



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0902802-1 B1



(22) Data do Depósito: 04/08/2009

(45) Data de Concessão: 24/11/2020

(54) Título: MÉTODO PARA MONITORAR UMA CORREIA TRANSPORTADORA EM MOVIMENTO EM UM SISTEMA DE CORREIA TRANSPORTADORA

(51) Int.Cl.: G01R 33/12; G01N 27/72.

(30) Prioridade Unionista: 04/08/2008 US 12/185.400.

(73) Titular(es): ADVANCED IMAGING TECHNOLOGIES LTD; CONTITECH USA, INC..

(72) Inventor(es): JACK BRUCE WALLACE; MICHAEL JOHN ALPORT; JACQUES FREDERICK BASSON.

(57) Resumo: SISTEMA SENSOR PARA CORREIA TRANSPORTADORA. É proporcionado um sistema de monitoramento para uma correia transportadora em movimento possuindo vários cabos de reforço embutidos e etiquetas de identificação. Uma leitora de etiqueta detecta e identifica as etiquetas de identificação passando pela leitora de etiqueta enquanto um monitor da correia examina os cabos para detectar vários pontos magnéticos de referência e um evento de dano de pelo menos um cabo. Uma unidade de controle em comunicação com o monitor da correia e com a leitora de etiqueta analisa o monitor da correia para identificar os vários pontos magnéticos de referência e o evento de dano. A unidade de controle também adquire uma localização da correia na correia transportadora em movimento a partir de um mapa da correia baseada na etiqueta de identificação detectada e identificada e em um ponto magnético de referência a partir dos vários pontos magnéticos de referência. Quando um evento de dano é identificado, uma locação do evento de dano é determinada pela unidade de controle baseada na localização da correia adquirida.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO PARA MONITORAR UMA CORREIA TRANSPORTADORA EM MOVIMENTO EM UM SISTEMA DE CORREIA TRANSPORTADORA"**.

CAMPO TÉCNICO

[0001] A invenção se relaciona com monitorar a condição de correias transportadoras e mais particularmente, com um sistema sensor para uma correia transportadora para detectar e localizar degradação e dano da correia transportadora.

ANTECEDENTES

[0002] Em várias aplicações comerciais, é comum empregar uma correia transportadora de serviço pesado para o propósito de transportar produto e material. As correias transportadoras desse modo empregadas são relativamente longas, por exemplo, na ordem de milhas, e representam um componente de alto custo de uma operação de manipulação de material industrial. Tais correias transportadoras possivelmente ser tão amplas quanto 3,048 metros (10 pés), e possivelmente tão espessas quanto 7,68 centímetros (três polegadas). O material principal da correia geralmente é um material elastomérico ou do tipo borracha moderadamente flexível, e a correia tipicamente é reforçada por vários cabos ou cordas de metal se estendendo longitudinalmente, os quais são posicionados dentro da correia e se estendem ao longo do comprimento da mesma. Tais correias transportadoras frequentemente são utilizadas para transportar material em lotes abaixo e/ou acima do solo, por exemplo, em aplicações de mineração. As correias transportadoras e as respectivas unidades de acionamento são suscetíveis ao desgaste e ao rompimento normal bem como aos danos a partir do material sendo transportado e/ou às condições ambientais adversas. No caso da correia transportadora sofrer dano catastrófico ou de outro modo se tornar inoperável, os

custos de reparar a correia transportadora, limpar o material derramado e do tempo inativo relacionado, são substanciais.

[0003] Um problema associado com o uso dos cabos de reforço de metal é que com o uso contínuo das correias transportadoras, com o tempo, os cabos tendem a se deteriorar. Por exemplo, pode existir uma rachadura no material elastomérico da correia transportadora que permite que a água, ou possivelmente, um ácido, resultando da água reagindo com o material transportado, por exemplo, entre em contato com um ou mais cabos e potencialmente leve à corrosão dos cabos. O dano do cabo também pode resultar de um impacto agressivo do produto ou material sendo transportado sobre o transportador. A deterioração também pode ocorrer a partir do desgaste natural ou possivelmente pela fadiga do metal devido ao longo uso continuado. Ocasionalmente, o dano junto ao cabo é um rompimento total, enquanto em outros casos, o dano junto ao cabo pode ser uma deterioração parcial que simplesmente enfraquece a correia.

[0004] Devido aos cabos serem ocultados dentro do material elastomérico da correia, é desafiante detectar qualquer dano. Infelizmente, quando o dano é suficientemente grave de modo que ele se tornar externamente visível, uma falha catastrófica da correia pode ocorrer. Mais comumente, o dano pode resultar em uma condição que faria o uso adicional da correia perigoso. Por esta razão, entre outras, tem sido geralmente uma prática na indústria projetar as correias de uma forma excessivamente complexa por proporcionar uma margem adequadamente grande de erro que permite que a correia funcione razoavelmente de forma segura mesmo se os cabos de reforço forem moderadamente danificados.

[0005] Por consequência, se tornou uma prática comum monitorar a condição da correia transportadora. O objetivo de monitorar e identificar dano junto aos cabos de reforço da correia transportadora de

modo a reduzir a probabilidade de falha completa bem como para proporcionar reparos e outras manutenções profiláticas em tempo hábil. O monitoramento efetivamente aumenta a vida útil ou a longevidade da correia. A este respeito, uma prática comum é ter uma análise anual ou duas vezes por ano, conduzida na correia transportadora. Para este fim, tipicamente uma entidade separada (por exemplo, um consultor externo), diferente do próprio usuário da correia transportadora, tal como o fabricante da correia transportadora ou alguma outra parte terceirizada, irá ao local e estabelecerá um sistema de monitoramento para vários ciclos da correia transportadora e poderá levar várias horas para concluir. Uma vez que os dados são coletados, o consultor externo irá deixar o local e levar os dados para outra localização remota para análise. Os dados então serão revistos e um relatório gerado proporcionando detalhes sobre a condição da correia transportadora e sobre qualquer manutenção recomendada. Dependendo do consultor, a análise e o relatório podem levar desde alguns poucos dias até algumas semanas para serem concluídos.

[0006] Têm sido desenvolvidos sistemas de monitoramento contínuo que coletam dados em relação ao sistema transportador para determinar dano e possivelmente inspecionar, reparar ou substituir partes das correias transportadoras. Apesar de o monitoramento contínuo ser utilizado, tais sistemas sofrem de deficiências similares a estas descritas acima. Em particular, os dados tipicamente são enviados para um local remoto para análise e relato para determinar a localização de dano; é complicado e propenso a interpretações subjetivas e carece de um padrão claro para basear as instruções para encontrar eventos para inspecionar, ou partes a substituir, da correia transportadora. Mesmo se os dados forem analisados localmente, após a análise, as localizações do dano identificado podem ser difíceis de localizar ao longo da correia. Geralmente, os únicos pontos de referência disponíveis a partir da

correia são localizações de junção, as quais podem ser a partir de 30 metros (cerca de 100 pés) até mais de cerca de 450 metros (1500 pés) separadas, se não mais, tornando a determinação da localização do dano identificado desafiante. Com correias possuindo várias junções intermediárias, localizar os pontos de referência para os eventos de dano pode ser mais desafiante para o operador da correia ou para o pessoal da manutenção. Adicionalmente, o tempo que leva para os sistemas sensores convencionais iniciarem um alto nível de proteção pode ser tão longo quanto um ciclo completo da correia para um marcador ou evento de referência para passar pelos sensores monitores da correia.

[0007] Por consequência, existe uma necessidade na indústria por um sistema de monitoramento de correia transportadora aperfeiçoado que correlacione os mapas de dano do sensor com as marcações físicas da correia de modo a minimizar o tempo requerido para iniciar o monitoramento de dano do cabo e rapidamente e precisamente localizar áreas danificadas da correia transportadora.

SUMARIO DA INVENÇÃO

[0008] As concretizações da invenção endereçam estas e outras deficiências na técnica por proporcionar um sistema de monitoramento para uma correia transportadora em movimento possuindo vários cabos de reforço embutidos e várias etiquetas de identificação. O sistema de monitoramento inclui uma leitora de etiqueta para determinar e identificar a presença de uma etiqueta de identificação dentre as várias etiquetas de identificação passando pela leitora de etiqueta, um monitor de correia configurado para detectar vários pontos magnéticos de referência, tal como junções, e um evento de dano na correia transportadora, e uma unidade de controle em comunicação com o monitor da correia e com a leitora de etiqueta. A unidade de controle é operável para avaliar o evento de dano bem como para detectar uma

localização do evento de dano em uma parte da correia em relação a uma junção dentre as várias junções onde cada parte da correia transportadora que é identificada por uma etiqueta única de identificação e, em algumas configurações, por uma marcação de cobertura única.

[0009] Em algumas concretizações, a correia transportadora do sistema é composta de uma camada de polia, de uma camada de carcaça e de uma carcaça de transporte. Os vários cabos são dispostos dentro camada de carcaça, e as várias etiquetas de identificação são dispostas em localizações espaçadas dentro da camada de polia. Alternativamente, as várias etiquetas de identificação podem ser dispostas em localizações separadas dentro da camada de carcaça ou de outra camada da correia para correias possuindo mais do que três camadas.

