

Sistema de Posicionamento Tri-dimensional Automatizado para Realização de Ensaios Magnéticos Não Destrutivos

Aluno: Michel Cardonsky Caspary
Orientador: Antonio Carlos Oliveira Bruno

Introdução

Ensaio Não Destrutivo (END) consiste no desenvolvimento e aplicação de métodos e técnicas para análise de materiais ou componentes, de forma a não alterar suas características ou prejudicar seu uso futuro. Seu objetivo é o de detectar, localizar e avaliar descontinuidades, defeitos e outras imperfeições, também analisar a integridade, propriedades e composição, e finalmente medir características geométricas.

Atualmente Ensaio Não Destrutivo tem grande importância no estudo e desenvolvimento de novos materiais, na prevenção de acidentes e na preservação do meio ambiente. Estes métodos são utilizados, por exemplo, para determinar regiões críticas em estruturas, componentes e equipamentos usados na indústria do petróleo. Como estas estruturas estão sujeitas a fenômenos como fadiga, stress e corrosão, o aparecimento de defeitos como fissuras é muito provável. Estas fissuras podem crescer de forma a causar eventos desastrosos. Ensaio magnético consiste na aplicação de campo magnético ou corrente elétrica no material e no mapeamento do campo magnético resultante. Na presença de alguma alteração, a distribuição espacial do campo magnético será diferente da esperada permitindo a detecção, localização e caracterização do defeito.

Objetivos

Com o aumento da produção de petróleo e derivados é preciso intensificar os cuidados com o transporte desses produtos. Uma aplicação importante de END é o ensaio da integridade de tubulações que é realizado através de dispositivos que aplicam campo magnético na parede da tubulação e medem a resposta de forma a detectar áreas de diminuição de espessura causadas por corrosão. Para realização de testes com sensores de magneto-resistência gigante, magneto-impedância gigante e com magnetostricção gigante, iremos projetar um sistema de posicionamento para realização de mapeamentos tridimensionais. Este sistema permitirá a inspeção de estruturas com geometrias complexas em busca de trincas e áreas de corrosão. Será também construído um outro sistema para medida de deslocamentos.

Metodologia

Utilizando três atuadores, Zaber Precision Linear Actuators, foi feita a montagem de um sistema de posicionamento de sensores magnéticos, com capacidade para efetuar mapeamentos tridimensionais com resolução da ordem do micrômetro, em torno de diversas amostras metálicas.

A primeira montagem era feita de metal e consistia de vários elementos que contribuíram para o acentuado atrito durante a movimentação dos atuadores, e conseqüentemente a imprecisão da posição “real” do mesmo. Visando eliminar esta incerteza foi feito um outro dispositivo de acrílico e teflon, este muito melhor que seu predecessor, também trocamos os atuadores para modelos mais precisos e com maior alcance de forma a melhorar a precisão das medidas. Para diminuir a incerteza, por sua vez, disponibilizei um sistema de médias onde determinasse o número de medidas a serem efetuadas em cada ponto do espaço, calculando-se assim a média aritmética dessas medidas.

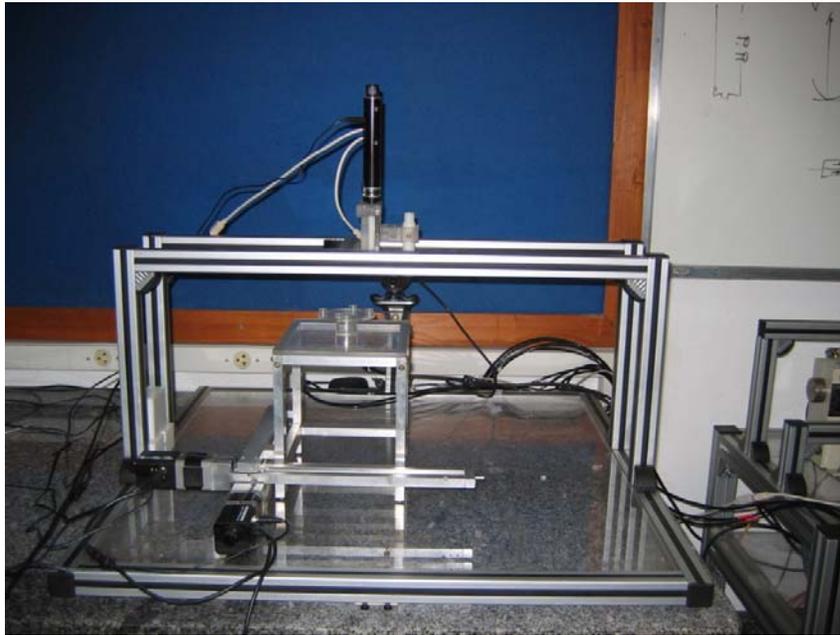


figura 1. Sistema de Posicionamento Tri-dimencional

Foram utilizados vários sensores para medição do campo magnético, um magnetômetro vetorial de efeito Hall (Figura 5), um Fluxgate, um sensor de magnetoresistência gigante, e extensômetros colados em materiais com magnetostricção gigante. Foi usada uma ponte de Wheatstone para leitura dos extensômetros e um interrogador de redes de Bragg em fibras ópticas (Figura 4).

