

1. OBJETIVO

Este procedimento tem como objetivo estabelecer os parâmetros mínimos a serem observados na etapa de análise de vibrações mecânicas de máquinas da qualificação de controle dimensional – montagem de máquinas. Esta prova deve ser conduzida de acordo com o item 6.

2. DOCUMENTO DE REFERÊNCIA

- Norma ABNT NBR 7947/1982 – Vibrações mecânicas e choques
- Manual de Instruções SKF MICROLOG GX capítulo 5

3. TERMINOLOGIA

São adotadas as definições da ABNT NBR 7497 e as seguintes:

Aceleração: Taxa de tempo de mudança da velocidade. A medição de aceleração é igualmente efetuada com acelerômetros.

Acelerômetro: Sensor cuja saída é diretamente proporcional à aceleração.

Alinhamento: Condição na qual os eixos dos componentes da máquina são coincidentes, paralelos ou perpendiculares, conforme os requisitos de design.

Deslocamento: Quantidade vetorial que especifica a mudança de posição de um corpo ou partícula em relação a um sistema de referência.

Velocidade: Vetor que especifica a derivada do deslocamento em relação ao tempo.

Amplitude: Magnitude do movimento dinâmico ou da vibração. Expressa em termos de pico-a-pico, zero-a-pico ou RMS.

Eixo: Plano de referência usado em rotinas de plotagem. O eixo X é o plano de frequência e o eixo Y é o plano da amplitude.

Canal: Sensor, o hardware de instrumentação e o software relacionado necessário para exibir o sinal de saída.

CPM: Ciclos por minuto.

CPS: Ciclos por segundo. Também referido como Hertz (Hz).

Ativar: Habilitar uma função.

Fast Fourier Transform (FFT): Método de cálculo de conversão de exibição de uma temporal em uma exibição de frequência, que mostra a relação de frequências discretas e suas amplitudes.

Espectro: Descrição de uma quantidade em função da frequência ou do comprimento de onda.

Vibração: Variação no tempo do valor de uma grandeza a qual descreve o movimento ou posição de um sistema mecânico, quando o valor é alternadamente maior ou menor do que certo valor médio ou de referência.

RPM: Rotações por minuto.

Frequência: Taxa de repetição de um evento periódico, em geral expresso em CPS, COM, RPM ou múltiplos de velocidade de rotação (ordens). Comumente refere-se a ordens como 1X por velocidade de rotação, 2X por velocidade de rotação, etc.

Janela Hanning: Função de janela DSA que fornece melhor resolução de frequência do que a janela flap-top, mas com menor precisão de amplitude.

Freq. Natural: Frequência de vibração livre de um sistema. A frequência na qual um sistema não amortecido com um único grau de liberdade oscilará em um deslocamento momentâneo da posição de repouso.

Ponto: Define uma localização de máquina na qual dados de medição são coletados e o tipo de medição.

Sensor: Transdutor que capta e converte um fenômeno físico em um sinal elétrico analógico.

Domínio da Freq.: Gráfico FFT (Amplitude x Frequência).

Domínio do Tempo: Amplitude dinâmica X gráfico de tempo.

Transdutor: Dispositivo que converte uma quantidade física em saída elétrica.

Rota: Sequência de coleção de pontos de medição.

Ressonância: Condição de amplitude de vibração e resposta de mudança de fase causada por uma correspondente sensibilidade do sistema a uma determinada frequência forçada. A ressonância é, em geral, identificada por um aumento significativo da amplitude e uma mudança de fase relacionada.

Harmônico: Grandeza senoidal cuja frequência é o múltiplo inteiro dessa frequência fundamental.

4. INSTRUMENTOS E MATERIAL

- Analisador de vibrações;
- Simulador de vibrações;
- Sensores de velocidade;
- Tacômetro;
- Óculos de segurança;
- Chaves para fixação dos sensores;
- Manual do instrumento capítulo 5;
- Computador (quando aplicável).