[00010] Após um evento de dano ter sido detectado, a unidade de controle é adicionalmente operável para determinar a severidade do evento de dano. Como tal, a unidade de controle é operável para adicionalmente determinar se o evento de dano é um evento de dano crítico ou não. Assim, o sistema adicionalmente compreende um alarme proporcionado em resposta à identificação do evento de dano e um visor para notificar um operador do sistema de monitoramento sobre as ações recomendadas e sobre a localização do evento de dano. Se for determinado que o evento de dano é um evento de dano crítico, mensagens podem ser exibidas para notificar um operador do sistema de monitoramento sobre a localização do evento de dano.

[00011] Em algumas concretizações, o monitor da correia do sistema pode incluir um imã para magnetizar pelo menos um cabo da correia transportadora à medida que a correia transportadora se mover e um conjunto de sensores longitudinalmente espaçados a partir do imã. O conjunto de sensores é configurado para medir um campo magnético

da pelo menos um cabo. Assim, a unidade de controle pode ser adicionalmente operável para identificar o evento de dano baseada no campo magnético medido da pelo menos um cabo. Em algumas concretizações, o evento de dano pode ser um rompimento no cabo, enquanto em outras concretizações, o evento de dano pode ser desgaste da pelo menos um cabo. Ainda em outras concretizações, os eventos de dano podem incluir ambas as condições.

[00012] As concretizações da invenção adicionalmente proporcionam um método para monitorar a correia transportadora em movimento. Nestas concretizações, a correia transportadora possui vários cabos de reforço embutidos e várias etiquetas de identificação. O sistema de correia transportadora pode ser do tipo possuindo uma leitora de etiqueta para detectar e identificar a presença de uma etiqueta de identificação a partir das várias etiquetas de identificação passando pela leitora de etiqueta e um sistema de monitoramento de correia para detectar várias junções. Quando monitorando a correia transportadora em movimento, uma localização da correia é adquirida na correia transportadora em movimento a partir de um mapa da correia baseado em uma junção a partir das várias junções bem como em uma etiqueta de identificação detectada e identificada. Os cabos da correia transportadora são examinados utilizando o sistema de monitoramento de correia. Os dados dos cabos examinados são analisados para identificar um evento de dano da pelo menos um cabo dentre os vários cabos na correia transportadora e, em resposta a identificar o evento de dano, uma localização do evento de dano é determinada com base na localização adquirida da correia.

[00013] Em algumas concretizações, o monitoramento também determina a severidade do evento de dano em resposta a identificar o evento de dano. Como tal, quando o evento de dano não é um evento de dano crítico, o monitoramento identifica se o evento de dano foi

anteriormente detectado e, em resposta a identificar que o evento de dano foi anteriormente detectado, determina se a severidade do evento de dano aumentou. O monitoramento pode adicionalmente armazenar uma medida de um aumento do evento de dano em resposta a identificar que a severidade do evento de dano aumentou. O monitoramento pode adicionalmente também determinar se o aumento do evento de dano excedeu a um valor de severidade de dano para o evento de dano em resposta a determinar que a severidade do evento de dano aumentou. Em resposta a determinar que o aumento do evento de dano excede ao limite, um alarme pode ser proporcionado para notificar o operador do sistema sobre as ações recomendadas e notificar o operador sobre a localização do evento de dano. As ações recomendadas podem incluir inspecionar a correia transportadora, executar uma reparo principal da correia transportadora, executar um reparado secundário da correia transportadora, executar uma junção da correia transportadora, ignorar o evento de dano, ou combinações dos mesmos. Quando o evento de dano é um evento de dano crítico, um alarme pode ser proporcionado, a correia transportadora paralisada, e o operador do sistema notificado sobre a localização do evento de dano.

[00014] Outras concretizações da invenção também proporcionam um método para monitorar uma correia transportadora em movimento. A correia transportadora possui vários cabos de reforço embutidos e várias etiquetas de identificação. A correia transportadora possui uma leitora de etiqueta para detectar e identificar a presença de uma etiqueta de identificação dentre as várias etiquetas de identificação passando pela leitora de etiqueta e um sistema de monitoramento de correia para detectar várias junções. Nestas concretizações, valores desejados associados de tempo e distância são adquiridos a partir de uma tabela de calibragem para uma próxima etiqueta de identificação baseado em uma junção dentre as várias junções, bem como na etiqueta de

identificação detectada e identificada, as quais iniciam os contadores de tempo e de distância associados com os valores desejados de tempo e de distância. Os cabos da correia transportadora são examinados utilizando o sistema de monitoramento de correia, e os dados a partir dos cabos examinados são analisados para identificar um evento de dano da pelo menos um cabo dentre os vários cabos na correia transportadora. Em resposta a identificar o evento de dano, uma localização do evento de dano é determinada baseado nos valores desejados de tempo e de distância da junção, nas etiquetas de identificação detectadas e identificadas e nas próximas etiquetas de identificação.

[00015] Nestas concretizações, uma severidade do evento de dano também pode ser determinada em resposta a identificar o evento de dano. Quando o evento de dano não é um evento de dano crítico, uma identificação pode ser feita quanto a se o evento de dano foi anteriormente detectado. Em resposta a identificar que o evento de dano foi anteriormente detectado, pode ser feita uma determinação quanto a se a severidade do evento de dano aumentou. Uma indicação do aumento do evento de dano pode ser armazenada em resposta a determinar que a severidade do evento de dano aumentou. Se o aumento do evento de dano exceder a um valor de severidade limite para o evento de dano, um alarme pode ser proporcionado notificando ao operador do sistema sobre as ações recomendadas e notificando ao operador sobre a localização do evento de dano. Quando o evento de dano é um evento de dano crítico, um alarme pode ser proporcionado, a correia transportadora pode ser paralisada, e um operador do sistema de monitoramento pode adicionalmente ser notificado sobre a localização do evento de dano crítico.

[00016] Adicionalmente, em algumas concretizações, um relatório pode ser gerado, o qual proporciona informação sobre a correia

transportadora, e este relatório pode ser impresso em uma impressora. Os relatórios impressos podem então ser correlacionados com localizações físicas da correia baseado na informação lida a partir das etiquetas de identificação. Em outras concretizações, os relatórios impressos podem ser gerados em localizações externas e podem ser preparados por terceiras partes.

[00017] Estas e outras vantagens serão aparentes em vista das figuras seguintes e da descrição detalhada.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[00018] Os desenhos acompanhantes, os quais são incorporados e constituem parte deste relatório descritivo, ilustram concretizações da invenção e, junto com uma descrição geral da invenção dada acima, e com a descrição detalhada dada abaixo, servem para explicar os princípios da invenção.

[00019] A FIG. 1 é uma parte de um sistema de correia transportadora consistente com as concretizações da invenção.

[00020] A FIG. 2A é uma representação de uma parte de uma correia transportadora no sistema de correia transportadora da FIG. 1 ilustrando eventos de dano.

[00021] A FIG. 2B é uma saída ilustrativa de propriedades magnéticas dos eventos de dano na FIG. 2A.

A FIG. 3 é uma representação esquemática de uma concretização específica de um sistema de monitoramento de correia para o sistema de correia transportadora da FIG. 1

[00022] A FIG. 4 é um diagrama de blocos de um ambiente ilustrativo de hardware e de software para um computador adequado para fazer a interface com o sistema de monitoramento de correia na FIG. 3.

[00023] A FIG. 5 é uma parte do sistema de correia transportadora da FIG. 1 incorporando etiquetas de identificação.

[00024] A FIG. 6 é um fluxograma ilustrando um processo para

monitorar o sistema de correia transportadora da FIG. 5.

[00025] A FIG. 7 é um fluxograma ilustrando um método alternativo para uma concretização da invenção para localizar eventos críticos no sistema de correia transportadora da FIG. 5.

