

DEFEITOS EM ENGRENAMENTO

Monitoração e Diagnóstico de Máquinas

Professor:

Fernando Augusto N. C. Pinto

Participantes:

Matheus Marques de Mattos

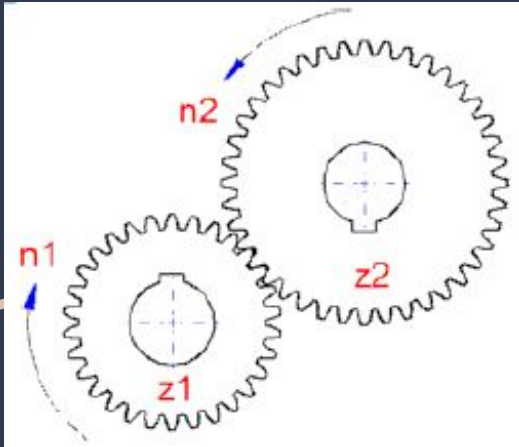
Hugo Guimarães Pascoal

Patrick de Araújo Romero



O que é o engrenamento ?

Ato ou efeito de encaixar duas rodas dentadas, chamadas também de engrenagem, de forma que seja possível transmitir rotação de uma para outra.



O que é defeito em engrenamento ?

Altas vibrações, dificuldade ou impossibilidade de transmitir a rotação entre os elementos, o que causa uma transmissão de torque e potência diferentes do projetado, diminuindo a vida útil de outros componentes do sistema.



Defeitos de engrenamento:

- Desalinhamento das engrenagens (matraqueamento)
- Excentricidade das engrenagens
- Sobrecarga nos dentes
- Desgaste dos dentes
- Trinca ou quebra dos dentes



Como medir um defeito em engrenamento ?

As medidas devem ser feitas com acelerômetro perpendicular à superfície de interesse e, sobretudo sinais de alta frequência, devem ser medidos com acelerômetro parafusado ou colado à superfície.

São feitas medições tanto no domínio do tempo quanto no domínio da frequência e da amplitude.

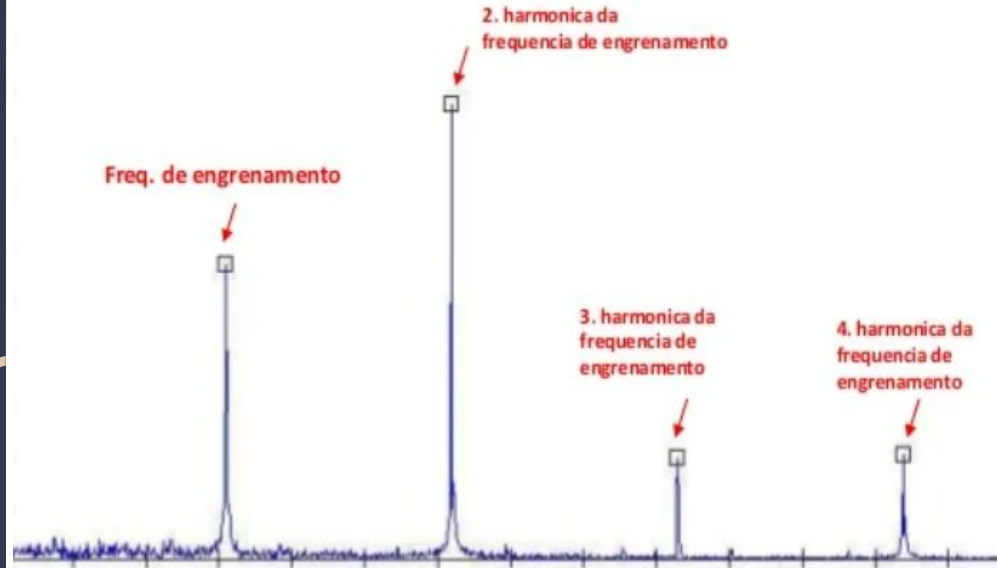
Processamento	Redução	Reconhecimento de padrões
Sinal original, domínio do tempo	Nenhuma	Variável
Sinal filtrado, domínio do tempo	Pobre	Variável-boas
Domínio da frequência (Espectro)		
Alta resolução	Média	Boa
Média resolução	Alta	Variável-pobre
Domínio da amplitude		
Funções de probabilidade	Média	Pobre
Pico, RMS	Extrema	Pobre
Fator de crista, Kurtosis	Extrema	Variável
"Time domain averaging"	Média	Boa
Cepstrum	Média	Sem experiência suficiente
Correlação	Média	Sem experiência suficiente
Variância	Média	Sem experiência suficiente
Momentos	Alta	Sem experiência suficiente

Fonte: Braun, 1986.