4.1 Generalidades

Sempre que houver referência ao instrumento, trata-se do dispositivo de aquisição de dados marca SKF modelo GX-E.

Quando houver referência ao software, trata-se do Basic Vibration Analysis System, instalado no computador anfitrião, que possui recursos para a análise dos dados coletados.

5. AJUSTE DO INSTRUMENTO MICROLOG

5.1 Sobre o instrumento

O dispositivo de coleta de dados SKF Microlog série GX é um terminal leve, de dois canais, para a aquisição e armazenamento de dados. Recolhe dados de vibração e de outras medições de monitoramento das condições das máquinas.

O instrumento permite a utilização de diversos dispositivos de estrada. A aquisição de dados pode ser realizada através de sensores de aceleração (acelerômetros), sensores de velocidade, sensores de deslocamento, e outros.

5.1.1 Teclado e botões de função

Botão Liga/ Desliga

Botão vermelho. Pressione para ligar e desligar o instrumento.

Botão de função

A parte inferior da tela exibe até quatro comandos que descrevem as funções disponíveis para a tela atual. Cada comando apresentado representa a função do botão branco abaixo dele, no teclado. As funções dos botões de comando mudam à medida que se opera os diversos modos e telas do instrumento.

Nas telas não definidas, o botão “O/ seta subir” oferece funções alternativas que ficam disponíveis por cerca de três segundos, revertendo às funções originais após este intervalo.

Função ajuda

Acione o botão “Ajuda” para acesso à ajuda contextual do instrumento. A atividade atual é destacada. Utilize os botões de seta / direção para escolher o tópico de ajuda.

Após escolher o tópico de ajuda, pressione o botão “ir para” para ter acesso ao tópico escolhido.

Botões Enter

Os dois botões “Enter” estão localizados em ambos os lados da tela. Estando em qualquer tela, pressione o botão Enter para selecionar a opção realçada ou para navegar pelas telas de coleta de dados.

Botões de direção

Os quatro botões no centro do teclado do instrumento (amarelos) são os botões de direção para cima, para baixo, para a esquerda e para a direita. A utilização desses botões depende da atividade que esta sendo desenvolvida.

Ex. Na tela principal utilize-os para realçar a opção preferida, e em seguida, acione o botão “Enter” para iniciar o modo.

Teclado Alfanumérico

Utilize-o para inserir números e letras no instrumento.

- Para inserir números, basta pressionar as teclas de números específicos e/ ou as teclas decimais.
- Para inserir letras, pressione repetidamente a tecla de números que representa a letra específica.

Botão O/ SHIFT

O botão “O/ seta para cima” tem funções múltiplas em face do funcionamento atual do instrumento.

5.2 Quantidade de carga na bateria

Pressione a tecla (.) para exibir a quantidade de bateria restante.

- Boa → 45% ou mais de carga;
- Baixa → Menos de 45% de carga;
- Crítica → Carga para menos de 30 min.

5.3 Conexões do sistema microlog

5.3.1 Ajuste de comunicação

As operações de downloads de Rota utilizam comunicação RS-232, assim como o software Basic Analysis Vibration System (BVAS).

Para ligar o coletor a um computador anfitrião utilizando cabo de ligação RS-232, proceda da seguinte forma:

- Utilizando o cabo de ligação fornecido, ligue a porta RS-232 de 9 pinos do coletor à porta RS-232 do computador anfitrião.
- Na tela do coletor é exibido uma caixa de diálogo quando o link de comunicação estiver estabelecido.
- Continue a operação utilizando a opção **Transferir** do menu.
- A caixa de diálogo permanece aberta até que o link com o computador host termine.

5.3.2 Como transferir dados da rota para o microlog

No software Basic Vibration Analysis System, a opção **Microlog** do menu **Transferir** atua a comunicação entre o computador e o coletor de dados.

5.3.2.1 Para ligar o microlog ao computador anfitrião

- Ligar a porta RS232 de 9 pinos do Microlog à porta de comunicação RS232 do computador.
- Selecione a opção do menu **Transferir** do Microlog para abrir o diálogo de transferência. A comunicação entre o coletor o computador é automaticamente estabelecida e o coletor mostra um indicador de comunicação na tela.

