



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 1103838-1 B1

(22) Data do Depósito: 09/08/2011

(45) Data de Concessão: 13/12/2016



(54) Título: MÉTODO DE SELEÇÃO E ARMAZENAMENTO DE DADOS DE VIBRAÇÃO

(51) Int.Cl.: H03M 7/30; G01H 17/00

(52) CPC: H03M 7/30,G01H 17/00

(73) Titular(es): ROGÉRIO ATEM DE CARVALHO. WILLIAM DA SILVA VIANNA. EDUARDO ATEM DE CARVALHO

(72) Inventor(es): ROGÉRIO ATEM DE CARVALHO; WILLIAM DA SILVA VIANNA; EDUARDO ATEM DE CARVALHO

“MÉTODO DE SELEÇÃO E ARMAZENAMENTO DE DADOS DE VIBRAÇÃO”

Campo da Invenção

5 A presente invenção revela um método para seleção e armazenamento de dados de vibração. Mais especificamente, a presente invenção proporciona um método para, dadas leituras de rotação e vibração obtidas de um ou mais sensores apropriados, instalados em um ou mais equipamentos rotativos, selecionar os dados de interesse para análise de vibração, transformá-los
10 através do uso de métodos matemáticos como a Fast Fourier Transforms (FFT), identificar os picos de maior amplitude destas FFT em diferentes faixas de frequência, aplicar um algoritmo de descarte de picos semelhantes entre leituras - de forma a reduzir o volume de dados a serem armazenados e analisados e finalmente armazenar os picos selecionados de forma simples e
15 recuperável.

Antecedentes da Invenção

 A análise de problemas de Vibrações Mecânicas tipicamente implica na geração de grande massa de dados, coletados em função da frequência de
20 vibração mais alta monitorada no sistema sendo estudado. Em sistemas de turbomáquinas encontram-se frequências de até 5 kHz, o que implica em uma taxa de amostragem de no mínimo 12,5 kHz, para um sistema que deseje monitorar as frequências de forçamento deste equipamento (Frequência de Nyquist) ou de 50 kHz caso se deseje conhecer o formato da onda. A leitura de
25 12500 pontos, no mínimo, a cada segundo irá gerar grande quantidade de dados em pouco tempo e se tornará um aglomerado incontrolável ao final do processo. Faz-se então necessário desenvolver um conjunto de soluções que reduza ao máximo o volume de pontos armazenados, sem a perda de informação útil para análise de dados e recuperação de sinais.

30 A patente norte-americana US 6,026,348 descreve um método e um aparato para a compressão significativa de dados relativos à vibração de uma

máquina, armazenamento e transmissão dos mesmos, de forma que os dados recolhidos possam servir para a formação de um histórico contínuo do desempenho da máquina. Porém o tratamento de dados é diferente do apresentado na presente invenção.

5 A patente norte-americana US 6,477,472 descreve um método para coleta de dados de equipamentos giratórios que compreende a coleta, a armazenagem e a transformação dos dados. Entre diversas diferenças com a presente invenção pode-se citar a falta de filtros de dados de entrada e o uso da Transformada de Gabor, a qual é descrita como sendo a ferramenta
10 utilizada na transformação dos dados coletados.

A patente norte-americana US 6,801,873 descreve um método e sistema de análises de sinais recolhidos de um sistema físico acoplado a um equipamento rotatório. Basicamente, o referido documento descreve o uso de dois softwares como filtros de dados onde um deles utiliza o “Cascade –
15 Integrator – Comb filter”, e essas características são as mais marcantes frente ao que é descrito na presente invenção.

Dessa maneira, até a data da presente invenção não são do conhecimento da técnica métodos que especificamente reduzam a quantidade de dados de vibração/rotação de um ou mais equipamentos, de modo a coletar,
20 transformar, descartar e armazenar dados como a presente invenção propõe, ou seja, de maneira rápida, prática e personalizada para cada tipo de equipamento ou análise que se queira fazer, e controlada (pois aplica filtros de entrada e para descarte de dados).

Em suma, as principais diferenças da presente invenção em relação à arte
25 anterior residem em:

a) Leitura de dados de diferentes máquinas. Isso é importante, pois num ambiente fabril máquinas na vizinhança podem causar efeitos de vibração na máquina alvo central da análise. Mais ainda, a leitura de várias fontes, permite, por exemplo, que elementos estruturais da planta, como o piso,
30 colunas, vigas e plataformas possam ter seu comportamento vibratório também verificado – através do emprego de sismógrafos ou assemelhados.

