



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

(11) BR 112012024975-4 B1



(22) Data do Depósito: 21/02/2011

(45) Data de Concessão: 17/08/2021

(54) Título: MÉTODO DE INSPEÇÃO

(51) Int.Cl.: B65H 43/04; B65H 18/08; B65H 16/00; B65H 43/00.

(30) Prioridade Unionista: 30/03/2010 US 12/750,331.

(73) Titular(es): KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC..

(72) Inventor(es): BRETT SCHOENBERG; MARK GARY DOLLEVOET; JEFFREY GEORGE SKARDA; MATTHEW ROBERT WILSON; KEVIN B. SARTAIN; GREGORY MICHAEL BIXLER; DANIEL MARK HEINZ; VIVEK MORESHWAR KARANDIKAR.

(86) Pedido PCT: PCT IB2011050704 de 21/02/2011

(87) Publicação PCT: WO 2011/121459 de 06/10/2011

(85) Data do Início da Fase Nacional: 01/10/2012

(57) Resumo: MÉTODO DE INSPEÇÃO E SISTEMA PARA MONITORAR DEFEITOS A presente invenção trata de sistemas e métodos de registro e inspeção para uso em um bobinador. Os sistemas e métodos incluem varrer uma região próxima de um módulo de bobinamento com um ou mais sensores para determinar um defeito de produto. O defeito de produto é então associado a um parâmetro de processo de bobinamento, tais como informações de percentagem de formação de rola ou identidade do sensor específico a primeiramente detectar o defeito. O parâmetro de processo de bobinamento é utilizado para classificar o defeito em um ou mais perfis de defeito. Os perfis de defeito podem ser baseados, pelo menos em parte, na segmentação da formação de rola de uma trama sobre um módulo de bobinamento em uma pluralidade de janelas de inspeção e segmentação de uma pluralidade de sensores em uma pluralidade de segmentos de sensor de inspeção.

MÉTODO DE INSPEÇÃO

HISTÓRICO

[01] Bobinadores e rebobinadores são máquinas que enrolam extensões de papel, comumente conhecidas como tramas de papel em rolos. Essas máquinas são capazes de enrolar extensões de trama em rolos em velocidades elevadas através de um processo automatizado. Um bobinado é tipicamente conhecido como um aparelho que executa o primeiro bobinamento da trama, formando o que é genericamente conhecido como um rolo-mãe. Um rebobinador, por outro lado, é tipicamente conhecido como um aparelho que bobina a trama a partir do rolo-mãe sobre uma tora (*log*) que é essencialmente um produto acabado. Por exemplo, a trama de papel é desbobinada a partir de um rolo-mãe em um modo contínuo, e o rebobinador bobina a trama de papel sobre núcleos sustentados em mandris para fornecer toras de diâmetro relativamente pequeno, individuais. A tora de produto enrolado é então cortada em extensões designadas no produto final. Produtos finais tipicamente criados por essas máquinas e processos são rolos de papel *tissue* higiênico, rolos de papel toalha, rolos de papel e similares.

[02] Existem vários tipos diferentes de bobinadores. Por exemplo, bobinadores de torre compreendem uma montagem de torre (turrei) giratória que sustenta uma pluralidade de mandris para rotação em torno de um eixo geométrico de torre. Os mandris deslocam em uma trajetória circular em uma distância fixa a partir do eixo geométrico de torre. Núcleos ocos são carregados sobre os mandris de bobinamento no qual papel pode ser bobinado. A técnica de bobinamento utilizada em bobinadores/rebobinadores de torre é conhecida como bobinamento central. Um aparelho de bobinamento central, por exemplo, é descrito na Patente U.S. reconcedida Número 28.353 de Nystrand, que é incorporada aqui a título de referência. No bobinamento central, um mandril é girado para bobinar uma trama em uma tora, com ou sem núcleo. Tipicamente, o núcleo é carregado e sustentado em um mandril

que gira em velocidades elevadas no início de um ciclo de bobinamento e então diminui a velocidade à medida que o tamanho do produto enrolado sendo bobinado aumenta, para manter uma velocidade superficial constante, aproximadamente casando com a velocidade da trama. Além disso, tipicamente, bobinadores centrais podem ser preferíveis para produzir eficientemente produtos bobinados a granel, mais elevados, bobinados macios.

[03] Um segundo tipo de bobinamento é conhecido na técnica como bobinamento de superfície. Uma máquina que utiliza a técnica de bobinamento de superfície é descrita na Patente U.S. No. 4.583.698 que é aqui incorporada a título de referência. Tipicamente, em bobinamento de superfície, a trama é enrolada sobre o núcleo através do contato e fricção desenvolvido com rolos giratórios. Um *nip* é tipicamente formado entre dois ou mais sistemas de rolo de atuação em conjunto. No bobinamento de superfície o núcleo e a trama que é enrolada sobre o núcleo são normalmente acionados por rolos giratórios que operam aproximadamente na mesma velocidade que a velocidade da trama. O bobinamento de superfície é preferível para produzir eficientemente produtos bobinados a granel inferiores, bobinados rígidos.

[04] Outro tipo de bobinador, conhecido como bobinador flex, pode executar bobinamento central e bobinamento de superfície ou uma combinação de bobinamento central e bobinamento de superfície. Tal aparelho de bobinamento exemplar é descrito no Pedido de Patente U.S. Publicado No. 2008/0105776, que é aqui incorporado a título de referência. O bobinador inclui um aparelho de transporte de trama que é utilizado para transportar a trama. Também pode ser incluída uma pluralidade de módulos de bobinamento independentes. Os módulos de bobinamento podem ser independentemente posicionados para engatar independentemente a trama à medida que a trama é transportada pelo aparelho de transporte de trama. Os

módulos de bobinamento podem ser configurados para bobinar a trama para formar um produto enrolado por bobinamento central, bobinamento de superfície, e combinações de bobinamento central e de superfície. Os módulos de bobinamento são estrutural e operacionalmente independentes entre si onde se um módulo for desabilitado, outro pode ainda operar para produzir o produto enrolado sem parar o bobinador.

[05] Sistemas de registro e inspeção podem ser utilizados com relação a bobinadores para uma variedade de finalidades, incluindo finalidades de controle de qualidade, finalidades de controle de processo, finalidades de controle de material e outras finalidades apropriadas. Por exemplo, pode ser desejável monitorar e detectar rompimentos nas tramas, defeitos no processo de bobinamento (tais como defeitos de formação de rolo, defeitos de transferência de trama para o mandril no início de bobinamento de tora, etc.) e detectar outros parâmetros. Também pode ser desejável coletar dados referentes à transferência de trama e formação de rolo durante o processo de bobinamento determinar a presença de defeitos que garantem eventos de separação (*cull*). Como utilizado aqui, um evento de separação é destinado a se referir a um evento no qual um produto enrolado é separado de um grupo de produtos vendáveis devido a um defeito no produto enrolado.

[06] Vários métodos de detecção de rompimento e sistemas de inspeção de trama existem para monitorar a transferência da trama, formação de rolo, e outros parâmetros de um processo de bobinamento. Tais sistemas de inspeção podem utilizar um ou mais sensores fotoelétricos ou outros sensores para detecção de rompimento de trama básica e acionar falhas em bobinadores. Por exemplo, bobinadores podem ter um sensor fotoelétrico (*photo-eye*) ou sensor nas duas extremidades da trama em vários locais na direção de máquina que indicam em qual lado do aparelho de transporte de trama, um rompimento na trama ocorre. Um sensor fotoelétrico que dispara através da direção transversal de toras em um bobinador estilo torre também

pode ser utilizado para detectar rupturas de bobinamento.

[07] Sistemas de detecção e inspeção de rompimento existentes, entretanto, não têm robustez em termos de sensibilidade, capacidade de configuração e integração necessárias para aplicação em bobinadores que fornecem maior tolerância e mascaramento de defeitos de bobinamento. Por exemplo, certos sistemas de inspeção exigem um rompimento de trama ou defeito de bobinamento grande para acionar um evento de separação. A aplicabilidade de tais sistemas de inspeção em bobinadores com tolerância e mascaramento de defeito aumentados, tais como bobinadores flex, pode resultar na separação de produtos vendáveis, levando a desperdício, ou na provisão de produtos com defeitos rejeitáveis para consumidores. Além disso, sistemas de inspeção existentes fornecem capacidade de varredura e perfilamento de defeito limitadas para associar tipos de defeito de bobinamento com os locais de defeito durante o processo de bobinamento.

[08] Desse modo, há necessidade de um sistema de registro e inspeção que possa ser utilizado em combinação com bobinadores que fornecem tolerância e mascaramento aumentados de defeitos de bobinamento que supere as desvantagens acima mencionadas.

RESUMO

[09] Aspectos e vantagens da invenção serão expostos em parte na descrição a seguir, ou podem ser óbvios a partir da descrição, ou podem ser aprendidos da prática de uma ou mais modalidades da presente invenção.

[10] Como utilizado aqui, “bobinador” é genérico para uma máquina para formar um rolo-mãe, e uma máquina (rebobinador) para formar um rolo/tora a partir de um rolo-mãe. Em outras palavras, a palavra “bobinador” é ampla o bastante para abranger tanto uma “bobinador” como “rebobinador”.

[11] Uma modalidade exemplar da presente invenção é dirigida a um método de inspeção apropriado para uso com relação a um bobinador que

produz um produto enrolado de uma trama. O bobinador pode incluir um aparelho de transporte de trama para transportar uma trama e pelo menos um módulo de bobinamento sobre o qual a trama é enrolada para formar o produto enrolado durante um processo de bobinamento. O bobinador pode definir uma direção transversal que é genericamente perpendicular à direção em que a trama é transportada pelo aparelho de transporte de trama. O método inclui varrer pelo menos com um sensor em uma região próxima ao módulo de bobinamento e detectar um defeito com pelo menos um sensor. O método inclui ainda associar um parâmetro de processo de bobinamento com o defeito e classificar o defeito pelo menos em um dentre uma pluralidade de perfis de defeito com base no parâmetro de processo de bobinamento associado ao defeito.

[12] Por exemplo, em uma variação específica dessa modalidade exemplar, o parâmetro de processo de bobinamento associado ao defeito pode ser a percentagem de formação de rolo da trama no módulo de bobinamento quando o defeito é detectado. A percentagem de formação de rolo pode ser medida como a distância de trama com distância zero sendo o ponto no qual a trama é transferida para o módulo de bobinamento. A classificação do defeito pelo menos em um de uma pluralidade de perfis de defeito pode incluir segmentar uma formação de rolo da trama sobre o módulo de bobinamento em uma pluralidade de janelas de inspeção, como uma janela de inspeção de transferência de rolo, uma janela de inspeção de formação de rolo, e uma janela de inspeção pós-formação de rolo. O método pode incluir classificar o defeito em uma da pluralidade de janelas de inspeção com base pelo menos em parte na percentagem de formação de rolo associado ao defeito. Em uma modalidade específica, a janela de inspeção de transferência de rolo pode ser definida para excluir um período da formação de rolo após o início do processo de bobinamento. Similarmente, em outra modalidade, a janela de inspeção após formação de rolo pode ser definida para excluir um período da

formação de rolo imediatamente precedendo o término do processo de bobinamento.

[13] Em outra variação dessa modalidade exemplar, pelo menos um sensor pode incluir um sensor de bobinamento em direção transversal posicionada para varrer através da direção transversal do módulo de bobinamento em um local próximo ao módulo de bobinamento, como próximo à montante ao módulo de bobinamento ou próximo à jusante ao módulo de bobinamento. Em outra variação dessa modalidade exemplar, pelo menos um sensor pode incluir uma pluralidade de sensores de borda de ataque posicionados à montante de pelo menos um módulo de bobinamento utilizado para fasear a borda de ataque da trama no transportador até o módulo de bobinamento à jusante para registro de transferência aperfeiçoada com o mandril de bobinamento.

[14] Ainda em outra variação dessa modalidade exemplar, pelo menos um sensor pode incluir uma pluralidade de sensores de conjunto de defeito de bobinamento posicionados para varrer uma região através de uma largura da trama que desloca no aparelho de transporte de trama em um local à jusante do módulo de bobinamento. Nessa modalidade exemplar, o parâmetro de processo de bobinamento associado ao defeito pode incluir a identidade do sensor de conjunto de defeito de bobinamento específico para primeiramente detectar o defeito, além de outro(s) sensor(es) que detectaram o defeito. A classificação do defeito pelo menos em um dentre a pluralidade de perfis de defeito pode incluir segmentar a pluralidade de sensores de conjunto de defeito de bobinamento em uma pluralidade de segmentos de sensor de inspeção, como, por exemplo, um segmento de sensor do lado de operador, um segmento de sensor médio, e um segmento de sensor do lado de acionamento. O método pode incluir classificar o defeito em um dentre a pluralidade de segmentos de sensor de inspeção com base na identidade do sensor de conjunto de defeito de bobinamento associado ao defeito.

[15] Ainda em outra variação dessa modalidade exemplar, pelo menos um sensor pode incluir um de um sensor fotoelétrico, interruptor de proximidade, conjunto de sensores fotoelétricos, câmera ou laser. O sensor pode ser configurado com um controlador para detectar um defeito com base em detecção da presença da trama em uma ou mais varreduras realizadas pelo sensor. O método pode incluir ajustar a sensibilidade do sensor em resposta a vários parâmetros de processo. Por exemplo, o sensor pode ter uma contagem de filtro de varredura que define o número de varreduras para o controlador/sensor detectar a presença da trama antes de detectar um defeito e possivelmente acionar um evento de separação. A contagem de filtro de varredura pode ser definida em número de varreduras ou uma distância precisa de trama para acionar um evento de separação para cada segmento de janela com base na taxa de varredura do controlador e velocidade de bobinador. A sensibilidade do sensor pode ser ajustada por variar a contagem de filtro de varredura para o sensor.

[16] Em uma modalidade específica, o método pode incluir ainda ajustar a sensibilidade para o sensor com base pelo menos em parte na formação de rolo da trama sobre o módulo de bobinamento. Por exemplo, a formação de rolo da trama pode ser segmentada em um segmento de janela de inspeção de transferência de rolo, um segmento de janela de inspeção de formação de rolo, e segmento de inspeção após formação de rolo. A contagem de filtro de varredura para o sensor durante o segmento de janela de inspeção de formação de rolo pode ser ajustado independentemente para ser mais elevado ou mais baixo do que a contagem de filtro de varredura para o sensor durante a transferência de rolo e segmentos de janela de inspeção após formação de rolo.

[17] Ainda em outra variação dessa modalidade exemplar, o método pode incluir ainda controlar pelo menos um módulo de bobinamento com base pelo menos em parte no defeito. Por exemplo, o método pode

incluir utilizar quaisquer dos métodos ou técnicas de controle assíncrono aqui descritos para controlar o módulo de bobinamento ou outros processos do bobinador em resposta à detecção de um defeito durante o processo de bobinamento.

[18] Outra modalidade exemplar da presente invenção é dirigida a um sistema para monitorar defeitos apropriado para uso com relação a um bobinador que produz um produto enrolado de uma trama. O bobinador pode incluir um aparelho de transporte de trama para transportar uma trama e pelo menos um módulo de bobinamento sobre o qual a trama é enrolada para formar o produto enrolado durante o processo de bobinamento. Os módulos de bobinamento podem definir uma direção transversal que é genericamente perpendicular à direção em que a trama é transportada no aparelho de transporte de trama. O sistema pode incluir uma pluralidade de sensores configurados para varrer uma região próxima ao módulo de bobinamento. Cada da pluralidade de sensores pode ser configurado para detectar um defeito durante o processo de bobinamento. O sistema pode incluir ainda um controlador acoplado à pluralidade de sensores. O controlador pode ser configurado para associar um parâmetro de processo de bobinamento com o defeito e classificar o defeito pelo menos em um dentre a pluralidade de perfis de defeito com base pelo menos em parte no parâmetro de processo de bobinamento associado ao defeito.

[19] Por exemplo, em uma variação específica dessa modalidade exemplar, o parâmetro de processo de bobinamento pode incluir pelo menos um da percentagem de formação de rolo da trama sobre o módulo de bobinamento quando o defeito é detectado ou a identidade do sensor para primeiramente detectar o defeito. A pluralidade de perfis de defeito pode ser baseada pelo menos em parte em segmentar a formação de rolo da trama em uma janela de inspeção de transferência de rolo, uma janela de inspeção de formação de rolo, e uma janela de inspeção após formação de rolo.

Alternativamente ou, além disso, a pluralidade de perfis de defeito pode ser baseada pelo menos em parte na segmentação da pluralidade de sensores em um segmento de sensor do lado de operador, um segmento de sensor médio e um segmento de sensor do lado de acionamento.

[20] Em implementações específicas dessa modalidade exemplar, a pluralidade de sensores pode incluir um sensor de bobinamento de direção transversal posicionado para varrer através da direção transversal do módulo de bobinamento em um local próximo ao módulo de bobinamento. Em outra implementação dessa modalidade exemplar, a pluralidade de sensores pode incluir uma pluralidade de sensores de conjunto de defeito de bobinamento posicionados para varrer através de uma largura do aparelho de transporte de trama em um local à jusante do módulo de bobinamento. Em outra implementação dessa modalidade exemplar, a pluralidade de sensores pode incluir uma pluralidade de sensores de borda de ataque posicionados à montante de pelo menos um módulo de bobinamento utilizado para fasear a borda de ataque de trama no transportador para o módulo de bobinamento à jusante para registro de transferência aperfeiçoado com o mandril de bobinamento. Ainda em uma implementação adicional dessa modalidade exemplar, a pluralidade de sensores pode incluir ainda uma pluralidade de sensores de conjunto de módulo à jusante posicionados para varrer através de uma largura do aparelho de transporte de trama em um local à jusante da pluralidade de sensores de conjunto de defeito de bobinamento. A pluralidade de sensores pode ser sensores fotoelétricos, interruptores de proximidade, conjuntos de sensores fotoelétricos, câmeras, lasers, ou outros sensores apropriados. Cada da pluralidade de sensores pode ter contagens de filtro de varredura e/ou janelas de detecção que podem ser ajustadas com base pelo menos em parte na formação de rolo da trama sobre o módulo de bobinamento.

[21] Em outras variações dessa modalidade exemplar, o sistema

pode ser acoplado a uma interface de usuário que permite que um usuário ou operador manipule e controle o sistema e que forneça informações para um usuário ou operador do sistema. A *manipulação* pode incluir otimização de posição de sensor em relação à trama em movimento, ensinar o sensor, configurar características de separação para o sensor, habilitar/desabilitar o sensor, e operação de localização de defeitos do sensor.

[22] Ainda em outras variações dessa modalidade exemplar, o controlador pode ser programado ou configurado para controlar vários aspectos do processo de bobinamento para reduzir desperdício ou retardo ou aperfeiçoar desempenho de bobinamento. O controlador pode ser também acoplado a ou parte de um sistema de controle mestre para o bobinador para controlar o módulo de bobinamento ou outros aspectos do bobinador em resposta à detecção de um defeito para reduzir resultados de desperdício ou retardo associados a tipos específicos de eventos de separação. Em uma modalidade específica, o controlador pode controlar também o processo de bobinamento para abortar bobinamento um rolo completo após detecção de um defeito.

[23] Ainda em variações adicionais dessa modalidade exemplar, o controlador pode ser acoplado a sensores de borda de ataque. Por exemplo, os sensores de borda de ataque podem ser utilizados para verificar a presença de uma trama, posição de borda de ataque em relação ao módulo à jusante para precisão de transferência aumentada e detecção de defeitos de borda de ataque no aparelho de transporte de trama.

[24] Uma modalidade exemplar adicional da presente invenção é dirigida a um sistema para monitorar defeitos apropriados para uso com relação a um bobinador que produz um produto enrolado a partir de uma trama. O bobinador pode incluir um aparelho de transporte de trama e uma pluralidade de módulos de bobinamento independentes sobre os quais a trama é enrolada para formar o produto enrolado durante o processo de

bobinamento. Os módulos de bobinamento independentes podem definir uma direção transversal perpendicular genericamente à direção em que a trama é transportada no aparelho de transporte de trama.

[25] O sistema pode incluir uma pluralidade de primeiros sensores associados a, pelo menos, um dentre a pluralidade de módulos de bobinamento independentes. Os primeiros sensores podem ser posicionados para varrer através de uma largura do aparelho de transporte em pontos distintos através da largura em um local à jusante do módulo de bobinamento. Cada da pluralidade de primeiros sensores pode ser configurada para detectar um defeito durante o processo de bobinamento.

[26] O sistema pode incluir ainda um segundo sensor associado a, pelo menos, um dentre a pluralidade de módulos de bobinamento independentes. O segundo sensor pode ser posicionado para varrer através da direção transversal do aparelho de transporte em um local próximo à jusante do módulo de bobinamento. O segundo sensor pode ser configurado para detectar um defeito durante o processo de bobinamento.

[27] O sistema pode incluir ainda um controlador acoplado à pluralidade dos primeiros sensores e segundo sensor para cada módulo de bobinamento independente. Em variações dessa modalidade exemplar, o controlador pode ser configurado para classificar um defeito detectado por um dos primeiros sensores ou segundo sensor em um de uma pluralidade de perfis de defeito. Por exemplo, em uma modalidade específica, o controlador pode ser configurado para classificar um defeito em uma pluralidade de perfis de defeito que se baseiam pelo menos em parte em segmentar uma formação de rolo da trama sobre um dos módulos de bobinamento independentes em uma pluralidade de janelas de inspeção e segmentar a pluralidade de primeiros sensores em uma pluralidade de segmentos de sensor de inspeção.

[28] Em uma variação dessa modalidade exemplar, o sistema pode incluir ainda um terceiro sensor associado a, pelo menos, um dentre a

pluralidade de módulos de bobinamento independentes. O terceiro sensor pode ser posicionado para varrer através da direção transversal do aparelho de transporte em um local próximo à montante ao módulo de bobinamento. O terceiro sensor pode ser também configurado para detectar um defeito durante o processo de bobinamento.

[29] Em outra variação dessa modalidade exemplar, o sistema pode incluir ainda uma pluralidade de quartos sensores posicionados para varrer através de uma largura do aparelho de transporte de trama em um local à jusante de todos os módulos de bobinamento. A pluralidade de quartos sensores pode ser posicionada para varrer uma largura do aparelho de transporte de trama em um local a jusante dos primeiros sensores. O controlador pode ser configurado para classificar um defeito detectado por um dos quartos sensores em um perfil de defeito com base pelo menos em parte na segmentação dos quartos sensores em uma pluralidade de segmentos de sensor de inspeção.

[30] Ainda uma modalidade exemplar adicional da presente invenção é dirigida a um método apropriado para uso com relação a um bobinador que produz um produto enrolado de uma trama. O bobinador inclui um aparelho de transporte de trama para transportar uma trama e uma pluralidade de módulos de bobinamento independentes sobre os quais a trama é enrolada para formar o produto enrolado durante um processo de bobinamento. Cada da pluralidade de módulos de bobinamento independentes define uma direção transversal genericamente perpendicular à direção em que a trama é transportada pelo aparelho de transporte de trama. O método inclui varrer com pelo menos um sensor uma região próxima a cada da pluralidade de módulos de bobinamento independentes; detectar um defeito associado a, pelo menos, um dentre a pluralidade de módulos de bobinamento independentes com pelo menos um sensor; iniciar um corte para o módulo de bobinamento quando um defeito é detectado; separar o produto enrolado do

módulo de bobinamento; e transferir a trama para um módulo de bobinamento diferente enquanto o produto enrolado está sendo separado do módulo de bobinamento.

[31] Essas e outras características, aspectos e vantagens da presente invenção se tornarão mais bem entendidas com referência à seguinte descrição e reivindicações apensas. Os desenhos em anexo, que são incorporados em e constituem parte desse relatório descritivo, ilustram modalidades da invenção e, juntamente com a descrição, servem para explicar os princípios da invenção.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[32] A Figura 1 é uma vista em perspectiva de uma modalidade exemplar de um bobinador. Esse bobinador inclui uma pluralidade de módulos de bobinamento independentes que são posicionados na direção de trama com relação um ao outro e substancialmente contido em uma armação modular.

[33] A Figura 2 é uma vista em perspectiva de uma modalidade exemplar de um bobinador. Esse desenho mostra uma pluralidade de módulos de bobinamento independentes, que estão executando as várias funções de um ciclo de bobinamento de tora.

[34] A Figura 3 é uma vista plana de uma modalidade exemplar de um bobinador. O desenho mostra uma pluralidade de módulos de bobinamento independentes linearmente situados em relação mútua e executando as várias funções de um ciclo de bobinamento de tora.

[35] A Figura 4 é uma vista em elevação frontal de uma modalidade exemplar de um bobinador. O desenho mostra uma pluralidade de módulos de bobinamento independentes linearmente situados em relação mútua e executando as várias funções de um ciclo de bobinamento de tora.

[36] A Figura 5 é uma vista em elevação lateral de uma modalidade exemplar de um bobinador. O desenho mostra módulos de

bobinamento além de outros módulos, que executam funções em uma trama.

[37] A Figura 6 é uma vista em elevação lateral de uma modalidade exemplar de um módulo de bobinamento independente. O desenho mostra o módulo de bobinamento engatando uma trama e formando um produto enrolado através de bobinamento central e de superfície.

[38] A Figura 7 é uma vista em elevação lateral de uma modalidade exemplar de um módulo de bobinamento. O desenho mostra o módulo de bobinamento utilizando rolos para formar um produto enrolado através de bobinamento de superfície somente.

[39] A Figura 8 é uma elevação lateral de uma modalidade exemplar de um bobinador. O desenho mostra uma pluralidade de módulos de bobinamento independentes sendo radialmente situados em relação mútua e interagindo com um aparelho de transporte de trama circular.

[40] A Figura 9 é uma vista em elevação lateral de uma modalidade exemplar de um módulo de bobinamento independente. O desenho mostra um módulo de bobinamento que interage com um aparelho de transporte de trama circular.

[41] A Figura 10 é uma vista em perspectiva de uma trama sendo transportada por um aparelho de transporte de trama em proximidade com um mandril tendo um núcleo.

[42] A Figura 11 é uma vista em perspectiva de um mandril de rotação e núcleo que estão bobinando uma trama.

[43] A Figura 12 é uma vista em perspectiva de um produto enrolado com um núcleo que é mostrado sendo retirado de um mandril.

[44] A Figura 13 é uma vista em perspectiva de um mandril que está em posição para carregar um núcleo.

[45] A Figura 14 é uma vista em perspectiva que mostra um núcleo sendo carregado sobre um mandril através de um aparelho de carregamento de núcleo.

[46] A Figura 15 é uma vista lateral de uma modalidade de um aparelho para romper uma trama em movimento.

[47] As Figuras 16 até 23 são vistas em perspectiva de uma modalidade alternativa de um aparelho de carregamento de núcleo mostrando sequencialmente um núcleo sendo carregado sobre um mandril e então uma tora de produto acabado sendo retirada do mandril.

[48] A Figura 24 é uma vista lateral da montagem de carregamento de núcleo ilustrada nas Figuras 16 até 23.

[49] A Figura 25 é um diagrama de blocos que ilustra uma arquitetura de hardware exemplar para implementar um sistema de controle assíncrono.

[50] A Figura 26 é um diagrama de blocos da arquitetura de sistema de controle geral de uma modalidade generalizada, exemplar de um sistema de controle assíncrono distribuído.

[51] A Figura 27 é um diagrama de blocos de uma arquitetura de controle exemplar para uma máquina bobinadora/rebobinadora modular.

[52] As Figuras 28A - 28C ilustram vários diagramas de temporização hipotético exemplares para uma máquina generalizada.

[53] As Figuras 29A e 29B representam diagramas de temporização exemplares para componentes em uma máquina bobinadora/rebobinadora controlada assincronamente.

[54] A Figura 30 é um diagrama de blocos que ilustra um sistema de inspeção exemplar de acordo com uma modalidade exemplar da presente invenção.

[55] A Figura 31 é uma vista plana de um bobinador exemplar que ilustra um layout de sensor exemplar para um sistema de inspeção exemplar de acordo com uma modalidade exemplar da presente invenção.

[56] A Figura 32 é um fluxograma de um método de inspeção exemplar de acordo com uma modalidade exemplar da presente invenção.

[57] A Figura 33 é uma segmentação de janela de inspeção exemplar baseada em formação de rolo de acordo com uma modalidade exemplar da presente invenção.

[58] As Figuras 34-37 ilustram informações de *display* exemplar para exibição em uma interface de usuário associada a uma modalidade exemplar da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[59] Será feita agora referência em detalhe a modalidades exemplares da invenção, um ou mais exemplos das quais são ilustrados nos desenhos. Cada exemplo é fornecido como explicação da invenção, e não pretende ser uma limitação da invenção. Por exemplo, aspectos ilustrados ou descritos como parte de uma modalidade exemplar podem ser utilizados com outra modalidade exemplar para fornecer ainda uma terceira modalidade exemplar. Pretende-se que a presente invenção inclua essas e outras modificações e variações. Os termos “incluindo” e “compreendendo” são utilizados de forma intercambiável e ambos são destinados como termos ilimitados.

