



Exame de Certificação de Análise de Vibração - Folha de Equações

SI Units

Rev: 2024-03-04

Introdução:

As páginas a seguir contêm um diversas equações, conversões, outras informações relacionadas a vibrações e uma folha de respostas instrutiva/de exemplo. Essas informações foram reunidas principalmente para ajudar os examinandos durante os exames de certificação baseados na ISO 18436-2 do Vibration Institute.

Além do exemplo de folha de respostas na última página, essa "Folha de Equações" pode ou não conter informações úteis para os examinandos no nível curso de Categoria I, mas devem ser mais úteis em categorias mais altas.

Essas "Folhas de Equações", se recebidas como parte de um pacote de exame de certificação, DEVEM permanecer com o pacote e ser colocadas no envelope de exame preenchido, juntamente com o exame e a folha de respostas.

Essas "Folhas de Equações", se recebidas como parte de um curso de treinamento do Vibration Institute ou baixadas do site do Vibration Institute, podem ser usadas livremente; no entanto, elas NÃO podem estar presentes, não podem estar em sua posse, nem podem ser usadas durante um exame de certificação do Vibration Institute.

As folhas a seguir incluem:

- Forças
- Movimentos
- Frequências
- Processamento de sinais
- Folha de respostas instrucional/de exemplo

Equações de Análise de Vibração Categoria I e II

FORÇAS

Desbalanceamento de massa

$$F = Me \left(\frac{2\pi N}{60} \right)^2$$

M = quilogramas

F = Newtons

e = excentricidade do rotor ou raio do peso de equilíbrio, metros

g = constante gravitacional, 9.81 m/s²

N = RPM

Força da mola

$$F = Kx$$

K = rigidez da mola, N/m

x = deflexão relativa, m

Força de amortecimento

$$F = C\dot{x}$$

C = constante de amortecimento, N s/m

\dot{x} = velocidade relativa

Força de inércia

$$F = M\ddot{x}$$

M = massa, kg

\ddot{x} = aceleração, m/s²

F = Newtons

MOVIMENTOS

Velocidade (mm/s)

$$V = D(2\pi f)$$

D = deslocamento de pico, mm

f = frequência, ciclos/s (CPS)

$\pi = 3.14$

Aceleração

$$A = V(2\pi f)$$

A = aceleração, mm/s²

1 g = 9.81 m/s²

FREQUÊNCIAS

Frequências de rolamentos

$$FTF = \left(\frac{\Omega}{2}\right) \left[1 - \left(\frac{B}{P}\right) \cos CA \right]$$

$$BPFI = \left(\frac{N}{2}\right) \Omega \left[1 + \left(\frac{B}{P}\right) \cos CA \right]$$

$$BPFO = \frac{N}{2} \Omega \left[1 - \left(\frac{B}{P}\right) \cos CA \right]$$

$$BSF = \left(\frac{P}{2B}\right) \Omega \left[1 - \left(\frac{B}{P}\right)^2 \cos^2 CA \right]$$

FTF = frequência fundamental da gaiola

BPFI = frequência de passagem de elementos rolantes na pista interna

BPFO = frequência de passagem de elementos rolantes na pista externa

BSF = frequência de rotação dos elementos rolantes

RPM = velocidade do eixo

CA = ângulo de contato

Ω = velocidade da máquina

N = número de elementos rolantes

P = diâmetro do passo, mm

B = diâmetro dos elementos rolantes, mm

As frequências de defeito do rolamento são as mesmas unidades da velocidade da máquina

Diretriz geral de frequências de rolamento

(para uso SOMENTE na seleção FMax)

$$\text{BPFO} = 0.41 \times \text{RPM} \times N$$

$$\text{BPFI} = 0.59 \times \text{RPM} \times N$$

$$\text{FTF} = 0.41 \times \text{RPM}$$

$$\text{BSF} = 0.22 \times \text{RPM} \times N$$

Frequência natural

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

k = rigidez, N/m

m = massa, kg

f_n = frequência natural de um sistema de grau único de liberdade, Hz

Frequência de Rolo

$$f = \frac{16.66 V}{\pi D}$$

V = Velocidade da correia, m/min

D = diâmetro do rolo, mm

F = frequência, Hz

PROCESSAMENTO DE SINAIS

Faixa dinâmica

$$\text{dB} = 20 \log \frac{V_m}{V_r}$$

$$\frac{V_m}{V_r} = 10^{\frac{\text{dB}}{20}}$$

V_m = tensão medida

V_r: tensão de referência

dB: decibéis

RMS

pico = 1.414 rms (somente harmônico)

Resolução

Resolução = (intervalo de frequência x fator de ruído da janela x 2) / N° linhas FFT

fator de ruído da janela =

1.0 para janela uniforme

1.5 para a janela de Hanning

3.8 para janela flat top

Tempo de aquisição de dados (DAT)

DAT = Número de linhas FFT / intervalo de frequência

Intervalos de frequência padrão

Velocidade de operação

= 10 x RPM

Rolamentos de elementos rolantes

= 10 x BPFI

Rolamentos de filme fluido

= 10 x RPM

Passagem de pás

= 3 x N° de Pás x RPM

Elétrica

= 3 x 2X Frequência de linha

Malha de engrenagem

= 3 x Frequência de malha de engrenagem



Instrucional/Exemplo Folha de respostas estilo "bolha"



DATE OF BIRTH
12 15 18

ID NUMBER
1 2 3 4 5 6 7 8

IMPORTANT
EXAMPLE: 1 2 3 4 5 6 7 8
ERASE COMPLETELY TO CHANGE

GENERAL PURPOSE

LAST NAME
JOHNSON

FIRST NAME
JAMES

INITIAL
L

CODES
5218

QUESTIONS 101 THROUGH 350 CONTINUED ON THE OTHER SIDE

FORM NO. 790-L

Data do exame

Números de identificação da etiqueta na página 1

Sobrenome (primeiros 12 caracteres)

Nome (primeiros 8 caracteres)

Inicial do meio (em branco se não houver)

"CÓDIGOS" no cabeçalho da página superior esquerda do seu exame

Todas as inscrições devem ter as "notas" apropriadas preenchidas de acordo com as instruções para que as informações acima e as respostas às questões do exame sejam lidas com precisão para a pontuação.

Por exemplo, as respostas das questões 1 a 7 foram marcadas preenchendo o retângulo apropriado.

1-A	5-C
2-B	6-B
3-C	7-A
4-D	

Se necessário, as marcas de resposta das perguntas 101 a 250 estão no verso.