Para a leitura do strain-gauge, utilizamos uma ponte de Wheatstone da National Instruments PXI-4220 (Figura 4). Antes de utilizá-la com o strain-gauge, fizemos a verificação do equipamento através da utilização de uma resistência variável General Radio USA Decade Resistor 1433-F de precisão 0.01Ω e TINSLEY ZX74 D.C. Resistance de precisão 0.001Ω . A resistência foi variada, no caso da primeira, de 0.01Ω a partir de $350,00 \Omega$ até 350.09Ω , e a experiência foi repetida várias vezes, e de 0.001Ω a partir de 350.100Ω até 350.110Ω . Finalmente foi concluído que não há “ruído” nem perda de sinal significativos no equipamento, pois os valores de strain teórico (calculado pela seguinte fórmula \rightarrow strain $\epsilon = (R-R_g) / (S_g * R_g)$ onde $S_g =$ gage factor = 2, $R_g =$ resistência inicial = $350,00 \Omega$ e 350.100Ω , e R varia) quase coincidiram com os valores experimentais (Figuras 2 e 3). Essa experiência comprova que a resolução do nosso equipamento é de $1 \mu\epsilon$ (microstrain) como especificado pelo fabricante.

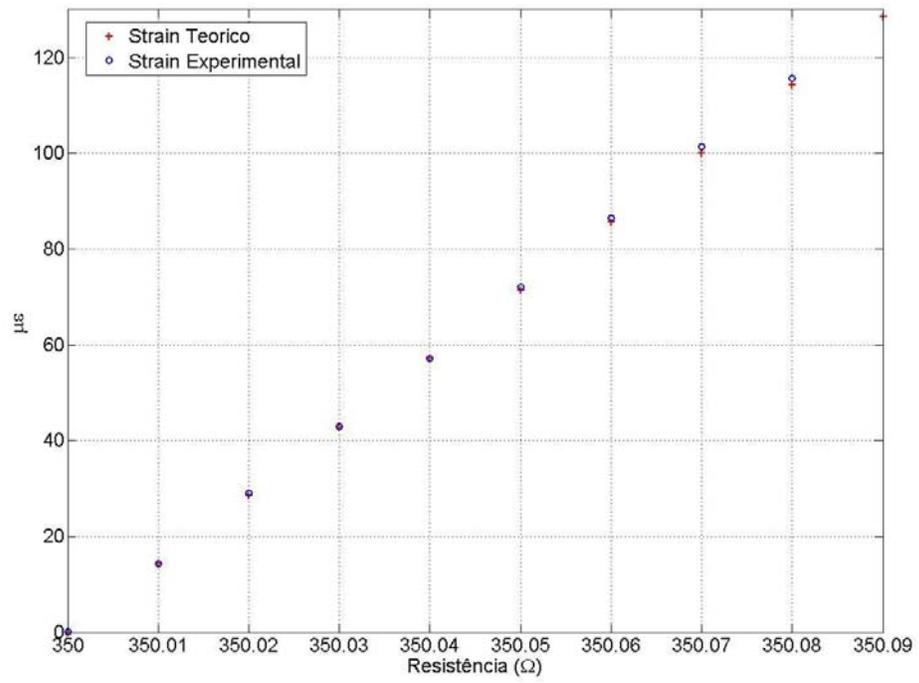


Figura 2. Medidas do Strain

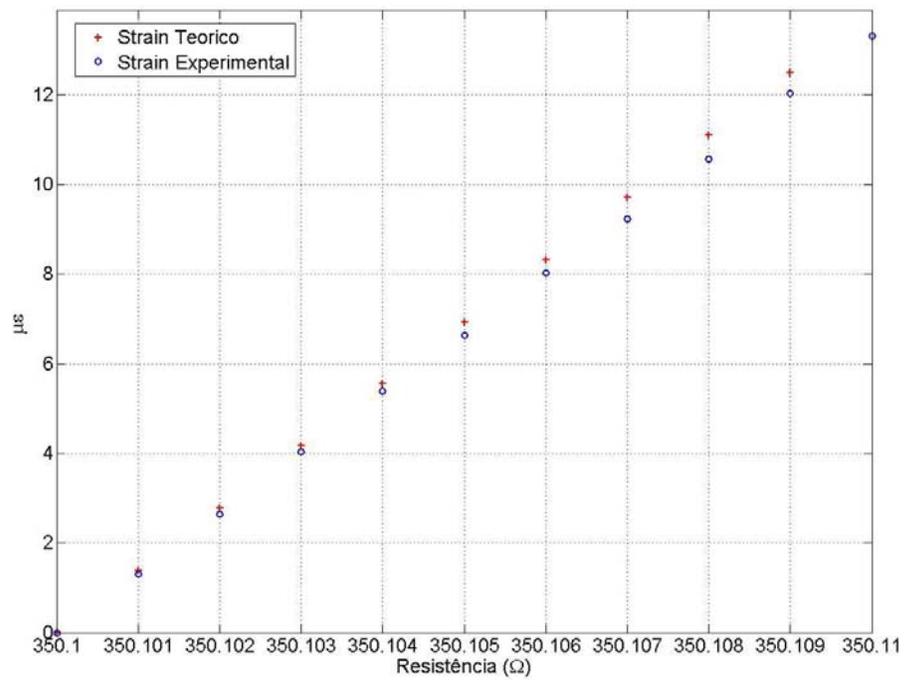


Figura 3. Medidas do Strain (continuação)



Figura 4. Em cima um interrogador de redes de Bragg da Micron Optics e em baixo uma ponte de Wheatstone da National Instruments