[60] Em vários exemplos aqui, métodos e sistemas de registro e inspeção são discutidos no contexto de controlar um bobinador que é capaz de bobinar trama de um rolo-mãe para formar um produto enrolado. Entretanto, antes de discutir os detalhes estruturais e operacionais de modalidades exemplares de bobinadores, é importante observar que a discussão de tipos e arranjos específicos de máquinas e funções e tarefas realizadas por tais máquinas é para fins de exemplo somente. A saber, a operação desejada de um bobinador exemplar e componentes exemplares utilizados para obter tal operação é inicialmente discutida. Discussão adicional pertinente a modalidades exemplares de bobinador/rebobinadores pode ser encontrada nos Pedidos de Patente U.S. Números 10/085.813, depositado em 28 de Fevereiro de 2002 e 11/799.043, depositado em 30 de Abril de 2007, os quais são

ambos incorporados pelo presente a título de referência. O relatório descritivo exporá então princípios de controle assíncronos que podem ser utilizados para obter a operação desejada das bobinadores são discutidos em mais detalhe. Posteriormente no relatório descritivo, sistemas e métodos de registro e inspeção que podem ser utilizados de acordo com modalidades da presente invenção serão expostos. Deve ser entendido que a matéria exposta aqui pode ser aplicada a qualquer tipo ou tipos de maquinaria ou processo, independente de tamanho, arranjo, função pretendida, e similar, e não é limitado ao uso somente com bobinadores/rebobinadores.

I. Discussão de aspectos exemplares de uma máquina de bobinamento modular

[61] Um bobinador pode compreender um módulo de bobinamento que tem um mandril giratório que engata a borda de ataque de uma trama em movimento. Após transferência da borda de ataque da trama para o núcleo, o mandril de bobinamento é desengatado do aparelho de transporte removendo qualquer pressão de *nip* para o restante do bobinamento. A trama pode ser bobinada em torno do núcleo através da rotação do mandril acionado no centro. Esse tipo de bobinamento é conhecido como bobinamento central. Adicionalmente, o mandril pode ser colocado sobre a trama para formar e manter pressão de *nip* entre o mandril de bobinamento e a trama. A trama pode ser bobinada em torno do núcleo através da rotação do mandril acionado na superfície. Esse tipo de bobinamento é uma forma de bobinamento de superfície. Como tal, o módulo de bobinamento pode bobinar trama em um produto enrolado por bobinamento central, bobinamento de superfície e combinações de bobinamento de centro e superfície. Isso permite a produção de produtos bobinados com graus variáveis de maciez e dureza.

[62] Além disso, em vários exemplos, o sistema de controle é utilizado para controlar um bobinador que tem uma pluralidade de módulos de bobinamento independentes e outros. Cada módulo de bobinamento

individual pode bobinar a trama de tal modo que se um ou mais módulos sejam desabilitados, os módulos restantes podem continuar a bobinar sem interrupção. Isso permite que assistência de operador e manutenção de rotina ou reparos de um módulo sejam feitos sem parar o bobinador. Essa configuração tem vantagens específicas em que desperdício é eliminado e eficiência e velocidade da produção do produto enrolado são aperfeiçoados.

[63] Um módulo de bobinamento 12 como mostrado na Figura 1 pode ser utilizado para bobinar uma trama 36 e formar um produto enrolado 22. Embora uma pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes possa ser utilizada para produzir produtos bobinados 22, a explicação do funcionamento somente de um módulo de bobinamento 12 é necessário para entender o processo de construção do produto enrolado 22.

[64] Com referência à Figura 5, uma trama 36 é transportada por um aparelho de transporte de trama 34 como mostrado. A trama 36 é cortada até um comprimento determinado pelo uso de, por exemplo, um módulo de corte 60 pode ser configurada como uma barra de aperto como revelado na patente US número 6.056.229. Entretanto, qualquer outro modo apropriado de cortar a trama 36 até um comprimento desejado pode ser empregado. Por exemplo, outra modalidade de um módulo de corte 60 é mostrada na Figura 15 que será descrita em mais detalhe abaixo. Adicionalmente, a trama 36 pode ser perfurada por um módulo de perfuração 64 e tem adesivo aplicada à mesma por um módulo aplicador de adesivo de vedação de cauda/transferência 62 como também mostrado na Figura 5. Adicionalmente, em outras modalidades exemplares, adesão pode ser aplicada ao núcleo 24 como oposto à trama 36. Com referência novamente à Figura 10, o mandril 26 é abaixado para uma posição pronta para bobinar e espera a trama 36. Durante, antes de ou após abaixamento, o mandril 26 é acelerado de modo que a velocidade do mandril 26 case com a velocidade da trama 36. O mandril 26 tem um núcleo 24 localizado no mesmo. O núcleo 24 é movido para

contato com a borda de ataque da trama 36. A trama 36 é então bobinada sobre o núcleo 24 e é fixada ao núcleo 24, por exemplo, pelo adesivo anteriormente aplicado ou e pelo contato entre o núcleo 24 e a trama 36.

[65] A Figura 11 mostra a trama 36 sendo bobinada sobre o núcleo 24. O bobinamento da trama 36 sobre o núcleo 24 pode ser controlado pela pressão do núcleo 24 sobre o aparelho de transporte de trama 34 para formar um *nip*. A magnitude com a qual o núcleo 24 é prensado sobre o aparelho de transporte de trama 34 cria uma pressão de *nip* que pode controlar o bobinamento da trama 36 sobre o núcleo 24. Adicionalmente, a tensão de entrada da trama 36 pode ser controlada para efetuar o bobinamento da trama 36 sobre o núcleo 24. Outro controle que é possível bobinar a trama 36 sobre o núcleo 24 envolve o torque do mandril 26. A variação do torque no mandril 26 causará uma variância no bobinamento da trama 36 sobre o núcleo 24. Alguns ou todos esses tipos de controles de bobinamento, “*nip*, tensão, e diferencial de torque” podem ser empregados, individualmente ou em combinação. Como será discutido abaixo, esses e outros controles podem ser obtidos em múltiplos modos, incluindo por variar carne e outros perfis de movimento, e/ou por variar a temporização relativa de sinais mestre virtuais.

[66] Se não feito anteriormente, a trama 36 pode ser cortada uma vez que o comprimento desejado de trama 36 foi bobinado sobre o núcleo 24. Nesse ponto, a borda de ataque da próxima trama 36 será movida pelo aparelho de transporte de trama 34 para contato com outro módulo de bobinamento 12 (não mostrado na Figura 11).

[67] A Figura 12 mostra o mandril 26 sendo movido de uma posição de bobinamento para uma posição acima do aparelho de transporte de trama 34 por uma operação de carregamento de núcleo e extração de tora. O comprimento bobinado de trama 36 é mostrado na Figura 12 como sendo um produto enrolado 38 com um núcleo 24. Agora, uma função de extração é realizada que move o produto enrolado 38 com um núcleo 24, conhecido na

técnica como uma “tora” (“log”), para fora do mandril 26. Esse mecanismo é mostrado como um aparelho de extração de produto 28 na Figura 2. O produto enrolado 38 com um núcleo 24 é movido sobre um aparelho de transporte de produto enrolado 20 como mostrado nas Figuras 1 e 2. Em outras modalidades, a tora não inclui um núcleo 24.

[68] Após o produto enrolado 38 com um núcleo 24 ser extraído do mandril 26, o mandril 26 é movido para uma posição de carregamento de núcleo como mostrado na Figura 13. O aparelho de extração de produto 28 é mostrado em mais detalhe na Figura 2. Após o aparelho de extração de produto 28 terminar a extração do produto enrolado 38 com um núcleo 24, o aparelho de extração de produto 28 é localizado na extremidade do mandril 26, que estabiliza o mandril e o aparelho de extração de tora/carregamento de núcleo. Além disso, o aparelho de extração de produto 28 ajuda a localizar adequadamente o ponto de extremidade do mandril 26 para o carregamento de um núcleo 24.

[69] A Figura 14 mostra uma modalidade de um núcleo 24 sendo carregado sobre o mandril 26. o carregamento do núcleo 24 é afetado por um aparelho de carregamento de núcleo 32. O aparelho de extração de produto também pode servir como um aparelho de carregamento de núcleo. O aparelho de carregamento de núcleo 32 pode ser simplesmente um engate friccional entre o aparelho de carregamento de núcleo 32 e o núcleo 24. Entretanto, o aparelho de carregamento de núcleo 32 pode ser configurado em outros modos conhecidos na técnica.

[70] A Figura 1 mostra uma modalidade exemplar de um bobinador como uma “rebobinador” 10 com uma pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes dispostos em um modo linear em relação mútua. Uma armação 14 sustenta a pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes. Um aparelho de transporte de trama 34 está presente que transporta a trama 36 para contato eventual com a pluralidade de módulos de

bobinamento 12 independentes. A armação 14 compreende uma pluralidade de montantes 16 sobre os quais a pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes é (nesse exemplo) deslizavelmente engatado e suportado. A armação 14 também pode ser compreendida de seções de armação modular que engatariam entre si para formar uma estrutura rígida. O número de seções de armação modular coincidiria com número de módulos de bobinamento utilizados.

[71] Situada adjacente à armação 14 há uma série de aparelhos de fornecimento de núcleo 18. Uma pluralidade de núcleos 24 pode ser incluída em cada aparelho de fornecimento de núcleo 18. Esses núcleos 24 podem ser utilizados pela pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes para formar produtos bobinados 22. Depois de formados, os produtos bobinados 22 podem ser removidos da pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes e colocados sobre um aparelho de transporte de produto enrolado 20. O aparelho de transporte de produto enrolado 20 é localizado próximo à armação 14 e aparelho de transporte de trama 34.

[72] A Figura 2 mostra um rebobinador 10 como substancialmente mostrado na Figura 1, porém tendo a armação 14 e outras partes removidas para clareza. Nessa modalidade exemplar, a pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes é composta de seis módulos de bobinamento 1-6. Entretanto, deve ser entendido que um número maior ou menor de módulos de bobinamento 12 independentes pode ser utilizado em outras modalidades.

[73] Cada módulo de bobinamento 1-6 é mostrado executando uma função diferente. O módulo de bobinamento 1 é mostrado no processo de carregar um núcleo 24 sobre o mesmo. A pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes é dotada de um aparelho de carregamento de núcleo para colocar um núcleo 24 sobre um mandril 26 da pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes. Qualquer número de variações de

um aparelho de carregamento de núcleo pode ser utilizado. Por exemplo, o aparelho de carregamento de núcleo pode ser uma combinação de uma haste que estende no aparelho de fornecimento de núcleo 18 e empurra um núcleo 24 parcialmente sobre o mandril 26 e um mecanismo fixado ao acionador linear do aparelho de extração de produto 28 que se engata friccionalmente e puxa o núcleo 24 pela distância restante sobre o mandril 26. Como mostrado na Figura 2, o módulo de bobinamento 1 está no processo de puxar um núcleo 24 do aparelho de fornecimento de núcleo 18 e posicionar o núcleo 24 sobre o mandril 26.

[74] As Figuras 16-24 mostram uma modalidade de um aparelho de carregamento de núcleo. Em particular, as Figuras 16-23 ilustram uma sequência de carregar um núcleo 24 sobre um mandril 26 para formar um produto enrolado 22 que é então extraído do mandril 26.

[75] O mandril 26 como mostrado é sustentado em uma extremidade por uma montagem de apoio 214. Na extremidade oposta, o mandril 26 é engatável com um braço de acoplamento 70. O braço de acoplamento 70 está em comunicação com um acionador (como um motor) 206. O acionador 206 faz com que o braço de acoplamento gire desse modo engatando e desengatando a extremidade do mandril 26. Por exemplo, na Figura 20, o braço de acoplamento 70 é mostrado na posição engatada para suportar a extremidade do mandril 26. O braço de acoplamento 70 é utilizado para engatar e sustentar a extremidade do mandril 26 durante bobinamento. Ao carregar o núcleo 24 ou quando extrai um produto enrolado do mandril 26, por outro lado, o braço de acoplamento 70 desengata o mandril 26. Quando o braço de acoplamento 70 é desengatado do mandril 26, o estabilizador 204 da montagem de carregamento de núcleo engata o mandril para sustentar o mandril enquanto um núcleo está sendo carregado.

[76] A montagem de carregamento de núcleo 200 e o acionador 208 podem ser colocados em comunicação com um controlador, como um

microprocessador que é capaz de acionar uma sequência para carregar um núcleo sobre o mandril em uma posição desejada e então extrair um produto enrolado do mandril. Como será observado abaixo, em algumas modalidades, cada módulo de bobinamento independente 12 pode ser associado a um controlador de módulo respectivo que compreende o microprocessador acionando a sequência de extração/carregamento. Uma sequência para carregar um núcleo sobre o mandril é ilustrada nas Figuras 16-23.

[77] Após engate do núcleo, o núcleo 24 é puxado sobre o mandril 26 como mostrado na Figura 19 utilizando o acionador 208. O acionador 208 pode ser configurado para colocar o núcleo 24 em uma posição específica no mandril 26. Após o núcleo 24 ser posicionado em uma posição específica, o dispositivo de agarramento 202 pode liberar o núcleo como mostrado na Figura 20. A montagem de carregamento de núcleo 200 é então movida adicionalmente para extremidade do mandril para evitar interferência como núcleo 24 à medida que uma trama de material é enrolada sobre o núcleo. Também como mostrado na Figura 20, o braço de acoplamento 70 é movido de volta para engate com o mandril 26.

[78] Após o núcleo 24 ser carregado sobre o mandril 26 como mostrado na Figura 20, um produto enrolado 22 é formado no mandril como mostrado na Figura 21. De vantagem específica, nessa modalidade, a montagem de carregamento de núcleo 200 pode ser também utilizada para extrair o produto enrolado 22 do mandril 26. Por exemplo, como mostrado na Figura 22, após formação do produto enrolado 22, o acionador 208 pode mover a montagem de carregamento de núcleo 200 para engate com o produto enrolado para deslizar o produto enrolado para fora do mandril 26 como mostrado na Figura 23. O produto enrolado 22 após extração do mandril 26 pode ser então alimentado para um aparelho de transferência de produto enrolado. De vantagem específica, a montagem de carregamento de núcleo 200 estabiliza o mandril à medida que empurra o produto enrolado para fora

do mandril. Em particular, a montagem de carregamento de núcleo 200 retém a extremidade livre aberta do mandril que reduz o arranque (*whip*) do mandril e, portanto evita contra desalinhamentos. Além disso, após o produto enrolado ser extraído do mandril, a montagem de carregamento de núcleo 200 está em uma posição para engatar e puxar um novo núcleo sobre o mandril.

[79] Com referência novamente à Figura 2, o módulo de bobinamento 2 é mostrado como tendo removido o produto enrolado 22 a partir de seu mandril 26. O produto enrolado 22 é colocado sobre um aparelho de transporte de produto enrolado 20. Nesse caso, o produto enrolado 22 é um produto enrolado com um núcleo 38. Tal produto enrolado com um núcleo 38 é um produto enrolado 22 que é formado por ter a trama 36 sendo espiralmente envolto em torno de um núcleo 24. Deve ser entendido que o produto enrolado 22 também pode ser um produto enrolado que não tem um núcleo 24 e em vez disso é simplesmente um rolo sólido de trama bobinada 36. Também pode ser o caso de que o produto enrolado 22 não inclui um núcleo 24, porém tem uma cavidade no centro do produto enrolado 22. Várias configurações de produto enrolado 22 podem ser desse modo formadas.

[80] O módulo de bobinamento 4 é mostrado como estando no processo de bobinar a trama 36 para formar o produto enrolado 22. Esse processo de bobinamento pode ser bobinamento central, bobinamento de superfície, ou uma combinação de bobinamento central e de superfície. Esses processos serão explicados em maior detalhe abaixo.

[81] O módulo de bobinamento 5 é mostrado em uma posição onde está pronto para bobinar a trama 36 após o módulo de bobinamento 4 terminar o bobinamento da trama 36 para produzir um produto enrolado 22. Em outras palavras, o módulo de bobinamento 5 está em uma posição “pronta para bobinar”.

[82] O módulo de bobinamento 6 é mostrado na Figura 1 em uma posição “estendida”. Pode ser o caso de que o módulo de bobinamento 6 tem

defeito ou está necessitando de manutenção de rotina e, portanto é movido substancialmente fora de armação 16 para acesso por pessoal de operações ou manutenção. Como tal, o módulo de bobinamento 6 não está em uma posição para bobinar a trama 36 para produzir produto enrolado 22, porém os outros cinco módulos de bobinamento 1-5 são ainda capazes de funcionar sem interrupção para produzir o produto enrolado 22. Por atuar como bobinadores individuais, a pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes permite produção ininterrupta mesmo quando um ou mais dos módulos de bobinamento se torna desabilitado. Como será discutido em detalhe adicional abaixo, a operação de cada módulo de bobinamento pode ser baseada no valor de um sinal mestre virtual de módulo de bobinamento que pode ser sincronizado com um sinal mestre virtual de sistema como desejado. Quando um ou mais módulos se torna desabilitado, o(s) mestre(s) virtual(is) do(s) módulo(s) desabilitado(s) pode(m) ser dessincronizados de modo que o(s) módulo(s) cessa(m) operação enquanto os módulos restantes (se houver) continuam a operação.

[83] Cada módulo de bobinamento 12 pode ter um aparelho de posicionamento 56 (Figura 4). O aparelho de posicionamento 56 move o módulo de bobinamento perpendicularmente com relação ao aparelho de transporte de trama 34, e para e fora de engate coma trama 36. Embora os módulos 12 sejam mostrados como sendo movidos em uma direção substancialmente vertical, outras modalidades exemplares de um bobinados podem ter os módulos 12 movidos horizontalmente ou mesmo girados para posição com relação à trama 36. Outros modos de posicionar os módulos 12 podem ser previstos.

[84] Portanto, cada da pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes pode ser uma unidade independente e pode executar as funções como descrito com relação aos módulos de bobinamento 1-6. O módulo de bobinamento 1 pode carregar um núcleo 24 sobre o mandril 26 se um núcleo

24 for desejado para o produto enrolado específico 22 sendo produzido. A seguir, o módulo de bobinamento 1 pode ser linearmente posicionado de modo a estar em uma posição “pronta para bobinar”. Além disso, o mandril 26 pode ser girado a uma velocidade rotacional desejada e então posicionado pelo aparelho de posicionamento 56 para iniciar contato com a trama 36. A velocidade rotacional do mandril 26 e a posição do módulo de bobinamento 1 com relação à trama 36 podem ser controladas durante a construção do produto enrolado 22. Após término do bobinamento, a posição do módulo 1 com relação à trama 36 variará de modo que o módulo de bobinamento 1 esteja em uma posição para efetuar remoção do produto enrolado 22. O produto enrolado 22 pode ser removido pelo aparelho de extração de produto 28 de tal modo que o produto enrolado 22 seja colocado no aparelho de transporte de produto enrolado 20. Finalmente, o módulo de bobinamento 1 pode ser posicionado de tal modo que seja capaz de carregar um núcleo 24 sobre o mandril 26 se assim desejado. Novamente, se um produto enrolado sem núcleo fosse para ser produzido como o produto enrolado 22, a etapa de carregar, um núcleo 24 seria pulada. Deve ser entendido que outras modalidades exemplares, a operação de carregamento de núcleo 24 e a operação de extração de produto enrolado 22 ocorrem em posições iguais ou diferentes com relação ao mandril 26.

[85] A pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes pode ser ajustada para acomodar para a construção do produto enrolado 22. Por exemplo, se o bobinamento de superfície fosse desejado, a pressão entre o produto enrolado 22 à medida que está sendo formado e o aparelho de transporte de trama 34 pode ser ajustada pelo uso do aparelho de posicionamento 56 durante a construção do produto enrolado 22.

[86] A utilização de uma pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes permite que um rebobinador 10 que é capaz de simultaneamente produzir produto enrolado 22 tenha atribuições variadas. Por

exemplo, os produtos bobinados 22 que são produzidos podem ser feitos de tal modo que tenham contagens de folha diferentes. Além disso, o rebobinador 10 pode ser girado em taxas de ciclo tanto alta quanto baixa com os módulos 12 sendo montados no modo mais eficiente para o produto enrolado 22 sendo formado. Para utilizar princípios de controle assíncrono discutidos aqui, como observado acima, os módulos de bobinamento 12 podem ter controles de bobinamento específicos para cada módulo 12, com um controle de máquina comum. Alterações em tempo real podem ser feitas onde tipos diferentes de produtos bobinados 22 são produzidos sem ter de modificar significativamente ou parar o rebobinador 10. Atributos de rolo em tempo real podem ser medidos e controlados, e em algumas modalidades, a operação não é limitada à taxa de ciclo.

[87] Um bobinados pode ser capaz de produzir um espectro amplo de produtos bobinados 22 e não é limitada a uma largura específica da trama 36. Além disso, a pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes pode ser projetada de tal modo que a manutenção possa ser realizada em qualquer um ou mais dos módulos de bobinamento 1-6 sem ter de interromper a operação, como anteriormente discutido com o módulo de bobinamento 6. Um módulo de bobinamento 12 pode ser removido e trabalhado enquanto o resto mantém em operação. Além disso, ter uma pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes permite um aumento nos intervalos de tempo disponíveis para as funções de carregamento de núcleo 24 e funções de extração do produto enrolado 22.

[88] Por exemplo, como será discutido abaixo, os intervalos de tempo podem ser aumentados por implementar as funções de carregamento de núcleo e extração de produto enrolado como operações reguladas que não são sincronizadas com um valor de contagem de mestre. A permissão de um aumento nesses intervalos de tempo reduz grandemente a ocorrência de erros de extração e carregamento. Além disso, aparelhos da técnica anterior que

experimentam interrupção da operação de bobinamento produzirão frequentemente um produto enrolado 22 que não é completo. Esse desperdício juntamente com o desperdício criado pela troca de um rolo-mãe ou alteração de formato de produto serão reduzidos como resultado do rebobinador 10 utilizar princípios de controle assíncrono. O desperdício pode ser removido do rebobinador 10 pelo uso de um aparelho de remoção de desperdício 200 (Figura 5) como conhecido na técnica.

[89] A Figura 3 mostra um rebobinador 10 tendo uma armação 14 disposta em torno de uma pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes. O aparelho de posicionamento 56 que comunica com os módulos de bobinamento 1-6 é engatado em uma extremidade com os elementos transversais 42, como mostrado na Figura 4. Um elemento de suporte linear vertical 44 está presente na pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes para fornecer um mecanismo de fixação para o aparelho de posicionamento 56 e fornecer estabilidade dos módulos de bobinamento. O aparelho de posicionamento 56 pode ser um atuador de parafuso de bobinador impelido. Entretanto, outros meios de posicionamento da pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes podem ser utilizados. Um elemento de suporte linear horizontal 56 também está presente na pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes. O elemento de suporte linear horizontal 56 pode comunicar com um cursor linear horizontal 54 (como mostrado na Figura 6) para permitir que alguns ou todos da pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes sejam movidos fora da armação 14.

[90] A Figura 6 mostra uma vista em aproximação de uma modalidade exemplar de um módulo de bobinamento. O servo motor 50 pode ser sustentado pela armação de módulo 48, sobre a qual um braço de acoplamento de mandril 70 é configurado. Como pode ser visto, o aparelho de posicionamento 56 pode mover o módulo de bobinamento para engate sobre a

trama 36 à medida que a trama 36 é transportada pelo aparelho de transporte de trama 34. Fazer isso produzirá um *nip* 68 no ponto de contato entre o mandril 26 e o aparelho de transporte 34, com a trama 36 posteriormente sendo bobinada sobre o mandril 26 para produzir um produto enrolado 22.

[91] Será entendido que cada módulo pode ter uma configuração física diferente e pode bobinar utilizando princípios diferentes. Por exemplo, na mesma máquina, um módulo pode compreender um bobinados de superfície, outro módulo pode utilizar bobinamento de núcleo, e outro módulo pode utilizar um mandril a vácuo. Adicionalmente, a produção de um produto enrolado 22 tendo um núcleo 24 ou uma cavidade sem núcleo no produto enrolado 22 pode ser obtida em qualquer outro modo apropriado.

[92] A pluralidade de módulos de bobinamento 12 pode ser também modificada de tal modo que aperfeiçoamentos adicionais sejam realizados. Por exemplo, um aparelho de vedação de cauda 30 pode ser incluído na pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes. Como mostrado na Figura 2, o aparelho de vedação de cauda 30 é localizado no lado inferior da placa 48. O aparelho de vedação de cauda 30 pode ser uma série de furos dos quais um adesivo é pulverizado sobre o produto enrolado 22 à medida que os comprimentos finais da trama 36 são bobinados sobre o produto enrolado 22. O adesivo faz com que a extremidade traseira da trama 36 seja aderida ao produto enrolado 22. Portanto, é possível vedar a cauda do produto enrolado 22 antes de ser descarregado para o aparelho de transporte de produto enrolado 20. Evidentemente, também pode ser possível fornecer adesivo para a trama 36 em um ponto diferente do que na pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes. Como mencionado, por exemplo, adesivo pode ser aplicado pelo módulo de vedação de cauda 62 como mostrado na Figura 5. Além disso, também pode ser o caso em que a vedação da cauda da trama 36 sobre o produto enrolado 22 possa ser feito *off-line*, além do bobinador.

[93] Para colocar a trama 36 sobre o mandril 26, o mandril 26 como mostrado na Figura 6, pode ser um mandril fornecido a vácuo. Tal mandril a vácuo 26 puxará a trama 36 sobre o mandril 26 por meio de um vácuo fornecido através de todo ou partes do mandril a vácuo 26. Outros modos de auxiliar a transferência da trama 36 sobre o mandril 26 são também possíveis. Por exemplo, um jato de ar pode ser fornecido sob a superfície do aparelho de transporte de trama 34 ou um aparelho de ação de came pode ser colocado sob o aparelho de transporte de trama 34 para propelar a trama 36 para contato com o mandril 26. Além disso, o aparelho de posicionamento 56 pode ser utilizado para empurrar o módulo de bobinamento para baixo sobre a trama 36 para efetuar o bobinamento. Novamente, o rebobinador 10 é desse modo capaz de produzir um produto enrolado 22 que tem um núcleo, o qual é sólido sem um núcleo ou cavidade através do mesmo, ou que não tem um núcleo, porém tem uma cavidade através do mesmo. Tal produto enrolado 22 que é produzido sem um núcleo 24, ainda assim tendo uma cavidade através do mesmo poderia ser produzido por uso de um mandril fornecido a vácuo 26.

[94] A Figura 5 mostra uma modalidade exemplar de um rebobinador 10 que faz uso de vários módulos à montante da pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes. Por exemplo, um módulo de corte 60 é utilizado que corta a trama 36 após uma quantidade desejada de trama 36 ser transportada para a produção de um produto enrolado 22. Esse corte cria uma nova borda de ataque para o próximo módulo de bobinamento disponível 1-6 engatar. Entretanto, deve ser entendido que um módulo de corte 60 pode ser utilizado em locais imediatamente adjacentes a ou no *nip* 68 da pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes. Além disso, a Figura 5 mostra um módulo de aplicação de adesivo 62 no aparelho de transporte de trama 34 para aplicar adesivo ou uma fita adesiva sobre a trama 36. Um módulo de perfuração 64 também é fornecido para perfurar a trama 36.

[95] Uma modalidade específica de um módulo de corte 60 que é particularmente bem adequado para romper a trama 36 enquanto móvel é mostrada na Figura 15. Em particular, o módulo de corte 60 como ilustrado na Figura 15 pode formar uma ruptura na trama 36 sem ter de parar ou desacelerar a trama durante o processo de bobinamento.

[96] Como mostrado, o módulo de corte 60 inclui um rolo giratório 300, como um rolo de vácuo que gira com a trama 36 e define uma superfície de transporte 302. Nessa modalidade, o rolo de vácuo 300 é colocado adjacente a um rolo de guia 304 que pode receber a trama 36 de um rolo-mãe ou diretamente de um processo de fabricação de papel. Não é mostrado um módulo de perfuração 64. A trama 36, entretanto, pode ser perfurada à medida que é desbobinada ou pode ser pré-perfurada.

[97] Também é mostrado na Figura 5 um aparelho de remoção de refugo 200 para remover trama extra 36 que resulte de falhas como rupturas de trama, e partidas de máquina. Esse refugo é movido para a extremidade do aparelho de transferência de trama 34 e então removido. O controle assíncrono de uma pluralidade de módulos individuais 12 reduz a quantidade de refugo porque após detecção de uma falha, o módulo afetado 12 pode ser parado antes que o produto enrolado seja totalmente bobinado. A trama pode ser então cortada em movimento e uma nova borda de ataque transferida para o próximo módulo disponível. Qualquer refugo é movido para a extremidade do aparelho de transferência de trama 34 e então removido.

[98] Como foi observado acima, através do uso de controle assíncrono, cada dos módulos de bobinador 1-6 da pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes não se baseia na operação bem sucedida de quaisquer dos outros módulos 16. Isso permite que o rebobinador 10 opere sempre que problemas que ocorrem comumente durante o processo de bobinamento surjam. Tais problemas poderiam incluir, por exemplo, rupturas de trama, rolos expandidos, transferências perdidas e erros de carregamento

de núcleo. O rebobinador 10 não terá, portanto de parar sempre que um ou mais desses problemas ocorrem porque os módulos de bobinamento 1-6 podem ser programados para detectar um problema e trabalhar no problema específico sem parar. Por exemplo, se um problema de ruptura de trama ocorrer, o rebobinador 10 pode realizar um corte de trama por um módulo de corte 60 e então iniciar uma nova sequência de transferência para iniciar um novo bobinamento em torno do módulo de bobinamento disponível 1-6, seguinte.