[00026] Deve ser entendido que os desenhos anexos são estão necessariamente em escala, apresentando uma representação alguma coisa simplificada de vários aspectos preferidos ilustrativos dos princípios básicos da invenção. Os aspectos específicos do projeto da sequência de operações como revelada neste documento, incluindo, por exemplo, dimensões específicas, orientações, localizações e formatos de vários componentes ilustrados, serão determinados em parte pela aplicação particular pretendida e pelo ambiente de uso. Certos aspectos das concretizações ilustradas foram aumentados ou distorcidos em relação a outros para facilitar a visualização e o claro entendimento. Em particular, aspectos finos podem ser engrossados, por exemplo, para clareza ou ilustração.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[00027] As concretizações da presente invenção incluem um sistema de monitoramento e métodos para monitorar uma correia transportadora em movimento em relação a dano do cabo, tal como uma fratura completa ou dano parcial de um cabo. Com referência à FIG. 1, um sistema ilustrativo de correia transportadora 10 inclui uma correia transportadora 12 e um sistema de monitoramento de correia, o qual é geralmente designado por 14. Correias transportadoras contemporâneas são tipicamente compostas de várias camadas de material. Por exemplo, uma concretização da correia transportadora (correia) 12 pode conter camadas tal como uma camada de polia 16, a qual é geralmente um material do tipo borracha moderadamente flexível que entra em contato com rolos ou com outros mecanismos que movem a correia 12. Adicionalmente, a correia 12 também pode conter uma camada transportadora 18, a qual pode ser

composta de material tipo borracha moderadamente flexível. A camada transportadora 18 entra em contato com o produto ou material sendo movido pela correia transportadora 12. Entre a camada de polia 16 e a camada transportadora 18 está uma carcaça da correia 20. A carcaça 20 geralmente inclui vários cabos de metal 22 longitudinalmente se estendendo através de um material do tipo borracha moderadamente flexível, proporcionando resistência adicional para correia transportadora 12. Outras concretizações da correia transportadora 12 podem conter mais ou menos camadas do que a correia ilustrativa na FIG. 1. Adicionalmente, os versados na técnica irão perceber que os materiais compreendendo as diferentes camadas da correia podem ser os mesmos, ou mais tipicamente, diferentes para cada camada com suas características do material escolhidas baseado na função da camada dentro da correia.

[00028] Geralmente, o monitoramento da condição das correias no sistema de monitoramento de correia 12 é realizado por magnetizar os cabos de metal 22 com um ímã 24 e por utilizar um sensor 26 para detectar dano nos cabos 22. Nas várias concretizações, o ímã 23 pode ser um ímã permanente ou um eletroímã, enquanto o sensor 26 pode ser um conjunto de sensores que inclui vários sensores de campo magnético 27. Os eventos de dano nos cabos 22 são indicados como um pólo magnético (norte ou sul), o qual é detectado pelo sensor 26. O sensor 26 pode então transmitir dados para uma unidade de aquisição de dados 28, a qual pode adicionalmente enviar os dados para uma unidade de controle. A FIG. 2A ilustra uma parte da correia 12 da FIG. 1 com os cabos 22 expostos. Correias transportadoras comercialmente disponíveis geralmente são construídas a partir de uma série de seções, tipicamente na ordem de cerca de 150 metros (cerca de 500 pés) até mais do que cerca de 450 metros (cerca de 1500 pés) de comprimento, as quais são unidas 30 para formar uma correia contínua 12. Em adição, as seções danificadas da correia 12 frequentemente são reparadas por

se recortar a parte danificada e unir 30 uma nova parte. Adicionalmente, são ilustrados os eventos de dano 32 e 34.

[00029] A FIG. 2B apresenta uma saída ilustrativa de propriedades magnéticas de cabos 22 e os eventos de dano 32, 34 a partir do sistema de monitoramento de correia. Os eventos de dano 32, 34, em concretizações específicas, podem ser dano parcial de um cabo ou uma fratura em um cabo, respectivamente. Em algumas concretizações, dano parcial pode incluir desgaste do cabo. Como visto na FIG. 2B, a junção 30 na correia 12 produz um pico 36 na saída a partir do sensor 26. Assim, a representação de saída de "assinatura da correia transportadora" da FIG. 2B inclui três picos 36, 38, 40, os quais indicam uma junção na correia bem como indicam a condição dos cabos de reforço 22 dentro da correia. Devido aos picos 36 da FIG. 2B terem uma amplitude substancialmente uniforme, isto é indicativo de uma sobreposição uniforme dos cabos de aço 22 dentro da junção 30, causando a relutâncias da correia transportadora 12 a ser substancialmente constante para o comprimento da junção 30. Os sistemas de monitoramento contemporâneos utilizam este tipo de uma indicação para identificar junções 30 dentro da correia transportadora 12. Em alguns sistemas que utilizam um gerador magnético CC, uma estrutura de campo de formação de margem não uniforme é medida acima de ambas as junções 30 (identificadas pelo padrão de saída 36) e dos eventos de dano 32, 34 (também identificados pelos padrões de saída 38, 40).

[00030] A detecção das propriedades magnéticas dos cabos e dos eventos de dano tipicamente inclui detectar os campos magnéticos da correia 12, e particularmente, o campo magnético dos cabos de aço 22 induzido pelo ímã 24 e detectados pelo sensor 26. Em uma concretização representativa, o ímã 24 gera o fluxo magnético nos cabos 22 através de uma corrente alternada e bobinas, enquanto o

sensor 26, o qual pode incluir pelo menos um sensor de efeito Hall, é operável para detectar o fluxo magnético induzido dos cabos 22. Anormalidades no fluxo magnético dos cabos 22 indicam polos magnéticos, os quais podem indicar eventos de dano ou junções. Assim, a unidade de aquisição de dados 28 é operável para receber dados a partir do sensor 26 para determinar se existe uma anormalidade no fluxo magnético dos cabos 22 que pode indicar eventos de dano 32, 34 ou junções 30.

[00031] Nas concretizações alternativas, o imã 24 pode incluir qualquer tipo de imã que seja operável para gerar um fluxo magnético nos cabos 22 diferente deste eletroímã de corrente alternada descrito acima. Adicionalmente, em concretizações alternativas, o sistema 10 pode incluir mais do que um imã 24, com cada imã possuindo diferentes características operacionais. Adicionalmente, nas concretizações alternativas, o sensor 26 pode incluir pelo menos um magnetômetro que é operável para detectar fluxo magnético dos cabos 22 diferente do sensor de efeito Hall revelado acima. Por exemplo, o sensor 26 pode incluir pelo menos um magnetômetro de fluxo saturado, pelo menos um Teslametro ("medidor de campo magnético"), pelo menos um gaussímetro, pelo menos um outro magnetômetro, e/ou combinações dos mesmos para detectar o fluxo magnético dos cabos 22.

[00032] Apesar de um tipo de saída das propriedades magnéticas dos cabos 22 e dos eventos de dano 32, 34 a partir de um sistema de monitoramento de correia 14 ser apresentado na FIG. 2B, os versados na técnica irão apreciar que saídas alternativas podem ser utilizadas sem afastamento do escopo da invenção. Por exemplo, saídas alternativas para determinar as propriedades magnéticas dos cabos 22 e dos eventos de dano 32, 34 de uma correia 12 podem incluir ilustrações de formas de onda do fluxo magnético detectado dos cabos 22 e a análise dos mesmos.

[00033] Em uma concretização específica do sistema de correia transportadora 10 ilustrado na FIG. 3, um sistema de monitoramento de correia 50 pode ser permanentemente acoplado com o sistema de correia transportadora 10 de modo a proporcionar uma capacidade de monitoramento contínuo da correia transportadora 12. Alternativamente, o sistema de monitoramento de correia 50 pode ser configurado para operativamente se acoplar com o sistema de correia transportadora 10 de modo a proporcionar monitoramento periódico da correia transportadora 12. Sistemas ilustrativos de monitoramento de correia que utilizam detecção magnética foram revelados na Patente dos Estados Unidos 4.864.233, na Patente dos Estados Unidos 4.439.731, na Patente dos Estados Unidos 5.570.017 e na Patente dos Estados Unidos 5.847.563, cujas revelações são incorporadas neste documento por referência em sua totalidade. Estes sistemas utilizam campos magnéticos gerados para magnetizar os cabos dentro das correias transportadoras e então procuram anomalias nos cabos magnetizados para identificar desgaste e dano junto aos cabos na correia. A Publicação PCT WO97/05047, cuja revelação também é incorporada por referência em sua totalidade neste documento, também revela utilizar campos magnéticos e magnetizar cabos para detectar eventos de dano. Este sistema de monitoramento 50 particular, o qual utiliza cabos de metal posicionados em ângulos oblíquos através da correia para detecção de rasgo, pode ser adaptado para monitorar os cabos de aço dentro da própria correia. O gerador de fluxo magnético 52 magnetiza os cabos 22 na correia de forma similar à magnetização dos cabos revelada na publicação. Uma unidade de percepção 56 percebe as fugas de fluxo, as quais são gravadas na unidade de aquisição de dados 60 e fornecidas para uma unidade de controle 62 para processamento. Um codificador 58 também pode ser empregado fornecendo para a unidade de controle 62 a informação sobre

velocidade da correia de modo que quaisquer eventos de dano detectados possam ser apropriadamente localizados ao longo da correia transportadora 12 a partir da última junção detectada.

[00034] Um sistema alternativo foi desenvolvido pela Advanced Imaging Technologies de Durban, África do Sul. Geralmente, neste sistema, o sistema de monitoramento de correia inclui um gerador de campo magnético CC, um gerador de campo magnético CA, uma unidade de percepção de campo magnético, um codificador para determinar a velocidade de deslocamento da correia transportadora 12, e um sistema de aquisição de dados para processar os sinais recebidos a partir da unidade de percepção de campo e para fornecer os dados para uma unidade de controle.

