



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

(21) **PI0904633-0 A2**

(22) Data de Depósito: 11/11/2009
(43) Data da Publicação: 14/06/2011
(RPI 2110)



★ B R P I 0 9 0 4 6 3 3 A 2 ★

(51) *Int.Cl.:*
G01H 1/00 2006.01

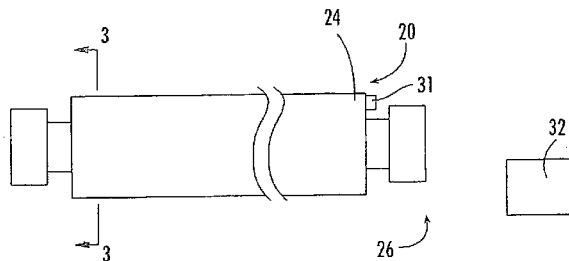
(54) Título: **SISTEMA PARA DETERMINAR A FONTE DE VIBRAÇÃO DE UM CONJUNTO DE ROLO PINÇADO, E, MÉTODO PARA AVALIAR VIBRAÇÃO EM UM ROLO INDUSTRIAL**

(30) Prioridade Unionista: 12/10/2009 US 12/557389,
14/11/2008 US 61/114604

(73) Titular(es): Stone Woodward, LLC

(72) Inventor(es): Robert Hunter Moore

(57) Resumo: SISTEMA PARA DETERMINAR A FONTE DE VIBRAÇÃO DE UM CONJUNTO DE ROLO PINÇADO, E, MÉTODO PARA AVALIAR VIBRAÇÃO EM UM ROLO INDUSTRIAL. Um sistema para determinar a fonte de vibração de um conjunto de rolo pinçado inclui: um primeiro rolo substancialmente cilíndrico; uma estrutura conjugada posicionada em relação ao primeiro rolo para formar um espaço entre rolos entre eles; uma pluralidade de unidades de sensor anular de condição de espaço entre rolos montadas sobre o primeiro rolo, cada uma das unidades de sensor anular de condição de espaço entre rolos sendo posicionada em diferentes localizações axiais ao longo do primeiro rolo e configurada para prover sinais de condição de espaço entre rolos a partir do espaço entre rolos, os sinais indicando uma condição de espaço entre rolos em múltiplas localizações circunferenciais; e um processador associado às unidades de sensor que recebe sinais a partir das unidades de sensor. O processador é configurado para converter os sinais a partir das unidades de sensor em leituras de condição de espaço entre rolos para as múltiplas localizações circunferenciais em cada localização axial. Esse sistema pode detectar irregularidades em um rolo ou a estrutura conjugada que pode causar vibração indesejada.



“SISTEMA PARA DETERMINAR A FONTE DE VIBRAÇÃO DE UM CONJUNTO DE ROLO PINÇADO, E, MÉTODO PARA AVALIAR VIBRAÇÃO EM UM ROLO INDUSTRIAL”

Pedido correlato

- 5 Este pedido reivindica prioridade a partir do pedido de patente provisório US 61/114.604, depositado em 14 de novembro de 2008 e intitulado “System and Method for Detecting and Measuring Vibration in an Industrial Roll”, a revelação do qual é incorporada aqui em sua inteireza.

Campo da invenção

- 10 A presente invenção refere-se, geralmente, a rolos industriais e, mais particularmente, a rolos industriais com capacidade de medição de vibração.

Fundamentos da invenção

- 15 Vibrações são comumente experimentadas nos componentes de máquina giratórios. Em muitos casos, essas vibrações podem conduzir a irregularidades de produto durante a fabricação, desgaste e falha prematuros dos componentes de máquina, e ambientes intoleráveis. No nível de projeto, os componentes são frequentemente dimensionados de modo que suas frequências naturais fiquem bem acima das frequências esperadas para as
- 20 fontes de vibração. Para reduzir adicionalmente ou impedir vibrações significativas, o balanceamento dos componentes individuais é, frequentemente, realizado. Muito frequentemente, essas medidas preventivas são insuficientes na redução dos níveis de vibração para níveis toleráveis. Outras técnicas devem ser aplicadas posteriormente. Em algumas medidas
- 25 corretivas, são adicionados amortecedores aos componentes. Com maquinário giratório, as velocidades operacionais, frequentemente, são ajustadas para reduzir determinadas frequências de vibrações. Em muitos casos, essas medidas são insuficientes no controle de vibração, assim, técnicas mais ativas são exigidas.

Rolos de máquina de papel têm desafios específicos com vibrações. Os rolos giram a determinadas velocidades rotacionais, que produzirão um nível de vibração na mesma frequência para qualquer nível de desequilíbrio. Rolos pinçados têm desafios adicionais, como segue:

5 1) As vibrações podem ocorrer em frequências relativas a múltiplos comuns de diâmetros de rolo ou comprimento de feltro. Por exemplo, se um rolo tiver três quintos do diâmetro do seu rolo conjugado, poderia haver 15 localizações sobre o rolo maior em que o mesmo ponto do rolo menor toca. O rolo maior poderia, então, vibrar a frequências 15 vezes
10 aquela de sua frequência rotacional. Costuras de feltro dos feltros de pressão frequentemente empregados em máquinas de papel foram culpadas por induzir esses tipos de vibrações e desgaste. Esse efeito, às vezes, é chamado de obstrução.

 2) Outras fontes de desgaste podem aumentar os níveis de
15 vibração. Se o espaço entre rolos for considerado como uma mola rígida, e os corpos de rolo como massas, esse sistema de mola-massa, tipicamente, vibrará em sua frequência natural. Se um rolo vibrar a uma frequência 15 vezes maior que sua frequência rotacional, quinze regiões desgastadas ou obstruídas podem ser geradas.

20 3) Uma folha de papel que esteja se deslocando dentro do espaço entre rolos pode, ela mesma, ter irregularidades, como variações de densidade, rigidez ou espessura cíclicas. À medida em que essa folha passa através do espaço entre rolos, as pressões de espaço entre rolos terão uma variação cíclica e podem resultar vibrações. Essa fonte é frequentemente
25 relatada em pilhas de calandra.

 4) O rolo poderia ter vibrações de curvatura de cilindro.