5.3.2.2 Para transferir dados para o microlog

Nesse momento o coletor está pronto para receber a transferência. Então transfere-se a rota para o coletor.

No Basic Vibration Analysis System, usa-se o guia **Descarregar para o DAD** do menu **Transferir** para listar todas as Rotas e a hierarquia e, em seguida, selecione uma única Rota para ser transferida e clique no botão **Descarregar**.

Nessa altura, é solicitado se pretende fazer o upload ou eliminar a Rota atual do Microlog, ou se pretende cancelar a operação. Após o upload da Rota, esta é eliminada do dispositivo.

Quando a transferência estiver concluída, a coleta de dados pode ser efetivada para o ponto desejado.

5.3.3 Coleta de dados de rota

Rota é uma lista de pontos de medição organizados em seqüência para uma coleta de dados mais eficiente.

5.3.3.1 Carregar rotas e dados de rota com o microlog

A função de transferência do microlog permite-lhe transferir configurações de Ponto de medição para o Microlog, carregar os dados recolhidos do Microlog, verificar o estado do microlog e configurar, limpar ou redefinir o Microlog.

- Para a transferência de dados usando o cabo serial, ligue a porta RS-232 do Microlog à porta RS-232 do computador anfitrião. O microlog é automaticamente ativado.
- Selecione a opção de menu **Transferir** do Microlog para abrir a caixa de diálogo de transferência.
- A comunicação é automaticamente estabelecida.
- Pressione o botão "Enter". A Rota será atualizada e será colocada no modo Rota.
- Depois de concluído o processo de transferência feche a caixa de diálogo de **Transferir**.
- Surge a mensagem "concluir sessão do modem".

- Aguarde.

O Microlog é automaticamente reiniciado e fica pronto para coleta de dados. Assim que a tela de comunicação desaparecer, a conexão entre o instrumento e o computador pode ser desligado.

5.4 Como coletar medição de rota

O Microlog pode exibir uma hierarquia de rota por vez. A rota ativa é selecionada e identificada utilizando-se o item **Rota** na parte superior da lista. O coletor permite trabalhar com apenas uma rota por vez.

Após ativar a Rota, e se os dados da Rota foram inseridos quando a rota foi criada, os mesmos estarão disponíveis.

5.5 Selecionar uma máquina e coletar dados

- Utilize as setas direita/ esquerda para realçar o item **Máquinas**. Se existir mais de uma máquina na Rota, será exibida uma lista com todas as máquina.
- Utilize as setas para cima e para baixo para realçar a máquina desejada e pressione a seta para a direita para exibir os pontos de medição.
- Use as setas para cima / para baixo selecione o ponto desejado e pressione "Enter" para iniciar a coleta de dados. Aparecerá tela de coleta de dados do ponto.
- Exiba os resultados da medição para garantir a coleta de dados precisa e, em seguida, pressione o botão "Enter" para salvar os dados do ponto e iniciar automaticamente a coleta de dados do próximo ponto na lista (ou pressione a tecla **Esc** para voltar a lista, sem salvar os dados do Ponto).
- Pressione repetidamente o botão "Enter" para coletar os pontos subsequentes em sua Rota, até que a Rota esteja concluída.
- Na mensagem "ultimo ponto de rota", pressione o botão "Enter" para iniciar a próxima Rota (se tiver mais de uma Rota registrada no Coletor) ou volte para a tela do modo Rota.

5.6 Rever dados coletados

O modo Rever do coletor permite exibir os dados de medição armazenados, para análise de campo.

Nesse coletor estão disponíveis características de ajuste de cursor de pico e análise de escalamento do gráfico do eixo y.

5.6.1 Rever os espectros armazenados

O modo **Rever** permite exibir tela com dados espectrais das medições armazenadas.