[00035] Em uma concretização ilustrativa, a unidade de controle 62 pode ser um computador 100. Como esquematicamente ilustrado na FIG. 4, o computador 100 tipicamente inclui pelo menos um processador 102, o qual pode ser acoplado com o sistema de aquisição de dados 60 e com o codificador 58, entre outros dispositivos, e adicionalmente acoplado com uma memória 104. O processador 102 pode representar um ou mais processadores (por exemplo, microprocessadores), e a memória 104 pode representar os dispositivos de memória de acesso aleatório (RAM) compreendendo o armazenamento principal do computador 100, bem como quaisquer níveis suplementares de memória, por exemplo, memórias cache, memórias não voláteis ou de cópia de segurança (por exemplo, memórias programáveis ou flash), memórias somente para leitura, etc. Em adição, a memória 104 pode ser considerada como incluindo o armazenamento de memória fisicamente localizado em qualquer lugar no computador 100, por exemplo, qualquer memória cache em um processador 102, bem como qualquer capacidade de armazenamento utilizada como uma memória virtual, por exemplo, como armazenado em um dispositivo de

armazenamento em massa 106. O dispositivo de armazenamento em massa 106 pode conter um armazenamento cache ou outro armazenamento de dados, o qual pode incluir uma ou mais bases de dados 108.

[00036] O computador 100 tipicamente também recebe uma série de entradas e saídas para comunicar informação externamente. Para fazer interface com um usuário ou operador, o computador 100 tipicamente inclui um ou mais dispositivos de entrada do usuário 110 (por exemplo, um teclado, um mouse, uma TrackBall, um joystick, teclado sensível ao toque, uma caneta, e/ou um microfone, entre outros). O computador 100 também pode incluir um vídeo 112 (por exemplo, um monitor CRT, um painel de vídeo LCD, e/ou alto-falante, entre outros) ou outro dispositivo de saída, tal como uma impressora 114. A interface com o computador 100 também pode ser através de um terminal externo conectado diretamente ou remotamente com o computador 100, ou através de outro computador se comunicando com o computador 100 via uma rede 116, um modem, ou outro tipo de dispositivo de comunicações.

[00037] O computador 100 opera sob o controle de um sistema operacional 118 e executa ou de outro modo recorre a aplicações de software de computador, componentes, programas, objetos, módulos, estruturas de dados, etc. O computador 100 se comunica na rede 116 através de uma interface de rede 120. Em geral, as rotinas executadas para implementar as concretizações da invenção, sejam implementadas como parte de um sistema operacional ou de uma aplicação específica, componente, programa, objeto, módulo ou sequência de instruções, serão referidas neste documento como "código de programa de computador", ou simplesmente "código de programa". O código de programa de computador tipicamente compreende uma ou mais instruções que estão residentes em vários momentos em vários dispositivos de memória e de armazenamento em um computador, e as

quais, quando lidas e executadas por um ou mais processadores em um computador, fazem com que o computador execute as etapas necessárias para executar as etapas ou elementos incorporando os vários aspectos da invenção.

[00038] Em algumas concretizações da invenção, o sistema de monitoramento de correia 14 pode proporcionar um aspecto de divulgação de informação sob demanda que gera um relatório proporcionando informação sobre a correia transportadora 12, sobre sua condição, e os itens de ação recomendados para o operador da correia. Alternativamente, dados sobre a correia enviados para fora do local para serem analisados e um relatório gerado proporcionando informação detalhada acerca do dano do cabo com a correia e sua localização. Em referência à Fig. 4, as instruções para gerar um relatório podem ser recebidas localmente, tal como com dispositivos de entrada 110 do computador 100. Alternativamente, as instruções podem ser recebidas de forma remota, tal como a partir de outro computador que está operativamente acoplado com o computador 100 através da rede 116, por exemplo. O relatório pode ser emitido em uma série de formatos de acordo com a invenção. A título de exemplo, o relatório pode ser emitido para o vídeo 112 ou impressora 114 do computador 100. Alternativamente, ou adicionalmente, o relatório pode ser proporcionado em vários formatos (por exemplo, pdf, HTML, ou outros formatos conhecidos) e enviado através da rede 116 (por exemplo, correio eletrônico, serviço de mensagens curtas, tal como geração de texto, e/ou outros programas, protocolos, etc, conhecidos, para transmissão de dados) para uma localização remota. Em qualquer caso, o relatório proporciona informação sobre a correia transportadora 12 que permite que o usuário tome decisões em tempo hábil que reduzem a probabilidade de eventos catastróficos e estendem a vida útil da correia transportadora 12. Como citado acima, o aspecto de divulgação

de informações é sob demanda e assim, pode ser gerado a qualquer momento. Por exemplo, um operador pode utilizar a entrada do usuário 110 (por exemplo, teclado) para que o sistema de monitoramento de correia 14 imprima o relatório na impressora 114. Assim, neste exemplo, o relatório é proporcionado no local para a correia transportadora 12 e a qualquer momento desejado pelo operador.

[00039] A direção de deslocamento da correia transportadora 12 é indicada pela seta 150 na FIG. 3. O gerador de fluxo magnético 52 e a unidade de percepção de campo 56 se estendem através da correia transportadora 12 e são espaçados da mesma (por exemplo, suspensos acima da correia 12) por uma distância relativamente curta (por exemplo, cerca de 4 ou 5 centímetros). O codificador 58 é operativamente acoplado com uma polia do sistema transportador 10 para monitorar a velocidade de deslocamento da correia transportadora 12. O gerador de fluxo magnético 52 e a unidade de percepção de campo 56 podem ser estender além das laterais 152, 154 da correia transportadora 12. Será apreciado que a direção de deslocamento 150 define uma direção longitudinal, com uma direção transversal sendo definida através da correia transportadora e uma direção perpendicular sendo definida perpendicular à correia transportadora 12.

[00040] Correias transportadoras típicas possuem um espaçamento de cabo de cerca de 10 mm até cerca de 25 mm. Os versados na técnica irão apreciar que o número de cabos 22 na correia transportadora 12 irá depender do espaçamento dos cabos 22 e da largura da correia transportadora 12. Apesar de somente quatro cabos 22 serem apresentadas nas FIG. 3, deve ser reconhecido que mais ou menos cabos 22 podem ser utilizados dependendo da aplicação específica. Por exemplo, o tamanho, espaçamento, e o número de cabos 22 determinam em grande parte as propriedades da correia transportadora 12, incluindo resistência. Os versados na técnica irão reconhecer como

selecionar os parâmetros apropriados da correia transportadora para atender aos requerimentos de uma aplicação específica.

[00041] Em uso, durante a operação da correia transportadora 12, um fluxo magnético é gerado pelo gerador de fluxo magnético 52, o qual magnetiza os cabos 22 ao longo de todo seu comprimento. Sensores da unidade de percepção de campo 56 percebem os campos magnéticos. Os sinais proporcionados pelas unidades de percepção de campo 56 são recebidos pelo sistema de aquisição de dados 60 e processados pelo computador 100. Os dados gerados por este monitoramento podem ser analisados no local e os resultados armazenados na memória 104 do computador 100. Os resultados da análise no local, em tempo real, similares aos resultados genéricos ilustrados na FIG. 2B, podem ser proporcionados para o operador em um relatório ou em um vídeo do computador 112 indicando a condição da correia transportadora 12 e os itens de ação potencialmente recomendados direcionados para estender a vida útil da correia transportadora 12.

[00042] Mesmo que a tecnologia se aperfeiçoe para detectar eventos de dano dentro dos cabos de correias transportadoras, em alguns sistemas convencionais de monitoramento de correia, as referências disponíveis para localizar os eventos de danos são as junções 30 dentro da correia 12. Em outros sistemas convencionais de monitoramento de correia, ímãs adicionais podem ser colocados na correia 12 como pontos de referência. Alternativamente, sensores de proximidade, e/ou dispositivos de posição, também podem ser colocados na correia 12 como pontos de referência. Cada um destes pode fornecer um ponto de referência localizado para uso como referências ao localizar eventos de dano. Entretanto, e como revelado acima, as correias são compostas de várias seções, tornando desafiante localizar um evento de dano sem conhecer a seção. Adicionalmente, quando correias danificadas são reparadas, um método para reparar a correia 12, como revelado acima,

é remover a seção danificada e adicionar uma nova seção da correia, o que introduz seções e junções 30 adicionais. Sem estar apto a identificar uma junção particular em uma seção particular em relação à outra junção, o padrão de junção inerentemente não uniforme também pode introduzir desafios adicionais ao localizar um evento de dano quando somente utilizando junções como referências.

[00043] Para ajudar a abrandar esta condição, e como visto na FIG. 5, várias etiquetas de identificação 170, 172 (duas sendo apresentadas na parte do sistema de correia na FIG. 5) podem ser colocadas longitudinalmente ao longo da correia 12 em localizações conhecidas, as quais podem ser armazenadas em um mapa da correia no armazenamento 108 do computador 100. As etiquetas de identificação 170, 172 podem proporcionar informação adicional de identificação entre as localizações de junção ao longo da correia 12. Algumas concretizações também podem colocar etiquetas de identificação nas localizações de junção de modo a de forma única identificar as próprias junções. As etiquetas de identificação 170, 172 são detectadas e identificadas por uma leitora de etiqueta 174. Em algumas concretizações, a leitora de etiqueta 174 pode ser conectada com o dispositivo de coleta de dados 28 junto com o sensor 26, e os dados de identificação podem ser então enviados a partir do dispositivo de coleta de dados 28 para o computador 100. As etiquetas de identificação 170, 172 podem ser incorporadas dentro da construção da correia, por exemplo, colocadas entre a camada de polia 16 e a carcaça 20. Em outras concretizações, as etiquetas de identificação podem ser colocadas entre outras camadas ou incorporadas em uma camada específica da correia 12.

