

CONTROLE DE TENSÃO MECÂNICA EM ENSAIOS DE FADIGA COM SHAKER ELETRODINÂMICO

Autor: Robson Nunes de Oliveira (PIBIC – CNPq/UFRGS)
Orientador: Prof. Dr. Herbert Martins Gomes (DEMEC/UFRGS)

1. INTRODUÇÃO

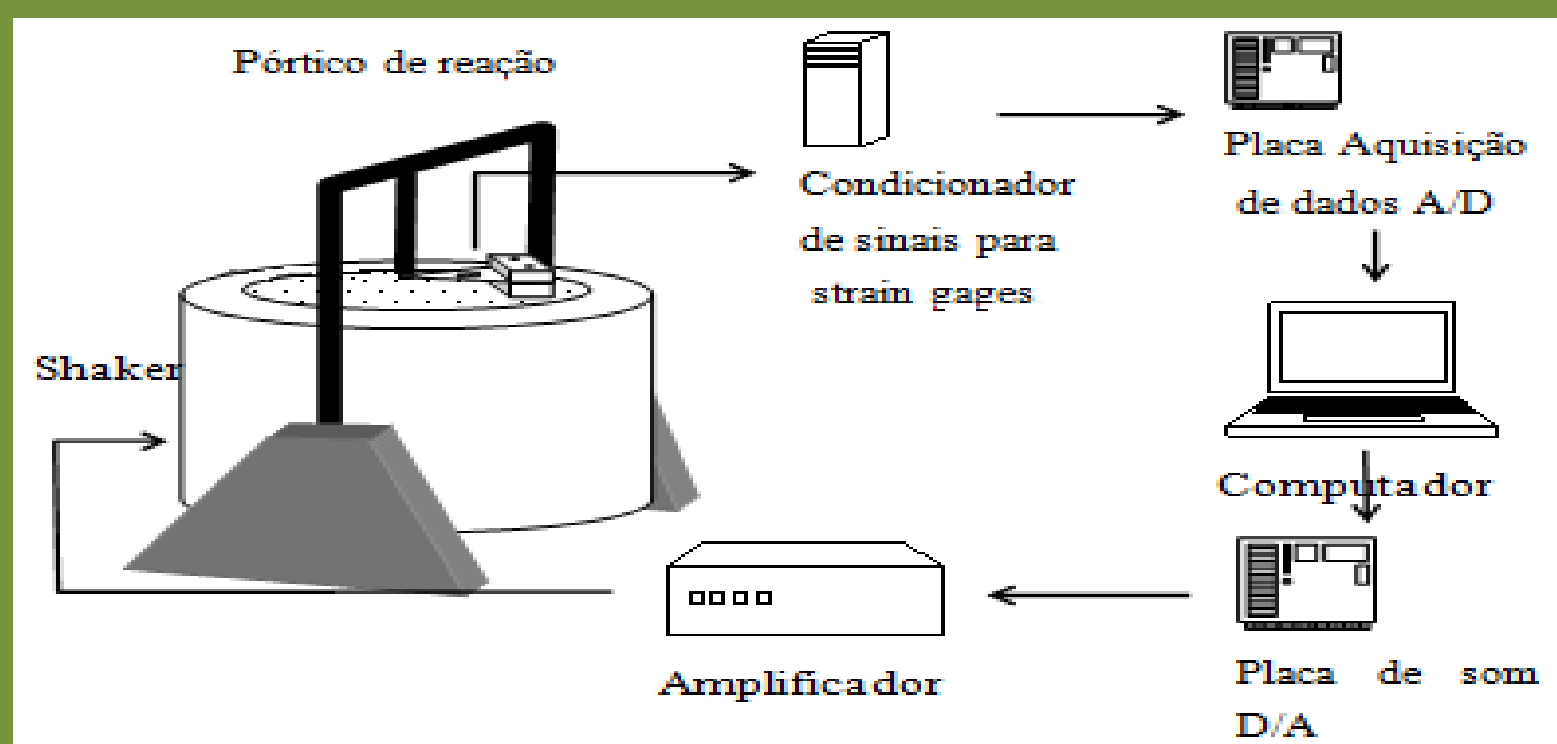
- Um shaker eletrodinâmico é um tipo de atuador capaz de gerar movimentos lineares em uma plataforma de testes, com amplitudes e frequências definidas pela excitação elétrica aplicada e com formatos de onda especificados. Esse tipo de equipamento pode ser utilizado para realizar ensaios de fadiga em corpos de prova, submetendo estes a frequências e tensões mecânicas ou acelerações desejadas, porém, a obtenção de valores precisos dessas grandezas não é uma tarefa fácil em ensaios comuns, realizados em laço aberto.
- A pesquisa desenvolvida teve por objetivo utilizar técnicas de controle por realimentação, para obter uma maior precisão na tensão mecânica aplicada a um corpo de prova em ensaios de fadiga.