[99] Por exemplo, o módulo que está bobinando quando a trama rompe pode descontinuar a operação, devido a sua própria detecção de uma falha ou em resposta a um comando de um controlador central de máquina. Simultaneamente ou logo após, o controlador central de máquina pode determinar o próximo ponto de engate disponível para a trama com base na temporização do corte de trama e dados conhecidos em relação ao tempo de espera mínimo (expresso como valores de contagem) para um módulo “pronto” para engatar a trama. Um módulo pronto poderia ser comandado para engatar seu mestre virtual em uma contagem de mestre de sistema apropriado de modo a começar a operação na borda recentemente cortada. Dependendo do tempo de espera, a trama pode ser cortada novamente para fornecer uma borda de ataque a ser engatada pelo módulo de bobinamento. Evidentemente, em outras modalidades, o módulo poderia engatar a trama em um ponto diferente de uma borda, dependendo do tipo de bobinamento que é utilizado.

[100] Qualquer porção da trama 36 que não foi bobinada deslocaria até a extremidade do aparelho de transporte de trama 34 onde um aparelho de remoção de refugo 200 poderia ser utilizado para remover e transportar o refugo para um local remoto do rebobinador 10. O aparelho de remoção de refugo 200 poderia ser, por exemplo, um sistema de transporte de ar. O módulo de bobinamento 1-6 cujo ciclo de bobinamento foi interrompido

devido à ruptura de trama poderia ser então posicionado de acordo e iniciar remoção do produto enrolado inadequadamente formado 22. Subsequentemente, o módulo de bobinamento 1-6 poderia reiniciar a operação normal. Durante esse tempo inteiro, o rebobinador 10 não teria de parar. Em vez disso, a sequência operacional poderia ser modificada para prosseguir sem o módulo com defeito. Após o defeito ser resolvido, o módulo poderia ser retornado ao estado “pronto” e então incluído na sequência operacional em qualquer ponto apropriado (se necessário).

[101] Outra modalidade exemplar de bobinamento envolve o uso de uma trama com fenda. Aqui, a trama 36 é cortada uma ou mais vezes na direção da máquina e cada seção de venda é encaminhada para uma pluralidade de módulos de bobinamento 12. Portanto, é possível bobinar a trama 36 por dois ou mais módulos 12 ao mesmo tempo.

[102] Em algumas modalidades, o processo de bobinamento pode ser realizado em uma extremidade de uma máquina de papel *tissue*. Desse modo, a trama de papel *tissue* 36 poderia ser diretamente convertida em rolos de tamanho de produto 22 que, por sua vez, evitaria a necessidade de primeiramente bobinar um rolo-mãe durante a fabricação e processo de rebobinar subsequente.

[103] A pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes da Figura 5 é disposta em uma direção substancialmente linear. Além disso, o aparelho de transporte de trama 34 também é de orientação linear no local próximo à pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes. As modalidades representadas são de uma orientação do dispositivo de transporte de trama em um plano substancialmente horizontal. Entretanto, deve ser percebido que qualquer orientação diferente de horizontal poderia ser utilizada. Além disso, as modalidades representadas utilizam módulos que engatam somente um lado do aparelho de transporte de trama. Deve se entendido que um bobinador poderia ser configurado onde os módulos de

bobinamento engatam mais de um lado do aparelho de transporte de trama.

[104] A Figura 8 mostra uma configuração alternativa tanto do aparelho de transporte de trama 34 como da pluralidade de módulos de bobinamento 12 independentes. A modalidade exemplar mostrada na Figura 8 é uma pluralidade de módulos de bobinamento 12 que são radialmente dispostos em relação mútua, e um aparelho de transporte de trama 34 que é de formato cilíndrico. O aparelho de transporte de trama 34 nesse caso pode ser, por exemplo, um rolo de vácuo. Cada dos módulos de bobinamento 1-6 é disposto em torno do aparelho de transporte de trama 34 de tal modo que os módulos de bobinamento 1-6 sejam movidos no sentido e afastando do aparelho de transporte de trama 34 pelo aparelho de posicionamento 56.

[105] A Figura 9 revela uma modalidade exemplar de um módulo de bobinamento que é utilizado na configuração revelada na Figura 8. O módulo de bobinamento da Figura 9 é substancialmente igual ao módulo de bobinamento mostrado na Figura 6, embora configurado para uma configuração de conjunto circular ao contrário de uma configuração de conjunto linear.

II. Princípio geral de controle assíncrono

[106] Como foi discutido acima, um bobinador/rebobinador pode compreender uma pluralidade de módulos independentes. Controles de bobinamento (e outro) podem ser configurados especificamente para cada módulo em um modo que os módulos não se baseiam necessariamente em operação bem sucedida de outros módulos. Em algumas modalidades, isso pode ser obtido através do uso de um sistema de controle distribuído que permite controle assíncrono dos vários módulos no sistema. Embora alguns dos exemplos a seguir discutidos posteriormente abaixo se refiram a um bobinador modular/rebobinador, será reconhecido que os princípios de controle podem ser aplicáveis em qualquer tipo de máquina ou ferramenta compreendendo uma pluralidade de módulos configuráveis para operação

independente.

[107] A Figura 25 é um diagrama de blocos que ilustra uma arquitetura de hardware exemplar 500 para implementar um sistema de controle assíncrono. O controlador de movimento central de máquina 510 é ligado a controladores para vários módulos compreendendo a máquina. Nesse exemplo, o controlador de movimento central de máquina 510 é ligado ao controlador 520 do módulo 1, controlador 522 do módulo 2, controlador 524 do módulo 3, e controlador 526 do módulo n. embora quatro controladores de módulo sejam mostrados na Figura 25, será entendido que um número maior ou menor de controladores de módulo pode ser utilizado dependendo da máquina específica e implementação de sistema de controle. Por exemplo, em uma máquina compreendendo seis módulos de bobinamento 12, a arquitetura de hardware poderia compreender seis controladores de módulo de bobinamento respectivos, juntamente com um ou mais outros controladores de módulo para corte, aplicação de adesivo e perfuração. Voltando ao exemplo da Figura 25, o controlador de movimento central de máquina 510 e controladores de módulo 520, 522, 524 e 526 podem compreender individualmente qualquer tipo apropriado ou arranjo de dispositivos de computação, como computadores de propósito geral, controladores de hardware baseados em microprocessador especializado e similar. Em algumas modalidades, alguns ou todos os aspectos dos controladores de módulo e/ou controlador de movimento central podem ser implementados como unidades lógicas separadas utilizando o mesmo dispositivo ou dispositivos de computação. Alguns aspectos do sistema de controle podem ser implementados por software ou hardware especializado (como circuitos integrados de aplicação específica).

[108] Dito em termos gerais, conexões 512, 514, 516 e 518 podem compreender qualquer tipo apropriado ou combinação de tipos de conexões de dados. Por exemplo, as conexões podem compreender conexões Ethernet,

conexões de rede de controle, e/ou quaisquer outros tipos de conexão apropriados. Além disso, nesse exemplo, links individuais são mostrados entre controlador de movimento central 510 e cada módulo. Entretanto, em outras modalidades, os módulos e controlador de movimento central 510 são conectados a uma rede e/ou entre si através de conexões pares.

[109] Em operação, o controlador de movimento central de máquina 510 envia comandos e consultas para os vários controladores de módulo para implementar uma sequência de operação para a máquina e recebe dados de estado dos módulos. Por exemplo, se os vários controladores de módulo correspondem a partes de um bobinador/rebobinador, então o controlador de movimento central 510 pode enviar comandos para módulos de bobinamento e corte para cortar material e realizar operações de bobinamento. Se um ou mais módulos fornecerem uma mensagem indicando uma falha, o controlador de movimento central de máquina 510 pode ajustar operação da máquina para tratar da falha e tentar continuar a operação.

[110] Independente da arquitetura de hardware subjacente, o controle de máquina pode ser distribuído para operação assíncrona utilizando pelo menos um mestre de sistema e um mestre virtual de subsistema, com pelo menos alguns componentes de máquina sincronizados com o mestre virtual de subsistema. Por exemplo, em algumas modalidades, um sistema de controle para uma máquina modular pode fornecer, produzir ou de outro modo gerar um mestre virtual de sistema e pelo menos um mestre virtual de módulo, com componentes de módulo sincronizados direta ou indiretamente com o mestre virtual de módulo. O controlador de movimento central de máquina 510 pode fornecer um sinal que representa o mestre virtual de sistema e comandos para um ou mais controladores de módulo. O controlador de movimento central 510 pode acessar um ou mais programas de controle que definem uma ou mais sequências de operação. Com base nas sequências de operação, o controlador de movimento central pode calcular temporizações

exigidos e enviar comandos para o(s) controlador(es) de módulo para sincronizar adequadamente o(s) mestre(s) virtual(is) de módulo para pontos dados respectivos no mestre virtual de sistema para implementar as operações desejadas. Além disso, o ponto dado para cada módulo pode alterar entre ciclos operacionais de mestre virtual do sistema enquanto as outras porções da máquina ou sistema permanecem em movimento.

[111] A Figura 26 ilustra um diagrama de blocos da arquitetura de sistema de controle geral de uma modalidade exemplar de um sistema de controle assíncrono distribuído para componentes, por exemplo, de uma máquina, em uma forma generalizada. O bloco 552 representa o mestre de sistema. Por exemplo, o bloco 552 pode representar um mestre virtual de sistema ou sinal mestre de sistema fornecido por um controlador de movimento central. Alternativamente, em algumas modalidades, o mestre de sistema pode compreender um sinal mestre, como um codificador gerado com base em um eixo geométrico mestre físico. O sistema de controle compreende ainda mestres virtuais adicionais 554, 556, 558 e 560 cada correspondendo a um módulo respectivo 1, 2, 3 e n., por exemplo, os sinais de mestre virtual de módulo podem ser fornecidos por controladores de módulo respectivos.

[112] Embora quatro mestres virtuais correspondendo-a quatro módulos sejam explicitamente identificados e discutidos, a referência ao módulo n pretende indicar que o sistema de controle pode compreender muito mais módulos e o presente assunto não pretende ser limitado pelo número de módulos. Evidentemente, um sistema de controle pode compreender menos módulos também. Adicionalmente, em algumas modalidades, um módulo pode compreender componentes que são sincronizados com um ou mais mestres virtuais de subprocesso, com cada mestre virtual de subprocesso sincronizado com o mestre virtual de módulo.

[113] Como foi observado acima, alguns componentes de máquina podem ser sincronizados com o mestre de sistema diretamente em um modo

convencional. Entretanto, tais componentes (por exemplo, um transportador de máquina) não são tratados em detalhe aqui.

[114] Cada módulo pode compreender componentes utilizados em um ou mais subsistemas/subprocessos, e cada módulo pode ser configurado para executar uma ou mais ações, etapas ou outras atividades envolvidas na(s) tarefa(s) e/ou função(ões) realizadas pela máquina. Controladores de módulo podem fornecer um ou mais sinais ou indicadores que fazem com que os componentes executem como desejado, como por enviar sinais elétricos, hidráulicos ou outros.

[115] Um arranjo generalizado de subprocessos realizados por uma máquina é mostrado na Figura 26 como subprocessos 562, 564, 566, que são associados ao módulo 1, subprocesso 568, que é associado ao módulo 2 e no subprocesso 570 que é associado ao módulo 3. Por exemplo, como observado acima, um bobinador/rebobinador pode compreender módulos configurados para executar tarefas incluindo carregar núcleos, posicionar um mandril, bobinar um rolo, remover a tora acabada, e cortar material em antecipação de outra operação de bobinamento. Como outro exemplo, um sistema de montagem robótico pode ser configurado de modo que o sistema posicione componentes, fixe os componentes juntos, e então pinte a montagem. Cada tarefa poderia ser cuidada por um módulo diferente e poderia compreender diversos subprocessos. Dito em termos gerais, a organização específica de tarefas e funções pode variar de acordo com circunstâncias específicas de uma máquina, dependendo de fatores como a finalidade da máquina, materiais produzidos por/operados pela máquina, a localização da máquina, intensidade de uso e outros fatores. Como será discutido abaixo, em algumas modalidades, um subprocesso realizado por um módulo pode ser implementado por componentes coordenados por um mestre virtual dedicado ao subprocesso. O mestre virtual de subprocesso pode ser sincronizado com o mestre virtual de módulo em um momento apropriado.

[116] Os módulos podem ser configurados para executar tarefas em qualquer modo apropriado. Por exemplo, em algumas modalidades, subprocessos podem ser realizados por fornecer movimento físico a um ou mais componentes de máquina através do uso de servo e outros controles com capacidade de perfil de carne eletrônico. Um perfil de carne pode ser definido e movimento transmitido através do uso de servo motores, acionadores e similares, de modo que o movimento do(s) componente(s) de máquina siga o perfil de carne. Por exemplo, o aparelho de posicionamento 56 dos exemplos acima pode controlar a posição vertical de um mandril ou outro componente baseado em um perfil de carne definido para uma operação de bobinamento. Como outro exemplo, um grupo de servos e perfis de carne correspondentes pode controlar a posição e movimento de um braço robótico enquanto outro grupo de servos e perfis de carne correspondentes orienta a operação de um componente, como um bocal de tinta, manipulado pelo braço. Em algumas modalidades, o perfil de carne pode ser calculado com base em outros dados especificando o movimento desejado, que pode permitir vantajosamente a redefinição de perfis de carne por especificar dados alternativos, como perfis alternativos para tarefas diferentes ou variações em tarefas.

[117] Alternativamente ou adicionalmente à alteração de perfis de carne, o movimento de componente pode variar em outros modos também. Por exemplo, como será discutido posteriormente abaixo, o movimento pode ser ajustado durante uma operação com base em realimentação como dados de sensor e/ou entrada de usuário por variar a taxa de uma ou mais contagens de mestre virtual de subsistema. Como exemplo, durante uma operação de bobinamento, um rolo pode ser propendido enquanto o bobinamento está em andamento para responder por variações em espessura de material e outras propriedades.

[118] Dito em termos gerais, ao utilizar métodos atualmente conhecidos (isto é, “controle síncrono”), os componentes do sistema

responsável por executar tarefas diferentes são escravos de um codificador ou eixo geométrico mestre real ou virtual. Por exemplo, um primeiro processo poderia operar em um material, seguido por um segundo processo e então um terceiro processo. O posicionamento dos componentes para cada processo depende de perfis de carne do eixo geométrico mestre. Por exemplo, primeiro processo pode começar em um primeiro tempo/posição no eixo geométrico mestre, seguido pelo segundo processo em um segundo tempo/posição, e então pelo terceiro processo em Um terceiro tempo/posição. Entretanto, inúmeros problemas poderiam desenvolver no evento de uma falha ou erro. Por exemplo, se uma falha fosse ocorrer durante o segundo processo, então a máquina inteira necessitaria provavelmente ser parada para resolver a falha. Além disso, se todos os três processos fossem fisicamente sincronizados com o eixo geométrico mestre, então a máquina não poderia começar com sucesso a operação até ter ciciado através até início do primeiro processo. Em sistemas utilizando um eixo geométrico mestre virtual e carnes elétricos, em vez de rodar o mestre virtual para redefinir os componentes, o mestre poderia ser redefinido. Entretanto, a máquina ainda teria de ser parada para redefinir o eixo geométrico mestre virtual para a posição inicial, uma vez que de outro modo a máquina poderia ser danificada se o mestre virtual fosse redefinido enquanto a máquina estava em movimento.

[119] A Figura 28 ilustra vários diagramas de temporização hipotético exemplares para uma máquina. A escala de tempo é arbitrária, e as designações de tempo são incluídas para referência relativa e exemplo somente. O eixo geométrico horizontal é representado como “t” e valores de tempo são discutidos; entretanto, um sistema de controle pode ser implementado com base em valores de contagem em vez de valores de tempo, que são utilizados aqui para conveniência. Nesses exemplos, subprocessos generalizados realizados pela máquina são associados a três módulos diferentes. Por exemplo, o módulo 1 pode compreender componentes que

executam operações preliminares em um material, o módulo 2 pode compreender componentes que executam operações de acabamento, enquanto o módulo 3 compreende componentes que limpam refugo e prepara novo material para manipulação pelo módulo 1.

[120] A Figura 28A ilustra a operação ideal da máquina. Em $t=1$, os componentes compreendendo o módulo 1 engatam em sequência, a saber, executando o subprocesso 566 em $t=1$, subprocesso 564 em $t=2$, e subprocesso 562 em $t=3$. A seguir, os componentes do módulo 2 engatam em $t=4$ para realizar o subprocesso 568 em $t=4$ após término dos subprocessos do módulo 1. Em $t=8$, o subprocesso 570 é realizado por engatar os componentes compreendendo o módulo 3. Em $t=12$, os componentes do módulo 1 são novamente engatados e a máquina começa outro ciclo de operação.

[121] A Figura 28B ilustra um exemplo da ocorrência de uma falha e manipulação da mesma em um sistema utilizando “controle síncrono” convencional. Em $t=1$, os componentes do módulo 1 são engatados e operam adequadamente em sequência, com os componentes do módulo 2 engatados em $t=4$. Entretanto, nesse exemplo, uma falha ocorre em $t=5$. Por exemplo, o módulo 2 pode falhar em executar as operações de acabamento devido a uma falha de hardware. Se os módulos estiverem operando em um material em sequência, então o material parcialmente processado pode necessitar ser descartado e o processo reinicializado por liberar o material utilizando o módulo 3 (ou de outro modo liberado). Então, a operação de máquina necessitará ser reiniciada com o módulo 1, provavelmente envolvendo *re-homing* da máquina. Entretanto, se os componentes da máquina forem sincronizadas com um mestre de sistema (virtual), então o processo pode não começar de novo em um modo conveniente e refugo significativo pode ser gerado no ínterim.

[122] Primeiramente, a máquina pode necessitar ser parada para resolver a falha no módulo 2. Mesmo se a máquina for construída com

módulos substituíveis, uma máquina com um sistema de controle sincronizado não pode “deixar cair” um novo módulo na sequência sem redefinir o mestre virtual, o que abrange parar a máquina como mencionado acima para evitar dano. Se a máquina estiver operando em um material que move através da máquina em alta velocidade, iniciar e parar a máquina pode resultar em quantidades apreciáveis de refugo à medida que o material se move através da máquina durante a sequência de partida e parada. Mesmo se a falha for resolvida enquanto evita parar a máquina, uma vez que os componentes do módulo 3 são sincronizados com o mestre virtual de sistema nesse exemplo, então o módulo 3 não engatará até $t=8$, resultando em um retardo de $\Delta t=3$. Um retardo operacional de $t=3$ poderia resultar em refugo extenso à medida que material continua através da máquina não processado ou processado inadequadamente. Adicionalmente, tempo e energia são desperdiçados enquanto roda a máquina sem produzir o resultado desejado.

[123] Em modalidades da presente matéria, entretanto, pelo menos alguns dos subprocessos não são diretamente sincronizados com o mestre virtual de sistema. Em vez disso, o mestre virtual de sistema é utilizado como uma base de temporização para coordenar a operação de pelo menos alguns dos componentes de máquina através de um ou mais outros mestres virtuais de subsistema seletivamente sincronizados com o mestre virtual de sistema. Um ou mais módulos podem compreender os componentes, com um ou mais módulos tendo individualmente seu próprio mestre virtual. Cada mestre virtual de módulo pode ser travado no mestre virtual de sistema quando necessário e como orientado, com os subprocessos para cada módulo regulado em relação ao mestre virtual de módulo e não com o mestre virtual de sistema. Desse modo, os subprocessos de cada módulo não são diretamente sincronizados com o mestre virtual de sistema, e assim os componentes da máquina podem ser controlados “assincronamente.” Adicionalmente, como será discutido abaixo, o tempo envolvido no recálculo de perfis de carne pode

ser vantajosamente reduzido uma vez que os perfis de carne dependerão do mestre virtual de módulo em vez do mestre virtual de sistema. Além disso, alguns componentes podem ser operados totalmente independentemente de qualquer valor de contagem de mestre em algumas modalidades.

[124] A Figura 28C ilustra o cenário de falha da Figura 28B, porém nesse exemplo, a máquina é configurada de modo que os subprocessos de módulo sejam sincronizados com mestres virtuais de módulo. Por exemplo, os subprocessos 566, 564 e 562 engatam em $t=0$, 1, e 2 em relação à temporização do mestre virtual de módulo 1. Os respectivos subprocessos compreendendo módulos 2 e 3 engatam em $t=0$ em relação aos seus mestres virtuais de módulo respectivos. Nesse exemplo, o mestre virtual de módulo 1 é instruído a sincronizar com o mestre virtual de sistema em $t=1$. Desse modo, a primeira vez que os subprocessos de módulo 1 são executados, os subprocessos engatam nos mesmos tempos em relação ao mestre virtual de sistema que nos exemplos acima. Por exemplo, uma vez que o subprocesso 564 é ajustado para engatar em $t=1$ em relação ao mestre virtual de módulo 1, e $t=0$ do mestre virtual de módulo corresponde a $t=1$ do mestre virtual de sistema, então o subprocesso 564 engatará em $t=2$ em relação ao mestre virtual do sistema. Similarmente, o mestre virtual de módulo 2 é sincronizado com o mestre virtual de sistema em $t=4$, e o mestre virtual de módulo 3 é inicialmente planejado para ser sincronizado com o mestre virtual de sistema em, por exemplo, $t=8$.

[125] Como no exemplo da Figura 28B, entretanto, os componentes do módulo 2 desenvolvem uma falha em $t=5$. Nesse exemplo, no entanto, a configuração de controle distribuído assíncrona permite que a máquina continue a operação.

[126] Em primeiro lugar, o módulo 3 é instruído a travar no mestre virtual de sistema em $t=8$ ou assim que possível após a falha, como em $t=6$. Por exemplo, um controlador de movimento central de máquina pode receber

uma indicação de falha do módulo 2 e, como parte de um programa de controle, determinar que o módulo 3 seja colocado em operação assim que possível para resolver a falha. O módulo 3 pode necessitar algum tempo antes que possa ser colocado em operação, no entanto. Por exemplo, o módulo 3 pode exigir tempo para ser posicionado e/ou levado até a velocidade operacional. Com base na velocidade operacional da máquina, o tempo de preparação conhecido para o módulo 3, e/ou outros parâmetros, o controlador de movimento central pode determinar que o módulo 3 possa ser colocado em operação em $t=8$ e, portanto o controlador de movimento central pode enviar comandos apropriados para o módulo 3 para travar naquele momento. Adicionalmente, o controlador de movimento central pode tentar liberar o módulo 2 da máquina, por exemplo, por comandar o módulo 2 a retornar para uma posição inativa ou *off-line*.

[127] Além disso, o controlador de movimento central da máquina pode ajustar a temporização para outras operações. Por exemplo, o módulo 1 é dirigida a travar no mestre virtual do sistema em $t=10$ (em vez de em $t=12$ como originalmente planejado) de modo que suas operações comecem assim que o módulo 3 concluiu a operação. Isso pode representar um aperfeiçoamento substancial em operação de máquina. Por exemplo, se os componentes do módulo 1 fossem diretamente sincronizados com o mestre virtual do sistema, então cada componente individual necessitaria ser ressincronizado. Por exemplo, carnes correspondendo a subprocessos 562, 564 e 566 necessitariam individualmente ser recalculados de modo que seus respectivos componentes seriam posicionados para “começar” em $t=10$, 11 e 12, respectivamente, em vez de em $t=12$, 13 e 14. Entretanto, uma vez que os subprocessos são sincronizados com o mestre virtual do módulo 1, nenhum recálculo é necessário. Em vez disso, o mestre virtual do módulo 1 é dirigido para iniciar em um tempo diferente com base nos comandos de travamento recebidos do controlador de movimento central de máquina.

[128] Continuando o exemplo da Figura 28C, um módulo substituto 2a é dirigido para travar no mestre virtual de sistema em $t=13$ de modo que a máquina possa continuar a operação enquanto a falha no módulo 2 é investigada e resolvida. Por exemplo, a máquina pode compreender uma pluralidade de módulos capazes de executar o subprocesso 568 do módulo 2. Após a condição de falha do módulo 2 ser confirmada, o controlador de movimento central de máquina 10 pode acessar dados que indicam quais (se algum) módulos equivalentes ao módulo 2 forneceram um sinal “pronto”. Assumindo que o módulo 2a seja um módulo equivalente e tenham fornecido um sinal “pronto” (por exemplo, após ter concluído mais cedo uma sequência operacional), o módulo 2a pode ser selecionado e dirigido para sincronizar com o mestre virtual de sistema em $t=13$.

[129] Nos exemplos generalizados acima, os aspectos específicos das sequências de controle foram apresentados em um modo simplificado. Por exemplo, ao implementar os subprocessos e mestres virtuais, pode ser preferível configurar temporização de subprocesso e/ou contagens de mestre virtual de subsistema para evitar tensões mecânicas envolvidas em súbitas partidas/paradas de componentes. Por exemplo, subprocessos de um módulo podem ser regulados com os mestres virtuais de módulo em um modo para evitar engatar os subprocessos instantaneamente quando o mestre virtual inicia como por evitar que comandos exigem componentes estejam em velocidade operacional total em $t=0$. Modos exemplares de temporização/sincronizar componentes e mestres virtuais entre si serão discutidos abaixo em combinação com exemplos mais detalhados referentes à operação de um bobinador/rebobinador exemplar.

III. Aspectos exemplares de princípios de controle assíncrono como aplicado em uma máquina de bobinamento modular

[130] Voltando para a Figura 27, uma ilustração é mostrada de uma arquitetura de controle exemplar para um bobinador/rebobinador modular

como discutido anteriormente no presente relatório descritivo. O mestre virtual de sistema 600 provê controle geral de processo e uma base de temporização para os componentes restantes. Nesse exemplo, o sistema de controle inclui dois mestres virtuais de módulo 602a e 602b, cada para um módulo de bobinamento respectivo. Nesse exemplo, cada módulo de bobinamento compreende ainda mestres virtuais para rotação de mandril (604a e 604b), levantamento de mandril (608a e 608b), e operações de extração de tora/carga de núcleo (606a, 606b), respectivamente. A arquitetura de controle exemplar da Figura 27 inclui ainda um mestre virtual de corte 610, embora sub-tarefas específicas para aquele módulo não sejam representadas nessa ilustração. Dependendo da máquina, outros mestres virtuais podem ser utilizados, como para módulos adicionais que fornecem perfuração, aplicam adesivos ou aditivos, ou fornecem outra funcionalidade. Um módulo “n” também é representado para indicar que a arquitetura pode compreender um ou mais mestres virtuais de módulo adicionais.

[131] Os mestres virtuais de rotação de mandril 604a e 604b podem individualmente coordenar um número de componentes respectivos envolvidos em bobinamento de um rolo como discutido acima. Por exemplo, as características do produto enrolado dependerão de fatores como a velocidade de bobinamento, tensão do bobinamento, e outras características. O comportamento dos componentes do sistema responsáveis por regular velocidade de bobinamento, tensão, e outras características podem, ser controladas através da especificação de perfis de carne diferentes. Por exemplo, perfis de carne diferentes podem ser definidos para tipos diferentes de bobinamentos desejados e para materiais com características diferentes. Por exemplo, carnes diferentes podem ser definidos para contagens de folha diferentes ou diâmetros de rolo desejados. Como outro exemplo, carnes diferentes podem ser definidos para substratos diferentes, como um perfil diferente para bobinar produtos têxteis, produtos de aço, produtos de plástico

e produtos compósitos. Quando um módulo está *off-line* (isto é, não engatado em uma operação de bobinamento), os perfis de carne novos podem ser selecionados para que o módulo execute diferentemente em sua próxima operação.

[132] Em algumas modalidades, um mestre virtual de subsistema, como mestre virtual de rotação de mandril 604a (ou 604b) pode ser configurado para responder à realimentação durante uma operação de bobinamento. Por exemplo, como observado acima, características de bobinamento podem ser ajustadas através da especificação de perfis de carne diferentes. Entretanto, controle de grão fino, adicional pode ser obtido por alterar a taxa de contagem para um mestre virtual de subsistema em relação ao mestre virtual com o qual é sincronizado (por exemplo, o mestre virtual de sistema ou outro mestre virtual de subsistema).

[133] Dito em termos gerais, um primeiro mestre virtual contará de um valor de partida até um valor final durante um ciclo de operação. Os valores de partida e final para o primeiro mestre virtual corresponderão a uma primeira e segunda contagem para outro mestre virtual. Em algumas modalidades, a taxa da primeira contagem de mestre virtual pode ser ajustada durante a contagem. Por exemplo, a contagem pode prosseguir inicialmente em uma primeira taxa e então ser diminuída para uma segunda taxa com base em realimentação. Antes do término da contagem, a taxa pode ser aumentada para uma terceira taxa para colocar a primeira contagem de mestre virtual de volta em fase com a outra contagem de mestre virtual. A realimentação pode ser fornecida, por exemplo, com base em dados de sensor em relação a entradas de material e/ou produtos acabados, e adicionalmente ou alternativamente pode ser baseada em entrada de usuário durante operação.

[134] Nesse exemplo, o mestre virtual de rotação de mandril começa a contar em um tempo especificado em relação ao valor do mestre virtual de módulo (que é ele próprio regulado em relação ao mestre virtual de sistema).

Por variar a taxa, por exemplo, da contagem de mestre virtual de rotação de mandril, a velocidade de rolo pode ser alterada em movimento em resposta a dados, como variações de espessura ou não homogeneidades no rolo de fonte para o material sendo bobinado. Adicionalmente ou alternativamente, resultados similares podem ser obtidos por variar a taxa da contagem de mestre virtual de módulo. Entretanto, a alteração da taxa da contagem de mestre virtual de módulo afetaria todos os outros componentes/mestres virtuais regulados com o mestre virtual de módulo, o que pode ou não ser desejado dependendo das circunstâncias.