[00044] Em algumas concretizações, cada etiqueta de identificação 170, 172 pode ser uma etiqueta RFID. Geralmente, as etiquetas RFID contém pelo menos duas partes. Uma parte é um circuito integrado para

armazenar e processar informação, modular e demodular um sinal (RF), e outras funções especializadas. Outra parte é uma antena para receber e transmitir um sinal. Em algumas concretizações, cada etiqueta de identificação 170 e 172 pode ser configurada para receber, armazenar e transmitir informação acerca da correia, incluindo uma identificação única da etiqueta de identificação 170, 172, uma identificação da seção da correia na qual cada etiqueta de identificação 170 e 172 está disposta, uma identificação do histórico de manutenção de uma seção da correia, e informação relacionada com um histórico de fabricação da seção da correia incluindo a informação sobre a construção da correia 12, uma vida útil de serviço estimada da correia, uma data em que a correia foi fabricada, uma carga limite recomendada para a correia, entre outras.

[00045] Algumas etiquetas RFID possuem uma configuração passiva, a qual não possui fonte de energia interna, uma corrente elétrica mínima induzida na antena pelo sinal de frequência de rádio de entrada gerado pela leitora 174 proporciona energia apenas o suficiente para o circuito integrado na etiqueta 170, 172 ativar e executar uma ação, tal como armazenar dados tal como estes revelados acima, transmitir uma resposta, ou ambos. A maior parte das etiquetas passivas retrodifundirem a onda portadora a partir da leitora 174. Isto significa que a antena tem que ser projetada tanto para coletar a energia a partir do sinal que chega como também para transmitir o sinal retrodifusor de saída. Como tal, a resposta de uma etiqueta RFID passiva não é necessariamente apenas um número de ID, o chip da etiqueta também pode conter memória não volátil que pode ser gravada para armazenar dados tal como as informações acima sobre a correia. As etiquetas RFID utilizadas com as concretizações da invenção geralmente são projetadas para armazenar uma identificação das seções da correia nas quais elas estão dispostas, as quais então podem

ser lidas e comparadas com um mapa da correia para determinar uma localização da correia. Assim, os versados na técnica irão perceber que as etiquetas de identificação 170, 172 podem ser utilizadas para armazenar dados sobre condição da correia, os quais podem ser adicionalmente gravados junto às etiquetas com uma adição de um gravador de etiqueta, o qual pode ser configurado como parte ou com a leitora de etiqueta 174.

[00046] O fluxograma 200 na FIG. 6 ilustra um método para uma concretização da invenção para monitorar um sistema de correia transportadora. À medida que a correia transportadora está se movendo, o monitor da correia e a leitora de etiqueta examinam a correia transportadora em relação a eventos de dano, junções, e etiquetas de identificação (bloco 202). Sensores no monitor da correia detectam características do cabo a partir dos exames e identificam junções, enquanto a leitora de etiqueta lê os dados de identificação da seção da correia a partir da etiqueta de identificação à medida que as etiquetas sequencialmente passam pela leitora de etiqueta (bloco 204). Um mapa da correia pode ser consultado utilizando as localizações de junção e os dados de identificação de seção da correia a partir da etiqueta de identificação para determinar uma posição na correia (bloco 206). Adicionalmente, as características do cabo são comparadas com um mapa armazenado (bloco 206), o qual pode conter dados relacionados com o desgaste do cabo ou com eventos de dano anteriores. Os dados de posição da correia podem ser armazenados junto com o desgaste do cabo ou com os eventos de dano anteriores para ajudar a rastrear a condição da correia em algumas concretizações.

[00047] Se nenhum dano for encontrado a partir do exame pelo monitor da correia (ramificação "Não" do bloco de decisão 210), o exame continua no bloco 202. Entretanto, se um novo evento de dano

for encontrado (ramificação "Sim" do bloco de decisão 210), é feita uma determinação quanto à severidade do evento de dano e sobre a localização do evento de dano baseado no identificador. A severidade do evento de dano detectado e a localização na correia do evento de dano, como baseado na etiqueta de identificação e na localização relativa à etiqueta de identificação, são armazenados na memória, tal como no mapa (bloco 212). Se for determinado que o evento de dano é um evento crítico (ramificação "Sim" do bloco de decisão 214), o evento crítico pode ser registrado na memória (bloco 216). Um operador da correia pode ser notificado sobre o evento crítico (bloco 218) pela exibição de uma mensagem ou de outra notificação. Um alarme pode também pode ser proporcionado (bloco 220) e a correia pode ser paralisada (bloco 222) para evitar qualquer dano ou condições operacionais não seguras adicionais.

[00048] Se for determinado que o evento de dano não é crítico (ramificação "Não" do bloco de decisão 214), é feita uma determinação para ver se o evento de dano é resultado do desenvolvimento de um evento de dano anterior. De o evento de dano for um resultado do desenvolvimento de um evento anterior (ramificação "Sim" do bloco de decisão 224), o desenvolvimento do evento de dano e a localização determinada a partir da etiqueta de identificação são registrados no mapa ou em outras localizações (bloco 226). Após registrar o evento, ou se nenhum desenvolvimento foi determinado (ramificação "Não" do bloco de decisão 224), o evento de dano é comparado com um limite. Se o evento de dano exceder ao valor limite (ramificação "Sim" do bloco de decisão 228), um alarme pode ser proporcionado (bloco 230). Um operador do sistema de correia pode ser notificado sobre o evento e adicionalmente pode receber as ações recomendadas (bloco 232) dependendo da severidade do evento de dano. Após a notificação ou se o valor limite não foi excedido (ramificação "não" do bloco de decisão

228 ou após o bloco 232), o exame da correia e das etiquetas de identificação continua no bloco 202.

[00049] O fluxograma 300 na FIG. 7 ilustra um método para uma concretização da invenção para fisicamente localizar eventos de dano de uma correia transportadora, tal como fraturas completas ou dano parcial de um cabo da correia transportadora. Como anteriormente indicado, o monitor da correia e a leitora de etiqueta examinam a correia transportadora em relação aos eventos de dano, junções, e às etiquetas de identificação à medida que a correia transportadora está se movendo passando pelos sensores. Após determinar que um evento de dano ocorreu, uma etiqueta de identificação associada com o evento de dano é determinada (bloco 302). Em algumas concretizações, a etiqueta de identificação na mesma seção da correia que o evento de dano é determinado como a etiqueta de identificação associada com o evento de dano. Em outras concretizações onde cada seção da correia pode não ter uma etiqueta de identificação, a etiqueta de identificação associada com o evento de dano pode estar localizada em uma seção adjacente ou vizinha da correia. Assim, a localização do evento de dano pode ser determinada com referência ao mapa da correia. O operador é notificado sobre a etiqueta de identificação determinada e sobre outras informações sobre o evento de dano, incluindo pelo menos um ponto de referência, para localizar o evento de dano (bloco 304). Em algumas concretizações, o operador pode ser notificado sobre a etiqueta de identificação determinada e sobre outras informações sobre o evento de dano em conexão com a determinação do evento de dano (bloco 218 da FIG. 6). Em outras concretizações, o operador pode ser notificado sobre a etiqueta de identificação determinada e sobre outras informações sobre o evento de dano em conexão com um relatório gerado em tempo real ou após uma análise de uma terceira parte, no local ou em uma localização remota.

[00050] Como revelado acima, os versados na técnica irão apreciar que o evento de dano

pode ocorrer em uma seção da correia que não está configurada com uma etiqueta de identificação. Como tal, o operador do sistema de correia pode ser notificado do evento de dano bem como da seção mais próxima da correia do evento de dano configurada com uma etiqueta de identificação. O operador adicionalmente pode ser notificado de outra informação de evento de dano, tal como a seção da correia do evento de dano, por exemplo, quantas seções da correia distante o evento de dano está localizado, e pelo menos um ponto de referência na correia para encontrar o evento de dano. Os pontos de referência podem incluir áreas da seção da correia que produzem assinaturas magnéticas únicas tal como junções, ímãs permanentes embutidos, outros tipos de identificadores possuindo assinaturas magnéticas únicas, ou outros tipos de identificadores na própria correia, tal como marcações visuais únicas. Estes pontos de referência podem ser determinados a partir do mapa da correia, e assim, o evento de dano pode ser proporcionado para o operador ou técnico e atuar como um desenho para fisicamente localizar o evento de dano a partir do pelo menos um ponto de referência e da etiqueta de identificação.

