

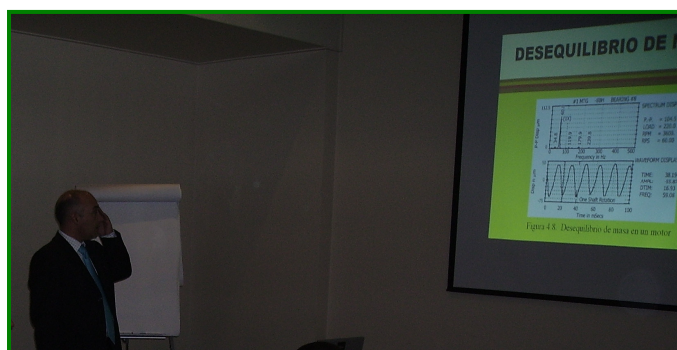
Dezembro de 2009  
Ano 4—Nº19

DMC—Engenharia e Sistemas Ibéricos, Lda.



## *Cursos de Análise de Vibrações em Espanha*

A DMC realizou durante o mês de Novembro, o curso de Análise de Vibrações – Nível I e o curso de Análise de Vibrações – Nível II em Espanha. Os cursos tiveram a duração de 35 horas, tendo contado com 18 participantes.



### Nesta edição:

*Cursos de Análise de Vibrações em Espanha* 1

*Artigo Técnico: Porque é que algumas máquinas vibram mais a velocidades mais baixas.....* 1

*Sistema Expert para Inspeção de Máquinas A4900-Vibrio III* 3

*Acelerómetros da marca DMC* 4

*Sistema de Monitorização em Permanência PT2060* 4

### Pontos de interesse especiais:

- A DMC realiza cursos de análise de vibrações em Espanha
- A ressonância como causa de elevados níveis vibrométricos
- Sistema Expert para inspeção de máquinas — A4900 Vibrio III
- Acelerómetros da marca DMC

### *Artigo Técnico*

## *Por que algumas máquinas vibram mais a velocidades mais baixas e menos em velocidades mais elevadas?*

É com alguma frequência que somos questionados sobre as causas que estarão por detrás de comportamentos atípicos de algumas máquinas rotativas. Hoje, com a “pressão” para a redução dos custos de energia, é com alguma frequência que encontramos motores accionados com variadores de frequência. Esta banalização poderá, em algumas condições, provocar determinados problemas nos equipamentos. Um dos problemas mais comuns, de entre outros, é o facto dessas máquinas que funcionavam com valores de vibração baixos (sem variador), passarem a vibrar mais em algumas velocidades (com variação de velocidade).



**Figura 1**—Fotografia do equipamento com a identificação dos pontos de medição

## Por que algumas máquinas vibram mais a velocidades mais baixas e menos em velocidades mais elevadas?

Os dados que a seguir passamos a apresentar, foram recolhidos numa bomba idêntica à apresentada na Figura 1. Analisando os valores apresentados na Tabela I, constatamos que os valores de vibração registados no equipamento à velocidade de 1121 rpm, são claramente superiores aos valores recolhidos quando o motor estava à velocidade máxima (1479 rpm).

Tabela I

Ponto de Medição	Órgão da Máquina	Regime de Funcionamento do Grupo	
		1121 rpm	1479 rpm
1 V	Motor	15,8	4,0
1 H	Motor	6,8	2,6
2 V	Motor	12,2	2,9
2 H	Motor	5,0	1,7
2 A	Motor	0,9	0,8
3 H	Bomba	3,3	1,6
4 H	Bomba	0,2	0,2

Assim, facilmente se conclui que à velocidade mais baixa (1121 rpm) os níveis vibrométricos são mais elevados, comparativamente aos valores registados a velocidades mais altas (1479 rpm). Este comportamento poderá ser considerado atípico uma vez que as máquinas tendem a vibrar mais, à medida que a velocidade de rotação é maior.

A análise espectral efectuada aos elementos recolhidos, revelou que na generalidade dos pontos de medição, a severidade vibrométrica registada à velocidade de 1121 rpm era, sobretudo, devido à amplitude da frequência de funcionamento do grupo (18,68 Hz). Esta característica, ilustrada na Figura 2, surge normalmente associada a um desequilíbrio.