[135] Os mestres virtuais de levantamento de mandril 608a e 608b coordenam cada, componentes respectivos relacionados à posição vertical dos mandris, como posicionar o aparelho 56 nos módulos exemplares discutidos acima. Por exemplo, no início de um bobinamento, o mandril pode ser posicionado próximo à trama e então movido para longe da trama à medida que o produto é bobinado. Se mandris forem colocados em uma trama a partir de cima, então a posição de mandril começará próxima à trama e moverá verticalmente -para cima; o movimento exigido dependerá, evidentemente, do arranjo da máquina. As características do bobinamento dependerão de fatores como a quantidade de resistência ou pressão de *nip* transmitida pelo mandril sobre o material bobinado, o que por sua vez dependerá de sua posição vertical (e outros fatores também). Desse modo, perfis de movimento diferentes para os componentes de levantamento de mandril podem ser definidos para fases diferentes da operação de bobinamento e características desejadas diferentes.

[136] O mestre virtual de corte 610 pode fornecer controle para um ou mais componentes utilizados para separar a trama para o início de uma nova operação de bobinamento. Por exemplo, um módulo de corte pode compreender componentes como discutido acima em combinação com a Figura 15. Entretanto, nos exemplos a seguir, uma modalidade alternativa, a

saber, uma barra de corte configurada para fornecer um corte de aperto, é utilizada para facilidade de explicação. O mestre virtual de carga de núcleo/extração de tora também é mostrado na Figura 27. Em algumas modalidades, como será discutido abaixo, ações como carregamento de núcleo e extração de tora podem não ser sincronizadas com quaisquer contagens de mestre e podem, em vez disso, se basear em outros sinais como a presença de uma tora concluída ou comando que aciona a operação de extração e carregamento, que pode prosseguir como uma função regulada.

[137] As Figuras 29A e 29B representam diagramas de temporização exemplares para componentes em uma máquina bobinadora/rebobinadora controlada assincronamente. Os diagramas de temporização não pretendem apresentar uma ilustração exaustiva de todo componente e cenário operacional, porém em vez disso são exemplos hipotéticos para uso na ilustração dos princípios da presente matéria. O eixo geométrico horizontal representa genericamente tempo (por velocidade de curso), enquanto o eixo geométrico vertical para cada gráfico é discutido por sua vez abaixo.

[138] O diagrama 1000 ilustra um exemplo de um mestre virtual de sistema que pode ser gerado por um sistema de controle em uma máquina configurada para controle assíncrono de acordo com a presente matéria. Por exemplo, o mestre virtual de sistema pode ser gerado por um controlador central de máquina, como um sinal independente ou baseado na posição de um eixo geométrico mestre na máquina. Como foi observado acima, o eixo geométrico horizontal de diagrama 1000 representa unidades arbitrárias de tempo por velocidade de curso, uma vez que os presentes princípios podem ser aplicados independente da velocidade de operação. O eixo geométrico vertical representa o valor de contagem para o mestre virtual de sistema ilustrado genericamente como “m”.

[139] Em operação, módulos podem ser dirigidos para operar em qualquer sequência apropriada por definir pontos de sincronização que são

baseados no valor do mestre virtual. Por exemplo, o valor de contagem do mestre virtual pode ser selecionado para atingir “m” em um tempo de $t=n_{\text{rolos}}$ no eixo geométrico horizontal. N_{rolos} pode definir o final de um ciclo de operação de bobinamento concluído 1001a em que “n” rolos foram concluídos bem como define o início do próximo ciclo 1001b. O número de módulos e rolos utilizados em um ciclo de operação dependerá das capacidades e outros parâmetros de configuração para a máquina. Por exemplo, se um módulo de bobinamento puder bobinar seis rolos por ciclo, então o ciclo de operação começando em $t=n_{\text{rolos}}$ envolverá o bobinamento do sétimo até décimo segundo rolo:

[140] Os seguintes exemplos discutem travamento e outra funcionalidade exemplar envolvida em uma operação de bobinamento exemplar que começa em $t=n_{\text{rolos}}$, que representa o ponto no qual o bobinamento efetivamente começa no ciclo seguinte. Entretanto, é importante observar que os exemplos a seguir se referem a uma operação de bobinamento único e que outras operações de bobinamento, pré-bobinamento e/ou pós-bobinamento associadas a módulos diferentes já podem estar em andamento, iniciando e/ou terminando durante o intervalo de tempo discutido nos exemplos a seguir. Adicionalmente, a escala relativa de diagrama 1000 difere dos diagramas de temporização restantes. Além disso, como foi mencionado acima, os intervalos de tempo efetivos podem variar de acordo com a velocidade de uma máquina. Os diagramas 1100 até 2001 representam vistas “*zoomed in*” de porções específicas que podem ocorrer em um ciclo de operação único, e assim o diagrama 1000 pretende ser “em escala” com relação a valores de contagem em comparação com os outros diagramas.

[141] Antes da operação de bobinamento exemplar que começa em $t=n_{\text{rolos}}$ o(s) material(is) sendo bobinado(s) pode(m) necessitar ser cortado(s). O diagrama de temporização 2000 ilustra um valor de contagem de mestre virtual de barra de corte, enquanto o diagrama de temporização 2001 ilustra a

velocidade de barra de corte como fornecido por um ou mais componentes da barra de corte que são sincronizados com o mestre virtual de barra de corte. próprio mestre virtual de barra de corte é sincronizado com o mestre virtual de sistema de modo que em certa contagem de mestre virtual de sistema a contagem de mestre virtual de barra de corte inicia. Nesse exemplo, o módulo de corte é dirigido para começar a contagem de mestre virtual de barra de corte quando o mestre virtual de sistema está no valor V1.

[142] Nesse exemplo, o mestre virtual de barra de corte nesse exemplo inclui uma porção onde a contagem é um valor negativo. Como foi observado acima, embora o controle assíncrono permita inserção e remoção de componentes em movimento, tensões mecânicas associadas a partidas e paradas são genericamente evitadas. Por exemplo, os componentes de módulo são genericamente levado até a velocidade de máquina e então movidos para ação total. Em geral, esse quadro de tempo de “partida” pode ser considerado em múltiplos modos. Por exemplo, uma contagem de mestre virtual pode ser regulada para iniciar em um ponto suficientemente antecipadamente do tempo quando o módulo necessita estar em velocidade total. Por exemplo, se um módulo necessita estar em velocidade total em uma contagem de mestre virtual de sistema correspondente a $t=x$ e requer um intervalo de tempo de Δt para acelerar para a velocidade de máquina, então o mestre virtual de módulo pode ser dirigido para inicializar em uma contagem de mestre virtual de sistema correspondendo a $t=(x-\Delta t)$, com os componentes de módulo sincronizados para começar a acelerar após o início de contagem pelo mestre virtual de módulo.

[143] Entretanto, em outras modalidades, recursos do sistema (como ciclos de CPU do controlador de movimento central da máquina) podem ser conservados para evitar a necessidade de calcular o intervalo de tempo Δt . em vez disso, o mestre virtual de módulo pode ser configurado para começar a contar em um valor negativo e terminar a contagem em um valor positivo;

com os componentes do módulo regulado de modo que o cruzamento zero corresponde ao ponto no qual o(s) componente(s) não mais esteja(m) em uma fase pré-operacional. Desse modo, os valores de contagem negativa podem corresponder às atividades pré-operação (por exemplo, acelerando até uma velocidade necessária, levando os componentes para uma posição pronta, etc.), enquanto os valores de contagem positiva correspondem à operação efetiva em um processo. O controlador de movimento central de máquina pode então especificar pontos de sincronização por identificar uma contagem de mestre de sistema quando um módulo deve estar em operação total, com o(s) módulo(s) determinando o valor de contagem no qual a contagem de mestre virtual de módulo deve começar. Por exemplo, nesses exemplos, o cruzamento zero é correlacionado com o tempo no qual um componente ou módulo primeiramente faz contato com material sendo bobinado (por exemplo, ponto no qual um corte é feito, quando o bobinamento começa, etc.).

[144] Nesse exemplo, os valores de contagem negativos para mestre virtual de barra de corte correspondem à aceleração da barra de corte para fazer o corte (indicado no ponto 2002 no diagrama de velocidade de barra de corte 2001) quando a contagem de mestre virtual de módulo de barra de corte cruza zero (isto é, em $t=n_{\text{corte}}$). Além disso, a temporização do cruzamento zero para o mestre virtual de barra de corte é deslocada em fase por uma quantidade t_{PS} , de $t=n_{\text{rolos}}$. Isto é devido ao fato de que, nesse exemplo, a barra de corte necessita cortar material antes do início de um bobinamento. Nesse exemplo, a velocidade de barra de corte aumenta de um ponto mostrado em 2002 para a velocidade desejada para um corte de aperto, desacelera até zero em 2004 após corte ser feito, e então inverte para retornar para a posição “pronta” em 2006. Embora esse exemplo tenha discutido um único corte de aperto, a barra de corte pode ser configurada para cortar material em qualquer momento ou em um número de vezes utilizando qualquer estilo de corte

apropriado. A diferença de fase entre o corte e o início de um bobinamento dependerá da velocidade de material através da máquina, o ponto desejado de engate, quantidade de cauda desejada, distância do perfurador, deslocamento deslocado de operador, e similar. Além disso, com base em informações incluindo a posição do corte, o controlador central de máquina dirigirá um módulo ou módulos de bobinamento pronto para sincronizar seu mestre virtual com um ponto no mestre virtual de sistema para engatar o material recentemente cortado.

[145] A diferenciação de produto pode ser possível baseada em corte de faseamento e o ponto de engate para vários módulos de bobinamento. Por exemplo, um primeiro produto com uma primeira contagem de folha pode ser obtido por cortar material em um primeiro número de contagens de mestre de sistema (correspondendo a um período de tempo t_{PS1}) precedendo a contagem de mestre na qual o primeiro mestre virtual de módulo cruza zero. A seguir, um segundo produto com uma segunda contagem de folha, maior, pode ser obtido por fasear o corte do cruzamento zero para o segundo mestre virtual de módulo por um segundo número de contagens de mestre virtual de sistema (correspondendo a um período de tempo mais longo t_{PS2}).

[146] O diagrama de temporização 1100 ilustra um mestre virtual de módulo de bobinamento. Por exemplo, o mestre virtual 602a de módulo de bobinamento 1 e/ou o mestre virtual 602b do módulo de bobinamento 2 da Figura 27 pode compreender um sinal gerado como mostrado no diagrama 1100. Nesse exemplo, o eixo geométrico vertical representa um valor de contagem de módulo. As contagens efetivas podem compreender qualquer representação numérica (ou outra) apropriada, e a presente matéria não pretende ser limitada a um tipo ou formato de dados específicos para as contagens. O valor de contagem de módulo é utilizado pelos componentes do módulo como uma base para executar funções. Adicionalmente, nesses exemplos, os módulos podem compreender individualmente subprocessos que

utilizam seus próprios mestres virtuais de subprocesso respectivos que são regulados com o mestre virtual de módulo. O mestre virtual de módulo pode ser dirigido para travar o mestre virtual de sistema em qualquer ponto desejado com base na posição desejada do módulo na sequência de operação de máquina, sem considerar a velocidade da máquina, condição dos outros módulos, faseamento de operador, ou a última posição de travamento utilizada pelo módulo. A posição desejada pode ser definida como parte dos dados de programa de controle que especificam uma ou mais sequências de operação. Por exemplo, os dados de programa de controle podem especificar múltiplas sequências operacionais que incluem tanto operação normal como operação sob circunstâncias específicas, como no evento de diferentes condições de falha. Nesse exemplo, o mestre virtual de módulo de bobinamento é dirigido de modo que trave no mestre virtual de sistema na contagem V2, que corresponde a um tempo pouco antes de n_{rolos} .

[147] A contagem de módulo também começa em um valor que é menor do que zero (isto é, um valor de contagem negativo) mostrado em 1104. O uso de um valor de contagem negativo pode reduzir vantajosamente o tempo de cálculo e de outro modo fornecer sincronização mais fácil de módulos em algumas modalidades. Nesse exemplo, o valor de contagem inicial é selecionado de modo que o valor de contagem permaneça negativo durante o período entre iniciar o mestre virtual de módulo e o início da operação de bobinamento efetiva em n_{rolos} . O intervalo de tempo 1102 ilustra um deslocamento de fase t_{ps} entre o início de bobinamento e o corte (em $t=n_{\text{corte}}$) para o rolo pela barra de corte. A distância do corte dependerá do ponto de engate desejado, quantidade de cauda e assim por diante, e é determinada pela diferença em temporização entre o mestre virtual de módulo e o mestre virtual de barra de corte.

[148] Nas Figuras 29A - 29B, o intervalo de tempo sobre o qual bobinamento ocorre é representado em 1106. O intervalo de tempo rotulado

como t_{RC} na Figura 29B inclui intervalo de tempo 1106 e período de tempo pós-bobinamento adicional 1108 para desaceleração e similar. Funções e ações realizadas antes da operação de bobinamento, como abaixar o mandril e acelerar o mandril a uma velocidade desejada, pode ser regulado para os valores de contagem de mestre virtual de módulo negativos. Após a operação de bobinamento ser concluída, continua até que o rolo seja completo em $t=(n+1)_{\text{rolos}}$ ou até que um evento (como uma falha) ocorra que de outro modo termine a operação de bobinamento naquele módulo específico.

[149] O período de tempo 1108 também pode ser incluído durante o qual o mestre virtual de módulo continua a contagem além de 100% de um bobinamento de rolo (com a contagem de módulo correspondendo a um bobinamento completo ilustrado na linha tracejada 1101). Esse período de tempo adicional pode ser utilizado em algumas modalidades para operações pós-bobinamento realizadas pelo mandril e outros componentes de bobinamento, como desaceleração, rotação de cauda, estiramento e similar.

[150] Adicionalmente, o período de tempo adicional pode permitir ajustes em movimento na operação de módulo. Por exemplo, como foi observado acima, sintonia precisa de operações de bobinamento (ou outra) pode ser realizada através do aumento e/ou diminuição da taxa de contagem de um mestre virtual. Por exemplo, se a taxa de contagem para um mestre virtual de rotação de mandril for alterada em operação, a taxa de rotação do mandril pode variar. Entretanto, se a taxa de contagem for diminuída, então há risco de que a diminuição poderia afetar a temporização de operações subsequentes por fazer a operação de bobinamento demorar mais tempo do que foi planejado. Portanto, o mestre virtual de módulo pode, em algumas modalidades, incluir valores de contagem adicionais como um amortecimento para tais ajustes.

[151] O período de tempo 1110 representa o tempo durante o qual operações adicionais ocorrem após o rolo ser produzido pelo módulo de

bobinamento. Durante esse período de tempo, o módulo não é sincronizado com o resto da máquina e desse modo está operando assincronamente. Por exemplo, como será discutido abaixo, a tora pode ser extraída e um novo núcleo carregado para uso em algum ponto após término do bobinamento. Entretanto, em algumas modalidades, essas operações ocorrem independentemente e não são dependentes de um valor de contagem de mestre virtual. Por exemplo, dependendo da configuração do bobinador, o módulo de bobinamento específico seguindo a temporização de mestre virtual mostrado em 1100 pode produzir uma tora e então entrar em um estado reserva enquanto o bobinador/rebobinador produz vários outros rolos utilizando outros módulos de bobinamento.

[152] Embora nos diagramas de temporização exemplares das Figuras 29A-29B, as operações pós-bobinamento ocupam um intervalo de tempo aproximadamente igual àquele utilizado para as operações de bobinamento, esse nem sempre pode ser o caso. Como exemplo, o mestre virtual de sistema (e desse modo os componentes e outros mestres virtuais sincronizados com os mesmos) pode contar em uma taxa muito elevada por unidade de tempo em alguns casos. Por exemplo, a operação de bobinamento efetiva para um produto de papel pode ocorrer em uma taxa elevada de velocidade com t_{RC} em algumas modalidades, compreende aproximadamente 1 a 4 segundos. Se a máquina tentar remover a tora completa e carregar um núcleo durante aquele quadro de tempo (quando, por exemplo, o quadro de tempo mínimo para remoção segura/carregamento é de cinco segundos), dano à máquina e/ou produto poderia ocorrer. Desse modo, como será observado abaixo, em algumas modalidades, os aspectos de carregamento de núcleo/extração de rolo são desacoplados de qualquer mestre de sistema através do uso de funções de controle assíncronas.

[153] O diagrama de temporização 1200 da Figura 29A representa um mestre virtual de mandril que é escravo de um mestre virtual de módulo.

Por exemplo, o diagrama 1200 pode representar um “carne” de linha reta para obter características de bobinamento especificadas utilizando o mandril com base na contagem de mestre virtual de rotação de mandril. O diagrama 1300 representa o perfil de velocidade resultante utilizando um carne de posição que se baseia no valor de contagem de mestre virtual de mandril. Nesse exemplo, um valor maior para Θ resultará em um bobinamento mais apertado, enquanto um valor menor para Θ resultará em um bobinamento mais solto. Por exemplo, se Θ for mais elevado, então o mandril avançará através de seu carne de posição mais rápido e girará, portanto, em um r.p.m. mais elevado para um dado comprimento de material que se move através da máquina, resultando em um rolo mais apertado.

[154] A contagem de mestre virtual de mandril é inicializada quando a contagem de mestre virtual de módulo de bobinamento atinge um valor especificado. Como foi o caso com o mestre virtual de módulo, o próprio mestre virtual de mandril apresenta uma contagem negativa inicial que, nesse exemplo, é utilizada para acelerar o mandril de modo que o mandril atinge a velocidade rotacional desejada em $t=n_{\text{rolos}}$. A seguir, com base na contagem de mandril e como mostrado no diagrama 1300, a velocidade de mandril é diminuída à medida que o rolo é bobinado e eventualmente se aproxima ou atinge zero. Por exemplo, um ou mais perfis de carne eletrônico podem ser desenvolvidos para controlar a velocidade, frenagem e torque do(s) motor(es) ou outros dispositivos controlando o giro do mandril, com o posicionamento do(s) came(s) calculado(s) com base na contagem de mestre virtual de mandril. Nesse exemplo, o período de tempo 1108 representa o movimento pós-bobinamento do mandril. Se desejado, a desaceleração e posicionamento de cauda podem ocorrer totalmente independentes do tempo de mestre virtual.

[155] Como observado acima, o uso de mestres virtuais de módulo independente e mestre de subprocesso como mestres de rotação de mandril pode ser utilizado para definir perfis de movimento diferentes de modo que

produtos feitos por módulos possam ter diferentes características (por exemplo, bobinamentos mais apertado ou mais solto, contagens de trama diferentes, diâmetros de rolo diferentes, etc.). Entretanto, os mesmos princípios podem ser também utilizados para obter as mesmas características por módulos que utilizam componentes diferentes.

[156] Por exemplo, um primeiro módulo de bobinamento pode utilizar um motor com uma resposta de torque mais rápida do que o motor em um segundo módulo de bobinamento. Desse modo, o motor no segundo módulo de bobinamento pode exigir um período de tempo pré-operacional maior para atingir a velocidade da máquina. O mestre virtual de rotação de mandril para o segundo módulo pode diferir daquele do primeiro módulo para que o segundo módulo forneça o mesmo desempenho operacional. Por exemplo, o mestre virtual de rotação de mandril para o segundo módulo pode começar em um valor de contagem negativo mais baixo e terminar em um valor de contagem positivo mais elevado em relação aos valores do mestre virtual de rotação de mandril no primeiro módulo. Desse modo, o segundo motor de mandril de módulo começará a partida em um momento apropriado, dada sua resposta de torque mais lenta. Entretanto, a partir do ponto de vista do controlador de movimento central de máquina (e programas de controle relacionados), os dois módulos podem ser comandados do mesmo modo por simplesmente especificar valores de contagem de mestre de sistema em que cada módulo deve engatar sem a necessidade de calcular ou de outro modo responder pelos intervalos de tempo pré-operacionais diferentes.

[157] Como foi mencionado acima, em algumas modalidades, o ajuste em movimento de movimento de máquina pode ser realizado por variar a taxa de contagem de mestre virtual de mandril. Por exemplo, perfis de velocidade de bobinamento diferentes podem ser definidos como curvas eletrônicas para correlacionar velocidade de mandril com a contagem de mestre virtual de rotação de mandril. Entretanto, com muitos controladores de

movimento, os carnes diferentes são recalculados enquanto o módulo não está em movimento. Por conseguinte, após um módulo estar em movimento, nenhuma alteração pode ser feita ao próprio perfil de carne. Entretanto, ao variar a razão de engrenagem que representa a razão de um valor de contagem de mestre virtual de módulo para um valor de contagem de mestre virtual de sistema, perfis de bobinamento variáveis podem ser implementados. Evidentemente, se os próprios carnes podem ser modificados enquanto o módulo está em operação, então perfis de bobinamento variáveis podem ser implementados utilizando uma combinação de características de carne e taxas de contagem variáveis.

[158] Como exemplo de alterar perfis de bobinamento sem alterar as características de carne, um bobinamento mais apertado no núcleo de um rolo pode ser obtido por aumentar inicialmente a taxa de contagem de mestre virtual de rotação de mandril e então diminuir a taxa posteriormente no bobinamento para afrouxar o bobinamento na porção externa do rolo. Se as taxas aumentada e diminuída equilibrarem, então o bobinamento ocorrerá durante a mesma faixa de tempo (em relação ao mestre virtual de sistema) como um bobinamento não variado. Entretanto, se a taxa diminuída não for equilibrada pela taxa aumentada (por exemplo, o bobinamento está mais solto), então um “amortecimento” pós-bobinamento na contagem de mestre virtual de módulo pode ser desejado para evitar problemas de sincronização.

[159] Voltando para a Figura 29B, o mestre virtual de levantamento de mandril representa outro mestre virtual de subsistema que é escravo do mestre virtual de módulo. Desse modo, o levantamento e a rotação de mandril podem ser controlados independentemente entre si nesse exemplo, o eixo geométrico vertical de diagrama 1400 representa a contagem de mestre virtual de levantamento de mandril. Como foi o caso do mestre virtual de mandril e mestre virtual de sistema, a contagem de mestre virtual de levantamento começa em um valor negativo selecionado de modo que a contagem de

levantamento atinja zero no tempo em que o bobinamento de rolo começa. O valor de contagem de mestre virtual de levantamento de mandril é utilizado como uma base para controlar a posição/movimento dos vários componentes, de posicionamento de levantamento. Por exemplo, um ou mais perfis de carne podem ser desenvolvidos para controlar os servos, acionadores outros componentes que mudam a posição vertical do mandril, com a posição de carne baseada na contagem de mestre virtual de levantamento de mandril. A posição de levantamento é ilustrada no eixo geométrico vertical de diagrama 1500 e velocidade de levantamento no eixo geométrico vertical de 1600, com velocidade de levantamento sendo o derivado do gráfico de posição.

[160] Com base na contagem de mestre virtual de levantamento, durante o período de tempo t_x , o levantamento é abaixado até o engate aproximado do mandril com a trama de material (isto é, transferência de rolo)., Então, a posição de levantamento é controlada para incidir na trama após transferência para deformar o pano e mover a trama em torno do rolo para começar processo de bobinamento. Após início de bobinamento, a posição de levantamento é controlada para elevar de acordo com características de rolo desejadas durante período de tempo t_{RC} . Nesse exemplo, o período de tempo 1401 representa operações após a contagem de levantamento de mandril ter terminado e o mestre virtual de levantamento é desacoplado do mestre virtual de módulo.

[161] Outra aplicação vantajosa de ajuste em movimento pode ser encontrada em variar a posição de levantamento durante uma operação de bobinamento. Por exemplo, um perfil de movimento de posição de levantamento pode ser definido com base em um calibre especificado de material, tal como papel *tissue* que está sendo bobinado. O bobinamento de um material mais espesso resultará em uma taxa de levantamento exigida mais rápida do que um material mais fino, assumindo uma taxa de bobinamento constante tensão. Entretanto, material, tal como papel *tissue*,

pode variar a partir de especificações. Por exemplo, ao rebobinar papel *tissue* que está sendo desbobinado de um rolo-mãe, as exigências de bobinamento podem alterar devido à alteração de tensões compressivas no papel *tissue* à medida que o rolo-mãe diminui em tamanho. A saber, papel *tissue* de partes diferentes do rolo-mãe, que pode, por exemplo, ter um diâmetro de doze pés, pode ter calibre variável. Portanto, sensores podem ser incluídos para determinar o calibre efetivo do papel *tissue* que entra, com a razão de engrenagem do mestre virtual de levantamento de mandril ajustado com base nos dados de sensor para aumentar ou diminuir a taxa de contagem para o mestre virtual de levantamento de mandril e desse modo permitir uma taxa de levantamento mais rápida ou mais lenta.

[162] Como mostrado nos diagramas 1500 e 1600, após término do bobinamento, o levantamento é posicionado para operações de carregamento de núcleo e extração. Essas operações representam operações assíncronas realizadas independentemente de outras funções de máquina. Por exemplo, durante período de tempo t_{L1} , o levantamento é posicionado para a tora a ser extraída, o que ocorre durante t_{RS} . Nesse exemplo, a posição de carregamento de núcleo está acima da posição de extração, de modo que no período de tempo t_{CL} o levantamento é posicionado para um núcleo novo a ser carregado. Finalmente, durante o período de tempo t_R , o levantamento é retornado ao estado “pronto”. A indicação de estado “pronto” também pode ser utilizada para indicar que o mandril está pronto para travar o mestre virtual de módulo para começar uma nova operação de bobinamento e pode ser adicionalmente utilizado como uma indicação de que o mestre virtual de módulo está disponível para travar o mestre virtual de sistema. Evidentemente, o módulo preferivelmente na reporta de volta ao estado “pronto” para o controlador de movimento central de máquina até que todos os outros componentes também estejam prontos.

[163] O diagrama de temporização 1700 representa uma contagem

de mestre virtual de carga de núcleo/extração de tora. O mestre virtual de carga de núcleo/extração de tora pode ser escravo do mestre virtual de sistema ou subsistema em um ponto apropriado de modo que um núcleo possa ser carregado sobre um mandril e um rolo extraído do mandril após bobinamento ser concluído (ou ser de outro modo parado). Como com os outros mestres virtuais, a contagem de mestre virtual de carga de núcleo/extração de tora pode começar em um valor de contagem inicial negativo de modo que a contagem é igual a zero no momento em que a operação de bobinamento tem início. Nesse exemplo, o diagrama de temporização 1800 ilustra a velocidade do aparelho de carga de núcleo.

[164] Além disso, nesse exemplo, a velocidade de carga de núcleo mostra que as manobras de carregamento de núcleo e extração de rolo ocorrem após o mestre virtual de extração de carga de núcleo/extração de tora ter concluído uma contagem completa. Isso é porque, nessa modalidade, as operações de carga/extração são funções reguladas que ocorrem independentemente do valor de contagem de qualquer mestre. Em vez disso, após o mestre virtual de carga de núcleo/extração de tora atingir seu valor de contagem máxima, a operação de extração de núcleo é acionada e ocorre durante t_{RS} após o período t_{L1} . Como observado acima, t_{L1} pode representar um período de espera para permitir que levantamento de mandril entre na posição de extração de tora. Entretanto, em vez de uma função regulada, o movimento subsequente é na realidade baseado em receber comandos do controlador de módulo. Por exemplo, o controlador de módulo pode fornecer um comando para o aparelho de extração de tora/carga de núcleo após o levantamento atingir uma posição apropriada, entre outros pré-requisitos. Após extração da tora, outro período de espera t_{L2} ocorre enquanto o levantamento de mandril entra na posição de carregamento de núcleo. Então, durante t_{CL} , o núcleo é carregado e aparelho de extração de tora é retornado à posição pronta.

[165] Por temporização as funções de carregamento de núcleo, extração de tora e posicionamento de levantamento relacionado independentemente de contagens de mestre, é possível evitar problemas que podem ser encontrados quando a máquina está operando em uma velocidade que é incompatível com a manipulação desejada de núcleos/produtos acabados. Adicionalmente, o restante da máquina pode continuar a operar mesmo no evento de uma falha no aparelho de extração de tora/carregamento de núcleo e/ou carregamento de núcleo/extração de tora pode continuar (se desejado) mesmo no evento de uma falha durante bobinamento em outros módulos.

[166] Como foi observado acima, por exemplo, se material estiver se movendo através da máquina em uma taxa de velocidade elevada, então taxas de contagem de mestre virtual (como, por exemplo, taxas de contagem de rotação de mandril) genericamente também serão elevadas. Isso pode ser vantajoso, por exemplo, para obter um bobinamento em um curto período de tempo. Entretanto, se operações de carregamento de núcleo e extração de rolo forem sincronizadas em tais velocidades, então dando ao produto e/ou dano ao componente pode resultar. Por exemplo, se uma operação de bobinamento demorar aproximadamente 1 a 4 segundos e a operação de extração de rolo/carregamento de núcleo for sincronizada naquela velocidade, os rolos completos podem ser “batidos” por um movimento demasiadamente rápido, o que pode entalhar ou rasgar os rolos e/ou possivelmente retirar componentes de alinhamento devido ao momentum do rolo móvel que impacta os componentes de extração. Como outro exemplo, uma operação de bobinamento para uma contagem de trama elevada pode demorar mais tempo do que a velocidade de carregamento/descarga ótima; desse modo, se a operação de carga de núcleo/extração de tora for regulada, não é indevidamente tornada lenta pela temporização da operação de bobinamento. Por conseguinte, em tal caso, a utilização disponível de um módulo dado pode

ser aumentada e o número geral de módulos exigidos pode ser reduzido uma vez que módulos podem retornar mais cedo para o bobinamento.