 5) Os revestimentos sobre os rolos podem ser excêntricos ao núcleo ou com o munhão, o que causa vibrações na mesma frequência que a rotação de rolo. Mesmo quando esse rolo é dinamicamente equilibrado, a

variação de espessura de cobertura de rolo causa uma variação cíclica na pressão de espaço entre rolos. Por exemplo, se a cobertura for mais espessa a zero grau e mais fina a 180 graus, os rolos defletirão mais a zero grau do que a 180 graus. Uma vibração resultará na adição à variação de pressão vista pela
5 folha de papel.

Reações comuns a níveis de vibração excessivos incluem o ajuste da velocidade operacional, recuperação da superfície dos rolos e mudança do material de cobertura de rolo. Mudanças na velocidade operacional são, tipicamente, indesejáveis, visto que as outras seções da
10 máquina de papel são otimizadas para uma velocidade diferente; além disso, velocidades mais baixas reduzem a produtividade e velocidades mais altas podem reduzir a qualidade. A recuperação da superfície dos rolos reesmerilhando a finalização e os diâmetros finais, usualmente, envolve custos de paralisação e de recuperação de superfície substanciais. Coberturas
15 de rolo tendo propriedades de amortecimento aumentadas também foram desenvolvidas para diminuir os níveis de vibrações; entretanto; mudar para um material de cobertura diferente envolve tempo de paralisação significativo para substituir os rolos, e tempo e custos financeiros significativos para substituir a cobertura.

20 As técnicas de monitoramento presentes, usualmente, envolvem a colocação de sensores de vibração nas molduras de mancal e próximo às extremidades dos rolos. Esses sensores podem detectar os efeitos principais das vibrações, mas não podem sempre identificar a fonte. Pode ser desejável prover um sistema de detecção de vibração que possa gerar mais e
25 melhor informação sobre as vibrações do rolo.

Sumário da invenção

Como um primeiro aspecto, os modos de realização da presente invenção são direcionados para um sistema para determinar a fonte da vibração de um conjunto de rolo pinçado. O sistema compreende: um

primeiro rolo substancialmente cilíndrico; uma estrutura conjugada posicionada em relação ao primeiro rolo para formar um espaço entre rolos entre eles; uma pluralidade de unidades de sensor anular de condição de espaço entre rolos montadas sobre o primeiro rolo, cada uma das unidades de sensor anular de condição de espaço entre rolos sendo posicionada em diferentes localizações axiais ao longo do primeiro rolo e configurada para prover sinais de condição de espaço entre rolos a partir do espaço entre rolos, os sinais indicando uma condição de espaço entre rolos em múltiplas localizações circunferenciais; e um processador associado às unidades de sensor que recebe sinais a partir das unidades de sensor. O processador é configurado para converter os sinais a partir das unidades de sensor em leituras de condição de espaço entre rolos para as múltiplas localizações circunferenciais em cada localização axial. Em alguns modos de realização, as unidades de sensor de condição de espaço entre rolos são sensores de pressão. Esse sistema pode detectar irregularidades em um rolo ou a estrutura conjugada que pode causar vibração indesejada.

Como um segundo aspecto, os modos de realização da presente invenção são direcionados para um método de avaliar vibração em um rolo industrial, compreendendo as etapas de: prover um rolo que inclua uma pluralidade de unidades de sensor anular de condição de espaço entre rolos montadas sobre o mesmo, cada uma das unidades de sensor anular de condição de espaço entre rolos sendo posicionada em diferentes localizações axiais ao longo do rolo e configurada para prover sinais de condição de espaço entre rolos a partir de um espaço entre rolos formado pelo rolo e por uma estrutura conjugada, girar o rolo; medir uma condição de espaço entre rolos em múltiplas localizações circunferenciais sobre cada unidade de sensor; e determinar a fonte da vibração no rolo com base nas medições de condição de espaço entre rolos.

Descrição resumida dos desenhos

A fig. 1 é uma vista frontal esquemática de um rolo com um sistema de detecção de vibração de acordo com os modos de realização da presente invenção.

5 A fig. 2 é uma vista em perspectiva do rolo da fig. 1 com parte da cobertura removida para mostrar os sensores do sistema de detecção de vibração.

A fig. 3 é uma vista em seção do rolo da fig. 1 tomada ao longo das linhas 3-3 da mesma.

10 A fig. 4 é uma vista em perspectiva da camada de base externa que é aplicada sobre a camada de base interna e os sensores do rolo da fig. 1.

A fig. 5 é uma vista em perspectiva da camada de material de topo que é aplicada sobre a camada de base externa da fig. 4.

A fig. 6 é um diagrama esquemático da unidade eletrônica do rolo da fig. 1.

15 A fig. 7 é um gráfico plotando a pressão de espaço entre rolos em função do ângulo de espaço entre rolos para demonstrar como uma protuberância de superfície de rolo que causa vibração pode ser detectada.

20 A fig. 8 é um gráfico plotando a pressão de espaço entre rolos em função do ângulo de espaço entre rolos para demonstrar como uma cobertura de rolo não concêntrica que causa vibração pode ser detectada.

A fig. 9 é uma vista em perspectiva esquemática de um rolo com um sistema de detecção de vibração para modos de realização adicionais da presente invenção.

Descrição detalhada dos modos de realização da invenção

25 A presente invenção será descrita mais particularmente aqui com referência aos desenhos anexos. A invenção não é pensada para ficar limitada aos modos de realização ilustrados; esses modos de realização são pensados para revelar totalmente e completamente a invenção àqueles experientes na técnica. Nos desenhos, números iguais se referem a elementos

iguais por toda a descrição. As espessuras e dimensões de alguns componentes podem ser exageradas pela clareza.

Funções ou construções bem conhecidas podem não ser descritas em detalhe, pela brevidade e/ou clareza.

5 A não ser que definidos de outro modo, todos os termos técnicos e científicos usados aqui têm o mesmo significado comumente entendido por alguém experiente na técnica à qual esta invenção pertence. a terminologia usada nesta descrição da invenção é somente para o fim de descrição de modos de realização particulares e não é pretendida para limitar
10 a invenção. Como usadas na descrição da invenção e nas reivindicações anexas, as formas no singular “um”, “uma”, “o” e “a” são pretendidas para incluir, igualmente, as formas no plural, a não ser que o contexto indique claramente de outro modo. Como usado aqui, o termo “e/ou” inclui qualquer uma, e, todas as combinações de um ou mais dos itens listados associados.
15 Onde usados, os termos “anexado”, “conectado”, “interconectado”, “contatando”, “acoplado”, “montado”, “sobrejacente” e o equivalente podem significar anexação ou contato, tanto direto quanto indireto, entre elementos, a não ser que declarado de outro modo.