Principais efeitos e frequências que surgem no espectro de um par de engrenagens

- Frequência de engrenamento:

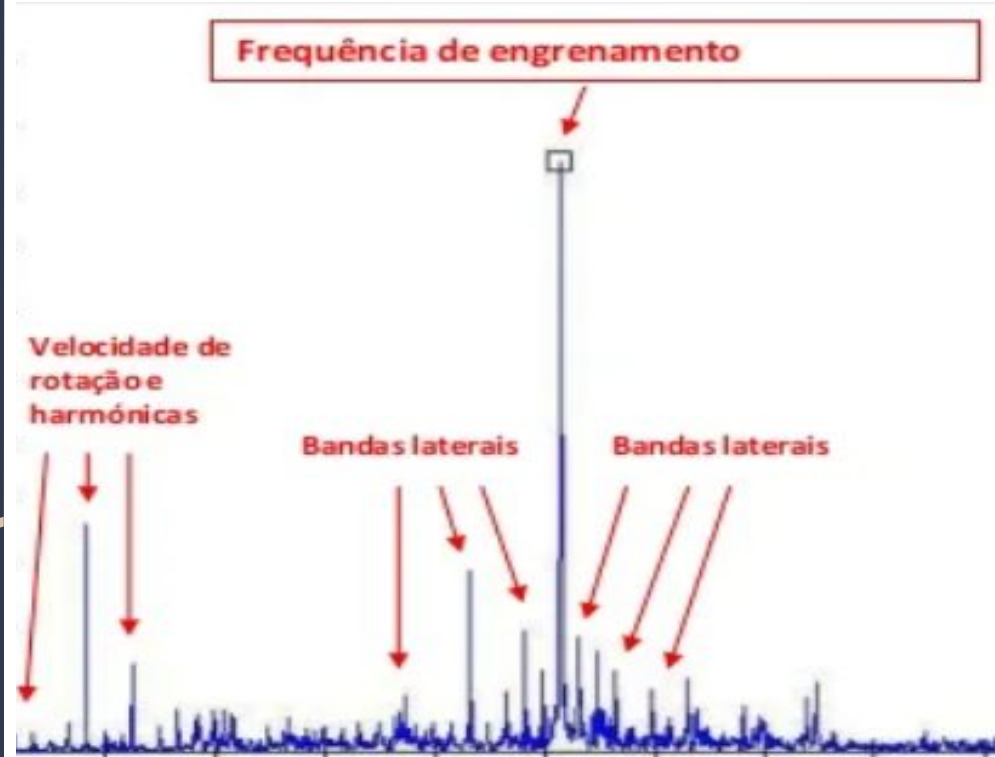
Dada pelo produto entre o número de dentes da engrenagem e sua rotação, ela surge devido aos desvios no perfil do dente ideal, que são causados pela deflexão proveniente do seu carregamento e erros geométricos gerados no próprio processo de fabricação das engrenagens.



- Frequência de bandas laterais:

Componentes originadas normalmente na modulação do engrenamento, provocadas por variações lentas (por excentricidade) ou por variações súbitas provocadas por irregularidades pontuais.

As modulações em amplitude e frequência provocam o surgimento de bandas laterais em volta da frequência básica (frequência de engrenamento e suas harmônicas)



- Frequência de montagem:

Componente criada num par de engrenagens usadas quando é mudada a sua posição relativa, causada pela mudança de “cama”.

- Frequência de repetição de dentes:

Componente feita quando o mesmo par de dentes defeituosos engrena.