[167] Em vez disso, módulos, como o módulo de carga de núcleo/extração de tora, podem suportar funções reguladas independentes de mestre além de funções reguladas de um mestre virtual. Por exemplo, o controlador de módulo pode acessar um perfil que define movimento em intervalos de tempo fixo e executar o perfil após ocorrência de um ou mais eventos, como um comando de “extração de tora” ou “carga de núcleo” a partir do controlador de movimento central de máquina. Como outro exemplo, as funções reguladas podem iniciar após a contagem de mestre virtual “de módulo atingir seu valor final. Em qualquer evento, após as funções reguladas terem início, o controlador de módulo pode controlar então a posição de levantamento e ações do aparelho de extração de rolo e carga de núcleo independente da taxa das funções sincronizadas com as contagens de mestre virtual de sistema ou subsistema.

[168] Evidentemente, em outras modalidades, componentes responsáveis por carregamento de núcleo e/ou extração de tora podem ser sincronizados com um ou mais mestres. Adicionalmente, qualquer (quaisquer) componente(s) apropriado(s) pode(m) ser controlado(s) por funções reguladas ou por uma combinação de funções reguladas e funções sincronizadas. Embora o exemplo discutido acima funções reguladas em relação a carregamento de núcleo e extração de tora, deve ser entendido que outras funções podem ser reguladas e/ou comandadas independentemente de valores de contagem de mestre, no nível de módulo ou no nível de sistema. Adicionalmente, embora nesse exemplo nenhum movimento de aparelho de carga de núcleo/extração de tora seja sincronizado com o valor de contagem de mestre virtual de carga de núcleo/extração de tora, isso pode nem sempre ser assim. Por exemplo, características de bobinamento diferentes podem ser obtidas por variar a posição do rolo parcialmente bobinado/núcleo durante

uma operação de bobinamento. Por exemplo, utilizando o aparelho de extração/carga para oscilar o núcleo em uma direção transversal em relação à direção do material sendo bobinado, espiral, cone e outras características podem ser introduzidas.

[169] Um bobinador/rebobinador pode incluir outros módulos que podem ser seletivamente envolvidos para fornecer produtos diferentes durante bobinamentos diferentes. Por exemplo, um módulo aplicador pode compreender um ou mais componentes que aplicam um aditivo ou aditivos, como uma loção ou composto antibacteriano, a uma trama. Por exemplo, um ou mais carnes eletrônicos podem controlar uma pulverização ou outro acionador. O(s) aditivo(s) pode(m) ser aplicado(s) a certos comprimentos de material ao bobinar um produto Premium, porém não em outros comprimentos de material. Por exemplo, o controlador de movimento central de máquina pode orientar o módulo de corte para fornecer uma nova borda de ataque e aplicar loção em uma extensão da trama. A borda pode ser engatada e o material pode ser bobinado por um primeiro módulo. Após o comprimento desejado de trama ser atingido, a trama pode ser cortada novamente para definir uma nova borda de ataque. Entretanto, na próxima tora bobinada, nenhuma loção ou outros aditivos são aplicados. A nova borda de ataque é engatada pelo próximo módulo de bobinamento disponível.

[170] Em algumas modalidades, o sistema de controle pode suportar redefinição em movimento da posição mestre virtual. Por exemplo, no evento de uma falha, como observado acima, um módulo pode ser dessincronizado e desengatado e o sistema de controle pode determinar qual (se algum) módulo está disponível para começar a operação no lugar do(s) módulo(s) desengatado(s), em vez de alterar o ponto de travamento do próximo módulo(s) disponível(is), pode ser vantajoso redefinir a contagem de mestre virtual de sistema em um valor pouco antes do ponto de travamento do próximo módulo disponível. Por exemplo, dito em termos relativos, um

sistema de controle pode exigir um intervalo de tempo significativo para recalcular e recomendar módulos de bobinamento para engatar em pontos diferentes no evento de uma falha. Durante o intervalo de tempo no qual as posições de travamento de módulo são recalculadas, quantidades significativas de material podem se mover através da máquina e tais materiais podem ser desperdiçados se não forem operados. Por exemplo, em um bobinador/rebobinador, o produto pode continuar a mover através da máquina em um transportador que não é sincronizado com nenhuma contagem de mestre virtual. Portanto, por redefinir a posição do mestre virtual instantaneamente, desperdício pode ser reduzido.

[171] Como foi observado anteriormente, os princípios de controle assíncrono discutidos aqui podem ser aumentados para cima ou para baixo. Por exemplo, um mestre virtual de sistema pode corresponder a uma base de sinal para uma máquina compreendendo uma pluralidade de módulos, com alguns ou todos os módulos tendo mestres virtuais que começam a contagem em respectivos valores de travamento de mestre de sistema. Cada módulo pode compreender componentes ou submontagens que operam individualmente com base em um mestre virtual de componente e/ou mestre virtual de submontagem que começam a contar em respectivos valores de travamento de mestre virtual de módulo.

[172] Entretanto, em algumas modalidades, o sistema de controle pode ser utilizado com múltiplas máquinas seletivamente sincronizadas com o mesmo mestre virtual de sistema. Em tais modalidades, cada máquina seria tratada do mesmo modo que um módulo é tratado em uma modalidade de máquina única.

IV. Métodos e sistemas de inspeção e registro

[173] Como foi discutido acima, um bobinador pode incluir uma pluralidade de módulos independentes com bobinamento e outros controles configurados especificamente para cada módulo em um modo que os módulos

não se baseiam necessariamente em operação bem sucedida de outros módulos. Durante o processo de bobinamento, um ou mais defeitos podem ocorrer durante o processo de bobinamento. Esses defeitos necessitam ser monitorados para determinar se devem separar produtos defeituosos do bobinador e tomar medidas necessárias para remediar a causa do defeito e/ou iniciar um corte imediato da trama e transferir para o próximo módulo de bobinamento disponível.

[174] Para monitorar e rastrear defeitos, o bobinador pode incluir um sistema de registro e inspeção que inclui capacidades de varredura rápida e hardware capaz de detecção de defeito, programação de tarefa, e registro de produto durante a fabricação contínua e em alta velocidade e bobinamento de produtos bobinados acabados. O sistema de registro e inspeção pode acomodar o bobinador modular e assíncrono com capacidades de falha de penetração. O uso do sistema de registro e inspeção com o bobinador permite taxas de defeito baixas, ciclos de desenvolvimento rápido e a coleta de dados de processo para acionar aperfeiçoamentos de eficiência. A precisão em reconhecimento de defeito e em separar produtos defeituosos permite operação controlada em alta velocidade sem arriscar que produtos defeituosos atinjam o consumidor. Além disso, o sistema de registro e inspeção de acordo com certas modalidades exemplares da presente invenção pode ser implementado utilizando tecnologia de sensores fotoelétricos barata que provê dados de processo superiores quando comparado com sistemas de inspeção típicos.

[175] Embora alguns dos exemplos a seguir discutidos posteriormente se refiram a um bobinador modular ou *flex*, será reconhecido que os princípios de registro e inspeção discutidos aqui podem ser igualmente aplicáveis em qualquer tipo de, máquina ou rolo que inclui um módulo de bobinamento para bobinar uma trama em um produto enrolado.

[176] A Figura 30 é um diagrama de blocos de um sistema de

inspeção exemplar 3000 de acordo com uma modalidade exemplar da presente invenção. O sistema de inspeção 3000 inclui um controlador 3020 acoplado a uma variedade de configurações de sensor, incluindo sensores de conjunto de defeito de bobinamento 3050, sensores de defeito de bobinamento de direção transversal à jusante 3060, sensores de conjunto de módulo à jusante 3070, sensores de borda de ataque 3080 e sensores de defeito de bobinamento de direção transversal à montante 3090. O controlador 3020 pode ser adicionalmente acoplado a uma interface de usuário 3030 e um controlador de movimento central de máquina 3010. O controlador de movimento central de máquina 3010 pode ser parte de um sistema de controle central ou assíncrono para fornecer bobinamento e outros controles para o bobinador.

[177] O controlador 3020 e controlador de movimento central de máquina 3010 podem incluir qualquer tipo apropriado ou arranjo de dispositivos de computação, como computadores de propósito geral, controladores de hardware baseados em microprocessador especializado, controladores de lógica programável (PLCs) e similares. Em algumas modalidades, alguns ou todos os aspectos do controlador 3020 e/ou controlador de movimento central de máquina 3010 podem ser implementados como unidades lógicas separadas utilizando o mesmo dispositivo ou dispositivos de computação. Alguns aspectos do controlador 3020 e/ou controlador de movimento central 3010 podem ser implementados por software ou hardware especializado (como circuitos integrados de aplicação específica).

[178] O controlador 3020 pode ser acoplado a vários componentes de sistema 3000 através de qualquer tipo apropriado ou combinação de tipos de conexões de dados. Por exemplo, a conexão pode incluir conexões de Ethernet, conexões de rede de controle, e/ou quaisquer outros tipos de conexão apropriados. Além disso, nesse exemplo, links individuais são

mostrados entre o controlador 3020 e os vários componentes do sistema 3000. Entretanto, em outras modalidades, os componentes e controlador 3020 podem ser conectados a uma rede e/ou entre si através de conexões pares.

[179] Em operação, sensores de conjunto de defeito de bobinamento 3050, sensores de defeito de bobinamento de direção transversal à jusante 3060, sensores de defeito de bobinamento de direção transversal à montante 3090, e sensores de conjunto de módulo à jusante 3070 são utilizados para detectar defeitos que ocorrem durante o processo de bobinamento. Os defeitos podem ser quaisquer desvios dos parâmetros de processo esperados para o processo de bobinamento. Os defeitos podem ser detectados por determinar a ausência ou presença de uma trama em uma região específica do bobinador por um período de varreduras, tempo ou distância de trama. A sensibilidade dos sensores de conjunto de defeito de bobinamento 3050, sensores de defeito de bobinamento na direção transversal à jusante 3060, sensores de defeito de bobinamento na direção transversal à montante 3090, e sensores de conjunto de módulo à jusante 3070 podem ser ajustados para assegurar a captura de todos os defeitos que exigem separação do produto enrolado, porém não tão sensíveis que produtos vendáveis sejam separados do processo de bobinamento.

[180] O controlador 3020 monitora defeitos detectados pelos vários sensores e processos, analisa e relata informações associadas aos defeitos como será discutido em mais detalhe abaixo. Em modalidades específicas, o controlador 3020 pode ter uma taxa de varredura rápida, como menos de aproximadamente 3 ms, para fornecer precisão aumentada na detecção de defeitos. Além de fornecer capacidades de monitoração e análise de defeitos, o controlador 3020 pode ser configurado para controlar vários aspectos do bobinador. Capacidades de registro do sistema 3000 podem ser implementados utilizando sensores de borda de ataque 3e080. Por exemplo, sensores de borda de ataque 3080 podem ser posicionados no bobinador para

verifica a presença de trama, a posição de borda de ataque da trama, e detecção de defeitos de borda de ataque no aparelho de transporte de trama.

[181] A interface de usuário 3030 pode ser utilizada por um operador para manipular e controlar vários aspectos do sistema 3000 através de um ou mais dispositivos de entrada, como um teclado, mouse, interface de voz, tela sensível a toque, bloco de teclas, etc. a manipulação pode incluir otimização de posição de sensor em relação à trama em movimento, ensinar o sensor, configurar características de separação para o sensor, habilitar/desabilitar o sensor, e operação de localização de defeito do sensor. A interface de usuário 3030 pode fornecer uma interface de usuário gráfico, cujos exemplos serão expostos abaixo, que provê informações coletadas e processadas pelo sistema de inspeção 3000 e que permite funções de montagem, configuração e relatório do sistema 3000.

[182] Com referência agora à Figura 31, o posicionamento e configuração dos vários grupos de sensores do sistema 3000 em um bobinador exemplar serão discutidos. A Figura 31 ilustra um bobinador exemplar que inclui um aparelho de transporte de trama 3110 e seis módulos de bobinamento exemplares 3112, 3114, 3116, 3118, 3120 e 3122. Embora o bobinador ilustrado na Figura 31 inclua seis módulos de bobinamento independentes 3112, 3114, 3116, 3118, 3120 e 3122, será entendido que um número maior ou menor de módulos de bobinamento pode ser utilizado dependendo do bobinador específico e aplicação do sistema 3000.

[183] Como ilustrado, sensores de borda de ataque 3080 são posicionados à montante dos módulos de bobinamento 3112, 3114, 3116, 3118, 3120 e 3122. Os sensores de borda de ataque 3080 são posicionados para varrer uma seção da trama que passa no aparelho de transporte de trama embaixo dos sensores de borda de ataque 3080. Os sensores de borda de ataque 3080 podem ser sensores fotoelétricos ou outros sensores apropriados utilizados para verificar a presença ou ausência da trama no aparelho de

transporte de trama, identificar uma borda de ataque da trama, detectar defeitos de borda de ataque no aparelho de transporte de trama ou executar outras funções apropriadas.

[184] Precisão de inspeção e detecção de defeito do sistema de inspeção 3000 são obtidas, pelo menos em parte, por associar múltiplos grupos de sensores por módulo de bobinamento 3112, 3114, 3116, 3118, 3120 e 3122. Um primeiro grupo de sensores, discutido com relação a sua posição e configuração com relação ao módulo de bobinamento 3114, são os sensores de conjunto de defeito de bobinamento 3050. Os sensores de conjunto de defeito de bobinamento 3050 são montados à jusante de cada módulo de bobinamento 3112, 3114, 3116, 3118, 3120 e 3122, e são dispostos através de uma largura do aparelho de transporte de trama 3110. Na Figura 31, nove sensores de conjunto de defeito de bobinamento 3050 são associados a cada módulo de bobinamento 3112, 3114, 3116, 3118, 3120 e 3122. Entretanto, aqueles com conhecimentos comuns na técnica, utilizando as revelações fornecidas aqui, entenderão que um número maior ou menor de sensores de conjunto de defeito de bobinamento 3050 pode ser associado a cada módulo de bobinamento 3112, 3114, 3116, 3118, 3120 e 3122 como desejado.

[185] Os sensores de conjunto de defeito de bobinamento 3050 são posicionados para varrer uma região do aparelho de transporte de trama 3110 em um local à jusante do módulo de bobinamento 3114. Cada sensor de conjunto de defeito de bobinamento 3050 é discreto e varre uma seção transversal de uma porção do aparelho de transporte de trama 3110 que passa embaixo do sensor de conjunto de defeito de bobinamento 3050. Os sensores de conjunto de defeito de bobinamento 3050 podem ser sensores fotoelétricos ou outros sensores apropriados configurados para procurar defeitos através da presença ou ausência de trama no aparelho de transporte de trama em intervalos especificados. Como será discutido em mais detalhes abaixo, sensores de conjunto de defeito de bobinamento 3050 podem ser segmentados

em segmentos de sensor de inspeção para classificar defeitos em um perfil de defeitos. Por exemplo, sensores de conjunto de defeito de bobinamento 3050 podem ser segmentados em um segmento de sensor do lado de operador 3052, um segmento de sensor médio 3054, e um segmento de sensor do lado de acionamento 3056.

[186] Um segundo grupo de sensores inclui sensor de defeito de bobinamento de direção transversal à jusante 3060. Cada módulo de bobinamento 3112, 3114, 3116, 3118, 3120 e 3122 é associado a um sensor de defeito de bobinamento de direção transversal 3060. Entretanto, a posição e configuração de sensor de defeito de bobinamento na direção transversal 3060 serão discutidos com referência ao módulo de bobinamento 3114. O sensor de defeito de bobinamento na direção transversal à jusante 3060 é posicionado para varrer através de uma direção transversal do módulo de bobinamento 3114 em um local próximo e à jusante do módulo de bobinamento 3114. O sensor de defeito de bobinamento na direção transversal à jusante 3060 pode ser um sensor fotoelétrico do tipo emissor/receptor ou outro sensor apropriado configurado para procurar defeitos através da presença ou ausência através da largura na direção transversal total do módulo de bobinamento 3114. Os defeitos detectados por sensor de defeito de bobinamento na direção transversal à jusante 3060 podem ser classificados em um perfil de defeito baseado em segmentos de janela de inspeção como será discutido em detalhe abaixo.

[187] Um terceiro grupo de sensores inclui sensor de defeito de bobinamento na direção transversal à montante 3090. Cada módulo de bobinamento 3112, 3114, 3116, 3118, 3120 e 3122 é associado a um sensor de defeito de bobinamento na direção transversal 3090. Entretanto, a posição e configuração do sensor de defeito de bobinamento na direção transversal 3090 serão discutidas com referência ao módulo de bobinamento 3114. O sensor de defeito de bobinamento na direção transversal à montante 3060 é

posicionado para varrer através de uma direção transversal do módulo de bobinamento 3114 em um local próximo e à montante do módulo de bobinamento 3114. O sensor de defeito de bobinamento na direção transversal à montante 3090 pode ser um sensor fotoelétrico do tipo emissor/receptor configurado para procurar defeitos através da presença ou ausência de trama através da largura na direção transversal total do módulo de bobinamento 3114. Por exemplo, o sensor de defeito de bobinamento na direção transversal à montante 3090 pode detectar ou monitorar agrupamento da trama à montante do módulo de bobinamento. Os defeitos detectados pelo sensor de defeito de bobinamento na direção transversal 3090 podem ser classificados em um perfil de defeito com base em segmentos de janela de inspeção como será discutido em detalhe abaixo.

[188] Um quarto grupo de sensores inclui sensores de conjunto de módulo à jusante 3070. Sensores de conjunto de módulo a jusante 3070 são montados à jusante de todos os módulos de bobinamento 3112, 3114, 3116, 3118, 3120 e 3122 e são dispostos através de uma largura de aparelho de transporte de trama 3110. Oito sensores de conjunto de módulo à jusante 3070 são ilustrados na Figura 31, entretanto, aqueles com conhecimentos comuns na técnica, utilizando as revelações fornecidas aqui, entenderão que um número maior ou menor de sensores de conjunto de módulo à jusante 3070 pode ser utilizado como desejado.

[189] Sensores de conjunto de módulo à jusante 3070 são posicionados para varrer uma região do aparelho de transporte de trama 3110 em um local a jusante de todos os módulos de bobinamento 3112, 3114, 3116, 3118, 3120 e 3122. Cada sensor de conjunto de módulo à jusante 3070 é distinto e varre uma seção transversal de uma porção do aparelho de transporte de trama 3110 que passa embaixo do sensor de conjunto de módulo à jusante 3070. Sensores de conjunto de módulo à jusante 3070 podem ser sensores fotoelétricos configurados para procurar defeitos através da presença

ou ausência de trama no aparelho de transporte de trama em intervalos especificados. Os sensores de conjunto de módulo à jusante 3070 podem servir como um apoio para os sensores de conjunto de defeito de bobinamento 3050. Como será discutido em mais detalhe abaixo, sensores de conjunto de módulo à jusante 3070 podem ser segmentados em segmentos de sensor de inspeção de módulo à jusante para classificar defeitos em um perfil de defeitos. Por exemplo, sensores de conjunto de módulo à jusante 3070 podem ser segmentados em um segmento de sensor do lado de operador 3072, um segmento de sensor médio 3074 e um segmento de sensor do lado de acionamento 3076.

[190] A Figura 32 provê um diagrama de blocos de etapas de método exemplares que podem ser realizadas por um ou mais componentes do sistema 3000. Em 3210, o controlador 3020 pode ser configurado para determinar que um módulo de bobinamento específico, como um dos módulos de bobinamento 3112, 3114, 3116, 3118, 3120 e 3122, iniciou o processo de bobinamento. O controlador 3020 pode determinar que um módulo de bobinamento específico inicie o processo de bobinamento por receber informações a partir do controlador de movimento central de máquina 3010 ou por monitorar transferência de trama utilizando um ou mais sensores utilizados no sistema de inspeção 3000.

[191] Em 3220, o controlador 3020 orienta uma pluralidade de sensores para varrer uma região próxima ao módulo de bobinamento que iniciou o processo de bobinamento. Os sensores podem incluir sensores de conjunto de defeito de bobinamento 3050, sensores de defeito de bobinamento em direção transversal à jusante 3060, sensores de defeito de bobinamento em direção transversal à montante 3090, ou sensores de conjunto de módulo à jusante 3070. A posição e configuração desses sensores em relação a um módulo de bobinamento exemplar foram discutidas com referência à Figura 31. Os sensores, que podem ser sensor fotoelétrico ou

outros sensores apropriados, varrem uma região próxima ao módulo de bobinamento para determinar a presença ou ausência de uma trama.

[192] Em 3230, o sistema 3000 monitora a percentagem de formação de rolo da trama sobre o módulo de bobinamento. A percentagem de formação de rolo de uma trama pode ser monitorada e medida como uma percentagem de formação total de rolo para um tora bobinado acabado ou como distância de trama com distância zero sendo o ponto no qual a trama é transferida para o módulo de bobinamento. Informações de percentagem de formação de rolo podem ser recebidas no controlador 3020 a partir do controlador de movimento central de máquina 3010 ou de um ou mais sensores utilizados no sistema 3000.

[193] De acordo com as modalidades da presente invenção, a percentagem de formação de rolo da trama pode ser utilizada como um parâmetro de processo de bobinamento para várias finalidades. Por exemplo, o controlador 3020 faz interface com o controlador de movimento central de máquina 3010 com base pelo menos em parte em percentagem de formação de rolo da trama sobre o módulo de bobinamento. Além disso, a percentagem de formação de rolo pode ser utilizada como um parâmetro de processo de bobinamento associado ao defeito para classificar o defeito em um ou mais perfis de defeito ou como uma etiqueta absoluta para identificar a posição precisa em um tora acabado no qual o defeito ocorre.

[194] Em 3240, um dentre a pluralidade de sensores de sistema 3000 detecta um defeito. Um defeito é detectado quando um dos sensores, que pode ser um sensor fotoelétrico ou outro sensor apropriado, detecta a presença ou ausência de uma trama por um número definido de varreduras, conhecida como a contagem de filtro de varredura para o sensor. A contagem de filtro de varredura para os sensores pode ser ajustada para tornar os sensores mais sensíveis ou menos sensíveis como desejado. Por exemplo, em uma implementação específica, a contagem de filtro de varredura para sensores

utilizados no sistema 3000 pode ser ajustada independentemente nos vários segmentos de janela definidos por percentagem de formação de rolo. A contagem de filtro de varredura pode ser especificada como um número de varreduras ou como distância de trama. A especificação da contagem de filtro de varredura como distância de trama permite que a sensibilidade de sensor seja configurada independente de velocidades variáveis de máquina.

[195] Em 3250, o controlador 3020 associa um parâmetro de processo de bobinamento ao defeito. Por exemplo, em implementações específicas, o controlador 3020 associa a percentagem de formação de rolo da trama ao defeito além da identidade do(s) sensor(es) específico(s) que primeiramente detectou o defeito para romper o defeito em categorias específicas para análise adicional. Se um sensor detectar um defeito, o controlador 3020 relata os sensores específicos que detectaram o defeito e a percentagem de formação de rolo na qual o sensor detectou o defeito. O relatório da percentagem de formação de rolo permite que um histograma seja gerado mostrando frequência de defeito em relação ao comprimento de trama bobinado em rolos de produto.

[196] Em 3260, o controlador 3020 classifica o defeito em pelo menos um de uma pluralidade de perfis de defeito com base no parâmetro de processo de bobinamento associado ao defeito. Desse modo, o sistema 3000 pode fornecer realimentação aumentada através de perfilamento de defeito e é diferente de outros sistemas de registro e inspeção que simplesmente relatam que um defeito ocorreu. De acordo com modalidades exemplares da presente invenção, perfilamento de defeito pode ocorrer através de um ou mais de três métodos primários, incluindo segmentação da formação de rolo de uma trama sobre um módulo de bobinamento em janelas de inspeção distintas, segmentação de sensores de conjunto de defeito de bobinamento e/ou sensores de conjunto de módulo à jusante em segmentos de sensor de inspeção, e configuração da sensibilidade de sensor a tamanhos de defeito

com base no número de varreduras de detecção dos sensores ou distância de trama.

[197] Em modalidades específicas, perfilamento de defeito ocorre por segmentar formação de rolo em uma pluralidade de segmentos de janela de inspeção para os sensores de conjunto de defeito de bobinamento 3050, os sensores de defeito de bobinamento de direção transversal à jusante 3060, e os sensores de conjunto de defeito de bobinamento à montante 3090. O número e tamanho dos segmentos de janela de inspeção podem ser customizados com base nos parâmetros de produto ou outros fatores. As janelas de inspeção podem ser definidas com base em percentagem de formação de rolo do produto ou em termos de distâncias de trama, com distância zero sendo o ponto no qual a trama é transferida para o módulo de bobinamento.

[198] Em uma modalidade específica, a formação de rolo de uma trama sobre um módulo de bobinamento é segmentada em três janelas de inspeção definidas como a seguir:

Janela de transferência de rolo: janela 1 $<$ % de formação de rolo (distância de trama) $<$ janela 2;

Janela de formação de rolo: janela 2 $<$ % de formação de rolo (distância de trama) $<$ janela 3;

Janela pós-formação de rolo: janela 3 $<$ % de formação de rolo (distância de trama) $<$ janela 4.

[199] A janela 1 pode ser definida para ser uma percentagem de formação de rolo especificada ou distância de trama para excluir o início do bobinamento após transferência de trama. Esse ajuste compensa a distância de deslocamento entre a linha central de módulo de bobinamento e as posições de sensor. Além disso, esse ajuste provê um limite de tolerância específico para tamanho de defeito de transferência aceitável. Essa pode ser uma característica importante devido à variação de atributos de transferência de rolo com base em várias condições de processo. A janela 2 pode ser uma

percentagem de formação de rolo especificada ou distância de trama para distinguir defeitos de transferência de rolo versus defeitos de formação de rolo. A janela 3 pode ser uma distância especificada para excluir a extremidade do bobinamento. A janela 4 pode definir uma janela de inspeção pós-bobinamento para detectar defeitos que podem ocorrer após o bobinamento ser concluído e o produto enrolado estar em trânsito para a operação seguinte.

[200] A Figura 33 provê uma representação gráfica de uma segmentação exemplar de uma formação de rolo em uma janela de inspeção de transferência de rolo e uma janela de inspeção de formação de rolo. Como ilustrado, a Figura 33 segmentou a formação de rolo em quatro segmentos 3310, 3320, 3330 e 3340. Dois dos segmentos, a saber, 3320 e 3330, definem segmentos de janela de inspeção ativa nos quais sensores estão varrendo ativamente em relação a defeitos durante o processo de bobinamento. Os dois outros segmentos, a saber, 3310 e 3340, definem períodos de exclusão nos quais sensores podem não estar ativamente varrendo em relação a defeitos ou durante os quais não são relatados ou reconhecidos como eventos de separação possíveis. Em particular, o segmento 3310 é definido para excluir o início do bobinamento após transferência de trama. O segmento 3320 define uma janela de inspeção de transferência de rolo. O segmento 3330 define uma janela de inspeção de formação de rolo. O segmento 3340 é definido para excluir a extremidade do bobinamento.

[201] Em operação, o controlador 3020 do sistema 3000 monitora percentagem de formação de rolo de uma trama sobre um módulo de bobinamento. O sistema 3000 segmenta a formação de rolo em uma pluralidade de janelas de inspeção, como uma janela de inspeção de transferência de rolo, uma janela de inspeção de formação de rolo, e uma janela de inspeção pós-transferência de rolo como discutido acima. Quando um defeito é detectado, a percentagem de formação de rolo da trama sobre o

módulo de bobinamento é associada ao defeito. O defeito pode ser então classificado em um de uma pluralidade de perfis de defeito definidos pelo menos em parte pela pluralidade de janelas de inspeção com base na percentagem de formação de rolo de trama quando o defeito ocorreu. Por exemplo, se o defeito ocorreu em uma percentagem de formação de rolo que está na janela de inspeção de transferência de rolo, o defeito pode ser classificado como um defeito de transferência de rolo. Se o defeito ocorreu em uma percentagem de formação de rolo que está na janela de inspeção de transferência de formação de rolo, o defeito pode ser classificado como um defeito de formação de rolo. Se o defeito ocorreu em uma percentagem de formação de rolo que está na janela de inspeção pós transferência de formação de rolo, o defeito pode ser classificado como um defeito pós-formação de rolo. Desse modo, realimentação aumentada em relação a defeitos pode ser fornecida acima e além do relatório de que um defeito ocorreu.

[202] Alternativamente ou além de perfilamento de defeito com base em janelas de inspeção, perfilamento de defeito pode ser também realizado por sensores de segmentação utilizados no sistema 3000 em uma pluralidade de segmentos de sensor de inspeção. Por exemplo, os sensores de conjunto de módulo de bobinamento 3050 e sensores de conjunto de módulo à jusante 3070 podem ser segmentados em uma pluralidade de segmentos de sensor de inspeção. Como pode ser visto na Figura 31, os sensores de conjunto de módulo de bobinamento 3050 foram segmentados em um segmento de sensor do lado de operador 3052, um segmento de sensor médio 3054, e um segmento de sensor do lado de acionamento 3056. Similarmente, os sensores de conjunto de módulo à jusante foram segmentados em um segmento do sensor do lado de operador 3072, um segmento de sensor médio 3074 e um segmento de sensor do lado de acionamento 3076.

[203] O controlador 3020 pode classificar um defeito em um dos segmentos de sensor de inspeção com base pelo menos em parte na identidade

do sensor ou sensores que primeiramente detectaram o defeito. Por exemplo, se sensores de conjunto de defeito de bobinamento 3050 associados ao segmento do sensor do lado de operador 3052 primeiramente detectaram o defeito, o defeito pode ser classificado como um defeito do lado do operador. Se os sensores do conjunto de defeito de bobinamento 3050 associados ao segmento de sensor médio 3054 primeiramente detectaram o defeito, o defeito pode ser classificado como um defeito médio. Se os sensores de conjunto de defeito de bobinamento 3050 associados ao segmento de sensor do lado de acionamento 3056 primeiramente detectaram o defeito, o defeito pode ser classificado como um defeito do lado de acionamento.

