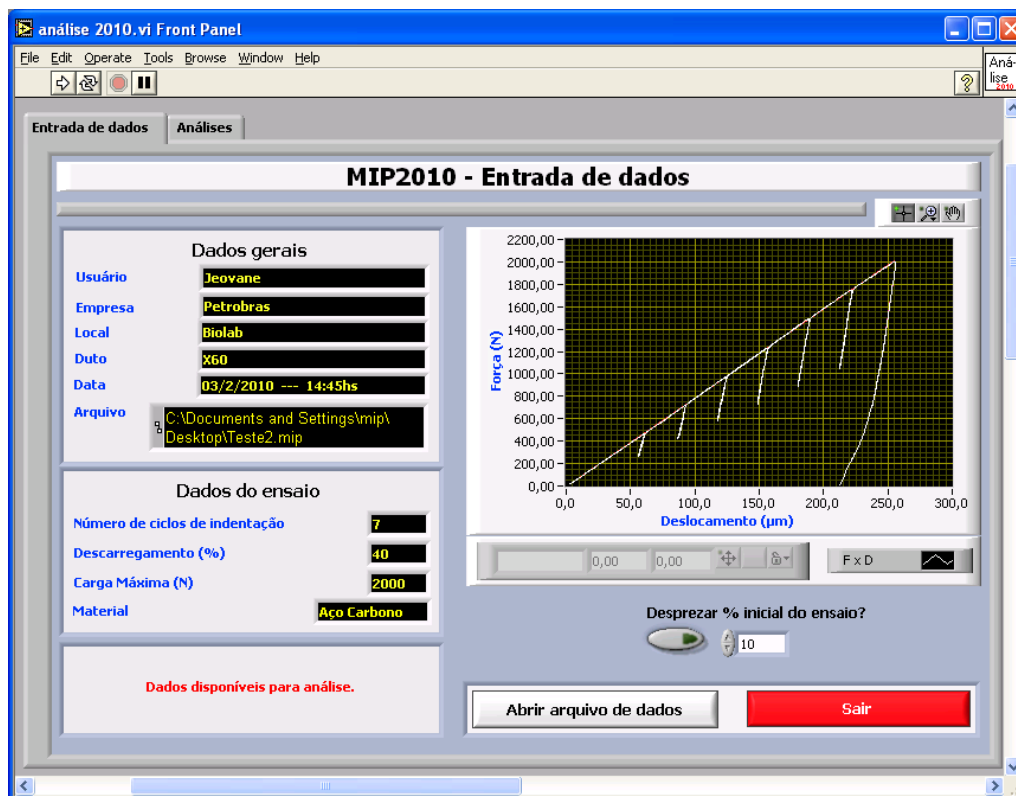


Figura 9. Interface de análise do ensaio de indentação: abertura de arquivo de dados, definição de constantes e cálculo das propriedades.

Além disso, foi implementado no computador host um programa responsável pelo monitoramento e configuração do ensaio, análise e armazenamento de dados.

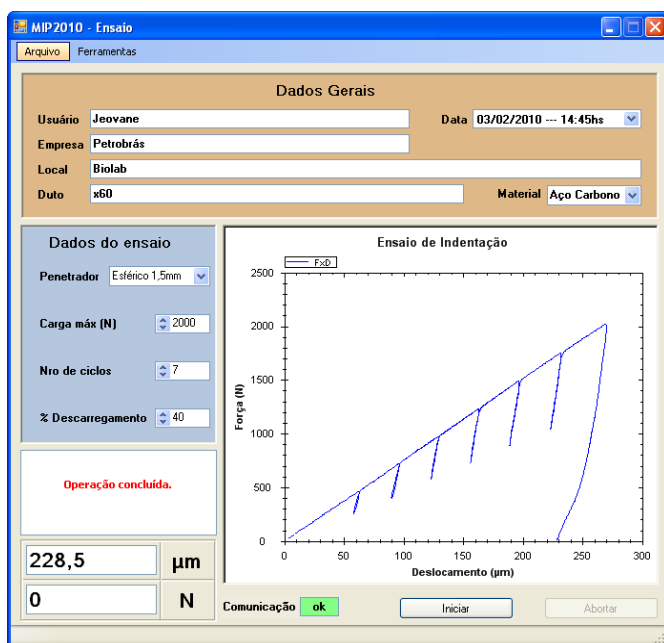
A partir dos dados obtidos no ensaio (curva carga *versus* deslocamento), pode-se determinar as propriedades mecânicas do material. A Figura (9) mostra a interface de *software* desenvolvida para tal fim. Nesta o operador deverá iniciar a leitura do arquivo que contém os dados do ensaio armazenados ao fim da etapa de ensaio. O gráfico de carga *versus* deslocamento é mostrado novamente para confirmação. O operador deve então definir as constantes para o cálculo das propriedades (módulo de elasticidade da amostra e da esfera, diâmetro da esfera, sensibilidade a taxa de deformação e coeficiente de deformação). O sistema é capaz de preencher automaticamente aquelas constantes, com valores típicos, para materiais conhecidos, como por exemplo, aço carbono e aço inoxidável. Caso o material seja desconhecido, ou o usuário deseje, aquelas constantes podem ser ajustadas para cada tipo de material.