Shaker eletrodinâmico utilizado na pesquisa, disponível no laboratório do GMAp/UFRGS.

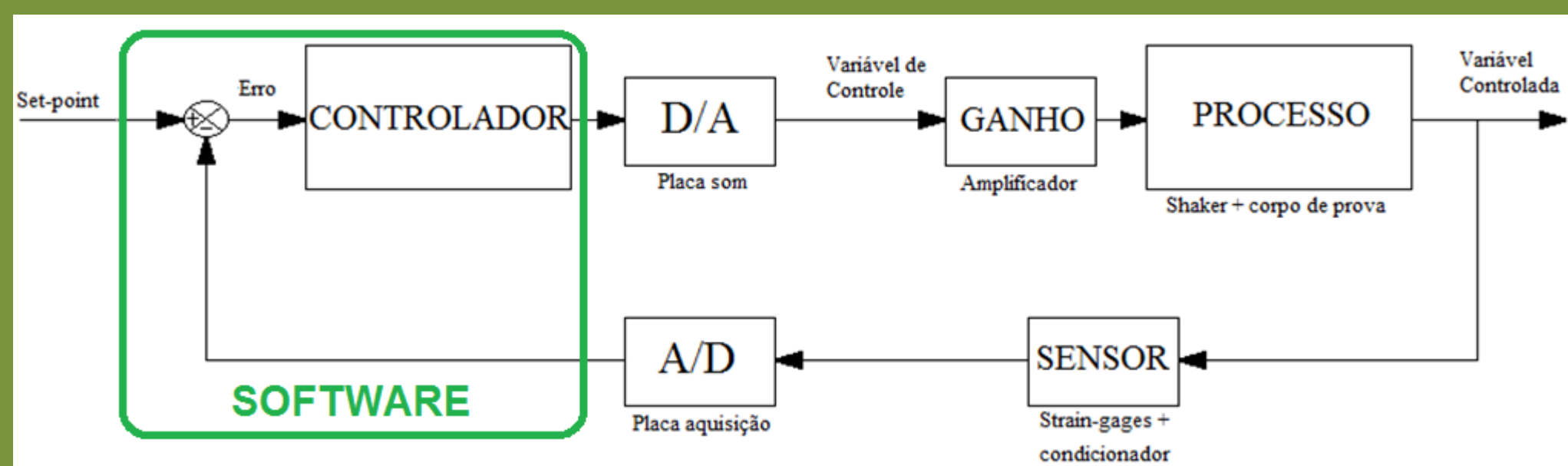
2. MÉTODOS

- O processo de controle passa por diversas etapas, dentre elas estão, a medição de grandezas, a aquisição e amplificação de sinais, e os cálculos. O aparato utilizado para essas tarefas no processo é composto por, um computador, responsável pelos cálculos e pelo envio do sinal de controle, um amplificador de som, um condicionador de sinais e uma placa de aquisição com conversor analógico/digital.



Aparato utilizado no processo de controle, as setas indicam o sentido do fluxo de dados durante o processo.

- O controle é realizado digitalmente, o algoritmo de controle é executado através do software de aquisição e análise de dados Agilent VEEPro, que possibilita tanto a visualização em tempo real das variáveis influentes nos ensaios, como a medição dos parâmetros que expressam o desempenho do sistema: tempo de acomodação, sobrepasso e erro em regime permanente.
- Os ensaios realizados consistiram nas seguintes etapas:
 - Submeter o corpo de prova a um deslocamento;
 - Medir a deformação do corpo de prova através de extensômetros;
 - Calcular a tensão mecânica associada a deformação medida;
 - Calcular o erro e atuar no sistema segundo a lei de controle definida.