[00051] As etiquetas de identificação podem incluir informação em adição ao número de identificação única que pode ajudar a localizar a seção da correia. Por exemplo, as etiquetas de identificação também podem incluir um fabricante, uma data de fabricação, um nome de marca, ou outra informação de identificação. O operador então pode ser notificado destes identificadores para localizar a seção da correia da etiqueta de identificação determinada. Em algumas concretizações, o operador ou técnico pode utilizar uma leitora manual de etiqueta de identificação para ler as etiquetas de identificação na correia de modo a localizar a seção da correia com a etiqueta de identificação. Assim, o

operador ou técnico pode localizar a seção da correia da etiqueta de identificação determinada baseado na informação sobre a etiqueta de identificação determinada (bloco 306). Como revelado acima, o operador ou técnico pode receber pelo menos um ponto de referenciam, tal como informação sobre o fabricante ou marca, que pode ser indicado na correia e utilizar este ponto de referência para localizar a seção da correia com o evento de dano. Alternativamente, a correia pode ser marcada com um identificador único, tal como um número de série, um conjunto específico de marcação, e/ou com outros identificadores visuais únicos, e o operador ou técnico pode localizar a seção da correia pelos pontos de referência de identificadores visuais. Uma vez que a seção da correia tenha sido localizada, o operador ou técnico pode localizar pelo menos um ponto de referência na seção da correia (bloco 308). O ponto de referência geralmente pode estar incluído na informação de evento de dano e proporcionado com a informação da etiqueta de identificação para determinar a localização física do evento de dano na seção da correia identificada (bloco 310).

Enquanto a presente invenção foi ilustrada por uma descrição de uma ou mais concretizações da mesma e enquanto estas concretizações foram descritas em detalhes consideráveis, elas não são pretendidas para restringir ou de qualquer modo limitar o escopo das concretizações anexas para tais detalhes. Vantagens e modificações adicionais irão prontamente surgir para os versados na técnica. A invenção em seus aspectos mais amplos portanto não está limitada aos detalhes específicos, ao aparelho e método representativos, e aos exemplos ilustrativos apresentados e descritos. Por consequência, podem ser feitos afastamentos a partir de tais detalhes sem afastamento do escopo do conceito geral da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para monitorar uma correia transportadora (12) em movimento em um sistema de correia transportadora (10), a correia transportadora (12) possuindo uma pluralidade de cabos de reforço (22) embutidos e uma pluralidade de etiquetas de identificação (170, 172), o sistema de correia transportadora (10) possuindo uma leitora de etiqueta (174) para detectar e identificar a presença de uma etiqueta de identificação (170, 172) dentre a pluralidade de etiquetas de identificação (170, 172) passando pela leitora de etiqueta (174) e um sistema de monitoramento de correia (14) para detectar uma pluralidade de pontos magnéticos de referência, o método caracterizado pelo fato de que compreende

adquirir uma localização da correia na correia transportadora (12) em movimento a partir de um mapa da correia baseado em um ponto magnético de referência dentre a pluralidade de pontos magnéticos de referência bem como uma etiqueta de identificação (170, 172) detectada e identificada;

examinar os cabos da correia transportadora (12) utilizando o sistema de monitoramento de correia (14);

analisar dados a partir dos cabos examinados para identificar um evento de dano (32, 34) de pelo menos um cabo dentre a pluralidade de cabos na correia transportadora (12); e

em resposta à identificação do evento de dano (32, 34), determinar uma localização do evento de dano (32, 34) baseado na localização da correia adquirida.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende ainda

em resposta à identificação do evento de dano (32, 34), determinar uma severidade do evento de dano (32, 34).

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado

pelo fato de que o evento de dano (32, 34) não é um evento de dano (32, 34) crítico, o método compreendendo adicionalmente

identificar se o evento de dano (32, 34) foi previamente detectado; e

em resposta à identificação de que o evento de dano (32, 34) foi previamente detectado, determinar se a severidade do evento de dano (32, 34) aumentou.

4. Método, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que compreende ainda

em resposta à determinação de que a severidade do evento de dano (32, 34) aumentou, armazenar uma medida de um aumento do evento de dano (32, 34).

5. Método, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que compreende ainda

em resposta à determinação de que a severidade do evento de dano (32, 34) aumentou, determinar se o aumento do evento de dano (32, 34) excedeu um valor limiar de severidade para o evento de dano (32, 34); e

em resposta à determinação de que o aumento do evento de dano (32, 34) excede o limiar

fornecer um alarme;

notificar um operador do sistema de ações recomendadas; e

notificar o operador da localização do evento de dano (32, 34).

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que as ações recomendadas incluem ações selecionadas do grupo consistindo em inspecionar a correia transportadora (12), executar um grande reparo na correia transportadora (12), executar um pequeno reparo na correia transportadora (12), executar uma emenda na correia transportadora (12), ignorar o evento de dano (32, 34) e uma

combinação destes.

7. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o evento de dano (32, 34) é um evento de dano (32, 34) crítico, o método compreendendo ainda

fornecer um alarme;

parar a correia transportadora (12); e

notificar um operador de sistema da localização do evento de dano (32, 34) crítico.

8. Método para monitorar uma correia transportadora (12) em movimento em um sistema de correia transportadora (10), a correia transportadora (12) possuindo uma pluralidade de cabos de reforço (22) embutidos e uma pluralidade de etiquetas de identificação (170, 172), o sistema de correia transportadora possuindo uma leitora de etiqueta (174) para detectar e identificar a presença de uma etiqueta de identificação (170, 172) dentre a pluralidade de etiquetas de identificação (170, 172) passando pela leitora de etiqueta e um sistema de monitoramento da correia para detectar uma pluralidade de pontos magnéticos de referência, o método caracterizado pelo fato de que compreende

adquirir valores alvo de tempo e de distância associados a partir de uma tabela de calibragem para uma próxima etiqueta de identificação (170, 172) baseado em um ponto magnético de referência dentre a pluralidade de pontos magnéticos de referência, bem como uma etiqueta de identificação (170, 172) detectada e identificada;

iniciar contadores de tempo e de distância associados com os valores alvo de tempo e distância;

examinar os cabos da correia transportadora (12) utilizando o sistema de monitoramento de correia (14);

analisar dados a partir dos cabos examinados para identificar um evento de dano (32, 34) de pelo menos um cabo dentre a pluralidade

de cabos na correia transportadora (12); e

em resposta à identificação do evento de dano (32, 34), determinar uma localização do evento de dano (32, 34) baseado nos valores alvo de tempo e de distância do ponto magnético de referência, as etiquetas de identificação (170, 172) detectadas e identificadas e as próximas etiquetas de identificação (170, 172).

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que compreende ainda

em resposta à identificação do evento de dano (32, 34), determinar uma severidade do evento de dano (32, 34).

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o evento de dano (32, 34) não é um evento de dano (32, 34) crítico, o método compreendendo ainda

identificar se o evento de dano (32, 34) foi previamente detectado; e

em resposta à identificação de que o evento de dano (32, 34) foi previamente detectado, determinar se a severidade do evento de dano (32, 34) aumentou.

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que compreende ainda

em resposta à determinação de que a severidade do evento de dano (32, 34) aumentou, armazenar uma indicação do aumento do evento de dano (32, 34).

12. Método, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que compreende ainda

em resposta à identificação de que a severidade do evento de dano (32, 34) aumentou, determinar se o aumento do evento de dano (32, 34) excedeu um valor limiar de severidade para o evento de dano (32, 34); e

em resposta à determinação de que o aumento do evento de

dano (32, 34) excede o limiar

fornecer um alarme;

notificar um operador do sistema de ações recomendadas; e

notificar o operador da localização do evento de dano (32, 34).

13. Método, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que as ações recomendadas incluem ações selecionadas do grupo consistindo em inspecionar a correia transportadora (12), executar um grande reparo na correia transportadora (12), executar um pequeno reparo na correia transportadora (12), executar uma emenda na correia transportadora (12), ignorar o evento de dano (32, 34) e uma combinação destes.

14. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o evento de dano (32, 34) é um evento de dano (32, 34) crítico, o método compreendendo ainda

fornecer um alarme;

parar a correia transportadora (12); e

notificar um operador de sistema da localização do evento de dano (32, 34) crítico.

15. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que compreende ainda

gerar um relatório fornecendo informações sobre a correia transportadora (12).

16. Método, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que compreende ainda

imprimir o relatório em uma impressora (114).