3. RESULTADOS E PERSPECTIVAS

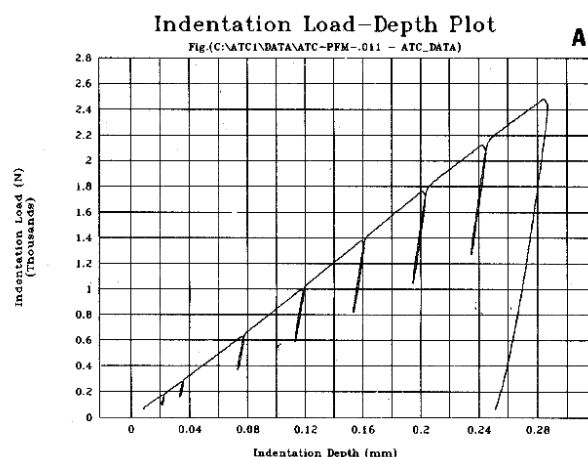
O protótipo ainda está em fase de testes, mas resultados preliminares mostram que o equipamento apresenta-se como uma ferramenta fundamental para a análise não destrutiva de propriedades mecânicas.

Pretende-se futuramente incorporar o sistema de controle do motor diretamente na estrutura de *software* do DSP, além da substituição do motor de passo por um servo motor de corrente contínua no intuito de simplificar o *hardware* de controle.

A Figura (10) mostra o resultado obtido pelo equipamento em um ensaio de Macroindentação em um duto composto de aço carbono API-X60 com carga máxima em 2000N, dividida em 7 ciclos com 40% de descarregamento e 1 mm/mim de velocidade de indentação, em comparação com valores encontrados na literatura.



a)



b)

Figura 10. a) Curva característica de carga versus profundidade obtida pelo equipamento a partir de um ensaio de indentação instrumentada. b) Curva característica de carga versus profundidade obtida por Haggag et al.

4. CONCLUSÕES

Os processos e elementos de monitoração e controle descritos neste artigo permitirão o correto levantamento de características mecânicas de dutos. Observa-se ainda, que os procedimentos de controle do equipamento, execução de ensaios e análise de dados é realizada de forma simples e intuitiva. Todas as unidades de software foram projetadas visando à segurança de operação e garante a total integridade dos diversos dispositivos empregados através da monitoração em tempo-real de todos os sub-processos envolvidos.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de expressar seus sinceros agradecimentos à Petrobras e CNPq pelo apoio financeiro e incentivo.

