

Sumário

Introdução	11
1. Conceitos de manutenção preditiva	15
Classificação geral das técnicas de monitoramento	15
Execução da manutenção preditiva	20
2. Análise de vibrações	23
Vibração mecânica	24
Deslocamento	24
Velocidade	25
Aceleração	25
Movimentos harmônicos	26
Tipos de vibração	27
Medições de vibração	30
Análise espectral das principais anomalias	38
Captação dos sinais de vibração com transdutores	43
Análise de vibrações por meio de interpretação gráfica	47
3. Análise por ultrassom	55
Aplicação do ultrassom	56
Transdutores	56
Acoplante	59
Método de ensaio	59
Técnicas de ensaio	60
Equipamento de ensaio por ultrassom	64
Vantagens e desvantagens do ensaio por ultrassom	67
4. Termografia	69
Emissividade	70
Pirômetros ou radiômetros	73
Termovisores	74
Termômetros	74
Aplicação da termografia	76
5. Tribologia	82
Atrito	83

Desgaste	84
Lubrificação	85
Especificação de lubrificantes	87
Classificação AGMA para lubrificantes de engrenagens abertas	87
Classificação AGMA para lubrificantes de engrenagens fechadas	88
Classificação NLGI para graxas lubrificantes	89
Classificação ISO para lubrificantes industriais	90
Itens de estocagem	90
Análise de óleos	96
6. Análise de óleos lubrificantes	106
Coletas de amostra de lubrificante	107
Normas para a contagem de partículas	108
Equipamento para a contagem de partículas em óleos lubrificantes	110
7. Ferrografia	113
Origem da ferrografia	114
A técnica ferrográfica	114
Funcionamento do ferrógrafo	115
Ferrograma	116
Ferrografia quantitativa	117
Ferrografia analítica	121
Cronograma de monitoramento	123
Comparação com outras técnicas	124
Aplicações da ferrografia	125
Vantagens da ferrografia	127
8. Líquidos penetrantes	128
Descrição do ensaio	129
Vantagens e limitações	136
Características do líquido penetrante	137
Tipos de líquido penetrante	138
Escolha do tipo de líquido penetrante	139
Extrarrevelação	140
9. Ensaio por partículas magnéticas	142
Partículas magnéticas	144
Execução do ensaio por partículas magnéticas	145
10. Alinhamento de eixos	156
Alinhamento a frio	156
Alinhamento a quente	157
Tipos de desalinhamento de eixo	157

Alinhamento a laser	159
Cuidados especiais de alinhamento	163
11. Análise por sintomas	166
Tomada de decisões	166
Análise de sintomas	167
Exemplos de aplicação	169
12. Prestação de serviços de manutenção proativa	172
Análise de contrato	172
Análise de relatório	173
Desenvolvimento de fornecedores	173
Avaliação do desempenho	173
13. Abordagem estatística de falhas	175
Média	175
Variância	176
Desvio-padrão	176
Histograma	177
Funções de densidade de probabilidade	178
Taxa de falha em idade determinada	181
O perfil de falha durante a vida de um equipamento	182
Disponibilidade de instalações	183
14. Manutenção centrada na confiabilidade (MCC)	186
Manutenção tradicional e a centrada na confiabilidade	187
Confiabilidade humana	188
Análise pelo fluxograma de decisão	189
Seleção de tarefas	189
Inspeção baseada em risco	190
Análise das falhas funcionais (AFF) dos módulos	196
Indicadores de desempenho	197
Estudo de falhas	197
Análise dos modos de falha e seus efeitos (FMEA)	201
Considerações finais	206
Referências	208
Sobre os autores	213