Assim, a solução proposta neste invento privilegia as interferências ambientais na análise da vibração, ao invés de analisar a máquina rotativa foco da análise como um elemento isolado.

5 b) Uso da rotação como primeiro critério de descarte. São armazenadas as rotações por ponto. Cada rotação é verificada num intervalo, dadas as imprecisões características da aquisição de dados em ambientes fabris.

c) Uso do número de picos por ponto como segundo critério de descarte.

10 d) No terceiro critério de descarte, verificação da frequência também, trabalhando no R^3 : frequência, amplitude e fase, estabelecendo através da combinação dos três intervalos de verificação um sólido no R^3 aqui denominado *paralelepípedo de descarte*.

15 e) Armazenamento tanto da fase quanto da data hora de leitura, isso é importante para se avaliar tanto o sinal propriamente dito, quanto verificar os dados no tempo. Essa última avaliação é de suma importância para comparação com dados de produção da máquina rotativa e também para associar problemas relacionados a eventos, como ligar, desligar, acelerar e desacelerar a máquina – as chamadas rampas. Portanto, a verificação no tempo permite a associação de dados de funcionamento da máquina rotativa com dados de produtividade da mesma, facilitando inclusive a
20 tomada de decisão em termos de fatores financeiros.

f) Existência de um esquema pré-definido de armazenamento de dados, que privilegia a simplicidade, portanto reduzindo o tempo de escrita, vital para lidar com sistemas de aquisição de dados que trabalham com altas taxas de aquisição de dados.

25 g) Armazenamento de dados auxiliares, como RMS total, RMS do ruído e deslocamento, importantes nas tarefas de análise de tendências e, junto com o tempo, na associação a eventos e dados de produção. Adicionalmente são armazenados também os níveis de alerta e shutdown de RMS, de maneira a prover dados para a operação do sistema.

30

Sumário da Invenção

É um dos objetos da presente invenção proporcionar um sistema e método de seleção de dados de interesse e armazenamento dos mesmos, para um dado sistema de aquisição de dados de vibração de máquinas rotativas.

5 Em uma concretização preferencial da invenção, o sistema e método compreende os seguintes passos:

- 1) Definição de parâmetros de aquisição de dados e amostragem;
- 2) Definição de parâmetros para um algoritmo de descarte de dados, que se concentra na tarefa de definir quais dados são interessantes armazenar para análise posterior;
- 10 3) Aquisição de dados de uma montagem específica;
- 4) Transformação dos dados adquiridos através de FFTs;
- 5) Determinação dos Picos de FFTs;
- 6) Descarte de dados semelhantes por ponto de medição; e
- 15 7) Armazenamento de dados de interesse de forma rápida e simples.

Esse e outros objetos da invenção ficarão mais aparentes a partir da descrição destalha da invenção.

Breve Descrição das Figuras

20 A Figura 1 mostra esquematicamente um paralelepípedo de descarte.

A Figura 2 mostra um exemplo de organização do Vetor de Picos por Ponto e da Matriz de Picos, onde (2.1) significa Vetor de Picos, e (2.2) significa Matriz de Picos.

A Figura 3 mostra um diagrama de atividades detalhando o algoritmo de descarte, onde (3.1) significa Início, (3.2) significa Selecciona Próximo Ponto, (3.3) significa $[Rotação\ atual - Rotação\ lida] > desvio\ de\ rotação\ E\ [Número\ de\ Picos\ do\ Ponto] > 0$, (3.4) significa Armazena todos os Pontos, (3.5) significa Inicializa Buffer de Armazenamento, (3.6) significa Obtém última matriz de picos por ponto armazenada e extrai os picos anteriores do ponto, (3.7) significa Obtém offset do Ponto, (3.8) significa Comparar os picos da leitura atual com a da última leitura armazenada no ponto, (3.9) significa Se contador

25

30

de gravados > 0, (3.10) significa Armazena Picos do Buffer de Gravação, (3.11) significa Há mais pontos para analisar, (3.12) significa Não há mais pontos para analisar, (3.13) significa Fim.

5 **Descrição detalhada da Invenção**

A presente invenção proporciona um sistema e método para seleção e armazenamento de dados de vibração que deve ser aplicado a um sistema de tratamento de informações de vibração para máquinas rotativas.