Com referência agora aos desenhos, é mostrado um rolo,
20 desenhado de modo grosseiro em 20, nas figs. 1-3. O rolo 20 é tipicamente posicionado adjacente a uma estrutura conjugada, como um rolo conjugado ou sapata de uma prensa de sapata, para formar um espaço entre rolos através da qual uma rede pode passar.

O rolo 20 inclui um invólucro cilíndrico oco ou núcleo 22 (ver
25 fig. 3) e uma cobertura 24 (tipicamente formada de um ou mais materiais poliméricos) que circundam o núcleo 22. O núcleo 22 é formado, tipicamente, de um material metálico resistente a corrosão, como aço ou ferro fundido. O núcleo 22 pode ser sólido ou oco, e, se oco, pode incluir dispositivos que podem variar a pressão ou o perfil de rolo.

A cobertura 24 pode tomar qualquer forma e pode ser formada de qualquer material polimérico e/ou elastomérico reconhecido por aqueles experientes na técnica como adequados para o uso com um rolo. Exemplos de materiais incluem borracha natural, borrachas sintéticas, como neoprene, estireno-butadieno (SBR), borracha de nitrila, polietileno clorossulfonado (“CSPE” – também conhecido sob a marca registrada HYPALON), EPDM (o nome dado a um terpolímero de etileno-propileno formado de etileno-propileno dieno monômero), epóxi e poliuretano. A cobertura 24 também pode incluir materiais de reforço e enchimento, aditivos, e o equivalente. Exemplos de materiais adicionais são examinados nas patentes US 6.328.681, de Stephens, US 6.375.602, de Jones, e US 6.981.935, de Gustafson, as revelações de cada uma das quais são incorporadas aqui em suas inteirezas.

Em muitos exemplos, a cobertura 24 compreenderá múltiplas camadas. As figs. 4 e 5 ilustram a aplicação de uma camada de base interna 42a, de uma camada de base externa 42b e de uma camada de material de topo 70; a fig. 3 mostra essas camadas em seção transversal. Camadas adicionais, como uma camada “fixação” entre as camadas de base externa e de material de topo 42b, 70 e uma camada adesiva entre o invólucro 22 e a camada de base interna 42a, também podem ser incluídas.

A construção da cobertura 24 pode ser realizada de qualquer maneira conhecida por aqueles experientes na técnica que seja adequada para a aplicação de uma cobertura de rolo. Exemplos de métodos são examinados na publicação de patente US 2005/0261115, cuja revelação é incorporada aqui em sua inteireza.

Com referência agora às figs. 1 e 2, um sistema de sensoreamento de vibração 26 para sensorear vibração no rolo 20 inclui uma pluralidade de sensores de condição de espaço entre rolos 30, cada um dos quais é embutido na cobertura 24. Como usado aqui, um sensor que é “embutido” na cobertura significa que o sensor é contido inteiramente dentro

da cobertura, e que um sensor que é “embutido” em uma camada particular do conjunto de camadas da cobertura significa que o sensor é inteiramente contido dentro da camada ou conjunto de camadas. O sistema de sensoreamento de vibração 26 também inclui um processador 32 e, no modo de realização ilustrado, os sensores 30 são conectados via condutores elétricos (não mostrados) a uma unidade eletrônica 31 que é montada a uma extremidade do rolo 20. A unidade eletrônica 31 é incluída para converter os sinais produzidos pelos sensores 30 em dados facilmente processados; em alguns modos de realização, cada um dos sensores 30 inclui um transceptor que pode transmitir os sinais de modo sem fio à unidade eletrônica 31 ou para um receptor remoto para processamento (ver, por exemplo, a patente US 7.392.715). A unidade eletrônica 31 transmite os sinais (tipicamente, de modo sem fio) para o processador 32 para processamento e exibição subsequentes.

Ainda com referência à fig. 2, é mostrado aqui o arranjo dos sensores 30 do sistema de sensoreamento 26. No modo de realização ilustrado, o sistema 26 inclui sete sensores de condição de espaço entre rolos 30 espaçados geralmente equidistantes uns dos outros ao longo do comprimento do rolo 20, embora, tipicamente, mais sensores 30 possam ser incluídos em diferentes localizações axiais para prover dados adicionais. Cada sensor 30 é anular e, substancialmente, circunda o rolo 20 em uma localização axial. Para o caso de um sensor contínuo 30 que, virtualmente, se enrole 360 graus ao redor de um rolo, o perfil de pressão pode ser medido completamente ao redor da circunferência do rolo 20. Alternativamente, e como mostrado na fig. 9, cada sensor contínuo 30 pode ser substituído por um anel anular de sensores 30' discretos, espaçados de modo relativamente próximo.

Os sensores 30' medem uma condição de espaço entre rolos (tipicamente, a pressão) tanto diretamente quanto indiretamente. Qualquer sensor que possa medir pressão ou outra condição de espaço entre rolos pode ser usado. Por exemplo, o sensor 30 pode medir diretamente pressão,

deslocamento, proximidade, esforço, carga elétrica, voltagem, resistência, atenuação, capacitância ou indutância, e essa medição pode ser relacionada à pressão de espaço entre rolos e/ou à largura do espaço entre rolos. Sensores típicos incluem sensores piezoelétricos, sensores piezocerâmicos, sensores de resistor sensível a força (FSR), sensores resistivos, sensores compósitos de tunelamento quântico (QTC), sensores piezoresistivos, sensores capacitivos, sensores indutivos, sensores de fibras óticas, e sensores de película de EMFi. Esses tipos de sensores são examinados abaixo.

Sensores piezoelétricos produzem uma carga ou uma voltagem que é proporcional à pressão dinâmica. Sensores piezoelétricos adequados podem ser obtidos na forma de um cabo a partir da Measurements Specialties, Inc. (Valley Forge, Pensilvânia). A película de PVDF KynarTM pode ser usada como um sensor piezoelétrico e também pode ser obtida a partir da Measurements Specialties, Inc.