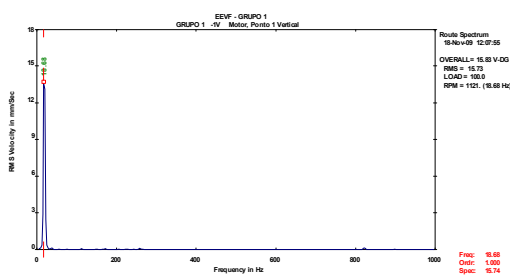


Figura 2 - Espectro de Frequências de recolhido no ponto 1 Vertical

Contudo, analisando os valores detalhadamente podemos verificar uma diferença significativa de valores, entre as duas direcções de medida (V- Vertical e H- Horizontal).

Esta diferença, associada ao facto de, com o aumento da velocidade os valores de vibração diminuírem (situação oposta a uma condição de desequilíbrio), levou-nos a suspeitar que o equipamento poderia estar numa condição de ressonância.

Ensaio complementares efectuados, nomeadamente a realização do teste de impacto com martelo instrumentado, revelaram a presença de uma frequência natural a 18,8 Hz (1128 cpm) segundo a direcção Vertical (Fig. 3). Na direcção Horizontal, os mesmos ensaios revelaram também uma frequência natural a 20,5 Hz (1230 cpm), como se pode observar na Figura 4.

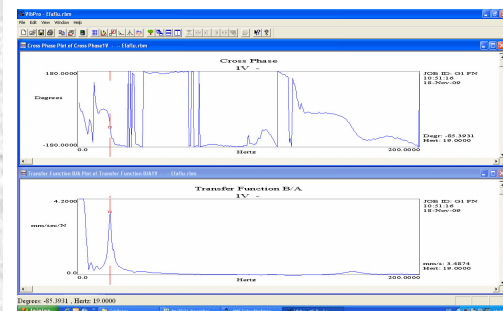


Figura 3 - Gráfico da função de transferência e do ângulo de fase registados durante o teste de impacto com o martelo instrumentado (Direcção Vertical)

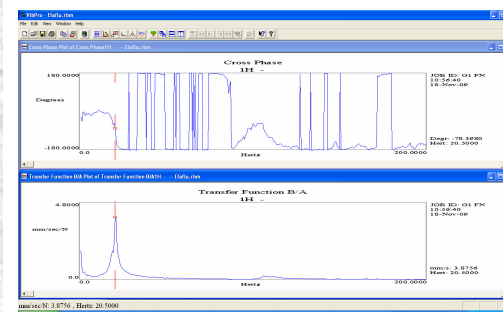
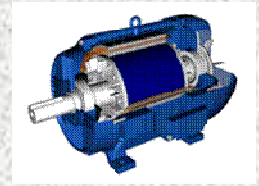


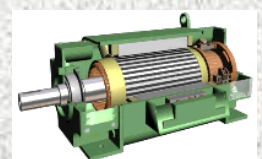
Figura 4 Gráfico da função de transferência e do ângulo de fase registados durante o teste de impacto com o martelo instrumentado (Direcção Horizontal)

Paralelamente a estas frequências, também se confirma uma variação do ângulo de fase de cerca de 90° (condição característica de ressonância).

Com a realização do teste de impacto, foi possível determinar as frequências naturais do sistema, e concluir que os elevados níveis vibrométricos a que o equipamento estava



"Quando aplicável, o teste de impacto com martelo instrumentado permite identificar objectivamente e inequivocamente, a(s) frequência(s) naturais do sistema"



## Por que algumas máquinas vibram mais a velocidades mais baixas e menos em velocidades mais elevadas?

submetido, quando se encontrava a funcionar a 1112 rpm, eram originados por uma condição de ressonância segundo a direcção horizontal.

A ressonância ocorre quando uma das frequências vibratórias em presença na máquina (frequência forçada) encontra-se próxima da frequência natural do sistema.

Por outras palavras, poderíamos afirmar que uma condição de ressonância não é mais do que a coincidência do encontro entre duas frequências (a frequência natural do sistema e uma das frequências vibratórias em presença na máquina). Estas frequências estão sempre presentes nas máquinas e apenas se tornam um problema quando estão próximas uma da outra.

Importa também referir que, frequentemente, antes de caracterizar estes fenómenos de ressonância, a maioria dos responsáveis pelos equipamentos tentam minimizar os níveis de vibração, fazendo sucessivas equilibragens aos conjuntos rotativos, e/ou várias verificações do

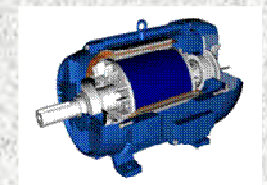
alinhamento, onde aplicável.

