

MÁQUINA DE TESTES DE FADIGA MECÂNICA POR FLEXÃO ROTATIVA

Aluno: Rodrigo de Moura Nogueira
Orientador: Marco Antonio Meggiolaro

Introdução

Os produtos com função estrutural devem manter-se íntegros durante toda a sua vida útil, isto é, devem suportar os carregamentos de teste e de trabalho, operando confiável, previsível e repetitivamente. Para atingir estes objetivos, na prática da Engenharia é indispensável efetuar periodicamente Avaliações de Integridade Estrutural (AIE) e Previsões de Vida Residual (PVR).

A maioria das falhas mecânicas súbitas que ocorrem na prática é causada por fadiga, uma falha mecânica caracterizada pela geração e/ou propagação de uma trinca, causada primariamente pela aplicação repetida de carregamentos variáveis sobre a peça. A geração e a propagação da trinca são fenômenos progressivos e altamente localizados, que não provocam sintomas globais evidentes na estrutura, e que por isto podem gerar consequências catastróficas sem aviso prévio. Para se obter resultados experimentais confiáveis no projeto à fadiga, é fundamental a utilização de máquinas de ensaios mecânicos. Como o custo de máquinas de ensaios comerciais é muito elevado, é de interesse projetar e construir sistemas similares com custo reduzido, para uso acadêmico e em pesquisa. Em particular, testes de flexão rotativa são essenciais para prever o comportamento dos materiais sob essas cargas repetidas durante longo tempo.

Objetivos

O objetivo deste trabalho foi projetar e construir uma máquina de flexão rotativa para ensaios de alto ciclo, incluindo concepção, projeto em ferramenta de CAD, e construção. A máquina é capaz de exercer forças de flexão em um corpo de prova girando em alta rotação, até 20.000 rpm, para testar o comportamento dos corpos de prova a cargas prolongadas de flexão rotativa.

Metodologia

O desenvolvimento deste trabalho foi dividido nas seguintes etapas:

Após uma revisão bibliográfica da teoria por trás de testes SN de fadiga e das principais máquinas de teste SN existentes, foi realizado um projeto dos componentes mecânicos e eletrônicos do sistema. Utilizando o software de CAD Solidworks, foi possível modelar todos os componentes necessários e projetar as peças a serem usinadas.

O sub-sistema mecânico foi simulado a partir de seu projeto em Solidworks, principalmente para o estudo de suas frequências naturais. Como os testes envolvem cargas cíclicas, é fundamental garantir que a máquina não sofrerá com vibrações severas de sua estrutura. O projeto foi adaptado em função das simulações.

A estrutura da máquina consiste essencialmente de 2 blocos rolamentados que suportam eixos, e nestes se prende o corpo de prova, que será fletido utilizando uma força de até 50Kgf enquanto ele gira a 20.000 rpm. O controle da máquina é feito através de eletrônica desenvolvida para a mesma, utilizando a plataforma *open-source* Arduino de desenvolvimento de protótipos, com o microcontrolador da Atmel .

O Laboratório de Fadiga da PUC-Rio forneceu os materiais e mão-de-obra necessários para a usinagem das peças que não puderam ser fabricadas na PUC-Rio.

Para a avaliação do desempenho da máquina foram observados vários fatores.

O primeiro e mais importante é o número de ciclos necessário para quebrar o corpo de prova submetido a um carregamento conhecido, medido por uma célula de carga. Essa grandeza é medida por um sensor de infra-vermelho que emite o raio na direção do eixo da máquina, que possui uma faixa reflexiva e outra escura, criando um pulso na saída do sensor a cada volta do eixo. Com isso é possível medir o número de rotações e a velocidade angular do corpo de prova, e futuramente esses números serão exibidos em painéis de LED.

O segundo é a vibração da máquina, que foi minimizada para não danificar o motor nem prejudicar a audição do usuário. Para isso ela foi presa em uma base de 250Kg de aço, de forma a aumentar sua massa e diminuir a amplitude de vibração.

O terceiro é a capacidade de realizar ensaios em todos os tipos de materiais, como aços de alta resistência. Para isso foi utilizado um corpo de prova de aço inox 304 com diâmetro 3/8", maior do que o padrão (1/4"), que foi quebrado com sucesso em relativamente poucos ciclos com a aplicação de uma força flexora alta, sem que nenhum dos motores utilizasse potência maior que sua especificação.

Conclusões

A máquina atendeu aos requisitos do projeto, já que consegue quebrar corpos de prova de variados materiais sem que seus motores realizem esforços excessivos, e seus componentes suportam as vibrações, mesmo antes do aumento da massa com o bloco de aço. Devido a essa flexibilidade de materiais de teste, a máquina pode simular desgastes a longo prazo em eixos de diversas máquinas, submetidos a variados carregamentos, com ampla aplicação em análise de fadiga mecânica para prevenção de propagação de trincas.

Futuramente será desenvolvido um controle de esforço de flexão com realimentação a partir da leitura da célula de carga, e uma interface simplificada para programação de um esforço variado aplicado automaticamente no corpo de prova.

Referências

- 1 - MEGGIOLARO, Marco Antonio e CASTRO, Jaime T. P. **Fadiga - Técnicas e Práticas de Dimensionamento Estrutural sob Cargas Reais de Serviço: Volume II - Propagação de Trincas, Efeitos Térmicos e Estocásticos**, v.2, p. 1-280, set. 2009.
- 2 - MEGGIOLARO, Marco Antonio, **RioBotz Combat Robot Tutorial**, v2.0, agosto de 2009.