[204] Similarmente com relação aos sensores de conjunto de módulo à jusante 3070, se os sensores de conjunto de módulo a jusante 3070 associados ao segmento do sensor do lado de operador 3072 primeiramente detectaram o defeito, o defeito pode ser classificado como um defeito do lado de operador. Se os sensores do conjunto de defeito de bobinamento à jusante 3070 associados ao segmento do sensor médio 3074 primeiramente detectaram o defeito, defeito pode ser classificado como um defeito médio. Se sensores de conjunto de defeito de bobinamento 3070 associados a segmento de sensor do lado de acionamento 3076 primeiramente detectaram o defeito, o defeito pode ser classificado como um defeito do lado de acionamento.

[205] Em uma modalidade específica, defeitos podem ser classificados em perfis de defeito com base pelo menos em parte nos segmentos de janela de inspeção e segmentos de sensor de inspeção e baseados no grupo específico de sensores para detectar defeito. Por exemplo, em uma modalidade específica, o número total de perfis de defeito para um defeito pode ser dezoito perfis de defeito. Isso inclui nove perfis de defeito associados aos sensores de conjunto de módulo de bobinamento 3050, três perfis de defeito associados aos sensores de defeito de bobinamento em direção transversal à jusante 3060, três perfis de defeito associados a sensores

de defeito de bobinamento de direção transversal à montante 3090, e três perfis de defeito associados a sensores de conjunto de módulo à jusante 3070 como a seguir:

Perfis de defeito de sensor de conjunto de módulo de bobinamento

- defeito de transferência de rolo do lado de operador de conjunto de módulo de bobinamento (% de formação de rolo em janela de transferência de rolo e primeiro sensor no segmento de sensor do lado de operador 3052);

- defeito de formação de rolo do lado de operador do conjunto de módulo de bobinamento (% de formação de rolo em janela de formação de rolo e primeiro sensor no segmento do sensor do lado de operador 3052);

- defeito pós-formação de rolo do lado de operador do conjunto de módulo de bobinamento (% de formação de rolo em janela de inspeção pós-formação de rolo e primeiro sensor no segmento de sensor do lado de operador 3052);

- defeito de transferência de rolo médio de conjunto de módulo de bobinamento (% de formação de rolo em janela de transferência de rolo e primeiro sensor no segmento de sensor médio 3054);

- defeito de formação de rolo médio de conjunto de módulo de bobinamento (% de formação de rolo em janela de formação de rolo e primeiro sensor no segmento de sensor médio 3054);

- defeito pós-formação de rolo médio de conjunto de módulo de bobinamento (% de formação de rolo em janela pós-formação de rolo e primeiro sensor no segmento de sensor médio 3054);

- defeito de transferência de rolo do lado de acionamento de conjunto de módulo de bobinamento (% de formação de rolo em janela de transferência de rolo e primeiro sensor no segmento de sensor do lado de acionamento 3056);

- defeito de formação de rolo do lado de acionamento do conjunto de módulo de bobinamento (% de formação de rolo em janela de formação de rolo e primeiro sensor no segmento do sensor do lado de acionamento 3056);

- defeito pós-formação de rolo do lado de acionamento do conjunto de módulo de bobinamento (% de formação de rolo em janela de inspeção pós-formação de rolo e primeiro sensor no segmento de sensor do lado de acionamento 3056);

Sensor de defeito de bobinamento na direção transversal à jusante

- defeito de transferência de rolo na direção transversal à jusante (% de formação de rolo em janela de transferência de rolo e primeiro sensor sendo um sensor de defeito de bobinamento na direção transversal à jusante 3060);

- defeito de formação de rolo na direção transversal à jusante (% de formação de rolo em janela de formação de rolo e primeiro sensor sendo um sensor de defeito de bobinamento na direção transversal à jusante 3060);

- defeito pós-formação de rolo na direção transversal à jusante (% de formação de rolo em janela pós-formação de rolo e primeiro sensor sendo um sensor de defeito de bobinamento na direção transversal à jusante 3060);

Sensor de defeito de bobinamento na direção transversal à montante

- defeito de transferência de rolo na direção transversal à montante (% de formação de rolo em janela de transferência de rolo e primeiro sensor sendo um sensor de defeito de bobinamento na direção transversal à montante 3090);

- defeito de formação de rolo na direção transversal à montante

(% de formação de rolo em janela de formação de rolo e primeiro sensor sendo um sensor de defeito de bobinamento na direção transversal à montante 3060);

- defeito pós-formação de rolo na direção transversal à montante (% de formação de rolo em janela pós-formação de rolo e primeiro sensor sendo um sensor de defeito de bobinamento na direção transversal à montante 3060);

Sensores de conjunto de módulo à jusante

- defeito do lado de operador de módulo à jusante (primeiro sensor no segmento do sensor do lado de operador 3072);

- defeito médio de módulo à jusante (primeiro sensor no segmento de sensor médio 3074);

- defeito do lado de acionamento do módulo à jusante (primeiro sensor no segmento de sensor do lado de acionamento 3076);

[206] A sensibilidade do sistema de inspeção 3000 a vários defeitos pode ser ajustada por configurar o controlador 3020 e/ou as sensibilidades de detecção dos vários sensores utilizados no sistema 3000. Por exemplo, sensibilidades podem ser ajustadas por variar o número de varreduras ou distância de trama para cada janela de inspeção por produto, grau e tipo de sensor. Isso provê a capacidade de fornecer tolerâncias precisas para defeitos com base em etapas de processo. Além disso, a sensibilidade de detecção para os vários sensores de conjunto de defeito de bobinamento 3050, sensores de defeito de bobinamento na direção transversal 3060, e sensores de conjunto de módulo à jusante 3070 podem ser ajustados por ajustar a contagem de filtro de varredura para os vários sensores. A contagem de filtro de varredura define o número de varreduras ou distância de trama para o sensor detectar a presença ou falta de trama antes de detectar um defeito. Quanto mais baixa a contagem de filtro de varredura para o sensor, maior a sensibilidade do sensor a defeitos.

[207] Em uma modalidade específica, o controlador 3020 pode ajustar a contagem de filtro de varredura para os sensores de conjunto de defeito de bobinamento 3050, sensores de defeito de bobinamento na direção transversal 3060, e sensores de conjunto de módulo à jusante 3070 com base em janelas de inspeção. Por exemplo, a contagem de filtro de varredura para o sensor durante a janela de inspeção de formação de rolo pode ser maior do que a contagem de filtro de varredura para o sensor durante a janela de inspeção de transferência de rolo para reduzir falsos positivos. A flexibilidade em configurar a sensibilidade do sistema 3000 a defeitos provê inúmeras vantagens em relação a tecnologias existentes conhecidas na arte.

[208] A incorporação de transferência de trama e dinâmica de formação de rolo para associar defeitos a locais de bobinamento na orientação em direção transversal dos módulos de bobinamento (isto é, perfilamento de defeito através da segmentação do processo de bobinamento) provê inúmeras vantagens. Por exemplo, tipos de defeito podem ser inferidos por conhecer a posição da direção transversal e região da formação de rolo onde o defeito ocorreu. Além disso, as informações de perfil de defeito podem ser utilizadas no desenvolvimento do processo de bobinamento para eliminar riscos de produto e defeitos rejeitáveis para fornecer capacidade de falha de penetração. A configuração de sensibilidade de defeito provê uma ferramenta de controle de processo chave para controlar refugo por assegurar que o sistema de registro e inspeção capture defeitos rejeitáveis, porém não resulta na separação de produtos vendáveis. De forma importante, capacidades de varredura e perfilamento de defeito para detectar defeitos no primeiro envoltório de trama durante transferência de rolo provê dados para categorizar e determinar causas de raiz ou defeitos causados por confiabilidade, administração interna, montagem e outras áreas que contribuem para variabilidade. Sistemas e métodos de inspeção existentes não permitem esse tipo de variabilidade porque tipicamente exigem uma ruptura de trama ou

outro defeito grande para acionar o sistema.

[209] As Figuras 34-37 ilustram informações de *display* exemplares para exibição em uma interface de usuário associada a uma modalidade exemplar da presente invenção. Com referência à Figura 34, a tela de *display* 3400 provê uma interface gráfica que pode ser utilizada por um usuário para montar parâmetros de inspeção de módulo. Como ilustrado, a tela de *display* 3400 inclui no lado esquerdo uma pluralidade de opções para permitir que um usuário selecione o módulo de bobinamento específico para montagem e configuração. A tela de *display* 3400 provê vários tipos diferentes de informações para usuário, incluindo ajustes de configuração e tipo de sensor tanto para a janela de inspeção de transferência de rolo como a janela de inspeção de formação de rolo.

[210] Nos campos 3410, um usuário pode especificar uma contagem de filtro de varredura para um sensor específico detectar um defeito. A contagem de filtro de varredura pode ser especificada em termos de percentagem de formação de rolo ou em termos de distância de trama. A contagem de filtro de varredura para a janela de inspeção de formação de rolo pode ser configurada por um usuário para ser maior do que a contagem de filtro de varredura para a janela de inspeção de transferência de rolo. Os campos 3420 e 3430 fornecem uma contagem de defeitos detectados passados para sensores específicos para o deslocamento atual e o deslocamento anterior, respectivamente. O campo 3440 permite configuração de usuário de janelas de inspeção. Por exemplo, o usuário pode especificar valores no campo 3440 para configurar o início e final da janela de inspeção de transferência de rolo e janela de inspeção de formação de rolo. O usuário também pode especificar que a janela de inspeção de transferência de rolo exclua um período da formação de rolo após o início do processo de bobinamento. Similarmente, o usuário pode especificar que a janela de inspeção de formação de rolo exclua um período da formação de rolo

imediatamente antes do término do processo de bobinamento.

[211] A Figura 35 ilustra tela de *display* exemplar 3500 que pode ser utilizada para fornecer informações em relação a sensores individuais associados a um módulo de bobinamento. A tela de *display* 3500 pode fornecer uma interface gráfica que permite a um usuário ensinar e habilitar vários sensores associados a um módulo de bobinamento. O campo 3510 provê uma indicação para um usuário com relação a se um sensor específico foi habilitado e pode ser utilizado para varrer em relação a defeitos. Se um sensor não for habilitado, o usuário pode utilizar essa interface gráfica para ensinar o sensor e habilitar o sensor para detecção de defeito. O campo 3520 pode ser utilizado para fornecer sinais para um usuário de que um sensor específico está atualmente detectando a presença ou falta de trama. Por exemplo, o campo 3520 pode ser colorido branco quando um sensor específico está atualmente detectando a presença de uma trama e transparente quando um sensor específico não detecta atualmente a presença de uma trama. Outras informações fornecidas pela tela de *display* 3500 incluem nomes de sensor, contagens de defeito para sensores específicos para deslocamentos atual e anterior, bem como contagens de defeito temporárias.

[212] A Figura 36 ilustra tela de *display* exemplar 3600 que pode ser utilizada para fornecer um sumário de inspeção de módulo para todos os módulos de bobinamento para um usuário. Campos 3610 fornecem informações de contagem de defeito para sensores específicos associados a módulos de bobinamento individuais durante um deslocamento atual. Campos 3620 fornecem informações de contagem de defeito para sensores específicos associados a módulos de bobinamento individuais durante um deslocamento anterior. A Figura 37 ilustra tela de *display* exemplar 3700 que pode ser utilizada para fornecer informações históricas em relação aos dez últimos defeitos detectados pelo sistema de inspeção. Os campos 3710 fornecem informações em relação aos dez últimos defeitos detectados, incluindo um

perfil de defeito para o defeito e o horário em que o defeito foi detectado.

[213] Um resultado surpreendente da operação do bobinador *flex* é a capacidade do bobinador bobinar toras com características de transferência de trama piores do que um bobinador central ou de superfície convencional e a capacidade de continuar o bobinamento sem parar a máquina se a trama romper durante a formação de rolo ou em uma região da tora na direção transversal da máquina. Um bobinador de superfície ou central convencional romperá normalmente a trama devido a uma transferência muito ruim ou ruptura de trama durante bobinamento, causando parada da máquina de modo que o produto defeituoso possa ser extraído da máquina e a trama recolocada antes de reiniciar a máquina.

[214] O uso de técnicas de controle de movimento assíncrono e as técnicas de registro e inspeção para detecção de defeitos de bobinamento revelados aqui, separação de produto defeituoso e iniciação de um corte prematuro da trama podem ser obtidos. Por exemplo, em uma implementação específica, um produto defeituoso pode ser separado de um módulo de bobinamento específico enquanto a trama está sendo transferida para o próximo módulo de bobinamento disponível para bobinamento no próximo módulo de bobinamento disponível. Isso leva a desperdício reduzido e produtividade aumentada. Trama defeituosa ou trama que não foi bobinada em uma tora devido a uma ruptura de trama pode ser levada para baixo pelo aparelho de transporte de trama para o aparelho de transporte de trama que manipula refugo.

[215] O material particularmente mostrado e descrito acima não pretende ser limitador, porém, em vez disso serve para mostrar e ensinar várias implementações exemplares da presente matéria. Como exposto nas reivindicações em anexo, o escopo da presente invenção inclui tanto combinações como sub-combinações de vários aspectos discutidos aqui, juntamente com tais variações e modificações como ocorreria para uma

pessoa versada na técnica.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de inspeção, apropriado para uso com relação a um bobinador que produz um produto enrolado (22) a partir de uma trama (36), o bobinador compreendendo um aparelho de transporte de trama (34) para transportar uma trama (36) e pelo menos um módulo de bobinamento (1-6) sobre o qual a trama é enrolada para formar o produto enrolado durante um processo de bobinamento, o módulo de bobinamento definindo uma direção transversal genericamente perpendicular à direção em que a trama é transportada pelo aparelho de transporte de trama, o método compreendendo:

varrer com pelo menos um sensor uma região próxima ao módulo de bobinamento;

detectar um defeito com pelo menos um sensor;

associar um parâmetro de processo de bobinamento com o defeito; e

classificar o defeito em pelo menos um dentre uma pluralidade de perfis de defeito com base no parâmetro de processo de bobinamento associado ao defeito,

caracterizado pelo fato de que o parâmetro de processo de bobinamento compreende uma percentagem de formação de rolo da trama.

2. Método de inspeção, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a percentagem de formação de rolo é medida como distância de trama.

3. Método de inspeção, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a classificação do defeito em pelo menos um dentre uma pluralidade de perfis de defeito compreende:

segmentar uma formação de rolo da trama sobre um módulo de bobinamento em uma pluralidade de janelas de inspeção;

classificar o defeito em uma dentre a pluralidade de janelas de inspeção com base, pelo menos em parte, na percentagem de formação de rolo

associado ao defeito.

4. Método de inspeção, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a formação de rolo é segmentada em uma janela de inspeção de transferência de rolo, uma janela de inspeção de formação de rolo, e uma janela de inspeção pós-formação de rolo, em que a janela de inspeção de transferência de rolo é definida para excluir um período de formação de rolo após o tempo em que o processo de bobinamento é iniciado.

5. Método de inspeção, de acordo qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que pelo menos um sensor compreende um sensor de bobinamento na direção transversal (3060, 3090), o sensor de bobinamento na direção transversal (3060, 3090) varrendo através da direção transversal do módulo de bobinamento em um local próximo ao módulo de bobinamento.

6. Método de inspeção, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que pelo menos um sensor compreende uma pluralidade de sensores de conjunto de defeito de bobinamento (3050), os sensores de conjunto de defeito de bobinamento varrendo uma região através de uma largura do aparelho de transporte de trama em um local à jusante do módulo de bobinamento.

7. Método de inspeção, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que um parâmetro de processo de bobinamento adicional compreende a identidade do sensor de conjunto de defeito de bobinamento para primeiramente detectar o defeito.

8. Método de inspeção, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a classificação do defeito em pelo menos um dentre uma pluralidade de perfis de defeito compreende:

segmentar a pluralidade de sensores de conjunto de defeito de bobinamento (3050) em uma pluralidade de segmentos de sensor de inspeção;

e

classificar o defeito em um dentre a pluralidade de segmentos de sensor de inspeção com base na identidade do sensor de conjunto de defeito de bobinamento associado ao defeito, em que a pluralidade de segmentos de sensor de inspeção preferencialmente compreende um segmento de sensor do lado de operador (3052), um segmento do sensor médio (3054) e um segmento de sensor do lado de acionamento (3056).

9. Método de inspeção, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que pelo menos um sensor compreende um dentre um sensor fotoelétrico, interruptor de proximidade, conjunto de sensores fotoelétricos, câmera ou laser.

10. Método de inspeção, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o método compreende ajustar a sensibilidade de pelo menos um sensor, de modo que a sensibilidade do sensor durante uma dentre a pluralidade de janelas de inspeção seja diferente da sensibilidade do sensor durante outra da pluralidade de janelas de inspeção.

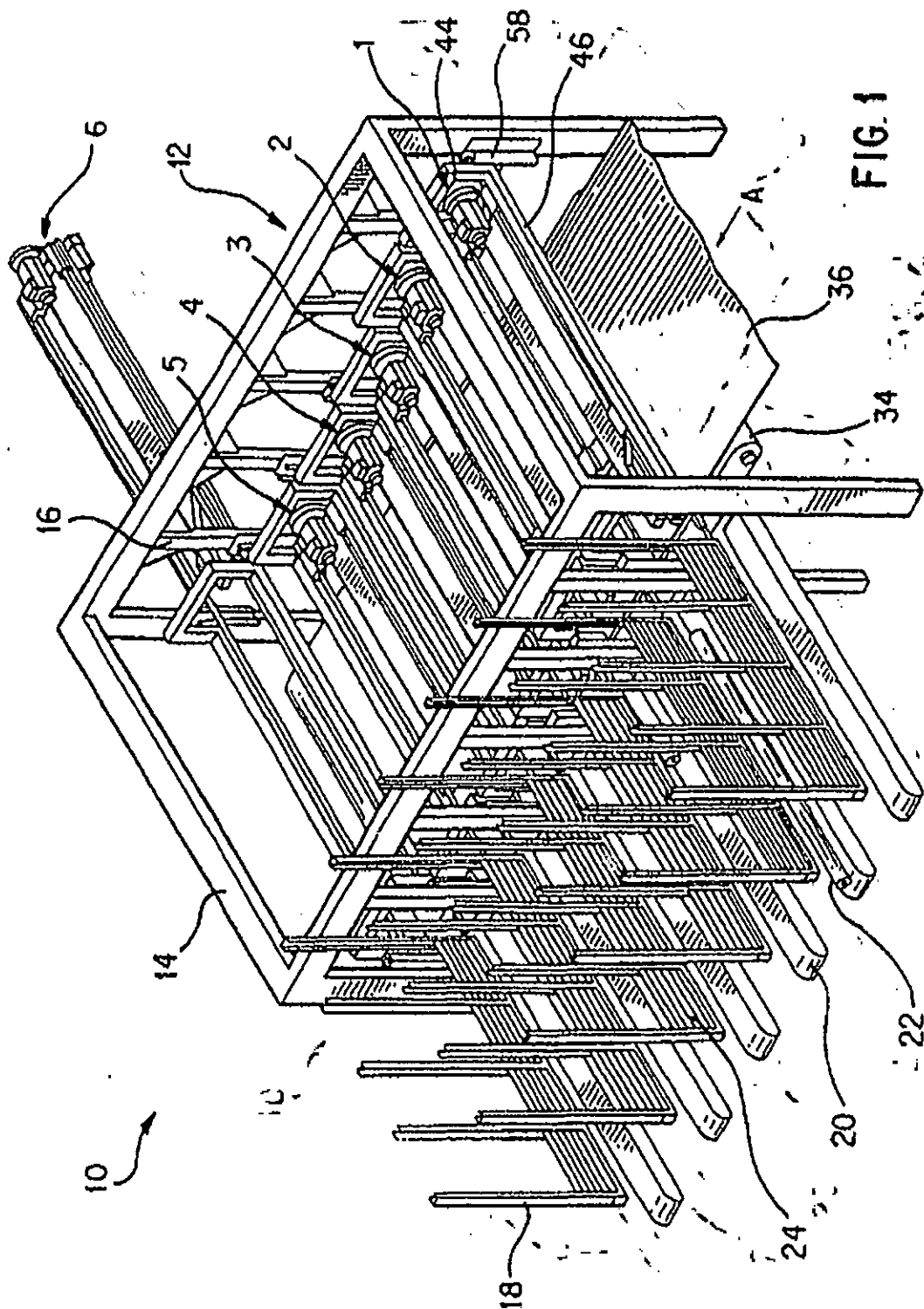
11. Método de inspeção, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o método compreende adicionalmente controlar pelo menos um módulo de bobinamento com base pelo menos em parte no defeito.

12. Método de inspeção, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o método compreende adicionalmente:

iniciar um corte para o módulo de bobinamento quando um defeito for detectado;

separar o produto enrolado do módulo de bobinamento; e

transferir a trama para um módulo de bobinamento diferente enquanto o produto enrolado está sendo separado do módulo de bobinamento.



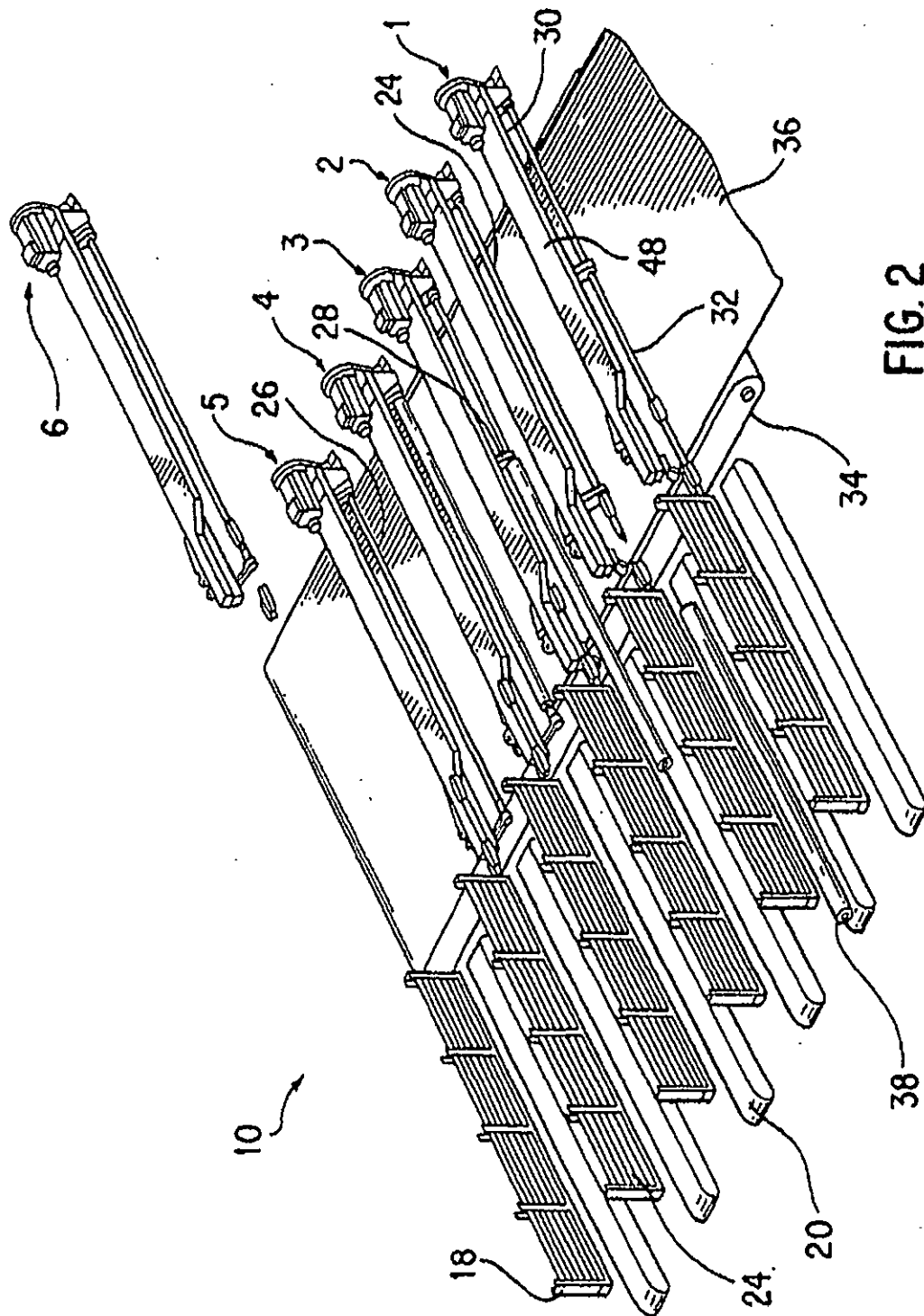
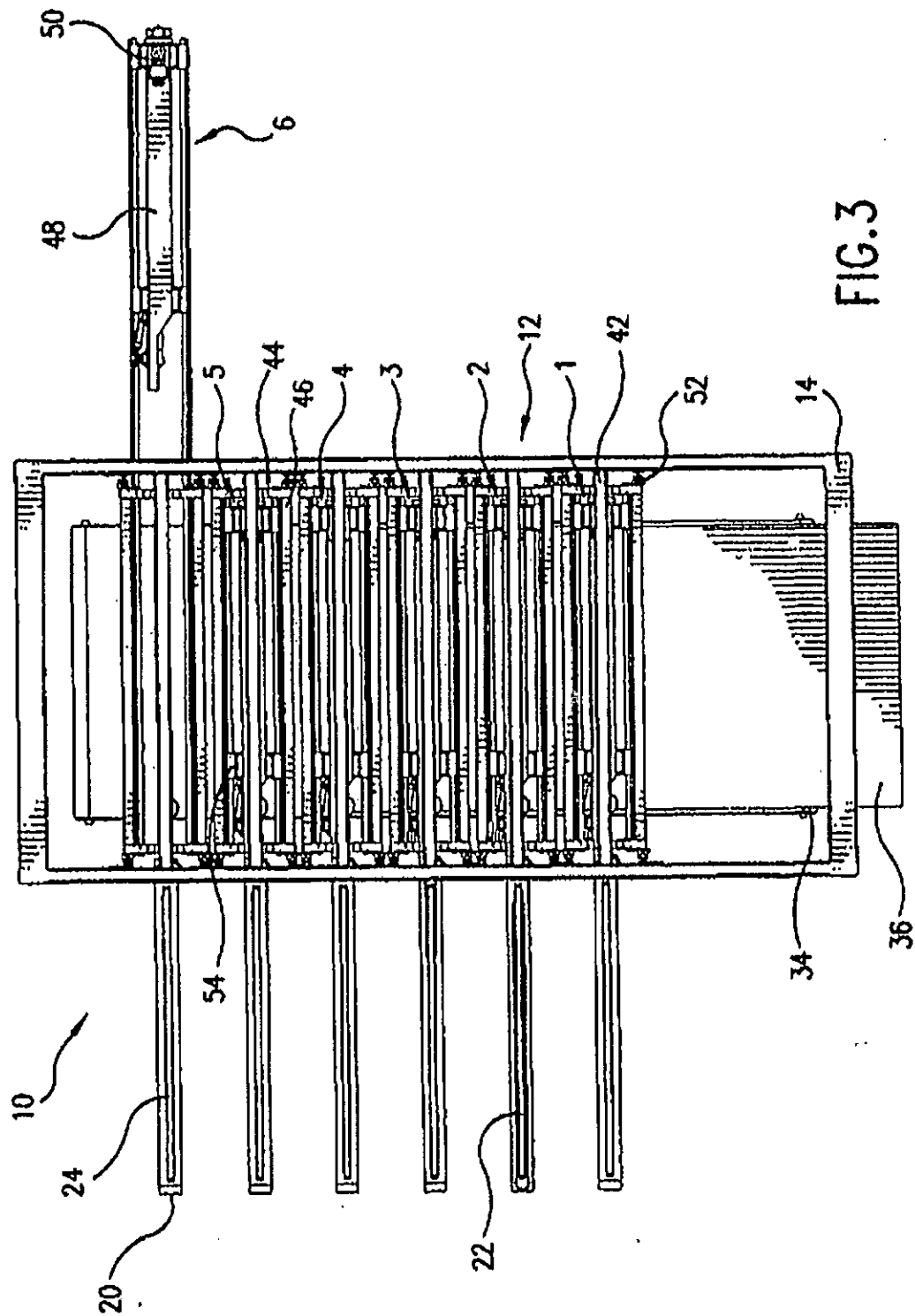