Materiais piezocerâmicos podem ser usados a temperaturas mais altas que as películas de PDVF. O material PSI-5A4E tem uma temperatura de 350°C Curie. Em muitos modos de realização, esses sensores poderiam ser arranjados em um arranjo discreto, como mostrado na fig. 9. Exemplos de sensores estão disponíveis a partir da Piezo Systems, Inc., Cambridge, Massachusetts.

Sensores de FSR têm uma resistência que é quase inversamente proporcional à pressão. Sensores de FSR podem ser obtidos a partir da Interlink Electronics, Inc. (Camarillo, Califórnia) ou a partir da Tekscan, Inc. (South Boston, Massachusetts).

Sensores resistivos incluem todos os sensores cuja resistência é afetada pelas condições de espaço entre rolos. Medidores de esforço muito curtos podem ser orientados radialmente e medir o esforço radial, que está estreitamente relacionado à pressão radial. Medidores de esforço podem ser usados para medir os esforços circunferenciais no espaço entre rolos. O

esforço axial pode ser próximo a zero afastando-se das extremidades dos rolos, mas poderia ser não-zero se embalados para desacoplar condições de esforço próximo de planares. Esses esforços estão relacionados ao nível de pressão, assim, os medidores de esforço, geralmente, são considerados um método de medição indireto. Medidores de esforço adequados podem ser obtidos a partir do Vishay Measurements Group (www.vishaymg.com). Um material de QTC é aquele cuja resistência diminui à medida que a pressão aumenta. Pílulas de QTC podem ser obtidas a partir da Peratech Ltd., Durham, Reino Unido.

10 Sensores piezoresistivos também exibem um acoplamento entre resistência e o estresse ou esforço aplicado. Esses sensores poderiam ser orientados radialmente para medir a pressão radial. Um exemplo de sensor piezoresistivo é o HSPPAR, disponível a partir da Alps Electric Co., Ltd., Campbell, Califórnia.

15 Sensores capacitivos medem a pressão medindo a mudança na capacitância entre duas placas ou dois objetos. Sensores de pressão capacitivos podem ser obtidos a partir da Loadstar Sensors Inc., Sunnyvale, Califórnia.

20 Sensores indutivos são comumente usados para medições de deslocamento, que poderiam ser consideradas uma medição indireta. Um exemplo de sensor indutivo é o sensor 2402, disponível a partir da Micro-Epsilon, Raleigh, Carolina do Norte.

25 Sensores de fibra ótica têm um número de configurações disponíveis. Uma fibra de microcurvatura pode ser enrolada ao redor da circunferência do rolo. Esse sensor é sensível ao esforço radial. A mudança na força/intensidade da luz indica a pressão ou esforço aplicado ao sensor. Um exemplo de dispositivo é mostrado na patente US 6.429.421. Um sensor EFPI (interferométrico de Fabry-Perot extrínseco) é um sensor de ponto e atua como um medidor de deslocamento altamente sensível. Diversos sensores

EFPI discretos seriam usados neste caso. Sensores de grade de Fiber Bragg têm uma grade gravada dentro da fibra que atua para mudar o comprimento de onda da luz que passa através do sensor. Em uma aplicação típica dentro de uma cobertura de rolo, a mudança indicaria o nível de esforço

5 circunferencial no material de cobertura. Fibras de núcleo de modo múltiplo e elíptico (e-core) experimentarão mudanças de frequência e mudanças de intensidade à medida que a fibra é comprimida.

Películas de EMFi respondem à pressão como um capacitor ativo. Elas podem ser adequadas para aplicações de baixa temperatura e de

10 baixa pressão. O material de sensor pode ser obtido a partir da Emfit Ltd., Vaajakoski, Finlândia.

Para muitas aplicações, a compensação de temperatura pode aperfeiçoar a precisão das leituras de sensor. A compensação de temperatura pode ser construída dentro de alguns dos tipos de sensores. Sensores de

15 medição de temperatura separados seriam usados por outros sensores. Sensores de temperatura comuns incluem termopares, RTDs, termistores. Exemplos de técnicas de compensação de temperatura são examinados na publicação de patente US 2005/0278135, cuja revelação é incorporada aqui em sua inteireza.

Como examinado acima, os sensores são anulares e podem ser configurados tanto como substancialmente contínuos (como com os sensores

20 30) quanto discretos (como com os sensores 30'). Um anel substancialmente contínuo pode ter um vão entre as posições de início e de parada, pelo fato de que ele abarca somente uma grande parte da circunferência, 355 graus, por exemplo. Esse vão pode ser usado para ajudar a localizar a posição de uma

25 leitura com a posição angular. Alternativamente, um codificador ou gatilho separado pode ser usado para manter as leituras em sincronia com a posição absoluta. Para puras medições de vibrações, pode não ser necessária qualquer sincronização. Um vão também pode ajudar os sensores piezoelétricos a

remover a componente de CC do sinal.

Os sensores discretos 30' mostrados na fig. 9 podem ser usados onde for conveniente em termos de disponibilidade ou fabricação de sensor. Por exemplo, sensores piezoelétricos cerâmicos podem não estar prontamente disponíveis em anéis pré-fabricados, assim, uma sequência dos sensores 30' pode ser usada, em vez disso. Os sensores 30' podem ser conectados em paralelo.

Embora os sensores 30, 30' sejam ilustrados como ficando localizados embaixo da superfície do rolo 20 embutida na camada de base 42, em outros modos de realização, os sensores podem ficar localizados na superfície externa de rolo ou embaixo da superfície em outras profundidades, como sobre o topo do núcleo de metal, sobre a base, ou sobre as camadas intermediárias.

Com referência agora à fig. 6, a unidade eletrônica 31 pode incluir um módulo de condicionamento de sinal 52. Sensores diferentes exigem diferentes sistemas de condicionamento de sinal. Por exemplo, sensores de resistência, frequentemente, têm circuitos de ponte de Wheatstone. Outros circuitos baseados em resistência usam uma fonte de voltagem ou corrente de precisão e medem a voltagem sobre um elemento de resistência conhecido. Sensores piezoelétricos, tipicamente, usam amplificadores de carga. Sensores capacitivos medem frequências ressonantes ou usam uma capacitância para o conversor de voltagem. Sensores de fibra ótica medem a força de sinal ótico ou mudança de frequência. Desse modo, o módulo de condicionamento de sinal 52 converte a saída de sensor para uma forma que pode ser lida por um sistema de aquisição de dados 54 (abaixo) ou por um sistema de registro de dados.