Basicamente, o sistema compreende:

10 a) meios para aquisição dos dados – exemplos são equipamentos conhecidos do estado da técnica para a produção e aquisição de dados vibracionais.

b) meios para aplicação do método matemático nos dados;

15 c) meios para armazenamento dos dados – exemplos incluem meios legíveis digitalmente, como computadores.

Para fins da presente invenção, as seguintes definições devem ser consideradas:

- Ponto de Medição, ou simplesmente ponto: é descrito por um sensor e um local físico da instalação do mesmo. Todo ponto de medição deve estar
20 associado a um ponto de leitura do sistema.

- Montagem: é descrita por um conjunto de pontos de medição de determinadas grandezas em um ou mais equipamentos. Uma dada montagem pode estar ativa ou inativa. Quando ativa significa que existe um sistema de leitura dos pontos realizando as medições dos sinais gerados pelos sensores
25 naquele momento e inativa significa que não estão sendo realizadas leituras.

Uma montagem define a planta industrial onde a montagem se encontra fisicamente, a área da planta industrial onde a(s) máquina(s) a ser(em) analisada(s) está(ão) instalada(s) e associa a cada máquina o(s) canal(canais) físico(s) a ela associado(s) e, por sua vez, os pontos associados a cada canal
30 físico.

- Pico: ponto de maior amplitude de uma FFT, representado por um ponto no R^3 cujas coordenadas são sua frequência, amplitude e fase.

O método da presente invenção compreende as etapas de:

- 5 a) aquisição de dados de vibração a partir de um ponto de leitura;
- b) aplicação do método matemático nos dados adquiridos;
- c) descarte dos dados que não preencherem os pré-requisitos estabelecidos; e
- d) armazenamento dos dados não descartados.

10 O método da presente invenção reduz substancialmente o volume de dados a serem armazenados e analisados, sem perder aqueles que são de interesse, ou seja, que indicam possível dano estrutural ou mal funcionamento atual ou futuro na(s) máquina(s) rotativa(s) sendo analisada(s). O método compreende basicamente duas fases, denominadas seleção – que se
15 subdivide em aquisição, transformação e descarte, e armazenamento. Assim, é necessário definir um conjunto de parâmetros de entrada para o método que é subdividido em: (i) dados de entrada para leitura de sinais “in natura” e (ii) dados de entrada para algoritmo de descarte. Este conjunto de parâmetros é descrito a seguir.

1) Parâmetros de Aquisição

20 -Amostragem: compreende a taxa de amostragem em Hz e número de amostras.

- Valor Mínimo do Sinal de medição: valor do nível mínimo em unidade de engenharia ou sinal elétrico medido do sensor ou transdutor.

25 - Valor Máximo: do Sinal de medição: valor do nível máximo em unidade de engenharia ou sinal elétrico medido do sensor ou transdutor.

- Canal físico: Corresponde a uma lista de canais físicos do dispositivo de leitura que estão em uso corrente. A um canal físico podem estar associados um ou mais pontos de leitura. O número de pontos é calculado em função da lista.

-Timeout do hardware de aquisição: tempo máximo de espera entre a requisição de leitura do sinal e a resposta. Acima desse valor, o sistema acusa falha de aquisição.

- Fator de calibração (por ponto): ganho numérico em milivolts/g do sensor.

5 - Timeout de rotação: tempo máximo de espera entre a requisição de leitura de rotação e a resposta. Acima desse valor, o sistema acusa falha de aquisição.

- Número de pulsos por rotação: quantidade de pulsos esperados que devem ser emitidos pelo sensor de rotação por volta executada pelo eixo medido.

10 - Rotação da máquina: seleção entre rotação informada pelo operador do sistema (fixa) e medida (variável).

- Valor nominal da rotação: quando empregada rotação informada, corresponde ao valor informado.

- Tempo de scan (valor de saída): tempo decorrido entre a leitura do primeiro e do último ponto.

15 2) Parâmetros para Serviço de Armazenamento

- Endereço de rede do Servidor de Armazenamento: endereço de rede de computador que hospeda o serviço de armazenamento, tipicamente um Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional (SGBDR).

20 - Identificador da Montagem: valor que identifica unicamente uma dada montagem.

- Nome do Banco de Dados de Armazenamento: nome atribuído ao banco de dados onde os dados serão persistidos.