Representação do sistema de controle utilizado.

- O envio e a aquisição dos sinais foram realizados através de trens de ondas senoidais, com número inteiro de períodos, desse modo, o valor RMS dos sinais foi utilizado para os cálculos.
- Inicialmente, foram realizados ensaios com frequência de excitação senoidal fixada em 50 Hz, posteriormente foram realizados ensaios com varredura de frequências a taxas que variam logaritmicamente, para frequências na faixa entre 20 Hz e 300 Hz.

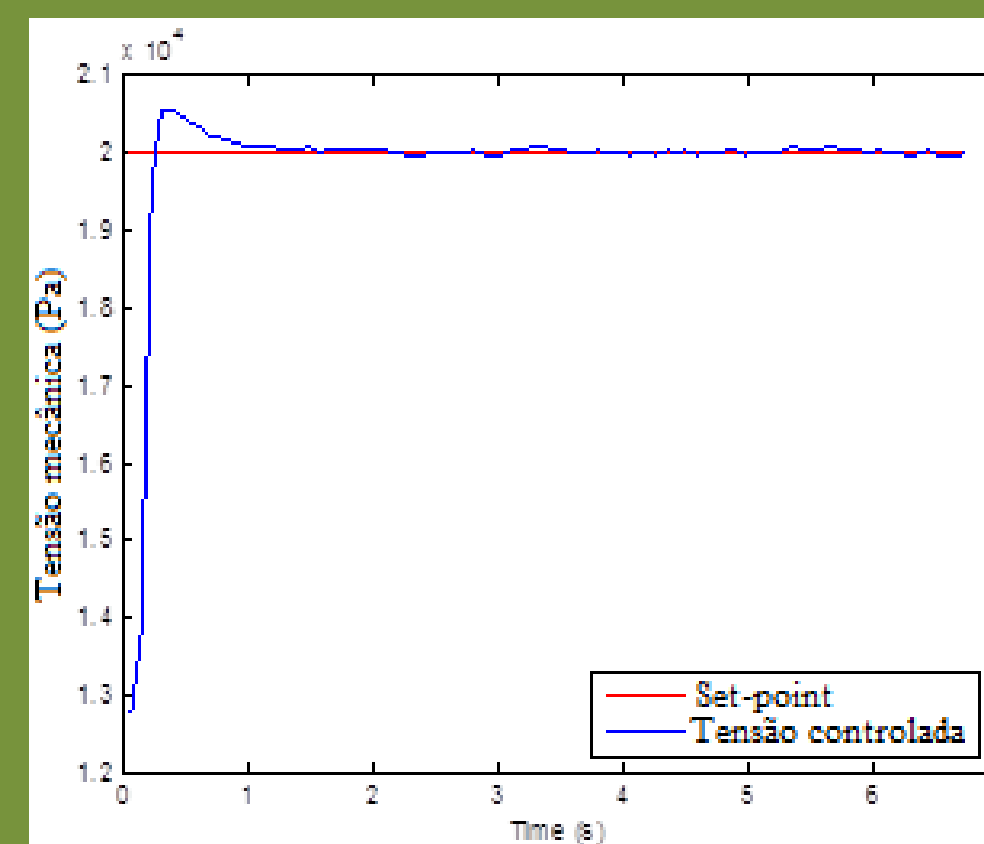
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Baseado nos resultados obtidos através dos ensaios com frequência fixa, tanto o controlador P-I-D convencional quanto o controlador FuzzyPD+I apresentaram desempenho satisfatório. Em uma análise comparativa, o controle P-I-D apresentou vantagem no ensaio de resposta ao salto, no ensaio de rejeição de perturbações, o controlador FuzzyPD+I apresentou menor tempo de estabilização, e maior sobrepasso. Contudo, ambos os controladores podem ser utilizados dentro de uma faixa de valores que vai de 12 MPa a 30 MPa.
- Os ensaios com varreduras de frequências apresentam resultados promissores, porém não são satisfatórios até o presente momento, devido ao sobrepasso elevado entre as iterações com diferentes frequências. Para solucionar tais problemas, algumas estratégias de programação estão sendo modificadas, porém, as possibilidades ainda são várias, entre elas a mudança do software de programação e aquisição ou a mudança de parte do hardware podem ser soluções.

