

Implementação de motor direct drive no teste de fadiga por ressonância de dutos rígidos.

Gabriel Bertoti da Silva, Prof. Dr. Afonso Reguly

INTRODUÇÃO

O transporte de petróleo e gás realizado por dutos rígidos pode ser considerado uma das partes críticas do sistema de extração, em virtude de estar continuamente submetido a um grande número de solicitações variáveis e severas condições ambientais. Devido à influência desses fatores, é imprescindível a realização de testes para a avaliação da vida útil de operação dos dutos, visando a segurança ambiental e econômica. Recentemente, o LAMEF desenvolveu um equipamento para a realização de ensaio de fadiga por ressonância em amostras de dutos utilizados para esse fim, com o objetivo de avaliar o comportamento em fadiga destes componentes. O teste consiste em rotacionar uma massa excêntrica posicionada em uma das extremidades da amostra, em uma frequência próxima a frequência natural de vibração do conjunto, delimitada pelo primeiro nó de vibração, gerando flexões alternadas com máxima deformação no centro da amostra. Atualmente, a massa excêntrica é rotacionada por intermédio de um motor elétrico trifásico, cuja conexão é feita por um eixo cardã. No entanto, ainda que disponha de um sistema com o propósito de minimizá-la, ocorre transmissão da vibração do teste para o motor, diminuindo a vida útil do mesmo e a eficácia do ensaio.

OBJETIVO

Visando a melhoria na realização dos testes, o presente trabalho tem por objetivo a implementação de um novo sistema de acionamento da máquina, utilizando um motor *direct drive*, cuja força é aplicada diretamente ao mecanismo sem nenhum trem de acionamento intermediário, reduzido significativamente a vibração e otimizando o desempenho do teste.

METODOLOGIA

Quando a máquina está em funcionamento, o controle é realizado por um inversor de frequência que ajusta a rotação do motor para que se atinja a frequência natural de vibração do corpo de prova. Os apoios do duto, realizados por cabos de aço com ajuste automático pela movimentação da amostra, são posicionados de forma a coincidirem com os nós de vibração do corpo de prova, nos quais as reações dos esforços gerados pela solicitação dinâmica são nulas. No entanto, a distância dos apoios em relação aos nós é ajustada pela própria vibração do teste, isto é, como os apoios possuem liberdade para transladar paralelamente ao eixo longitudinal da amostra, a própria vibração faz com que, nos instantes iniciais do teste, os apoios se ajustem naturalmente nos pontos de menor energia do sistema (nós de vibração da amostra).

Conforme pode ser visto na Figura 1, o modelo atual de transmissão cuja conexão entre o motor elétrico e a massa excêntrica é feita através de um eixo cardã (1) com deslocamento axial e concêntrico ao duto, composto por juntas universais. Entre a extremidade do eixo cardã e o motor elétrico (2) há um mancal de rolamentos (3), sustentado por uma base metálica (4) distante do corpo de prova, e um acoplamento mecânico tipo pneu (5) entre o corpo de prova com o propósito de minimizar a transmissão da vibração do teste para o motor elétrico. Entretanto, ainda existe a vibração nos vários componentes mecânicos presentes no trem de acionamento e, por consequência ao motor. Além de reduzir a vida útil do motor, o trem de acionamento utilizado é mais um conjunto de itens críticos do equipamento, sendo o principal alvo de falhas deste.

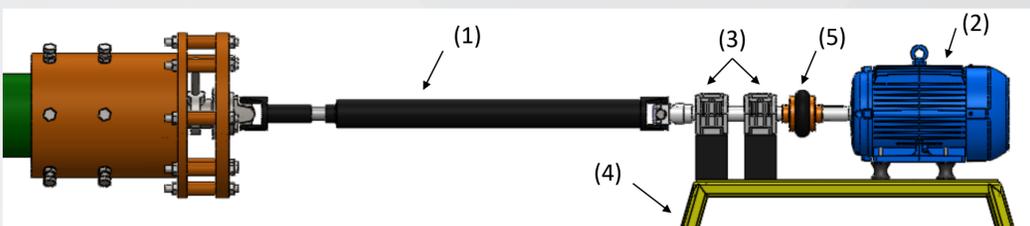


Figura 1: Modelo atual do sistema de transmissão

O motor usado atualmente consiste em um motor elétrico trifásico. Por se tratar de um modelo com sistema comutador feito com escovas, este tem algumas limitações:

1. A velocidade máxima de rotação está limitada pelas características mecânicas das escovas como também pelo núcleo;
2. Devido à vibração, as escovas desgastam com o tempo reduzindo a vida útil do motor;
3. As escovas não possibilitam a realização de um contato elétrico perfeito quando o motor gira, tendo sua eficiência diminuída à medida em que a velocidade aumenta;
4. A pressão mecânica das escovas sobre os contatos no rotor também induzem perdas por atrito que, além do inconveniente de atuar como um freio, geram calor.