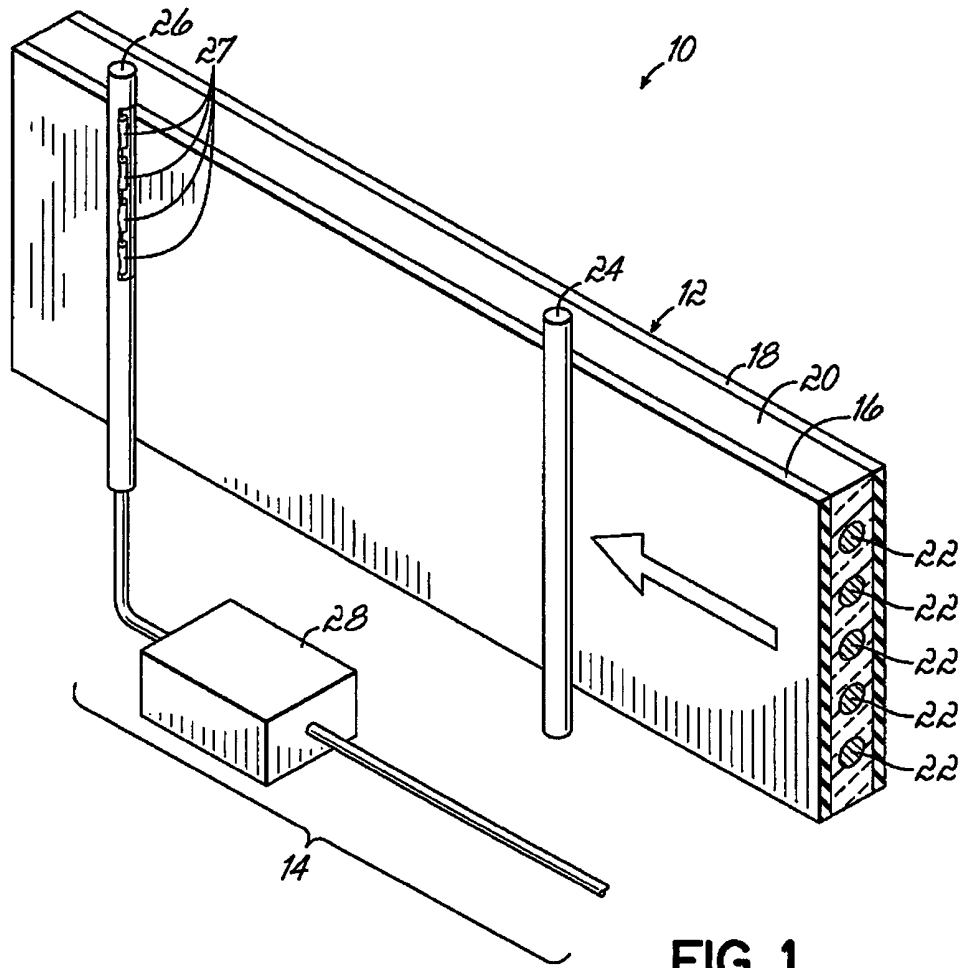


FIG. 1



FIG. 2A

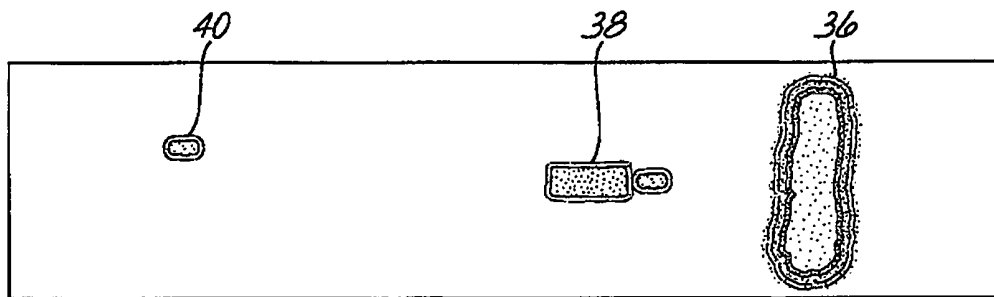


FIG. 2B

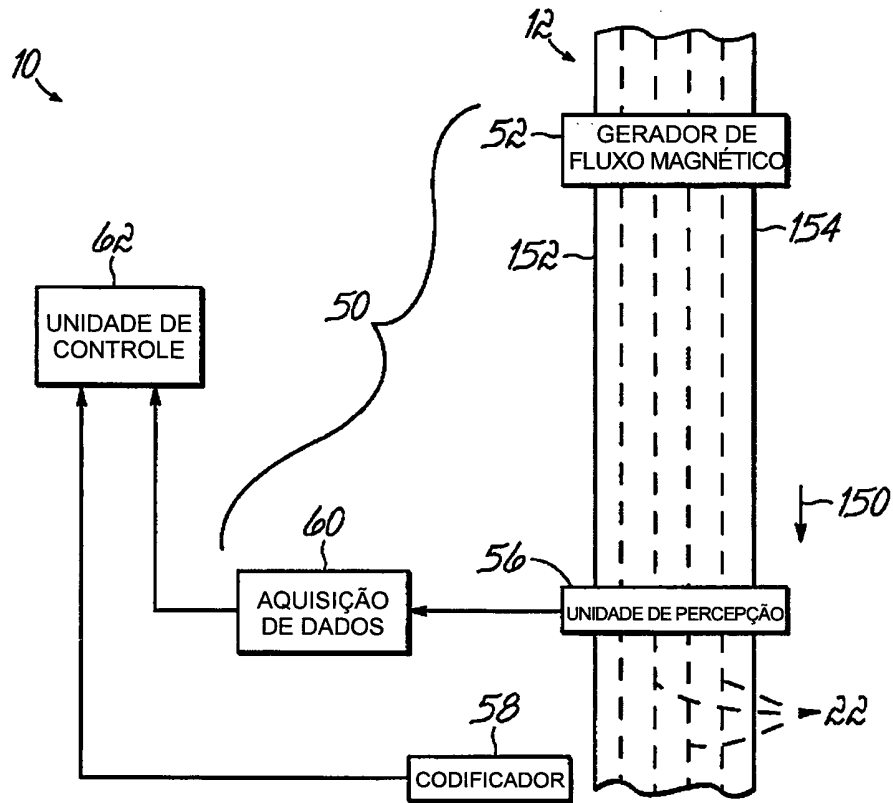


FIG. 3