A unidade eletrônica 31 também pode incluir um módulo de aquisição de dados 54. O módulo de aquisição de dados 54 converte o sinal de sensor em uma medição digital. Em muitos casos, o sistema usa uma

voltagem analógica para o conversor de número digital (A/D).

Um controlador 56 aciona os sensores 30, os módulos de condicionamento de sinal e de aquisição de dados 52, 54 e quaisquer outros eletrônicos, e se comunica sem fio com o processador 32. O controlador embutido 56 pode desligar as seções do sistema às vezes para conservar energia. O controlador embutido 56 também pode multiplexar entre os muitos sensores 30 disponíveis.

As medições de sensor são comunicadas pela unidade eletrônica 31 ao processador 32 em uma localização remota a partir do rolo 20. O processador 32 converte os sinais de pressão em leituras de pressão para as múltiplas localizações circunferenciais para cada sensor localizado axialmente. Em muitos casos, esse local fora do rolo fica em uma sala de controle de operador. O sinal, tipicamente, é transferido usando comunicação de RF. Um exemplo de transceptor de RF está disponível a partir da RF Monolithics, Inc., Dallas, Texas.

Outras técnicas de comunicação estão disponíveis. Por exemplo, a comunicação de rolo poderia ser de sentido único naqueles sinais que são transmitidos a partir do rolo 20, mas nenhuma comunicação ser transmitida ao rolo 20. Desse modo, o sistema baseado em rolo teria um transmissor, e o local fora do rolo usaria um receptor.

Em alguns modos de realização, comunicação de IR e anéis de deslizamento também podem ser usados para comunicar ao, e, a partir do rolo 20. Exceto para a configuração de malha examinada abaixo, a maioria dos eletrônicos seria montada sobre a cabeça do rolo.

Outro modo de realização para a comunicação é uma configuração de malha sem fio, onde cada sensor tem um transceptor próximo de seu local, e os muitos sensores formam uma configuração malha para a comunicação. Essa abordagem é robusta pelo fato de que um local fraco pode alcançar um local próximo e ter sua informação transmitida por um local sem

fio mais forte. A robustez também é demonstrada quando um local falha e a malha se reconfigura automaticamente para manter a comunicação entre os locais restantes. Os produtos de malha sem fio estão disponíveis a partir da Crossbow Technology, Inc., San Jose, Califórnia.

5 Um arranjo dos sensores de condição de espaço entre rolos, como examinado acima, seria especialmente útil na identificação de problemas de vibração particulares, como examinado pelos exemplos a seguir.

10 Em alguns exemplos, um rolo de um par pinçado tem uma mancha plana ou protuberância em sua superfície. À medida que as leituras de sensor fossem tomadas, o perfil de pressão seria razoavelmente nivelado até que a região próxima à protuberância passe através do espaço entre rolos, como mostrado na fig. 7. Haveria uma dessas protuberâncias durante cada revolução para o rolo defeutivo, e o rolo conjugado veria uma protuberância
15 em um período rotacional que está relacionado às proporções dos diâmetros dos rolos. Como resultado, a protuberância/mancha plana ofensiva pode ser identificada e corrigida.

 Em outros exemplos, uma cobertura pode ser excêntrica a seu eixo rotacional. O diâmetro externo poderia ficar fora da roda, ou a espessura
20 de cobertura poderia variar. Depois das leituras de pressão serem feitas, um perfil de pressão variando suavemente seria visto para esse caso, como ilustrado na fig. 8. Como antes, a proporção dos rolos dita o período angular se o rolo conjugado for instrumentado com sensores, ao invés do rolo excêntrico. As regiões com uma camada de cobertura mais espessa atuariam
25 de modo mais suave e teriam pressões de espaço entre rolos mais baixas que as regiões mais finas.

 Em qualquer exemplo, a estrutura do rolo 20 pode ser ajustada (por meio de grade ou o equivalente), com base nas medições de pressão, para reduzir a vibração.

Os exemplos acima demonstram que a pressão de espaço entre rolos de direção de máquina é medida junto com as vibrações. Acelerômetros dão saída aos níveis de vibrações em função da frequência e não podem distinguir entre os dois casos mostrados nas figs. 7 e 8. Desse modo, o sistema de sensoramento proposto pode prover mais precisão de identificação para a fonte dos problemas. O sistema também pode medir a magnitude do efeito direto das vibrações sobre o produto de papel. Isto é, embora um acelerômetro possa detectar que vibrações significativas estão presentes, o sistema de medição proposto produz uma medição do efeito direto dessas vibrações sobre a pressão de espaço entre rolos vista pela folha. Essa abordagem direta pode medir problemas operacionais antes que a cobertura se desgaste ou antes do desenvolvimento de dano ou de vibrações excessivas.

O texto anterior é ilustrativo da presente invenção e não deve ser entendido como limitador da mesma. Embora exemplos de modos de realização desta invenção tenham sido descritos, aqueles experientes na técnica apreciarão prontamente que muitas modificações são possíveis nos exemplos de modos de realização sem se afastar materialmente dos ensinamentos e vantagens originais desta invenção. Consequentemente, todas essas modificações são pensadas para serem incluídas no escopo desta invenção como definida nas reivindicações. Esta invenção é definida pelas reivindicações a seguir, com os equivalentes das reivindicações incluídos nas mesmas.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para determinar a fonte de vibração de um conjunto de rolo pinçado, caracterizado pelo fato de compreender:

um primeiro rolo substancialmente cilíndrico;

5 uma estrutura conjugada posicionada em relação ao primeiro rolo para formar um espaço entre rolos entre eles;

 uma pluralidade de unidades de sensor anular de condição de espaço entre rolos montadas sobre o primeiro rolo, cada uma das unidades de sensor anular sendo posicionada em diferentes localizações axiais ao longo do primeiro rolo e configurada para prover sinais de condição de espaço entre rolos a partir do espaço entre rolos, os sinais indicando uma condição de espaço entre rolos em múltiplas localizações circunferenciais; e

10

um processador associado às unidades de sensor que recebe sinais a partir das unidades de sensor;

15 onde o processador é configurado para converter os sinais a partir das unidades de sensor em leituras de condição de espaço entre rolos para as múltiplas localizações circunferenciais em cada localização axial.

2. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a estrutura conjugada é um segundo rolo substancialmente cilíndrico.

20

3. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as unidades de sensor de pressão compreendem sensores anulares substancialmente contínuos.

4. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as unidades de sensor de pressão são múltiplos sensores discretos arrançados em um padrão anular.

25

5. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o primeiro rolo inclui uma cobertura polimérica, e onde as unidades de sensor são, pelo menos parcialmente, embutidas na cobertura.

6. Sistema de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a cobertura polimérica é formada de um material selecionado a partir do grupo consistindo de: borracha natural, neoprene, estireno-butadieno, borracha de nitrila, polietileno clorossulfonado, EDPM, epóxi e poliuretano.

7. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sensor de condição de espaço entre rolos detecta uma condição selecionada a partir do grupo consistindo de: pressão, deslocamento, proximidade, esforço, carga elétrica, voltagem, resistência, atenuação, capacitância e indutância.

8. Sistema de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a condição detectada é a pressão.

9. Método para avaliar vibração em um rolo industrial, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

prover um rolo que inclua uma pluralidade de unidades de sensor anular de condição de espaço entre rolos montadas sobre o mesmo, cada uma das unidades de sensor anular de condição de espaço entre rolos sendo posicionada em diferentes localizações axiais ao longo do rolo e configurada para prover sinais de condição de espaço entre rolos a partir de um espaço entre rolos formado pelo rolo e por uma estrutura conjugada,

girar o rolo;

medir uma condição de espaço entre rolos em múltiplas localizações circunferenciais sobre cada unidade de sensor de condição de espaço entre rolos; e

determinar a fonte da vibração no rolo com base nas medições de condição de espaço entre rolos.

10. Método de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de compreender, adicionalmente, a etapa de ajustar a estrutura do rolo com base na etapa de determinação.

11. Método de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a estrutura conjugada é um segundo rolo substancialmente cilíndrico.

5 12. Método de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que as unidades de sensor de pressão são sensores anulares substancialmente contínuos.

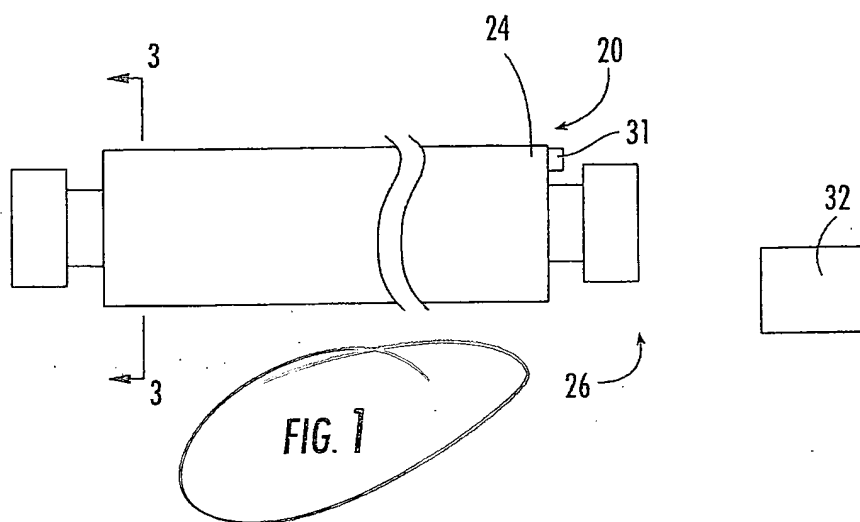
13. Método de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que as unidades de sensor de pressão são múltiplos sensores discretos arrançados em um padrão anular.

10 14. Método de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o rolo inclui uma cobertura polimérica, e onde as unidades de sensor são, pelo menos parcialmente, embutidas na cobertura.

15 15. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que a cobertura polimérica é formada de um material selecionado a partir do grupo consistindo de: borracha natural, neoprene, estireno-butadieno, borracha de nitrila, polietileno clorossulfonado, EDPM, epóxi e poliuretano.

20 16. Método de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o sensor de condição de espaço entre rolos detecta uma condição selecionada a partir do grupo consistindo de: pressão, deslocamento, proximidade, esforço, carga elétrica, voltagem, resistência, atenuação, capacitância e indutância.

25 17. Método de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que o sensor de condição de espaço entre rolos é um sensor de pressão.