3) Parâmetros para Cálculo dos Picos de FFT

25 - Intervalo entre leituras: intervalo de tempo mínimo entre duas leituras subsequentes.

- Limites inferior e superior de frequência: limites fora dos quais a frequência não é considerada, ou seja, a leitura é imediatamente descartada para o armazenamento.

30 - Número de amostras para média de FFTs: quantidade de transformadas utilizadas para o cálculo da média de FFT. Este valor médio é o que será considerado para seleção, descarte e armazenamento. Quando o sistema

possui trigger, é empregada média vetorial, quando não o possui é empregada média por RMS.

- Limite inferior de amplitude considerada (por ponto): limite sob o qual a amplitude não é considerada, ou seja, a leitura é imediatamente descartada.

5 Este limite é empregado para descartar ruídos de leitura de amplitude de sinal.

- Tipo de Janelamento: tipo de janelamento adotado para o cálculo de FFT.

- Amostras para média de FFT: número de leituras efetuadas para o cálculo da FFT média

4) *Parâmetros para Definição da Janela Tridimensional de Descarte*

10 Define-se uma Janela Tridimensional de Descarte por um paralelepípedo formado pelas faixas individuais de desvio de frequência, amplitude e fase, ou seja, a região do R^3 na vizinhança de um pico de FFT onde, caso um segundo pico se encontre, este último será descartado, por ser considerado um valor muito próximo do obtido anteriormente, não representando portanto agregação

15 de informação para análise de vibrações. Em outras palavras, os desvios são empregados para definir se um dado ponto no R^3 (frequência, amplitude, fase) está na vizinhança de um outro ponto ou não. Entende-se por vizinhança uma faixa determinada por um valor denominado desvio. Esse desvio pode ser

20 tratado como um valor absoluto, nas unidades de engenharia consideradas para frequência, amplitude e fase, ou relativo, na forma de percentuais dos últimos valores armazenados antes da comparação corrente. O desvio é considerado para mais e para menos.

Exemplo 1

25 Como exemplo descritivo, utilizamos uma grandeza de medição para a qual o desvio estabelecido é de 10 unidades. Sejam x_1 e x_2 duas coordenadas referentes a esta grandeza em dois vetores no R^3 . Se o desvio for absoluto, o ponto P_2 estará na faixa de valores em relação a essa grandeza se $x_1 - 10 \leq x_2 \leq x_1 + 10$. Se o desvio for relativo, o ponto P_2 estará na faixa de valores em relação a essa grandeza se $x_1 * ((100-10)/100) \leq x_2 \leq x_1 * ((100+10)/100)$.

30 - Desvio de Rotação: define o valor numérico para desvio de rotação. É empregado em conjunto com o parâmetro "Desvio de rotação relativo?".

- Desvio de rotação relativo?: Define se o desvio de rotação será relativo ou absoluto.

- Desvio de frequência: define o valor numérico para desvio de frequência. É empregado em conjunto com o parâmetro “Desvio de frequência relativo?”.

5 - Desvio de frequência relativo?: Define se o desvio de frequência será relativo ou absoluto.

- Desvio de Amplitude: define o valor numérico para desvio de amplitude. É empregado em conjunto com o parâmetro “Desvio de amplitude relativo?”.

10 - Desvio de amplitude relativo?: Define se o desvio de amplitude será relativo ou absoluto.

Estabelecidos os parâmetros de funcionamento, o método consiste em um laço que se inicia com a primeira e termina com a última leitura recebida. Este laço é composto por fases, descritas da seguinte forma.

FASE 1: AQUISIÇÃO DE SINAIS

15 Os sinais dos pontos são lidos todos de uma única vez. Posteriormente, quando da recuperação das leituras para análise, deve ser seguida uma estrutura hierárquica que visa organizar os dados da montagem considerando mais de uma máquina rotativa.

Exemplo 2

20 Uma estrutura hierárquica de exemplo, com duas máquinas rotativas, tendo cada uma dois pontos associados, é apresentada abaixo:

-Planta_Fabril_1

--Área_1_da_Planta_1

---Máquina_Rotativa_1

25 -----Ponto_1

-----Ponto_2

---Máquina_Rotativa_2

-----Ponto_3

-----Ponto_4

30 Os pontos são numerados sequencialmente e todo o tratamento de aquisição, compactação, descarte e armazenamento segue esta mesma sequência, de

forma a simplificar o armazenamento dos dados, tornando-o mais rápido e seguro.