Figura 5. Magnetômetro vetorial de efeito Hall F. W. Bell 9950

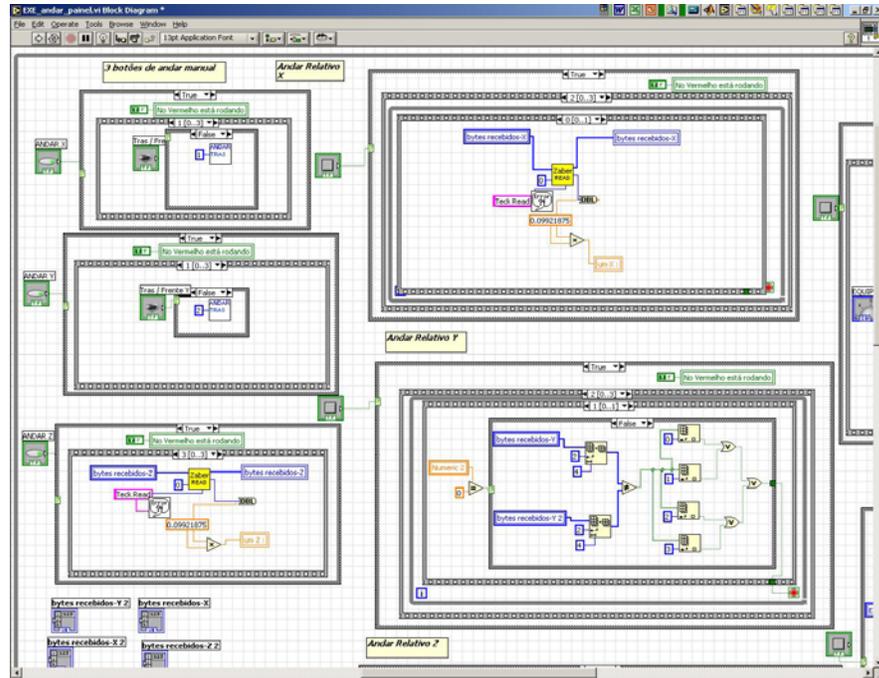


Figura 6. Parte do código fonte de um dos programas feito em LabVIEW.

Após o estudo dos diferentes sensores e linguagens computacionais iniciei o desenvolvimento de diversos softwares. Os softwares desenvolvidos movimentam os atuadores fazendo com que os sensores se desloquem em torno das amostras, e simultaneamente adquirem os sinais provenientes dos sensores magnéticos através de um conversor analógico digital acoplado a um computador. Os programas têm como saída um arquivo texto com a posição dos sensores em cada eixo e a respectiva leitura magnética nesta posição do espaço tridimensional. Esses arquivos textos são então lidos por rotinas feitas em MatLab, gerando gráficos, para análise dos resultados.

Em uma outra montagem para medição de deslocamentos, em uma dimensão, um atuador faz com que um ímã se desloque ou oscile em torno de um ponto, e um extensômetro acoplado a um material magnetostrictivo mede o seu deslocamento.

Em conjunto com outro aluno também foi desenvolvido um programa em Labview de calibração e configuração de um sistema de medição magnética utilizando um eletroímã, alimentado por uma fonte de corrente bipolar.

Ao término do desenvolvimento dos softwares foram feitos diversos testes de performance atestando a funcionalidade dos sistemas criados.