- Frequências de dentes fantasmas:

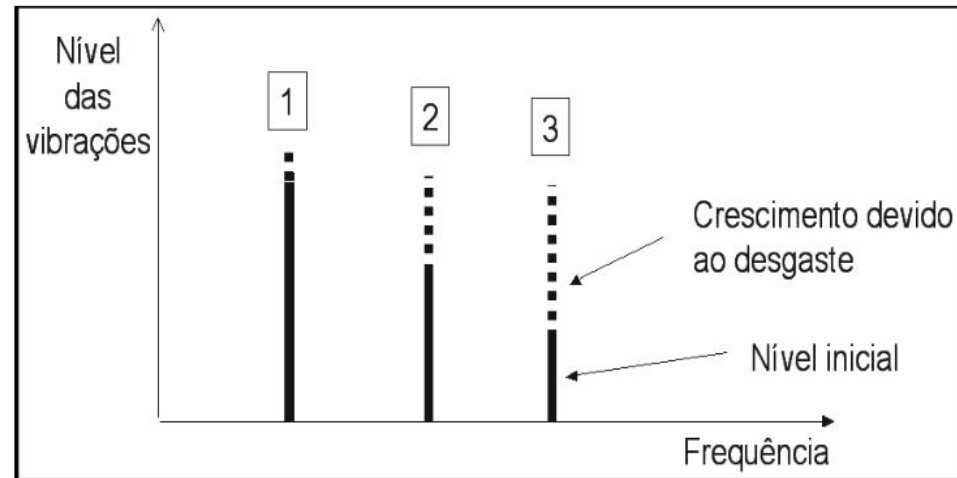
Aparentam ser uma Frequência de Engrenamento, mas com um número de dentes diferentes daquele que a engrenagem tem, podendo ser relacionadas com o número de dentes da engrenagem indexadora da fresa onde foi feita a maquinação.

Normalmente não provocará qualquer problema, existindo uma tendência para ela diminuir com o tempo (desgaste).

Antes de tentar identificar um defeito no engrenamento, deve-se fazer medições com o conjunto sem falhas, obtendo uma base de referência com espectros comparáveis (sempre utilizando a mesma velocidade e carga).

Deve-se observar o crescimento da frequência de engrenamento e suas harmônicas e, em seu entorno, novas bandas laterais ou um aumento das já existentes.

No caso de engrenamentos, um nível de vibração alto na frequência de engrenamento e suas harmônicas é característico de problemas que desviam as superfícies de contato dos dentes do seu padrão ideal, prejudicando o engrenamento, devido a causas como fabricação ou montagem imprópria, desgaste ou folga incorreta.



- Alta energia em bandas laterais de frequência se deve a modulações causadas por superfícies de contato dos dentes não estarem se chocando no momento adequado.

Eixos não perfeitamente paralelos ou engrenagens excêntricas também podem causar modulação.

Engrenamentos em boas condições também apresentam bandas laterais, mas em níveis que permanecem constantes ao longo do tempo.

Notando também que mudanças no número e no comprimento das bandas laterais indicam deterioração do sistema.

- A frequência de repetição de dentes, quando o par de engrenagens possui, em cada uma das engrenagens, um dente falho, causa um pico de amplitude toda vez que estes dentes se encontram

Sintoma	Problema
Alta amplitude na frequência de malha	Erro no dentado Desgaste Folga incorreta Engrenagens sobrecarregadas
Alta energia nas bandas laterais	Engrenagens excêntricas Eixos não paralelos Dente com trinca Carcaça com trinca Outras modulações (tais como acoplamentos desgastados)

Como resolver falhas de engrenamento ?

A manutenção preventiva mantém o funcionamento do equipamento o mais próximo possível das condições originais, prevenindo problemas com componentes desgastados ou no final de sua vida útil.

Na manutenção preditiva o objetivo principal é prever problemas em máquinas e equipamentos, realizando análises de vibrações, sendo uma excelente solução para acompanhar o estado de deterioração das engrenagens.

Manutenção preventiva:

Esse tipo de manutenção está relacionada com economia e segurança, pois realizando-a no tempo certo, evita-se gastos com reparos emergenciais.

Manutenção preditiva:

Toda peça tem sua durabilidade média definida pelo fabricante do equipamento, sendo assim, uma oficina mecânica especializada verifica, através de equipamentos especiais, as condições de determinados itens, a fim de identificar possíveis problemas a curto prazo, fazendo a substituição de forma preventiva.

Na manutenção corretiva de engrenamentos, com engrenagens com dentes defeituosos ou folga excessiva, a solução seria a troca dos componentes por novos.

Já para eixos desalinhados, deve-se verificar se o eixo não sofreu nenhum dano, e então efetuar o reparo ou a troca por eixos novos e então garantir o alinhamento.

Manutenção corretiva:

“Prevenir é melhor do que remediar”, sendo assim, é importante não deixar seu equipamento chegar ao estágio de reparos. Esse tipo de manutenção ocorre para consertar peças que deixaram de funcionar, sejam elas de custo alto ou baixo.