FASE 2: CÁLCULO DAS FFT e DC

5 Feita a aquisição dos sinais dos pontos, é calculada a média da FFT usando o janelamento selecionado e, quando utilizado sensor do tipo proximetro, é calculado o valor DC (bias). A seguir são montados: (i) uma matriz Nx2 que contém as FFT dos pontos e respectivas fases, em cada coluna e (ii) quando é empregado proximetro, um vetor dos valores DC (bias) dos pontos.

10 Nesta fase é realizado a primeira etapa de tratamento dos dados, aqui denominada compactação, através do emprego de FFT.

FASE 3: IDENTIFICAÇÃO DOS PICOS DAS FFT E CÁLCULO DOS RMS

1) Algoritmo de Identificação de picos por ponto

15 Este passo, é composto basicamente por um algoritmo que determina, para uma dada FFT, as coordenadas de maior amplitude, ou picos da FFT. Este algoritmo é descrito da seguinte forma

1.1) Entrada: Vetor de FFT por ponto.

1.1.1) Para cada ponto:

1.1.1.1) Obter vetor de FFT do ponto;

1.1.1.2) Para cada faixa de frequência (Δf) da FFT:

20 1.1.1.2.1) Inicializar variáveis auxiliares: anterior = 0; atual = primeiro ponto da FFT; próximo = segundo ponto da FFT;

25 1.1.1.2.2) Percorrer a matriz de pontos da FFT, atribuindo os valores das amplitudes às variáveis auxiliares de acordo e comparando anterior, atual e próximo até que: anterior < atual e atual > próximo, indicando um valor de máxima amplitude da FFT. Este caminhamento nas curvas da FFT se faz através do sequenciamento de, para um dado ponto sendo analisado na posição N, anterior = vetor_FFT[N-1], atual = vetor_FFT[N] e próximo = vetor_FFT[N+1] sucessivamente, até que os pontos de máximo sejam encontrados, e estejam acima do limite inferior da amplitude, acima da
30 frequência mínima e abaixo da frequência máxima de descarte. Os picos identificados são acrescentados na Matriz de Picos. Uma variável auxiliar conta

o número de picos de um dado ponto e o armazena no Vetor de Picos por Ponto.

1.1.1.3) Calcular o RMS dos picos empregando a fórmula $RMS_{picos}^2 = \sum Y_p^2$, onde Y é o valor da amplitude do pico P.

5 1.1.1.4) Calcular o RMS do ruído usando a fórmula $RMS_{ruído} = \sum Y_r^2$, onde Y é o valor da amplitude dos picos abaixo do limite inferior de amplitude estabelecido.

1.1.1.5) Calcular o RMS total, usando a fórmula $RMS_{total} = RMS_{ruído} + RMS_{picos}$

1.2) Saídas:

10 -Matriz de Picos (frequência, amplitude, fase), em blocos encadeados por ponto. Esta matriz é indexada pelo vetor de Número de Picos por Ponto, conforme o exemplo esquemático da Figura 2.

-Vetor de Número de Picos por Ponto.

-Vetor de RMS dos picos.

-Vetor de RMS do ruído.

15 -Vetor de RMS total.

FASE 4: DESCARTE

2) Algoritmo de Descarte.

2.1) Para cada Ponto:

20 2.1.1) SE $|rotação\ atual - rotação\ lida| > desvio\ de\ rotação\ E$ (Número de Picos do Ponto) $> 0 \Rightarrow$ armazena todos os picos do ponto;

2.1.2) SE (2.1.1) = FALSE \Rightarrow vai para (2.1.3) SENÃO grava todos os picos do ponto e avança para próximo ponto, retornando a (2.1.1).

2.1.3) Inicializa buffer de armazenamento

25 -Definição do buffer de armazenamento: armazena os picos não descartados do ponto.

2.1.4) Obtém última matriz de picos por ponto armazenada e extrai os picos anteriores do ponto em questão.

-Definição de última matriz de picos por ponto armazenada: contém os picos por ponto da última leitura que foi armazenada, ou seja, os últimos dados não descartados.

2.1.5) Obtém offset do Ponto.