FIG. 2



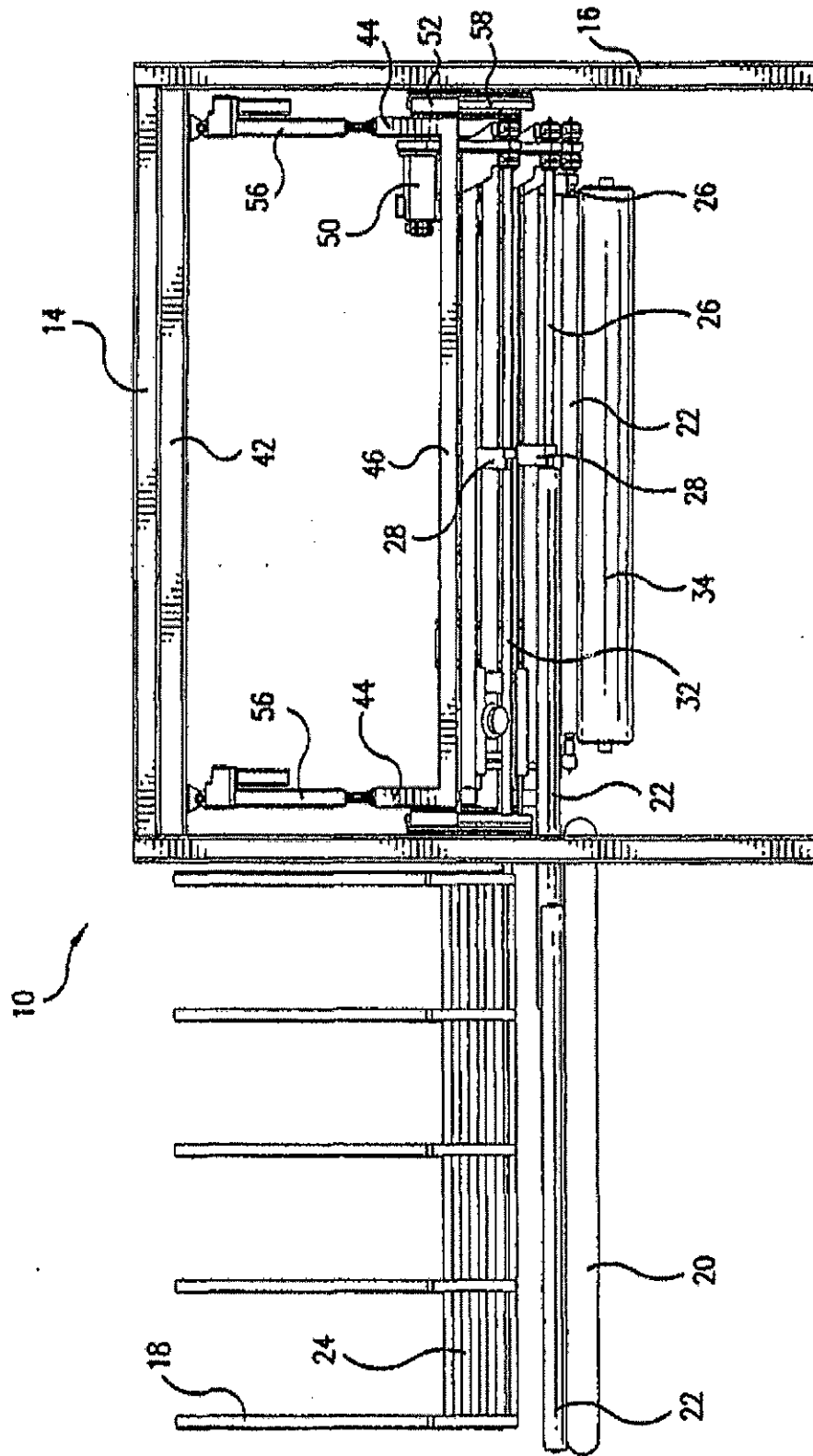


FIG. 4

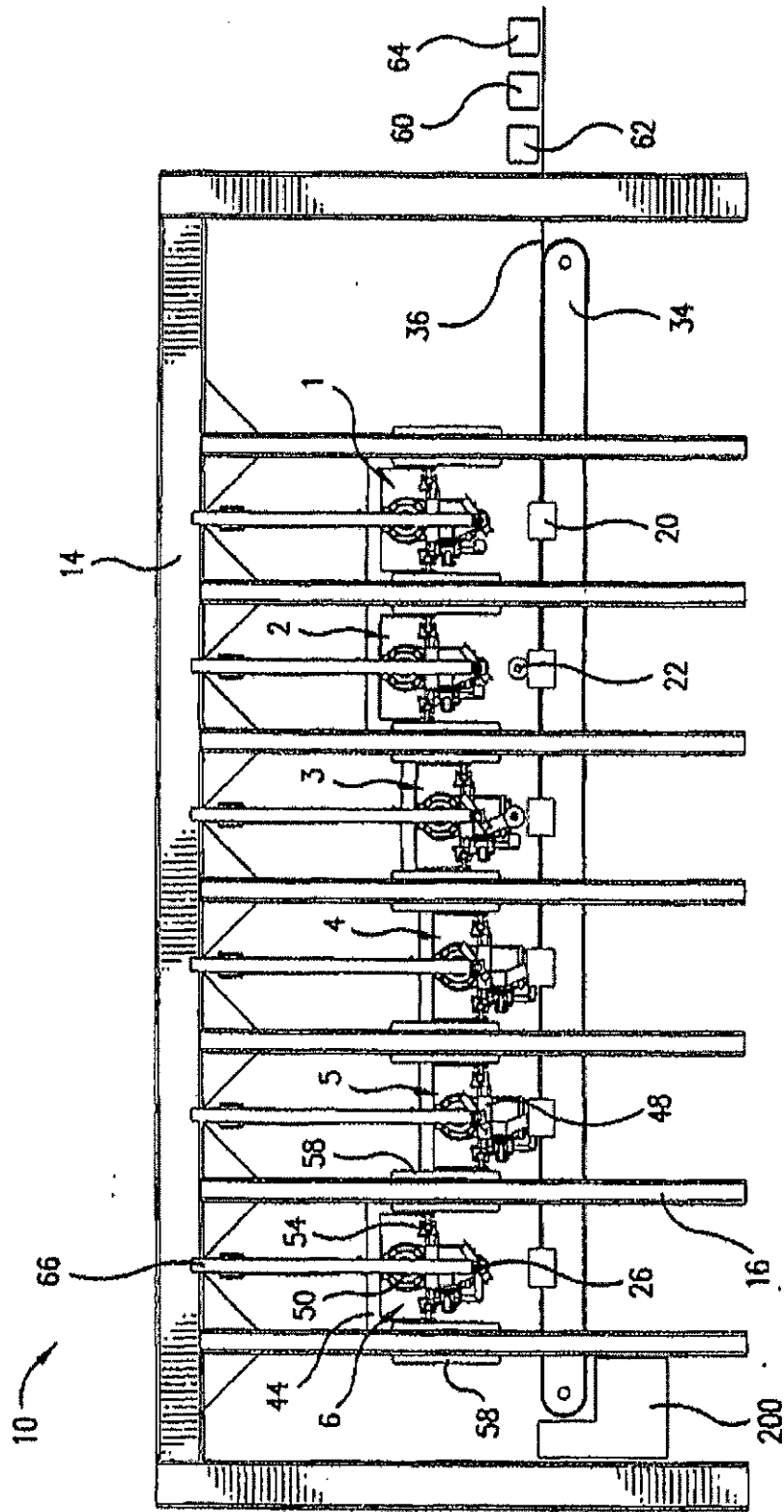


FIG. 5

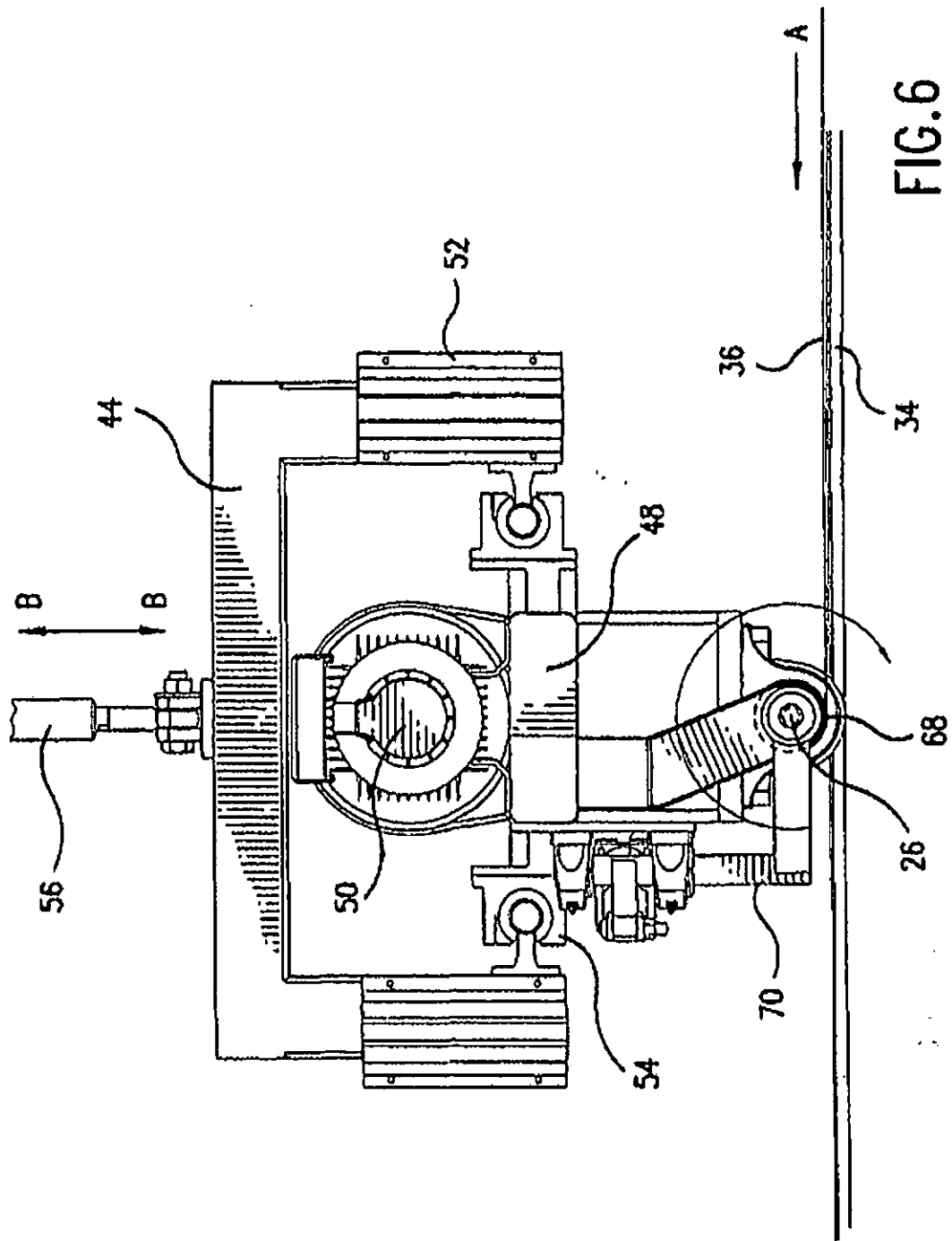


FIG. 6

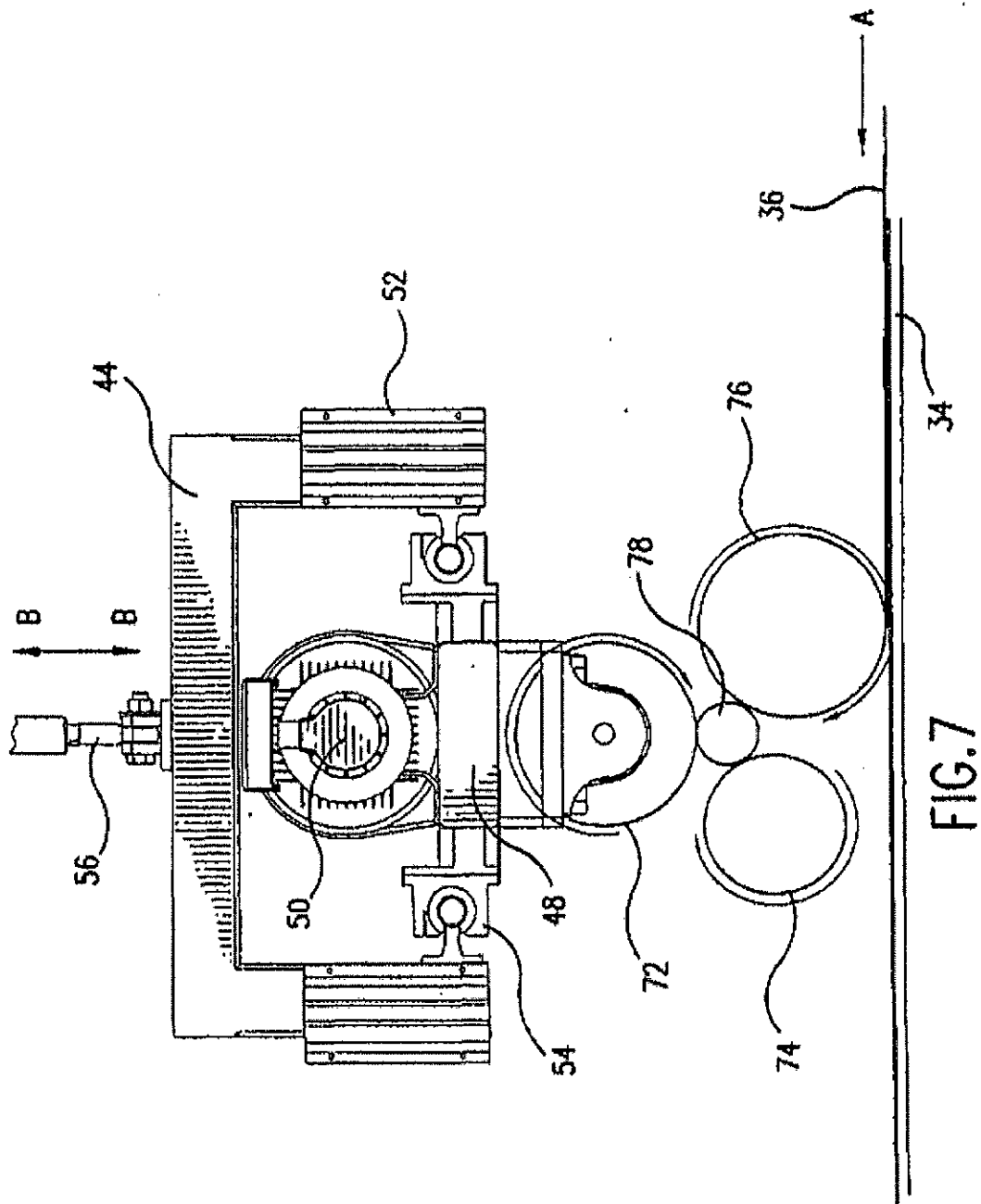
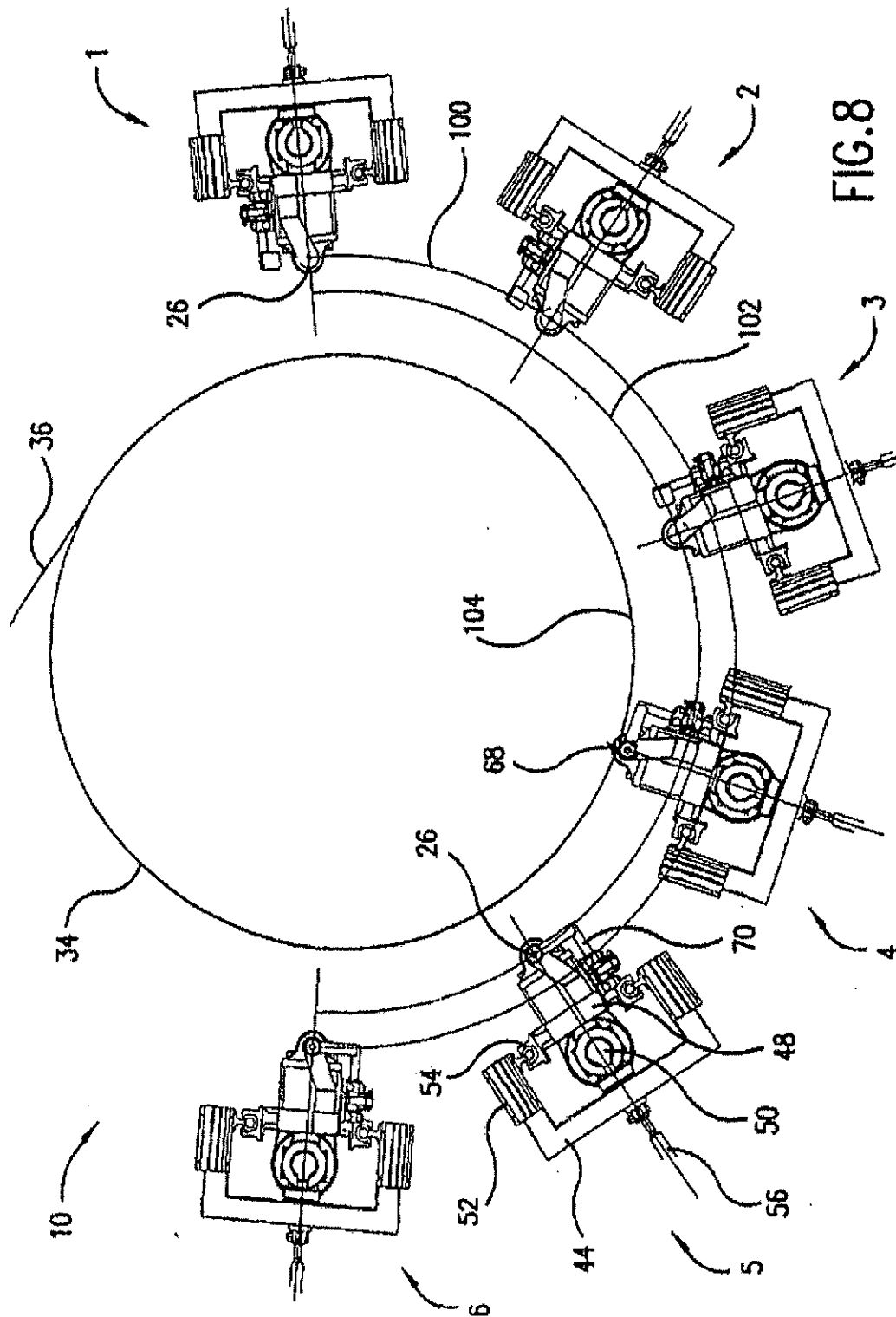
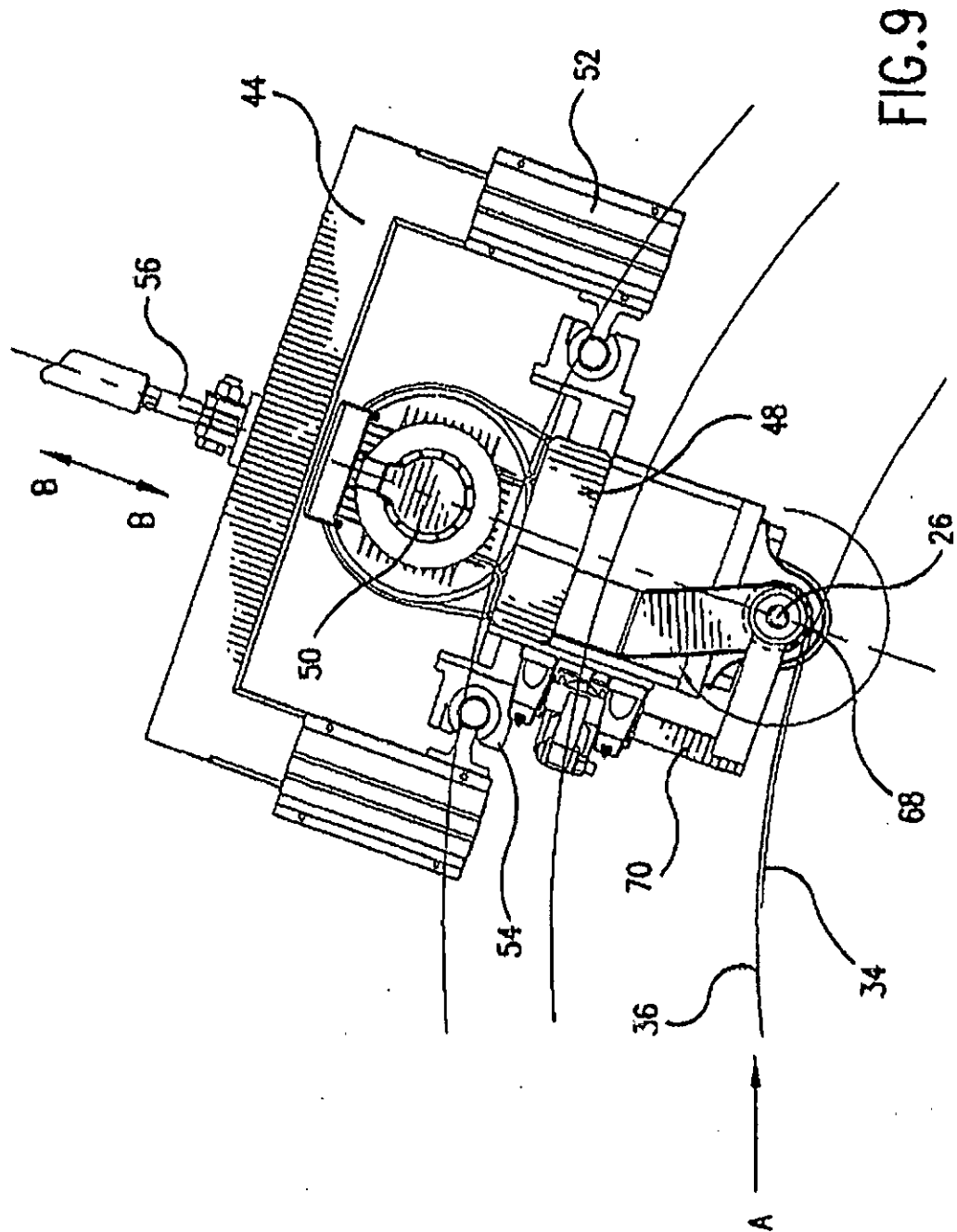