Como alternativa para a solução dos problemas demonstrados anteriormente, a implementação de um motor *direct drive* (acionamento direto) visualizado na figura 2, permite eliminar todos os acessórios mecânicos do modelo atual. Conforme pode ser visto na figura 3, Será utilizado um *direct drive* (6) acoplado diretamente ao flange do corpo de prova, separado somente por um espaçador (7) e conectado à massa excêntrica somente por um eixo adaptado simples, possibilitando melhora significativa no desempenho e na eficiência do equipamento.

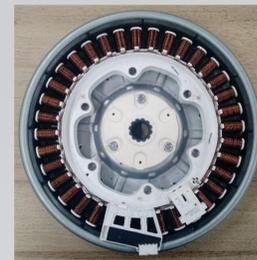


Figura 2: Motor *direct drive* que será utilizado no equipamento

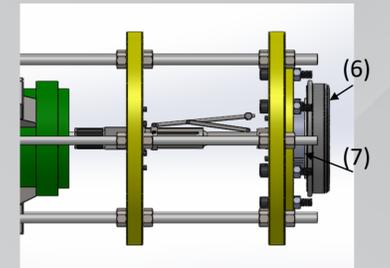


Figura 3: Modelo novo do sistema de transmissão

O motor de acionamento direto utilizado é constituído basicamente por um estator e um rotor com ímãs permanentes conforme pode ser visto na figura 4, cuja velocidade, que pode variar desde algumas rotações por minuto até centenas de rpm, sendo sempre proporcional à frequência da sua alimentação. Por ser acoplado à máquina, terá sua força aplicada diretamente ao mecanismo, aumentando a eficiência do teste. Como este tipo de motor não possui escovas, resiste à vibração intrínseca do teste por mais tempo quando comparado a um motor elétrico convencional.

São características dos motores *Direct Drive*:

- São síncronos;
- Ruído produzido inferior a outros motores;
- Alta precisão, receptibilidade e resolução;
- Redução de folgas e movimento suave;
- Manutenção reduzida;
- Redução das dimensões do sistema e do número de peças;
- Não necessitam engrenagens reductoras;

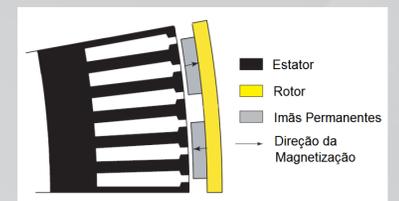


Figura 4: Partes de um motor *direct drive*

RESULTADOS

Para fins de validação do conceito, foi construído um protótipo da máquina em escala reduzida, o qual pode ser visto na Figura 5.

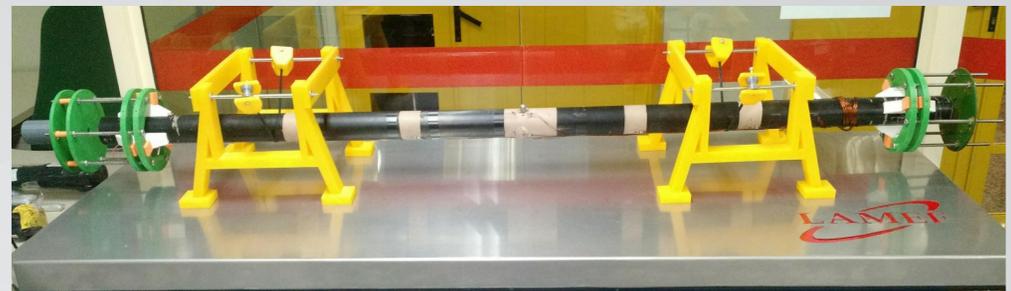


Figura 5: Protótipo da máquina de ensaio de fadiga por ressonância, com a implementação do *direct drive*.

Na prototipagem, foi considerada escala 1:4 e peças poliméricas (amostra de tubo em PVC e componentes da máquina impressos em PLA via impressão 3D), bem como um motor elétrico com torque de 10 kgf.cm. Testes foram executados, sendo que o motor acoplado diretamente à extremidade da amostra, com ausência de um trem de acionamento, se mostrou perfeitamente capaz de reproduzir a flexão alternada na amostra, característica de ensaios de fadiga por ressonância.

CONCLUSÃO

A prototipagem do conceito em escala reduzida permitiu a validação do conceito *direct drive*, o que proporcionará melhora significativa no equipamento em escala real quando de sua implementação, reduzindo o número de componentes mecânicos críticos e, assim, aumentando a eficiência do teste e a frequência de realização de manutenções no equipamento.

Como trabalho futuro, será realizada a implementação do conceito em escala real.

BIBLIOGRAFIA

[1] Howard, Mark, *Direct Drive Motors & Direct Sensors*. Disponível em: www.zettlex.com/articles/direct-drives-direct-sensors/. Acesso em: 2 set. 2018

[2] SILVA, E.; ENOKIBARA, G. *Projeto de máquina de ensaio de fadiga ressonante*. 2015. 133f. Trabalho de conclusão de curso. CEFET/RJ, Rio de Janeiro, 2015.

[3] Zlotorzyckin, Brian. *Why Direct Drive?*. Disponível em: www.manufacturingtomorrow.com/article/2017/10/why-direct-drive/10475. Acesso em: 2 set. 2018