5 -Definição de offset: dado que uma única matriz de picos é empregada, para simplificar a forma de armazenamento em memória dos picos de todos os pontos e permitir que este armazenamento faça uso da capacidade de crescimento no número de linhas dessa matriz de forma dinâmica, é necessário estabelecer para um dado ponto a faixa (subconjunto contíguo de linhas) da
10 matriz onde se encontram os picos desses pontos. Assim, emprega-se o offset, que é calculado da seguinte forma:

Seja $P=\{1..N\}$ o conjunto de pontos e i o indexador de pontos, seja $\text{picos}(i)$ o número de picos do ponto i , seja $\text{offset}(i)$ o índice do primeiro pico de i na matriz de picos, então:

15 $\text{offset}(i):$ Se $i = 1 \Rightarrow \text{offset} = 0$

Se $i \neq 1 \Rightarrow \text{offset} = \sum \text{picos}(j)$, para $j = 1..(i-1)$

Para obter os picos do ponto, percorre-se a matriz de picos da linha $\text{offset}(i)$ até a linha $\text{offset}(i) + M$, onde M é o número de picos do ponto.

2.1.6) Comparar, por faixa de frequência, os picos da leitura atual com a da
20 última leitura armazenada do ponto:

2.1.6.1) Obter Número de Picos e Offset;

2.1.6.2) Obter valores de desvios de amplitude e de frequência, se desvio absoluto selecionado.

2.1.6.3) Obter percentuais de desvio de amplitude e frequência, se desvio
25 relativo selecionado.

2.1.6.4) Inicializar contador de número de picos a serem gravados.

2.1.6.5) SE há picos para o ponto ENTÃO

2.1.6.5.1) ENQUANTO houver picos

2.1.6.5.1.1) Determina desvio de frequência relativo se aplicável.

30 2.1.6.5.1.2) Determina desvio de amplitude relativo se aplicável.

2.1.6.5.1.3) Determina desvio de fase relativo se aplicável.

2.1.6.5.1.4) SE $|f_{\text{frequência do atual}} - f_{\text{frequência do gravado}}| > \text{desvio de frequência}$ ENTÃO

2.1.6.5.1.4.1) incrementa contador de gravados;

2.1.6.5.1.4.2) insere pico no buffer de gravação de picos;

5 2.1.6.5.1.4.3) insere número de picos no buffer de gravação de picos por ponto.

2.1.6.5.1.5) SENÃO SE $|a_{\text{amplitude do atual}} - a_{\text{amplitude do gravado}}| > \text{desvio de amplitude}$ ENTÃO

2.1.6.5.1.5.1) incrementa contador de gravados;

2.1.6.5.1.5.2) insere pico no buffer de gravação de picos ;

10 2.1.6.5.1.5.3) insere número de picos no buffer de gravação de picos por ponto.

2.1.6.5.1.6) SENÃO SE $|f_{\text{fase do atual}} - f_{\text{fase do gravado}}| > \text{desvio de fase}$ ENTÃO

2.1.6.5.1.6.1) incrementa contador de gravados;

2.1.6.5.1.6.2) insere pico no buffer de gravação de picos;

15 2.1.6.5.1.6.3) insere número de picos no buffer de gravação de picos por ponto.

2.1.7) Se contador de gravados > 0 então armazenar picos do ponto que estão no buffer de gravação de picos.

2.2) SE houver mais pontos, avança para próximo ponto, retornando a (2.1.1). Se não houver aguarda a próxima leitura.

20 **FASE 5: ARMAZENAMENTO**

O mecanismo de armazenamento guarda registros dos dados de interesse contendo os seguintes campos:

-Identificador da Montagem: associa no banco de dados o registro à montagem.

25 -Data hora da leitura: data hora original de leitura.

-Vetor de Picos por ponto: armazena o número de picos de FFT por ponto. É empregado, junto com o algoritmo de offset descrito no item 2.1.5 para acessar os pontos de um dado pico.

30 -Matriz de picos: matriz $N \times 3$ contendo todos picos de todos os pontos identificados em uma data-hora de leitura.

-Vetor de Energias: RMS por ponto dos picos da FFT - nulo se não houver picos.

5 -Vetor de Energias do Ruído: energia do ruído das FFTs por ponto.

-Vetor de Deslocamentos: Valor DC do deslocamento por ponto, apenas quando utilizado proxímetro.

-Rotação por ponto: valor da rotação por ponto.