6. REFERÊNCIAS

- Ahn, J.H. and Choi, Y. and Kwon, D., 2000, "Evaluation of Plastic Flow Properties of Materials Through the Analysis of Indentation Load-Depth Curve", *Journal of the Korean Institute of Metal and Materials*, Vol. 39, pp. 1606-1611.
- Ahn, J.H. and Kwon, D., 2001, "Derivation of plastic stress-strain relationship from ball indentation: Examination of strain definition and pileup effect", *Journal of Materials Research*, Vol. 16, pp. 3170-3178.
- Bluetooth SIG; 2007, "Bluetooth Specification Version 2.1 + EDR", disponível em www.bluetooth.com, último acesso: 14 de julho de 2009.
- Cardoso, Flávia C., 2004, "Desenvolvimento do Sistema de Instrumentação e Controle de um Macroindentador Portátil para Avaliação de Propriedades Mecânicas de Dutos", Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 99p.
- Francis, H.A., 1976 "Phenomenological analysis of plastic spherical indentation", *Journal of Engineering Materials and Technology - Transactions ASME*, pp. 272-281
- Haggag, F. M., 2001, "In-situ Nondestructive Measurements of key Mechanical Properties of Oil and Gas Pipelines, Residual Stress Measurement and General Nondestructive Evaluation", *ASME PVP-Vol. 429*, pp. 99-104.
- Haggag, F. M.; Wong, H., Alexander, D. J.; Nanstad, R. K., "The use of Field Indentation Microprobe in Measuring Mechanical Properties of Welds", 2nd International Conference on Trends in Welding Research, 1989, pp. 843-849.
- Johnson, K.L., 1985, "Contact Mechanics", Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 456 p.
- KC Wirefree, 2009, "KC-5100 OEM Hi Power Bluetooth Data Module Datasheet", disponível em www.kcwirefree.com, último acesso em 10 de março de 2010.
- Microchip, 2009, "dsPIC33FJXXXMCX06/X08/X10 Motor Control Family Data Sheet", disponível em www.microchip.com, último acesso em 10 de março de 2010.
- Ramos Neto, F.F., Cardoso, F.C., Soares, A.B., Franco, S.D., Franco, V.L.D. E Paes, M.T.P., 2003, "Instrumentação e Controle de Um Macroindentador Portátil para Avaliação de Propriedades Mecânicas de Dutos", *Anais do 13º Seminário de Pós-Graduação da Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia*.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

INTERFACING AND CONTROL OF A PORTABLE MACROINDENTATION DEVICE FOR IN-SITU ASSESSMENT OF MECHANICAL PROPERTIES OF METAL PIPES WITH WIRELESS TECHNOLOGIES AND DSP

Jeovane Vicente de Sousa, jeovane@eel.ufu.br¹

Alcimar Barbosa Soares, alcimar@ufu.br¹

Sinésio Domingues Franco, sdfranco@ufu.br²

¹ Faculdade de Engenharia Elétrica - Universidade Federal de Uberlândia, BioLab - Laboratório de Eng. Biomédica e Automática - Campus Santa Mônica - Bloco 1E - Sala 08 - Av. João Naves de Ávila, 2121 - Uberlândia - MG - Brasil - Cep: 38408-100,

² Faculdade de Engenharia Mecânica- Universidade Federal de Uberlândia, LTAD - Laboratório de Tecnologia em Atrito e Desgaste - Campus Santa Mônica - Bloco 5K - Av. João Naves de Ávila, 2121 - Uberlândia - MG - Brasil - Cep: 38408-100,

Abstract. *Obtaining mechanical properties of pipelines has fundamental importance to optimize their use. This fact is more relevant in lines where the documentation is not precise or nonexistent. Commonly, the obtainment of these properties is performed through destructive tests such as traction, impact and fatigue. However, the ball indentation technique, recent methodology applied in the determination of mechanical properties of metallic materials, appears as a good alternative. The ball indentation test has the advantage of being a nondestructive test and can be performed “in-situ “. The ball indentation test is based in multiple indentations at the same place. Thus, with the constant monitoring of the indentation load and depth, a characteristic curve of the assay is determined. Through the correlation between the gotten points from the evaluated curve (tension and deformation) and the equation-model, we can determine the mechanical properties of the analyzed material, such as: yield strength, ultimate tensile strength, hardness, tension x deformation curve and strength coefficient, strain hardening exponent. This article highlights the design and development of a control, instrumentation and interfacing system to a ball indentation equipment based on wireless data transmission technology and embedded control by digital signal processors (DSP). The final system will allow the accomplishment of the test more quickly, totally automated, safe and accurate.*

Keywords: *Instrumentation and Control, Instrumented Indentation, Mechanical Properties, Wireless, DSP.*