Na tela principal, utilizar os botões para a esquerda/ para a direita/ para cima e para baixo para realçar a opção **Rever** e pressione o botão "Enter". Quando o modo Rever for iniciado, qualquer item de Rota ativa pode ser tornado como padrão.

Para realçar o ponto de medição cujos dados deseja rever, utilize os mesmos procedimentos usados em **Selecionar uma máquina e coletar dados** mencionados anteriormente.

5.6.2 Selecionar uma medição para revisão

Utilize as setas esquerdas/ direitas para navegar para cima e para baixo pela lista de hierarquias, a fim de ativar o nível de hierarquia **Rota**.

Quando o nível **Rota** está ativo, a(s) rota(s) é(são) exibida(s) numa lista suspensa à direita do item de hierarquia Rota.

Com a lista suspensa de rota exibida, utilize as setas para cima / para baixo para realçar o nome da Rota que deseja coletar.

Em seguida, utilize o botão de direção para a direita para selecionar a Rota realçada. Uma caixa de diálogo do progresso é exibida e a hierarquia da Rota especificada é exibida na lista Rota.

Derivados do item de hierarquia Rota estão os itens de nível de hierarquia **Máquina e Ponto**.

Utilize as setas esquerda /direita para navegar para cima e para baixo nos níveis de hierarquias e a seta para cima / baixo para navegar pelos subitens das listas suspensas.

5.6.3 Botões de função

Ajuda: Exiba a tela **Ajuda** para acessar informações sobre Pontos, as instruções de Rota e os tópicos de ajuda on-line.

FFT: Exibe a tela de exibição espectral do Ponto de medição ativo para revisão.

Global: Exibe a tela de visualização espectral do Ponto de medição ativo.

Esc: Sai do modo **Rever**.

Elimina: Tecle no botão shift (O/ seta para subir) para acessar ao botão de eliminar. Elimina os dados recolhidos para o ponto assinalado.

5.6.4 Para rever dados espectrais

Com o Ponto de medição realçado, pressione o botão FFT ou no botão função "Enter".

Os dados espectrais são exibidos depois de rever os dados de medição, pressione o botão "Enter" ou o botão de função "**ESC**" para voltar para a lista de hierarquia do modo **Rever**.

5.7 Transferir os dados do microlog

Após a conclusão da coleta de dados de medição, estabeleça comunicação com o computador para a transferência dos dados, utilizando o mesmo procedimento descrito anteriormente para transferência.

- No Basic Vibration Analysis System (BVAS), selecione a opção **Microlog** do menu **Transferir** para estabelecer comunicação com o Microlog.
- Selecione a opção **Fazer Carregamento do DAD** na caixa de diálogo **Microlog**.
- Selecione a Rota desejada.
- Para iniciar o carregamento, clique no botão **Carregar**. Os dados da Rota escolhida serão carregados no Basic Vibration Analysis System (BVAS).

5.8 Visualização de dados de medição e gráficos

Após carregar os dados de medição no software BVAS, as medições podem ser mostradas em diversas formas de gráficos e espectros para análise.

5.8.1 Exibição de dados de medição dinâmica e dados espectrais

Os dados de rota coletados podem ser exibidos para análise. Um cursor móvel, controlado pelos botões esquerda/ direita, é fornecido para que se tenha um valor preciso tanto a amplitude quanto a frequência dos componentes individuais do espectro na tela do coletor.

Os itens da tela espectral incluem:

- Valor global de medição, que é exibido no canto superior esquerdo da tela;
- Amplitude/ posição do cursor, onde devem ser utilizados os botões para esquerda direita para mover o cursor do espectro. A posição do cursor e a amplitude são exibidas no canto superior direito.

5.8.2 Como exibir os gráficos

O primeiro passo para exibir um gráfico é abrir qualquer janela que contenha os pontos desejados, como por ex. **Janela de Hierarquia, Rota, Área de trabalho, Desenho e alarmes**. Após abrir a janela, selecionar os pontos desejados.