Figura7. Painel XYZ para medição de strain e campo magnético.

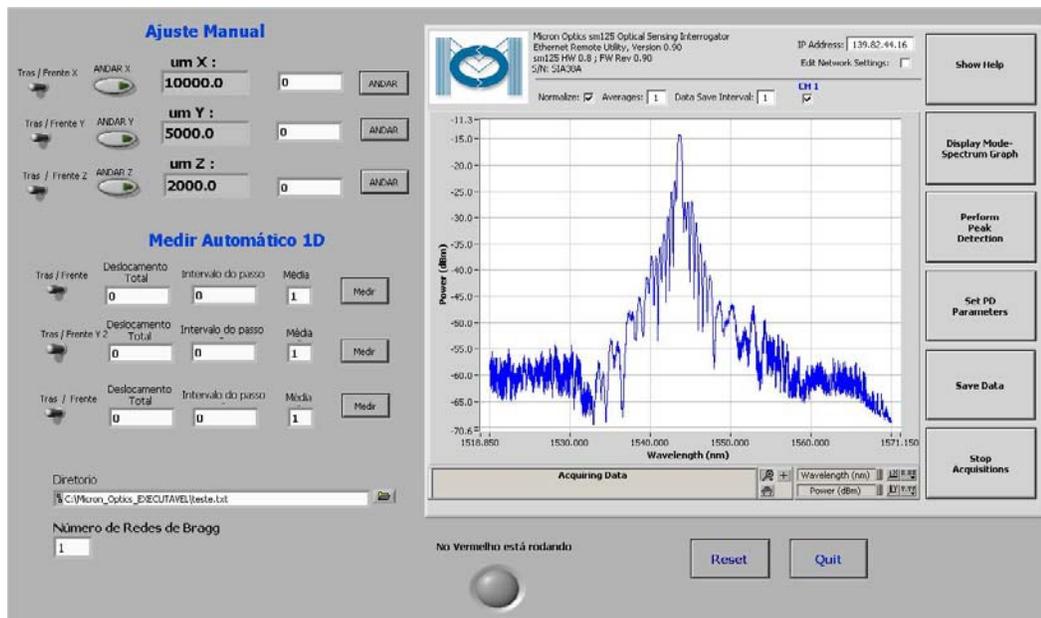


Figura8. Painel XYZ para medição de comprimentos de onda.

Como pode-se ver estes painéis são bem simples de serem manejados e são divididos em 4 partes principais, o Ajuste Manual, Movimentação Relativa, Medição automática e a Medição Contínua. Cabe salientar que sempre quando iniciado o programa os atuadores devem estar em suas posições de origem.

No Ajuste manual o usuário seta se deseja andar para a trás ou para frente e o atuador se move de $200\mu\text{m}$ em $200\mu\text{m}$ enquanto se estiver pressionando o botão de “andar”.

Na Movimentação Relativa se digita o quanto se deseja movimentar a partir da posição atual. Caso queira andar para trás digita-se o sinal de “-“ (negativo) antes do número, $-500\mu\text{m}$, por exemplo.

Na Medição Automática se escolhe se deseja medir para frente ou para trás, depois se diz qual o deslocamento total do atuador, o intervalo que deve conter cada passo, e a média que significa o número de medidas para aquisitar em cada ponto e faz-se uma média dessas medidas. O atuador então se move conforme o padrão requisitado efetuando estas medidas e gerando um arquivo texto com a posição dos três atuadores e a medida efetuada neste ponto.

A parte de Medição contínua serve somente como informação. Enquanto se está movendo o atuador pode-se “ligar” esta opção e ver na tela o valor da medida desejada na posição atual.

Conclusões

Foram desenvolvidos um conjunto de programas para controle e posicionamento de sensores magnéticos e aquisição de dados utilizando a linguagem Labview. Os atuadores podem funcionar de maneira independente, possibilitando um posicionamento tri-dimensional e mapeamentos unidimensionais, bi-dimensionais e tri-dimensionais, automatizados, de amostras utilizando os sensores mencionados anteriormente. Foram desenvolvidos também alguns aplicativos em MatLab para leitura, análise e reconhecimento dos resultados obtidos.

Referências

- Handbook of Giant Magnetostrictive Materials, Goran Engdahl, Royal Institute of Technology Stockholm, Sweden.
- PATON, E. B. Sensors Transducers & LabVIEW. Dalhousie University: Virtual Instruments Series, 1999.
- Model9950 Gauss/Teslameter Instruction Manual. F.W. Bell, 1996.
- Zaber T-Series Positioning Products User's Manual. Zaber Technologies Inc, 2004.
- MatLab The Language of Technical Computing, The MathWorks Inc.