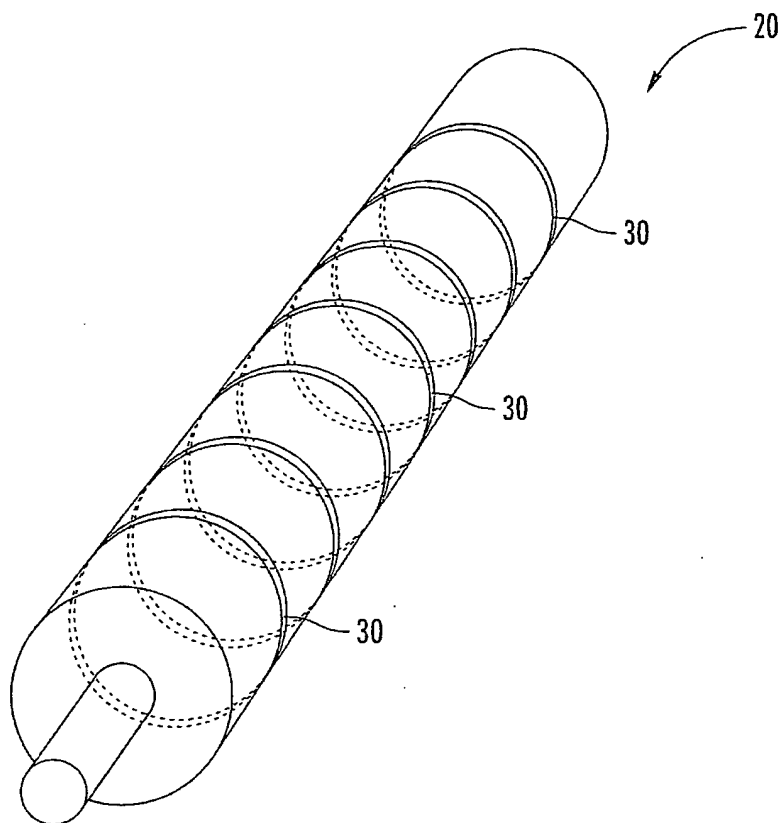


FIG. 2

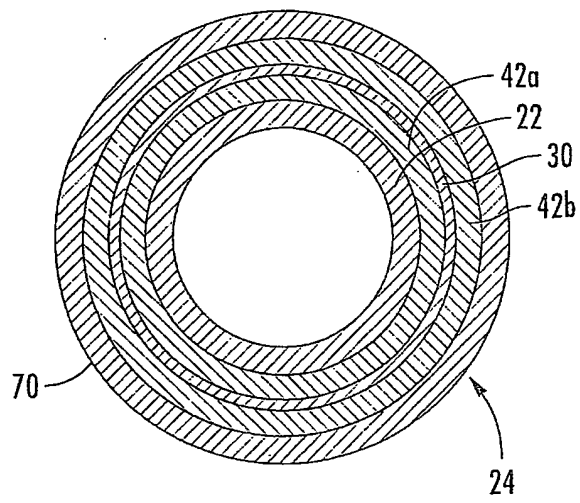


FIG. 3

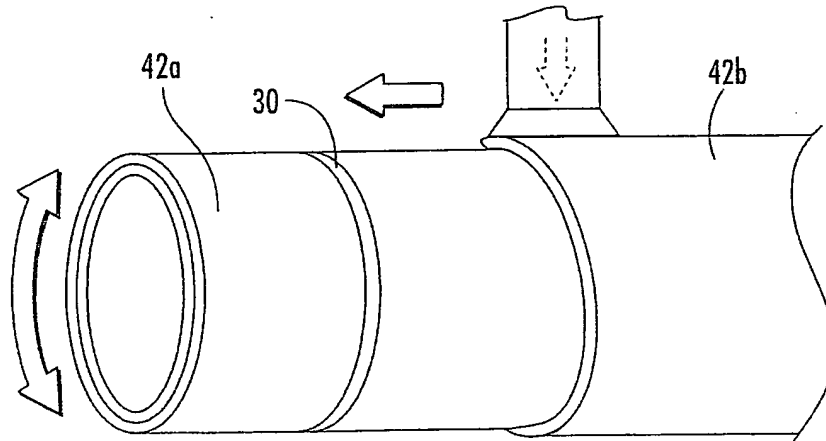


FIG. 4

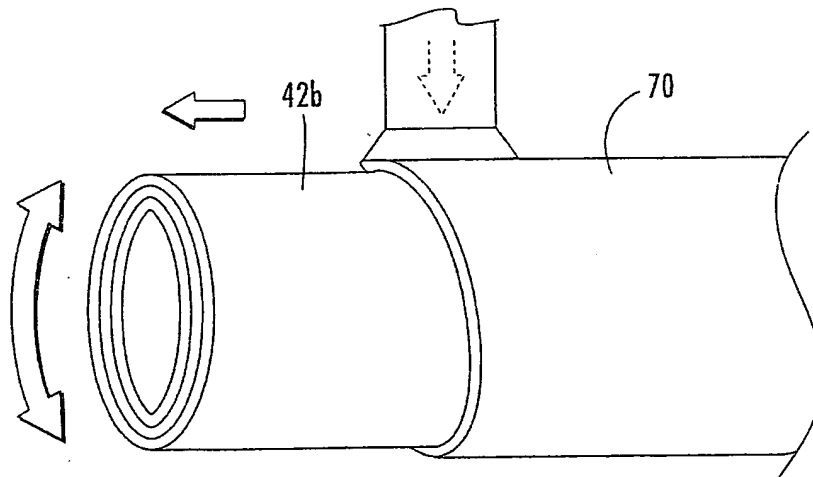


FIG. 5

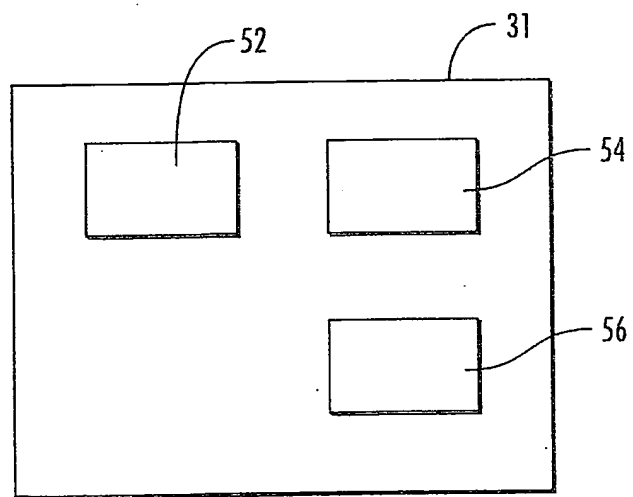


FIG. 6

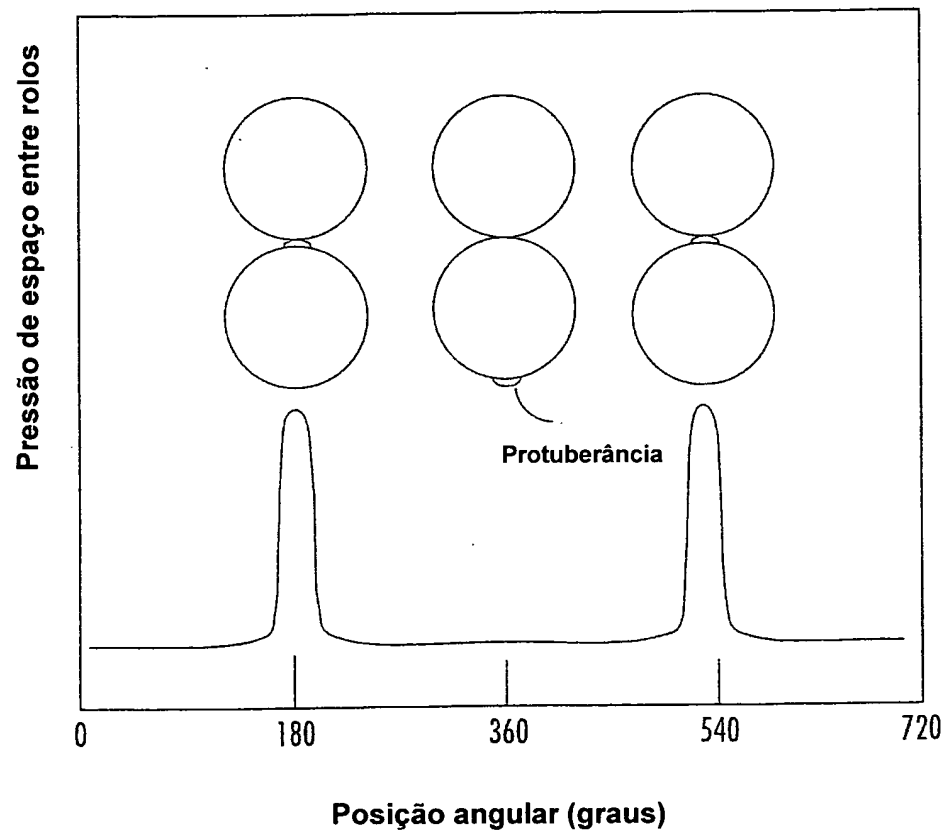


FIG. 7

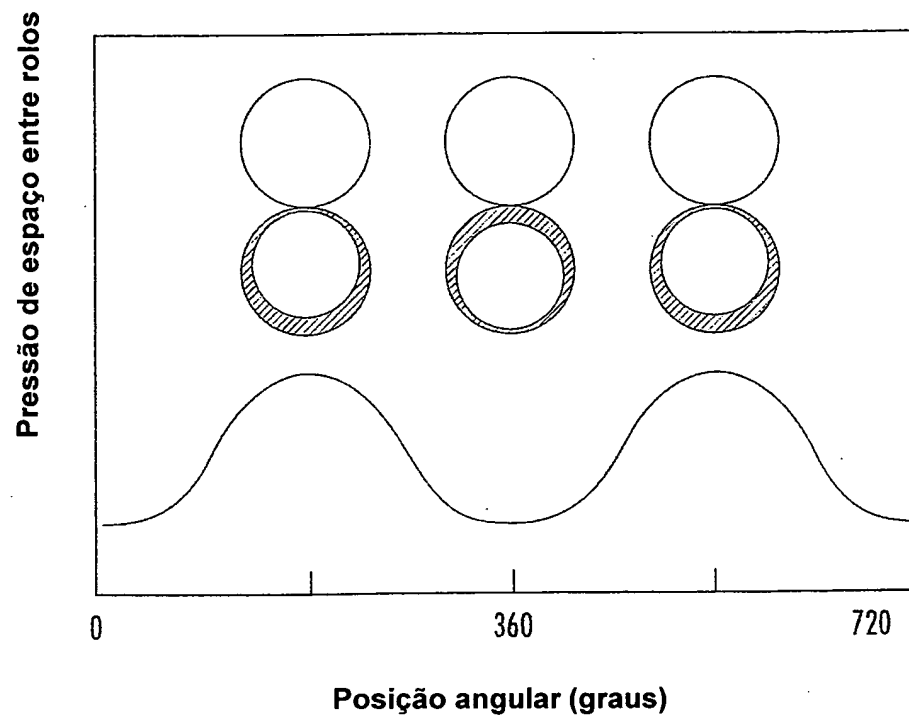


FIG. 8

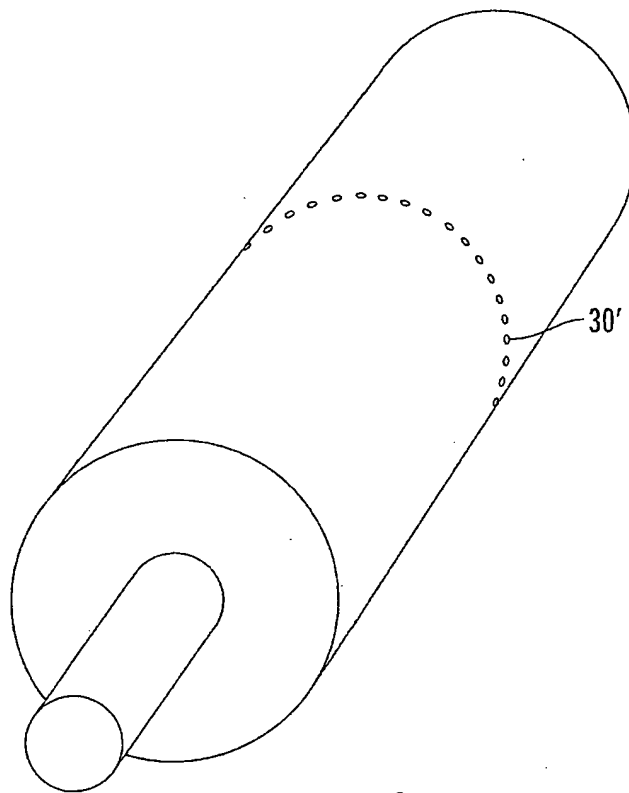


FIG. 9

RESUMO

“SISTEMA PARA DETERMINAR A FONTE DE VIBRAÇÃO DE UM CONJUNTO DE ROLO PINÇADO, E, MÉTODO PARA AVALIAR VIBRAÇÃO EM UM ROLO INDUSTRIAL”

5 Um sistema para determinar a fonte de vibração de um conjunto de rolo pinçado inclui: um primeiro rolo substancialmente cilíndrico; uma estrutura conjugada posicionada em relação ao primeiro rolo para formar um espaço entre rolos entre eles; uma pluralidade de unidades de sensor anular de condição de espaço entre rolos montadas sobre o primeiro rolo, cada
10 uma das unidades de sensor anular de condição de espaço entre rolos sendo posicionada em diferentes localizações axiais ao longo do primeiro rolo e configurada para prover sinais de condição de espaço entre rolos a partir do espaço entre rolos, os sinais indicando uma condição de espaço entre rolos em múltiplas localizações circunferenciais; e um processador associado às
15 unidades de sensor que recebe sinais a partir das unidades de sensor. O processador é configurado para converter os sinais a partir das unidades de sensor em leituras de condição de espaço entre rolos para as múltiplas localizações circunferenciais em cada localização axial. Esse sistema pode detectar irregularidades em um rolo ou a estrutura conjugada que pode causar
20 vibração indesejada.