- Use os botões Tendência, Espectro, Tempo, Espectro em Cascata, Fase, Mag da barra de ferramentas para exibir imediatamente o formato de desenho específico.
- Selecione a opção **Plotar** do menu **Exibir**. O botão da barra de ferramentas exibe os gráficos que estão listados no menu ou representados por botões na barra de ferramentas.
- Use o menu de contexto para exibir o gráfico desejado para os pontos selecionados.

5.8.3 Botões de função

Ajuda

Pressione o botão **Ajuda** para visualizar a ajuda on-line do coletor. A tela **ajuda** também acessa a tela **Informações do Ponto**.

Para visualizar o botão **ajuda**, pressione a tecla **shift**.

1x RPM

Tecle o botão **1x RPM** para selecionar a linha de velocidade da operação e selecione a velocidade de medição.

Reset

Pressione o botão para voltar a tirar medições.

Nota

Pressione o botão **Notas** para acessar à tela de notas do coletor, onde é possível exibir ou adicionar notas codificadas para Ponto atual.

ESC

Pressione o botão **ESC** para sair da tela do espectro sem armazenar os dados de medição. A tela voltará para lista de hierarquia da Rota.

Pressione "Enter" para armazenar os dados de medição e iniciar a coleta de dados do próximo Ponto na Rota.

Ajuste de escala de gráfico do eixo y

Utilizar os botões de direção para cima e para baixo para ajustar manualmente a escala do eixo y do espectro. Isso permite ver mais de perto os componentes de amplitude baixa.

6. COLETA DE DADOS FORA DE ROTA (A SER UTILIZADO NAS PROVAS DE QUALIFICAÇÃO):

6.1- Conectar os sensores ao mancal indicado sendo que o canal 1 deve ser conectado na posição horizontal (X) e o canal 2 na posição vertical (Y). Os sensores devem ser conectados através dos parafusos próprios tomando-se a precaução de não apertá-los demasiadamente e de não haver contato entre os cabos do aparelho e as partes rotativas do dispositivo.

6.2- Ligar o simulador e após a estabilização da rotação (mínimo de 10 min), ligar o coletor de dados. Selecionar o parâmetro a ser medido (aceleração ou velocidade) na tela do aparelho.

- 6.3- Entrar no modo usuário e configurar os parâmetros de acordo com o indicado na folha de relatório.
- 6.4- Pressionar a tecla enter. Desta forma, o aparelho está tomando as leituras de acordo com os parâmetros configurados pelo usuário. Na tela, aparecerão dois gráficos. O primeiro é relativo ao canal 1 (X) e o segundo ao canal 2 (Y).
- 6.5- Na parte superior esquerda da cada um dos gráficos, aparecerá o valor global da vibração. À direita aparecerão os valores de vibração e frequência no espectro.
- 6.6- Deve-se analisar a vibração no mínimo em três frequências ao longo do espectro. Para isto, com os gráficos indicando que a leitura está concluída, pressionar a tecla 7 e o cursor automaticamente se posicionará no primeiro pico tanto no eixo X quanto no eixo Y. Repetindo-se o comando, o cursor irá para o segundo pico e mais uma vez irá para o terceiro.
- 6.7- Efetuar 5 leituras em cada eixo, registrando-as (global e espectro) em cada eixo, bem como a rotação observada para cada medida.
- 6.8- Indicar as prováveis causas da vibração observada. Não é necessário emitir laudo de aprovação ou rejeição.

7. AJUSTE DO EQUIPAMENTO DE SIMULAÇÃO - ROTOR KIT

7.1 Descrição do equipamento

O equipamento de simulação de vibração (Rotor Kit) é um versátil e compacto modelo de máquina rotativa para ser utilizado em laboratórios, cuja finalidade é a demonstração de diversas categorias de vibração radial no eixo. O Rotor Kit efetivamente reproduz o fenômeno de vibração encontrado em máquinas rotativas. Várias características de vibração podem ser observadas modificando-se as condições de montagem do(s) rotor(es) e condições de ajuste dos parâmetros do equipamento.