Estas tentativas normalmente não surtem efeito, uma vez que a condição de equilíbrio ou alinhamento não são a raiz do problema. Dependendo de características como o factor de amplificação e o amortecimento do sistema, as acções referidas anteriormente poderão reduzir os níveis vibrométricos em presença, mas não o suficiente para que a máquina possa operar por longos períodos, sem que a sua fiabilidade seja afectada. De facto, estas acções estão apenas a tentar modificar a magnitude da força excitadora, não eliminando a condição de ressonância.

### Conclusão:

*Para a maioria dos construtores/instaladores de equipamentos, os problemas associados a condições de ressonância são de difícil resolução, devido ao facto de, por vezes, não estarem conscientes dos reais motivos para os elevados níveis vibrométricos em presença na máquina. Caracterizada esta condição, por vezes, a resolução do problema é relativamente simples.*

*A ressonância ocorre quando uma das frequências vibratórias em presença na máquina se encontra muito próxima da frequência natural do sistema.*



## Sistema Expert de Inspeção da Condição de Máquinas A4900-Vibrio III

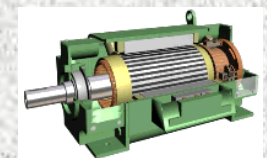
O sistema A4900-Vibrio III permite de uma forma rápida e eficaz, sem a necessidade de utilizar o computador e software, caracterizar a condição de funcionamento de uma máquina, identificando os rolamentos com problemas, bem como, a condição de equilíbrio, alinhamento e folgas excessivas. O sistema permite efectuar as seguintes medidas:

- **Nível Global de Vibração — Velocidade RMS e PEAK (10 - 1000 Hz)**
- **Nível Global de Vibração — Aceleração RMS e PEAK (500 - 16 000 Hz)**
- **Nível Global de Vibração — Deslocamento RMS e PEAK (1 - 1 000 Hz)**
- **Espectro de Frequências — Velocidade (0 - 200 Hz)**
- **Forma de Onda — Aceleração (detecção de avarias em rolamentos 500 - 16 000 Hz)**
- **Nível Global de Envelope em Aceleração**
- **Deteção automática da velocidade de rotação da máquina**

O A4900-Vibrio III inclui:

- **Lâmpada estroboscópica de tecnologia LED;**
- **Headphones para auscultação do ruído da máquina;**
- **Acelerómetro e cabo de ligação.**

Contacte-nos para mais informações sobre o A4900-Vibrio III.





Engenharia e Sistemas Ibéricos, Lda

Rua Rangel de Lima, Bloco B/Cave  
3320-229 Pampilbosa da Serra

Tel: 212 41 89 86

Fax: 212 54 41 09

E-mail: geral@dmc.pt

Web: www.dmc.pt

## Um Mundo de Soluções

### Vantagens da Manutenção Preditiva de A a Z

**S** – Reduzir a possibilidade de aceitação de equipamentos novos ou reparados, com defeitos.

## Acelerómetros da Marca DMC

A DMC disponibiliza uma vasta gama de acelerómetros para os mais diversos tipos de aplicações.

- Acelerómetros para monitorização em permanência
- Acelerómetros para medição de baixas frequências
- Acelerómetro para medição de altas frequências
- Acelerómetros com diversos tipos de conectores
- Acessórios diversos para acelerómetros (Cabos, Bases Magnéticas, Caixas de Ligação, etc.)



## Sistema de Monitorização em Permanência para Máquinas Críticas

O Sistema PT2060 da nossa representada Pro vibtech, é um rack baseado em sistemas contínuos de monitorização e é ideal para todas as aplicações de protecção remota de máquinas críticas. Oferece superior flexibilidade de configuração e máxima fiabilidade.

Segue inteiramente as normas API 670, triplo canal redundante e redundância de alimentação, comunicações e saídas de relé.

As suas características principais são:

- Totalmente digital;

- 48 canais em um rack standard de 19";
- Canais de tripla redundância;
- Redundância para relés, alimentação e comunicação;
- Porta de comunicação Modbus;
- Compatível com a maioria dos sensores (não importando o fabricante);
- Intuitivo e fácil de configurar;
- 16 módulos de relés do canal programáveis;
- Opção de painel local com display .



Sistema de Monitorização em Permanência e Protecção de Máquinas Críticas, Modelo PT2060 da nossa representada Pro vibtech