O armazenamento se dá uma forma não normalizada, ou seja, atributos multivalorados são armazenados em vetores, para que possa ser o mais simples possível já que, dada a taxa de leitura, a escrita de dados no meio de armazenamento deve ser a mais rápida possível, não importando se a recuperação desses dados se torna um pouco mais complexa, pois se faz necessário usar o conceito de offset para recuperar os picos de uma dado canal. Em um ambiente dual, onde co-existam um meio de armazenamento para receber os dados no momento em que eles estão sendo lidos (online) e um secundário voltado para consultas analíticas, pode ser criada uma estrutura específica para recup[eração dos dados a serem aplicados em análises.

15 Cabe ressaltar que o armazenamento se dá então por matrizes cujo incremento no número de linhas deve ser automático e gerenciado pelo SGBD.

20 Os versados na arte valorizarão imediatamente os importantes benefícios decorrentes do uso da presente invenção na melhoria da qualidade e de desempenho de métodos de seleção e armazenamento de dados de vibração.

Reivindicações

1. Método de seleção e armazenamento de dados de vibração caracterizado por compreender as etapas de:

- 5 a) aquisição de dados de vibração a partir de um ponto de leitura;
- b) aplicação do método matemático FFT nos dados adquiridos;
- c) identificação de picos da FFT
- d) descarte dos dados na vizinhança do pico detectado definida pela janela tridimensional de descarte; e
- 10 e) armazenamento dos dados não descartados.

2. Método de seleção e armazenamento, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela aquisição compreender o uso de parâmetros como taxa de amostragem em Hz, valor do nível mínimo e máximo, fator de calibração, número de pulsos.

- 15 3. Método de seleção e armazenamento, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo descarte ser um paralelepípedo formado pelas faixas individuais de desvio de frequência, amplitude e fase.

4. Método de seleção e armazenamento, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo armazenamento ser em um meio legível digitalmente.

FIG. 1

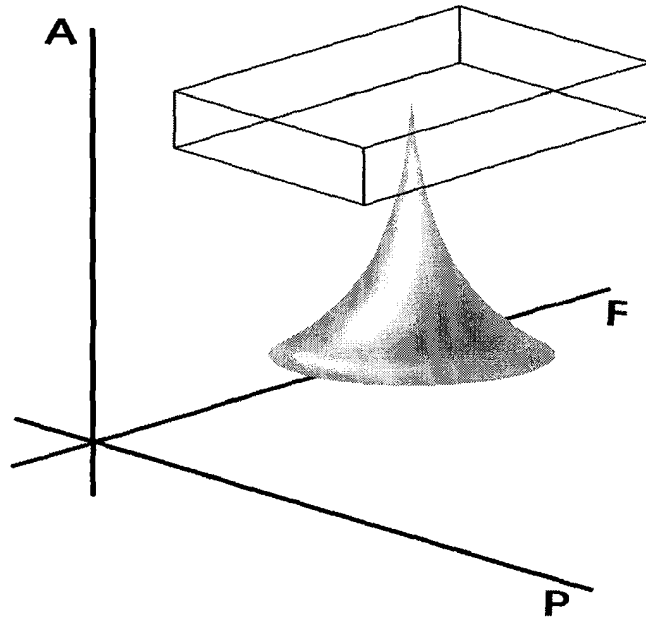


FIG. 2

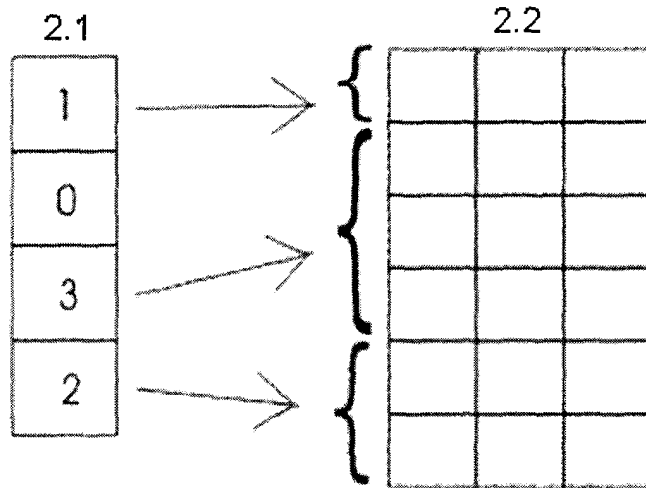


FIG. 3