7.2 Segurança na operação do equipamento

A natureza do equipamento, de demonstrar fenômenos rotativos experimentais, requer que o operador e pessoas próximas do local utilizem precauções apropriadas, de forma a prevenir acidentes com pessoas assim como danos ao equipamento. Os cuidados abaixo devem ser observados:

- Retire ou fixe peças de roupas soltas, como gravatas, além de cabelos longos, jóias e outros objetos pessoais que poderiam prender ao equipamento durante a operação.
- Montar o equipamento com o parafuso de fricção, para limitar o curso do eixo e movimentos axiais do rotor.
- Não montar o rotor com espaçamento maior que 25 mm do mancal;
- Não colocar mais de 3 g de massas de desbalanceamento no rotor;
- Instalar as massas de desbalanceamento no rotor de forma que as mesmas não fiquem expostas além da superfície do rotor;
- Assegure-se de que todos os componentes estão devidamente fixados;
- Não toque nem se encoste a nenhuma parte móvel do equipamento durante a operação;
- Proteja os olhos com óculos de segurança durante a operação do equipamento;
- Use a proteção dos rotores;

j) Nunca levante o equipamento pelo eixo, pois isso trará danos ao eixo e mancais.

6.1 Botões e função

6.4.1 Controle externo de velocidade

A seguir estão descritos os controles e switches da caixa de controle de velocidade do equipamento:

- a) Botão ON/OFF - É o botão que liga e desliga o motor de corrente contínua.
- b) Botão MAX RPM SET - Controla a rotação com que o equipamento vai rodar. Quando setado na posição full à esquerda, o equipamento vai rodar a uma velocidade baixa, de aproximadamente 250 rpm.
- c) Botão RAMP UP/DOWN - Controla a rampa de direção da velocidade. UP para aumentar a velocidade e DOWN para diminuir a velocidade.
- d) Botão RAMP/SLOW ROLL - Controla os parâmetros de velocidade. Na posição SLOW ROLL, o rotor gira a uma velocidade baixa, de aproximadamente 250 rpm. Na posição RAMP, a rampa de velocidade do rotor subirá de lento ou baixo para lento, conforme selecionado no botão de direção de rampa RAMP UP ou DOWN.
- e) Botão RAMP RATE - Seleciona a taxa de rampa desejada quando o botão RAMP/SLOW ROLL estiver na posição RAMP.
- f) Botão SLOW ROLL - Ajusta a velocidade lenta quando o botão SLOW ROLL/RAMP está posicionado em SLOW ROLL.

Há no equipamento um circuito para o controle de velocidade do motor que inclui um detector que desliga o motor se não houver pulsos no sensor de proximidade por aproximadamente 1 segundo

7.3 Utilização do rotor kit

A vibração pode ser observada e medida usando o rotor kit com os sensores fixados nos mancais do equipamento e conectados no coletor de vibração.

Para isso, ajustar o controle externo de velocidade em OFF (totalmente à esquerda), ligar o motor, colocando a chave ON/OFF na posição ON e girar o botão de controle externo de velocidade gradualmente para a direita para iniciar a rotação do eixo e das massas do rotor. Ajustar a velocidade conforme desejado, dentro da faixa de velocidade indicada para o rotor kit e observar a vibração.

7.3.1 Conexão dos sensores

Os sensores, de velocidade ou acelerômetros, devem ser conectados no coletor de vibração nas posições CH1 e CH2 e os sensores devem ser fixados nos mancais do equipamento, através do mecanismo de ímã ou através de parafusos nos furos roscados feitos para tal finalidade. Devem ser colocados sensores nas posições vertical e horizontal.

7.3.2 Seleção dos pontos de medição

Seguir o descrito no item 5.5 desse procedimento.

7.3.3 Medição da vibração

Após o equipamento estar ligado e funcionando, os sensores conectados no coletor e fixados no equipamento e os pontos de medição selecionados, proceder a medição dos valores, conforme descrito no item 6 desse procedimento.