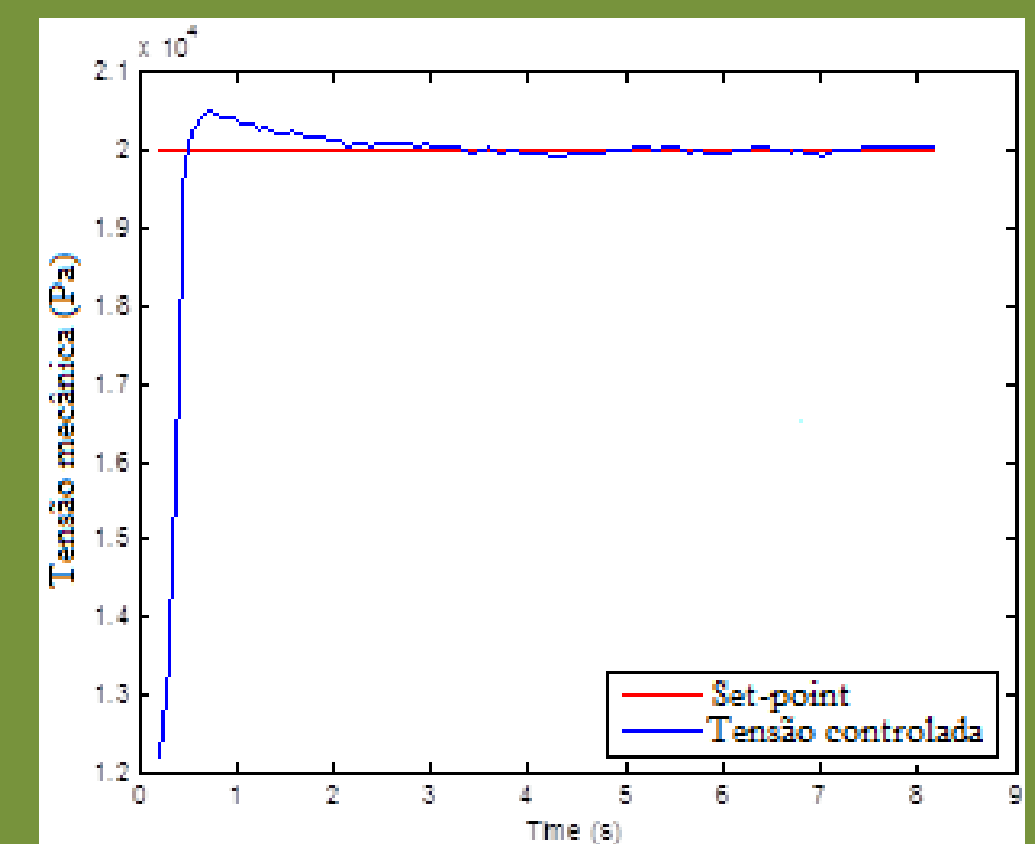
- Foram realizados testes com dois tipos de controladores, um P-I-D convencional (proporcional-integral-derivativo), e um controlador FuzzyPD+I, baseado em técnicas de controle modernas. No caso do controlador FuzzyPD+I houve uma interação com o Matlab, onde as leis de controle baseadas na lógica Fuzzy foram implementadas.

3. RESULTADOS

- Os testes com frequência fixa foram repetidos por diversas vezes, até a obtenção dos parâmetros para o controlador que melhor se adequaram aos requisitos, foram obtidos por ajuste de tentativa e erro, os parâmetros: $K_p = 0.1$, $K_i = 0.2$ e $K_d = 0.01$.