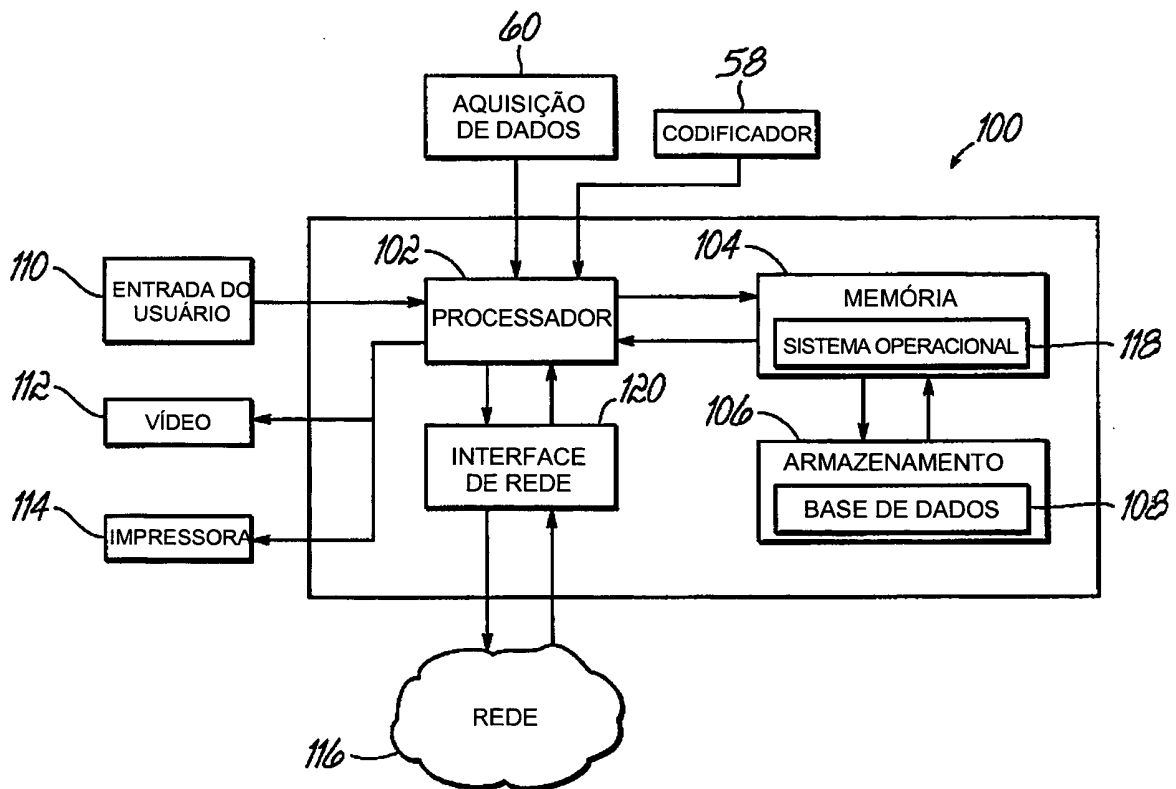


FIG. 4

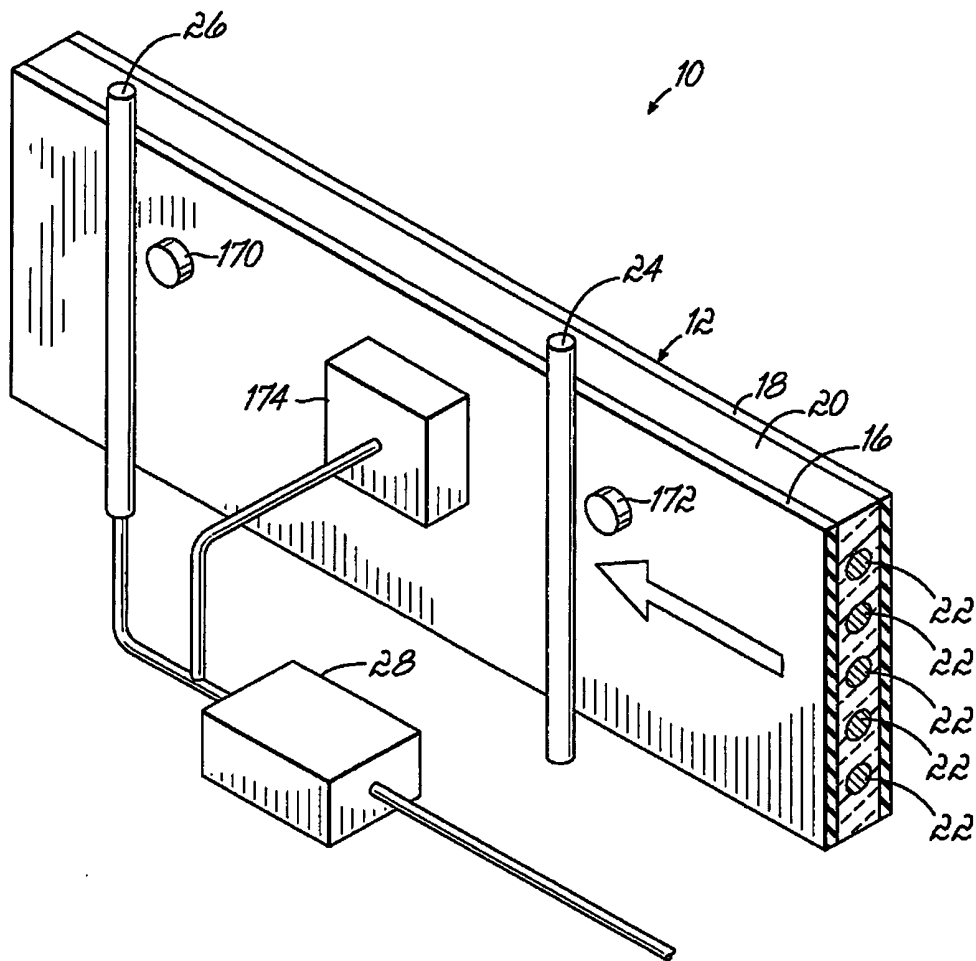


FIG. 5

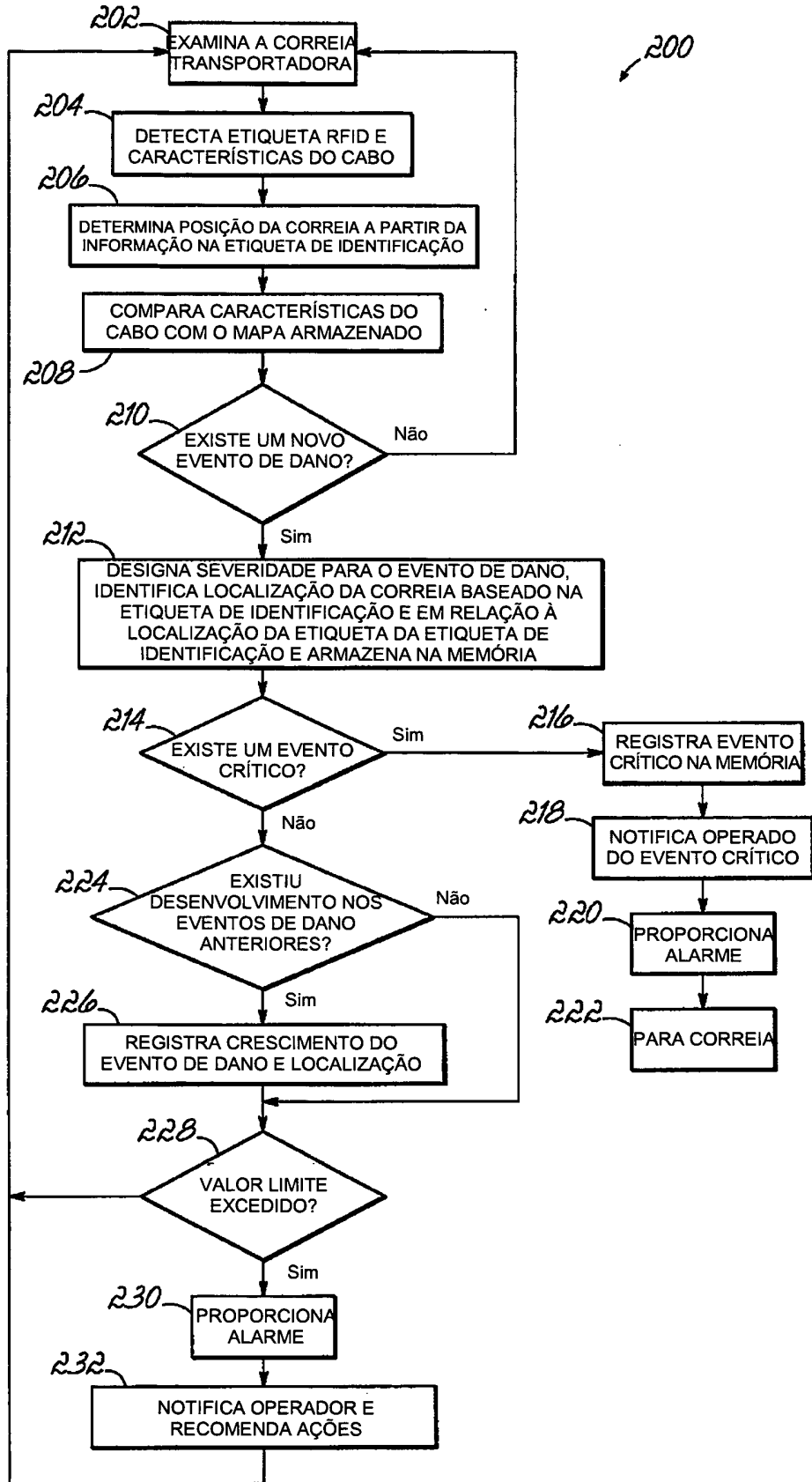


FIG. 6

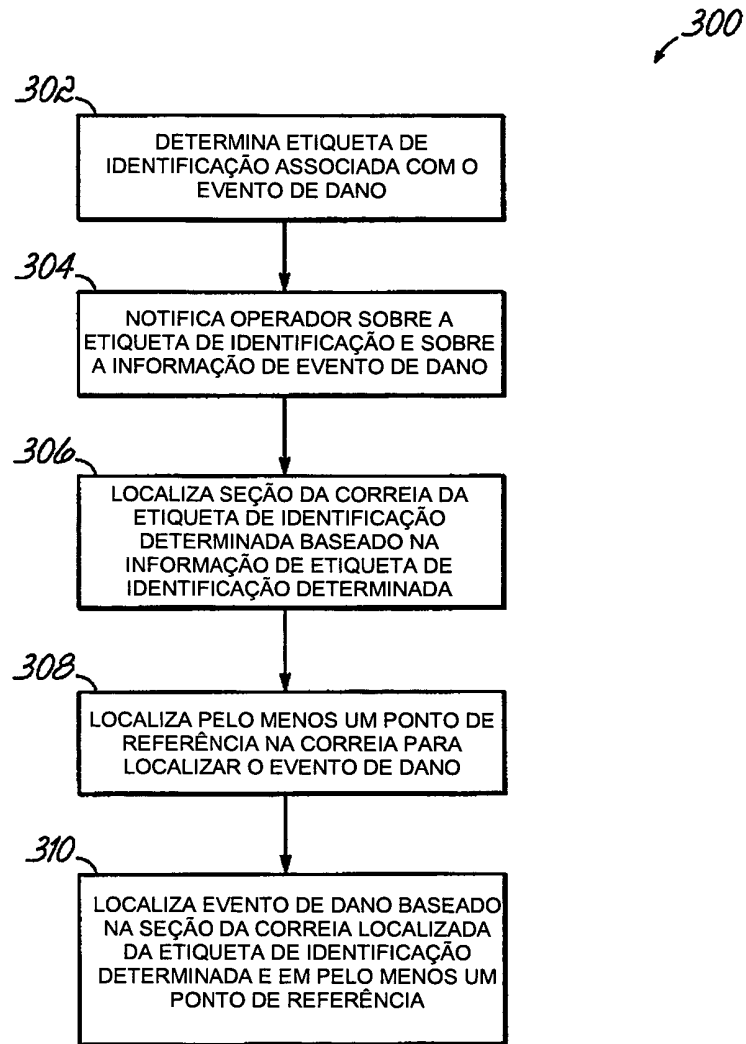


FIG. 7