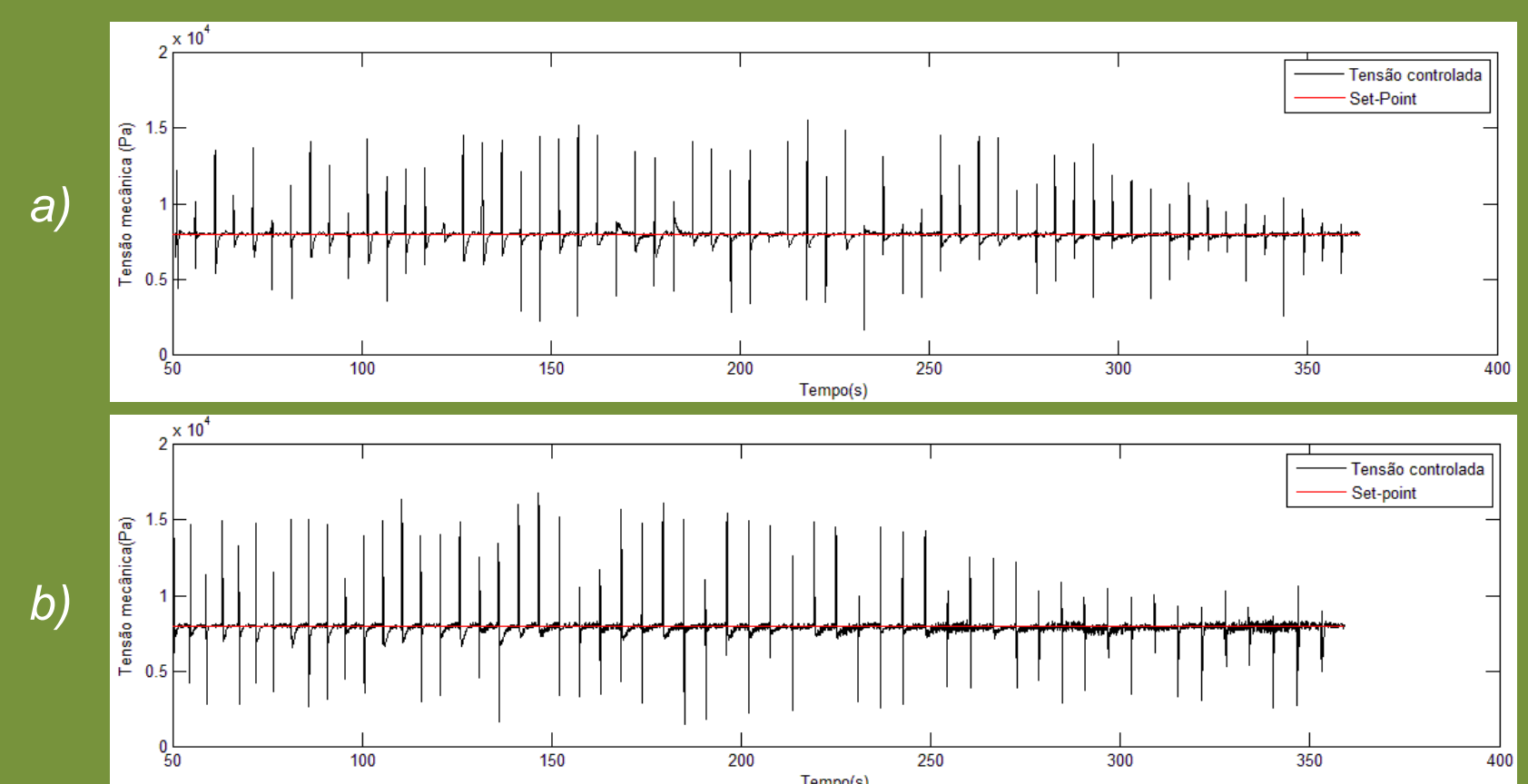
a)



b)

Resposta ao degrau de amplitude 8 KPa, sistema realimentado com controlador P-I-D (a) e controlador FuzzyPD+I (b).

- Testes com varredura de frequências foram realizados por diversas vezes, com diferentes faixas de frequências. Os resultados mostraram sobrepasso elevado, chegando a 100% do valor da referência, esse sobrepasso ocorre durante a modificação da frequência dos sinais senoidais enviados. Os gráficos abaixo mostram resultados desse tipo de teste para os dois controladores implementados.



Tensão mecânica no corpo de prova durante ensaio com varredura de frequências, ciclo limite de 5s, velocidade de varredura de 1/2 oitavas/min, faixa de frequências de 20 Hz a 220 Hz, controlador P-I-D (a) e controlador FuzzyPD+I (b).