FIG. 7



802



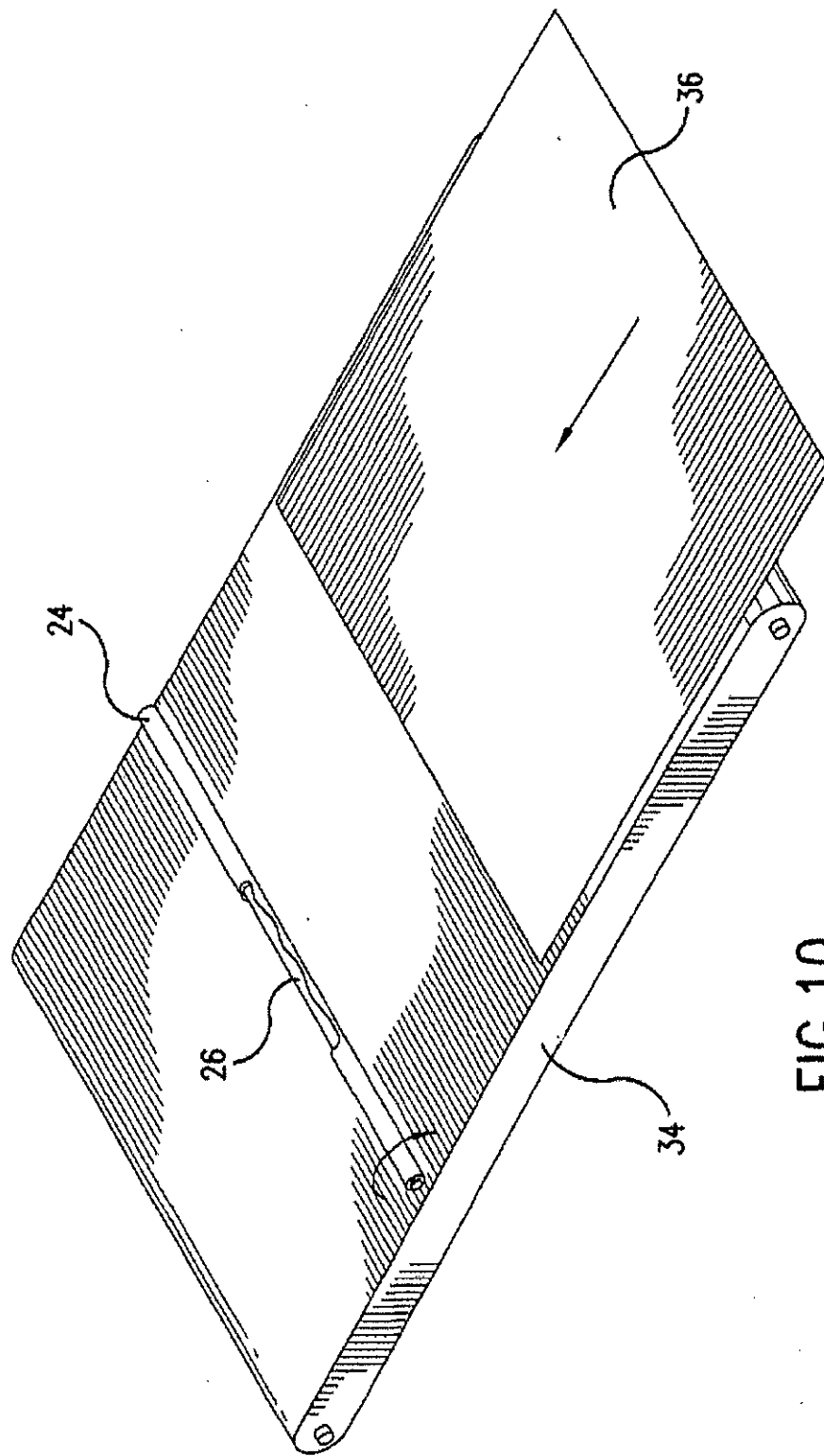


FIG. 10

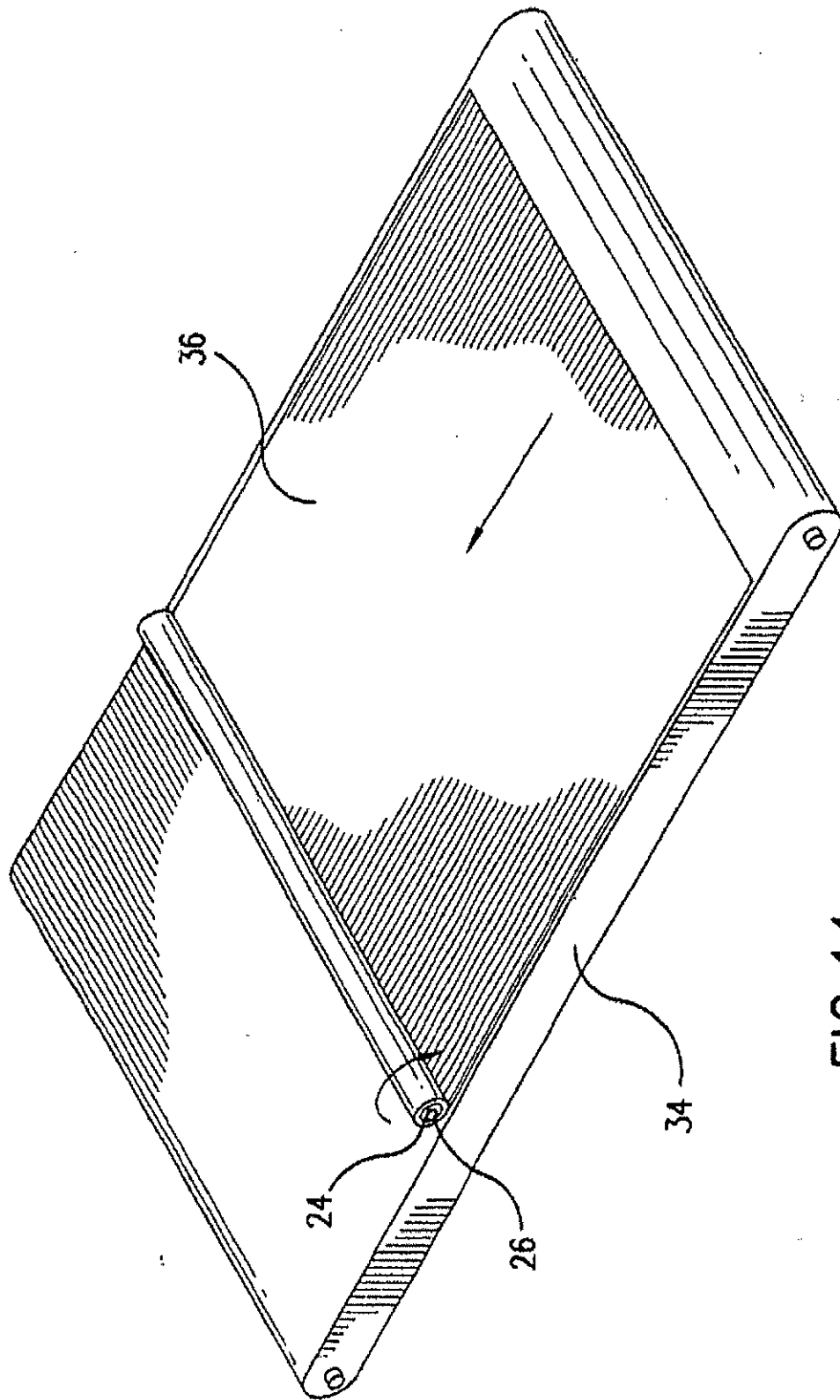


FIG.11

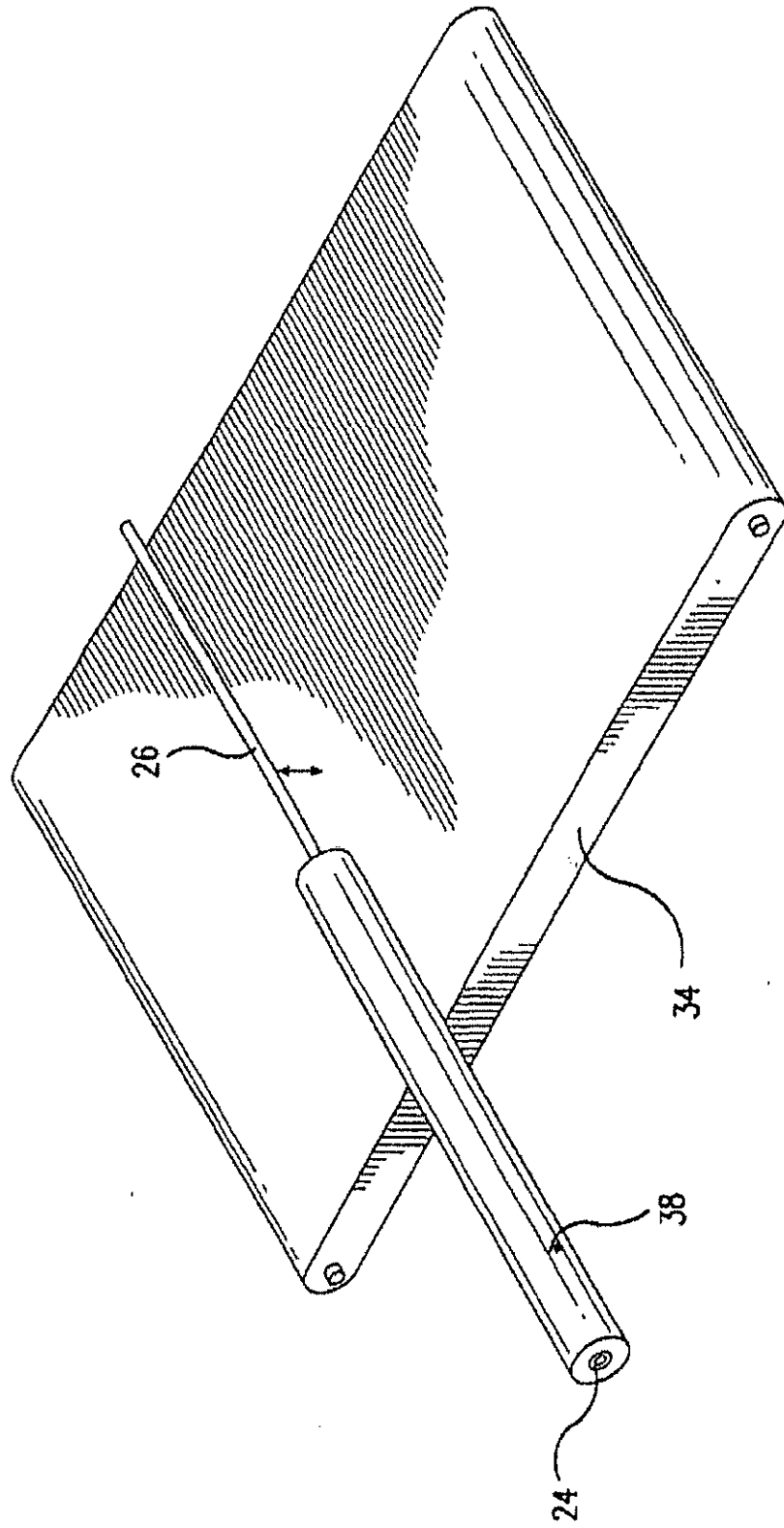


FIG. 12

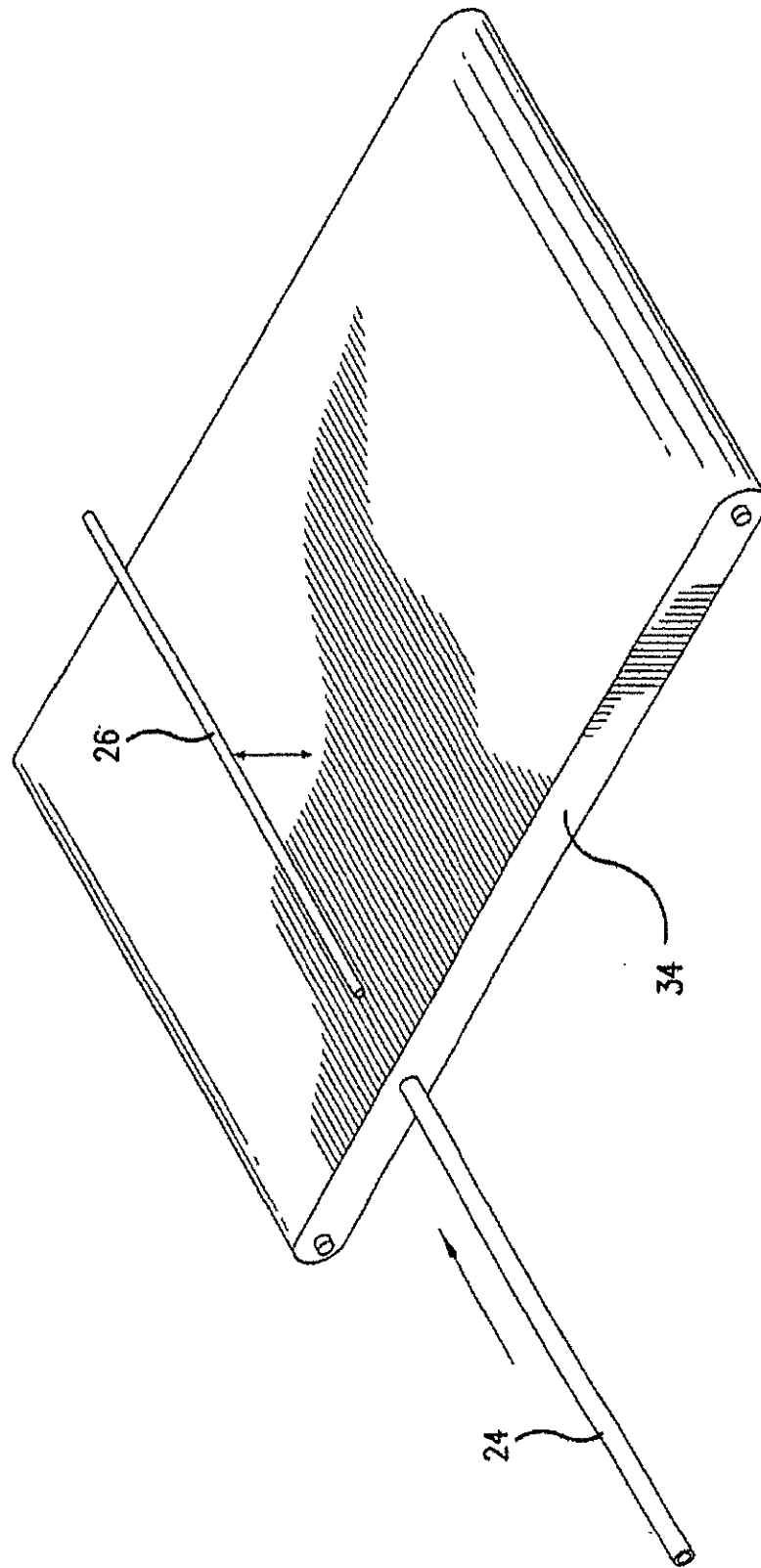


FIG. 13

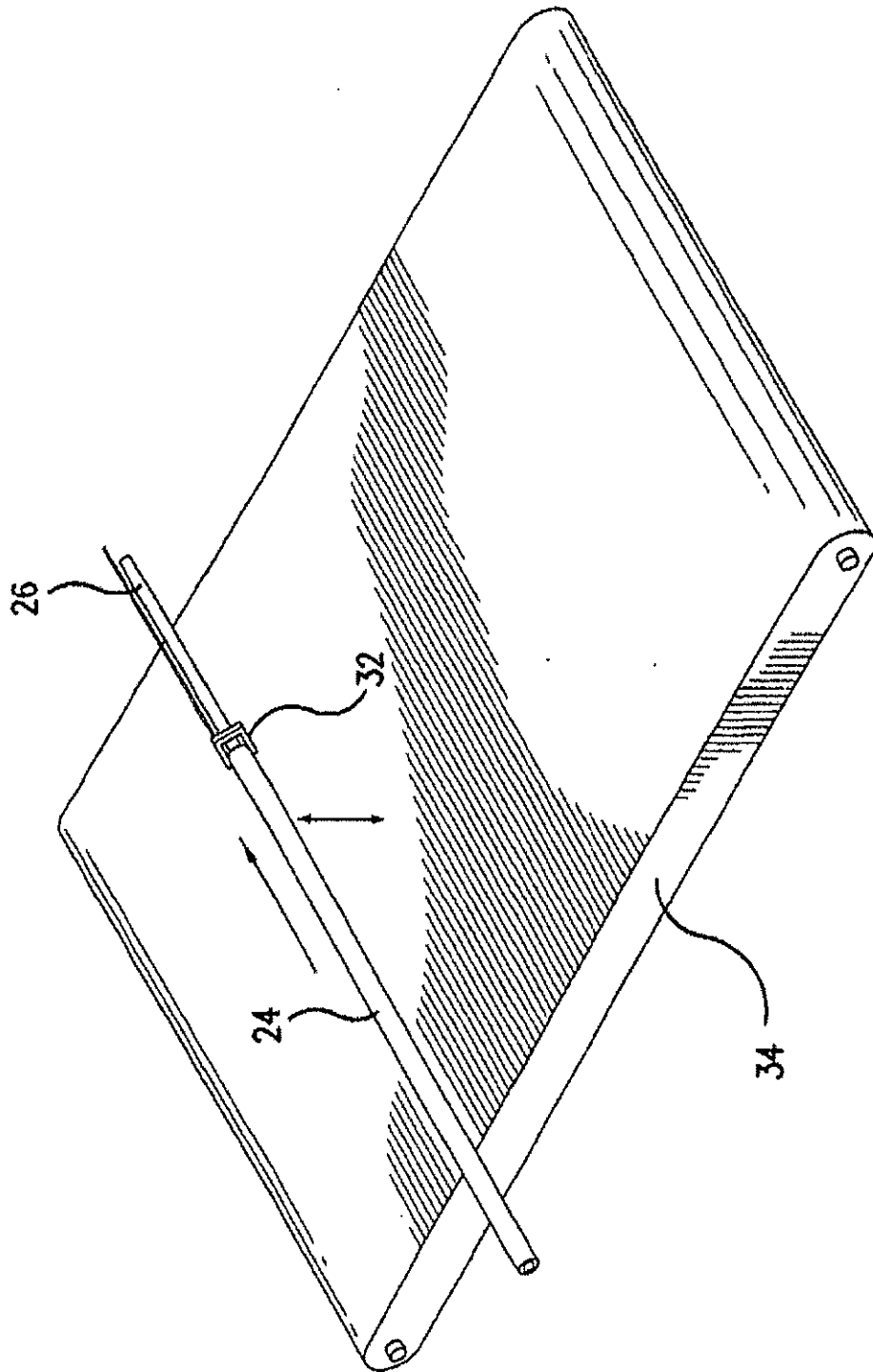


FIG. 14

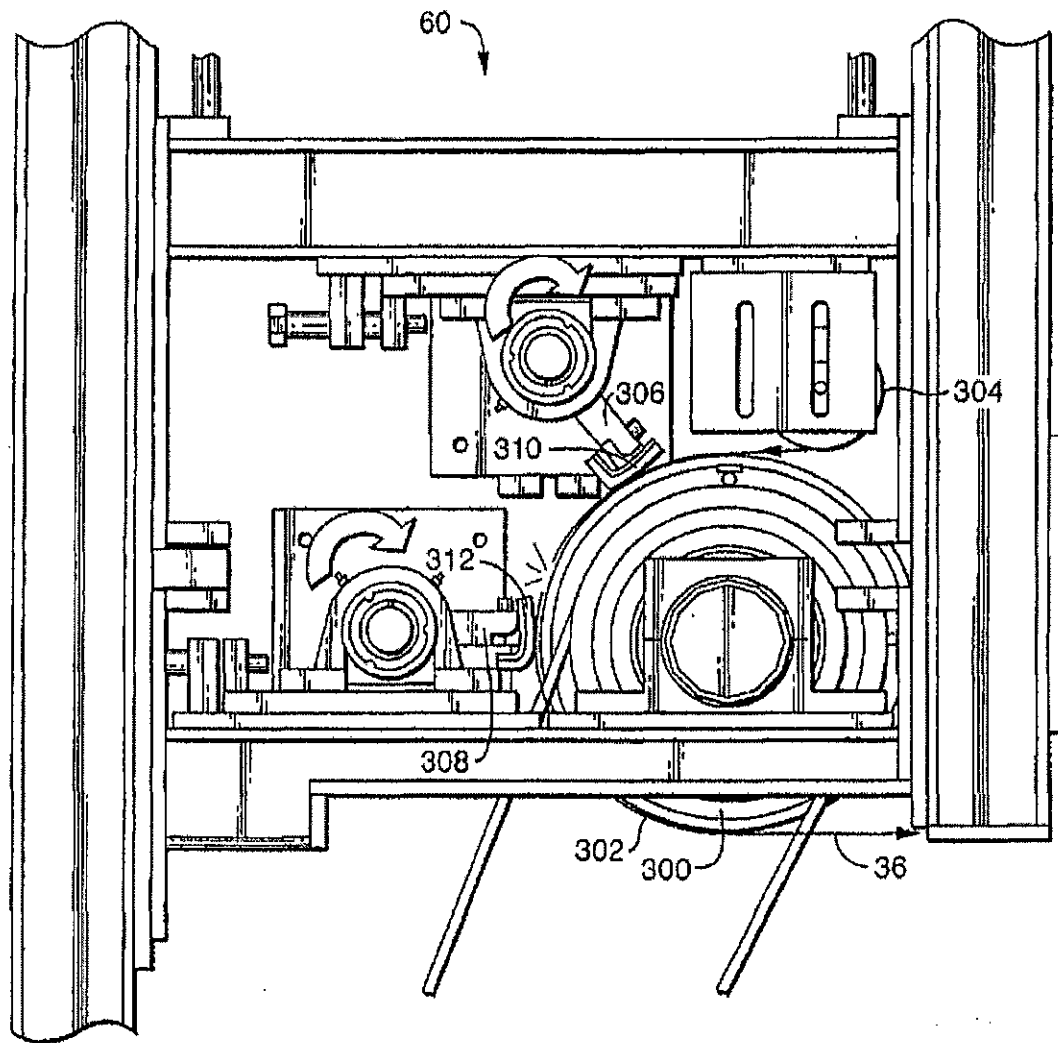


FIG. 15

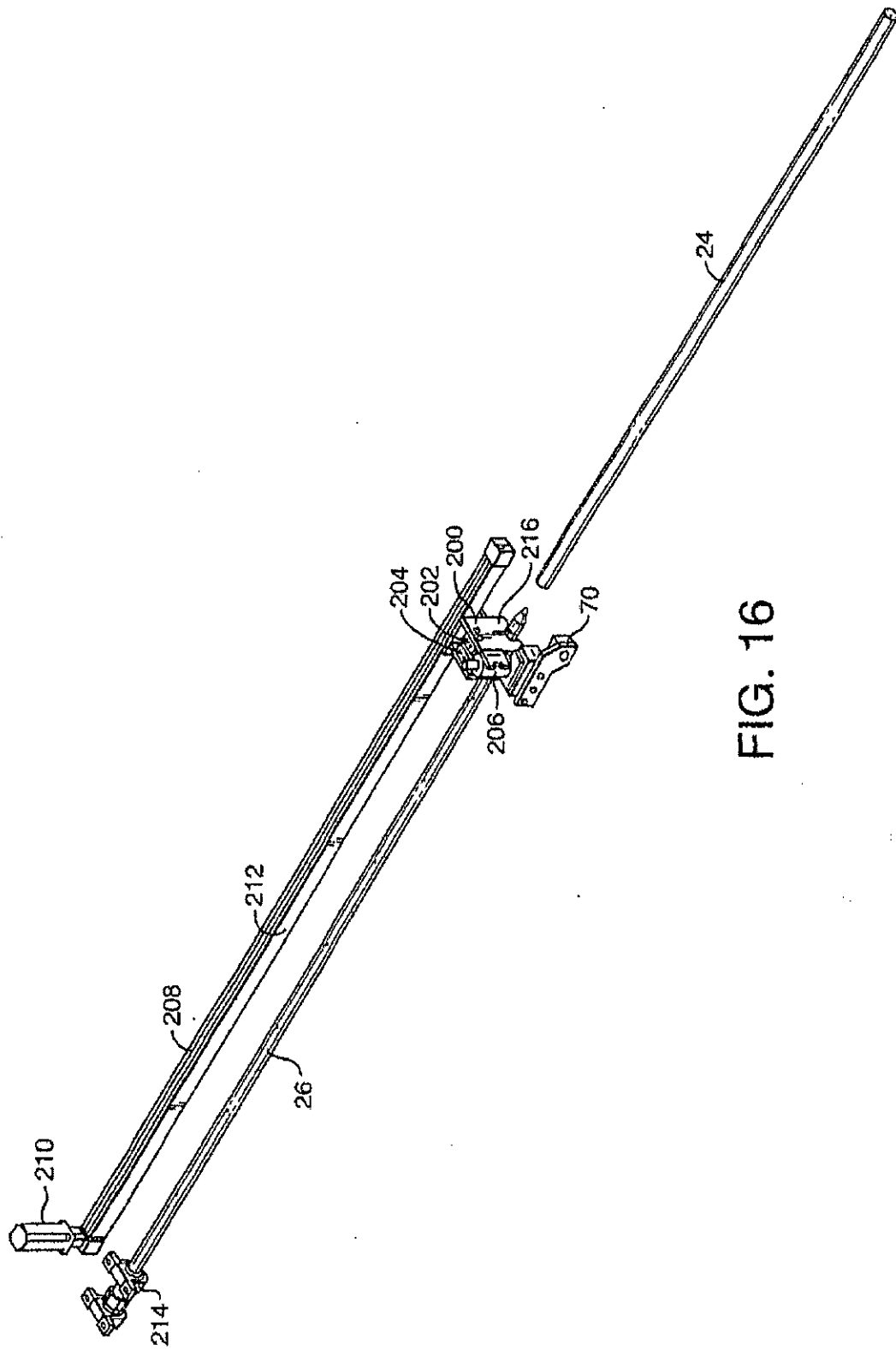


FIG. 16

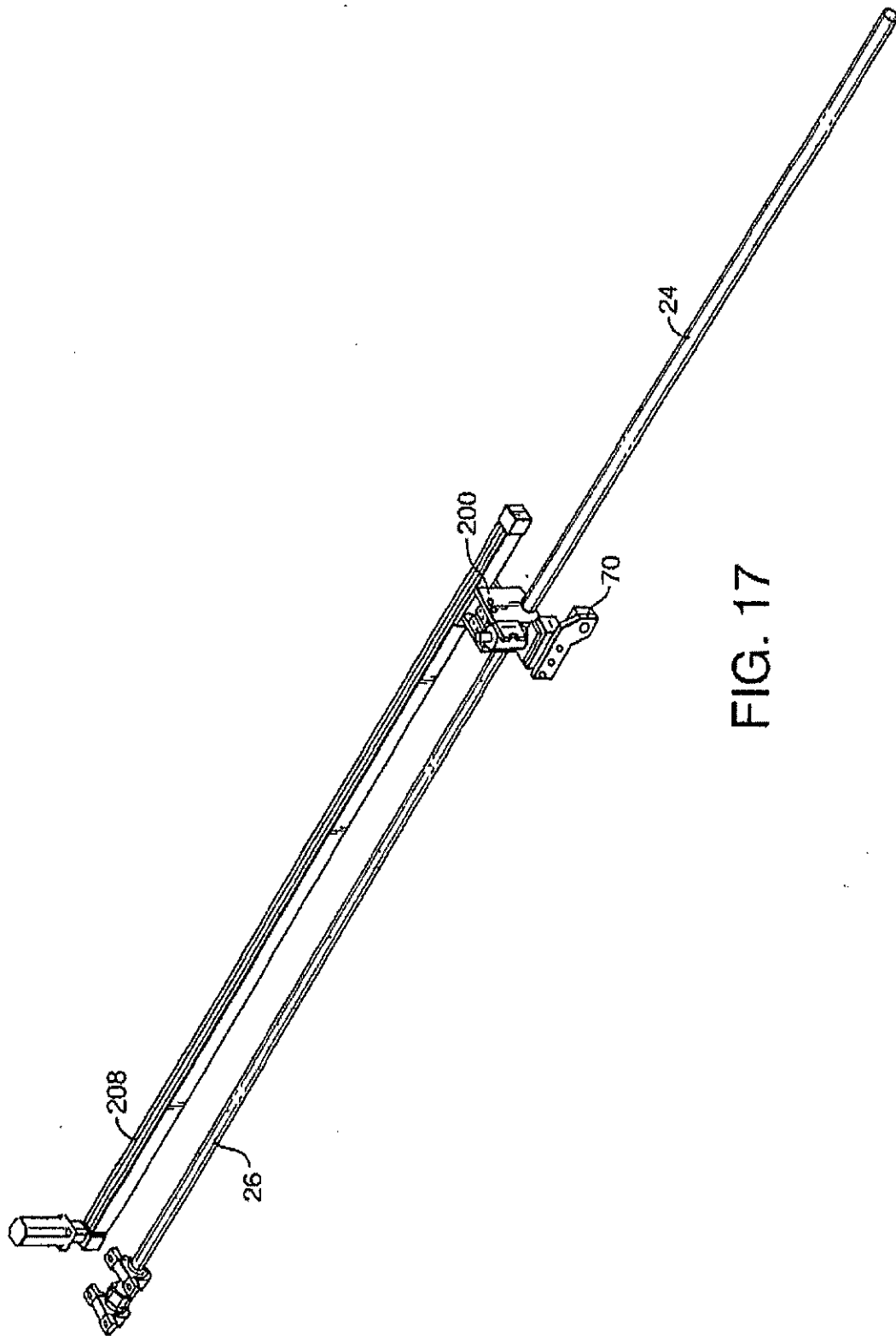


FIG. 17

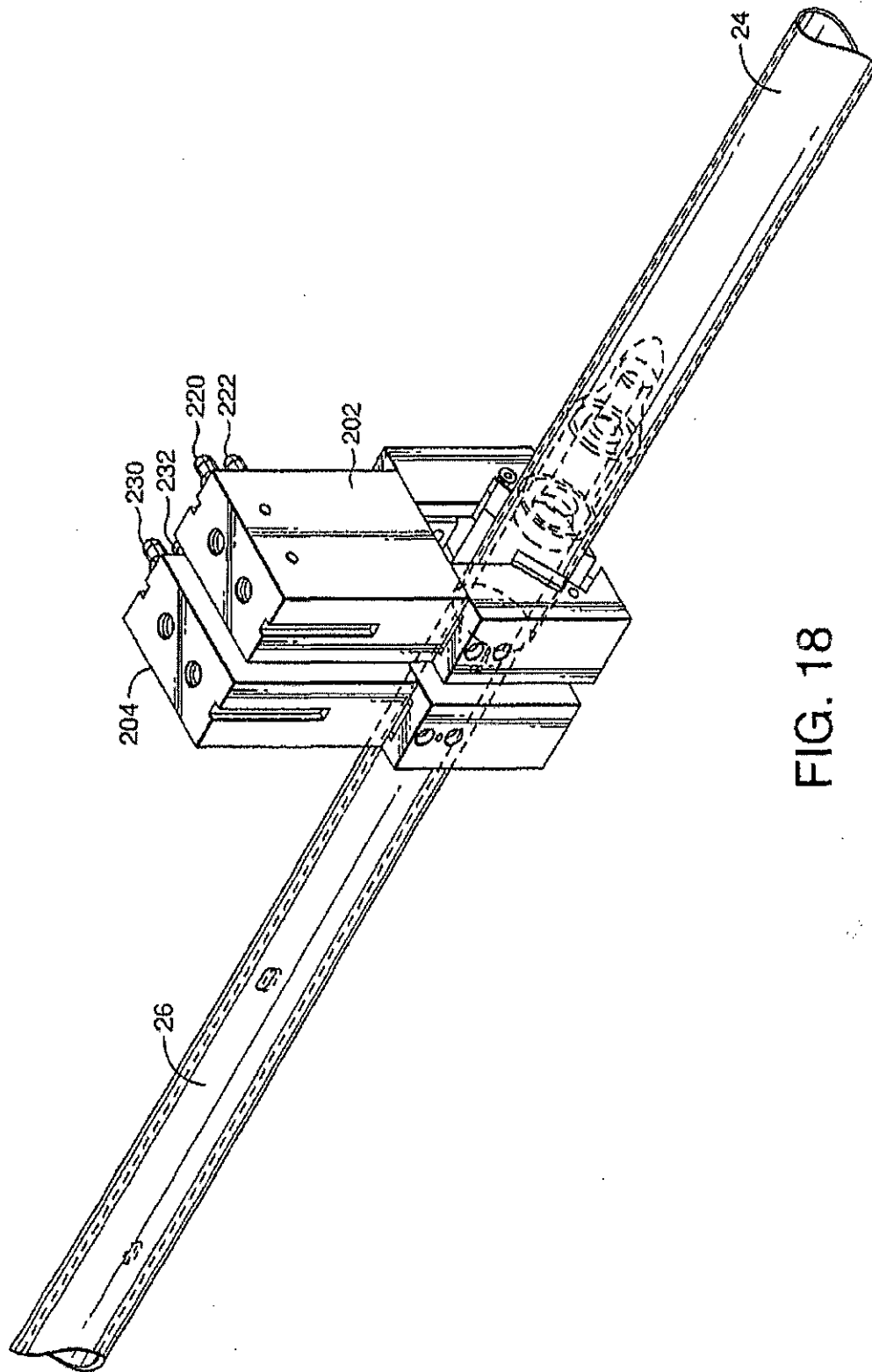


FIG. 18

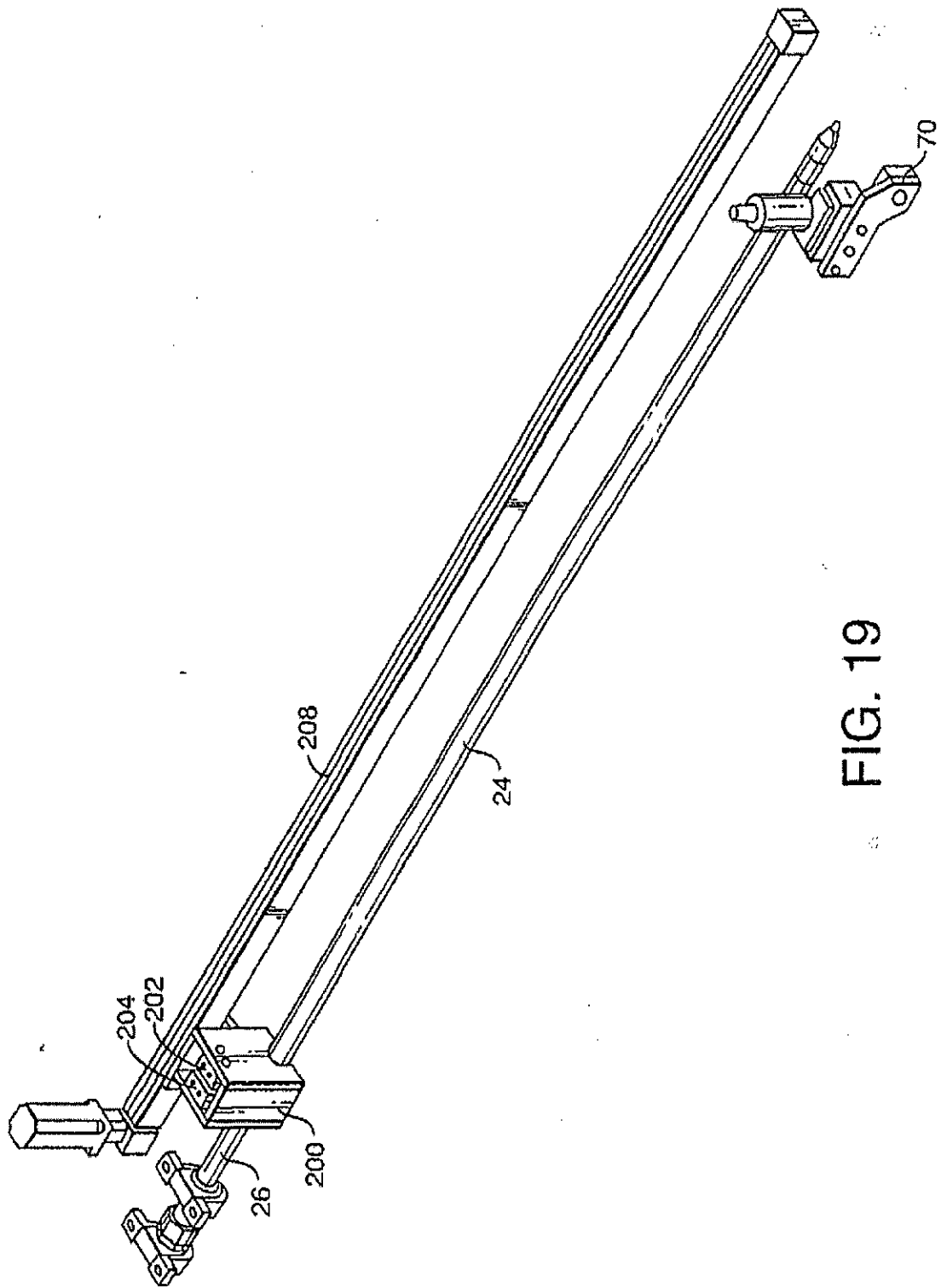


FIG. 19

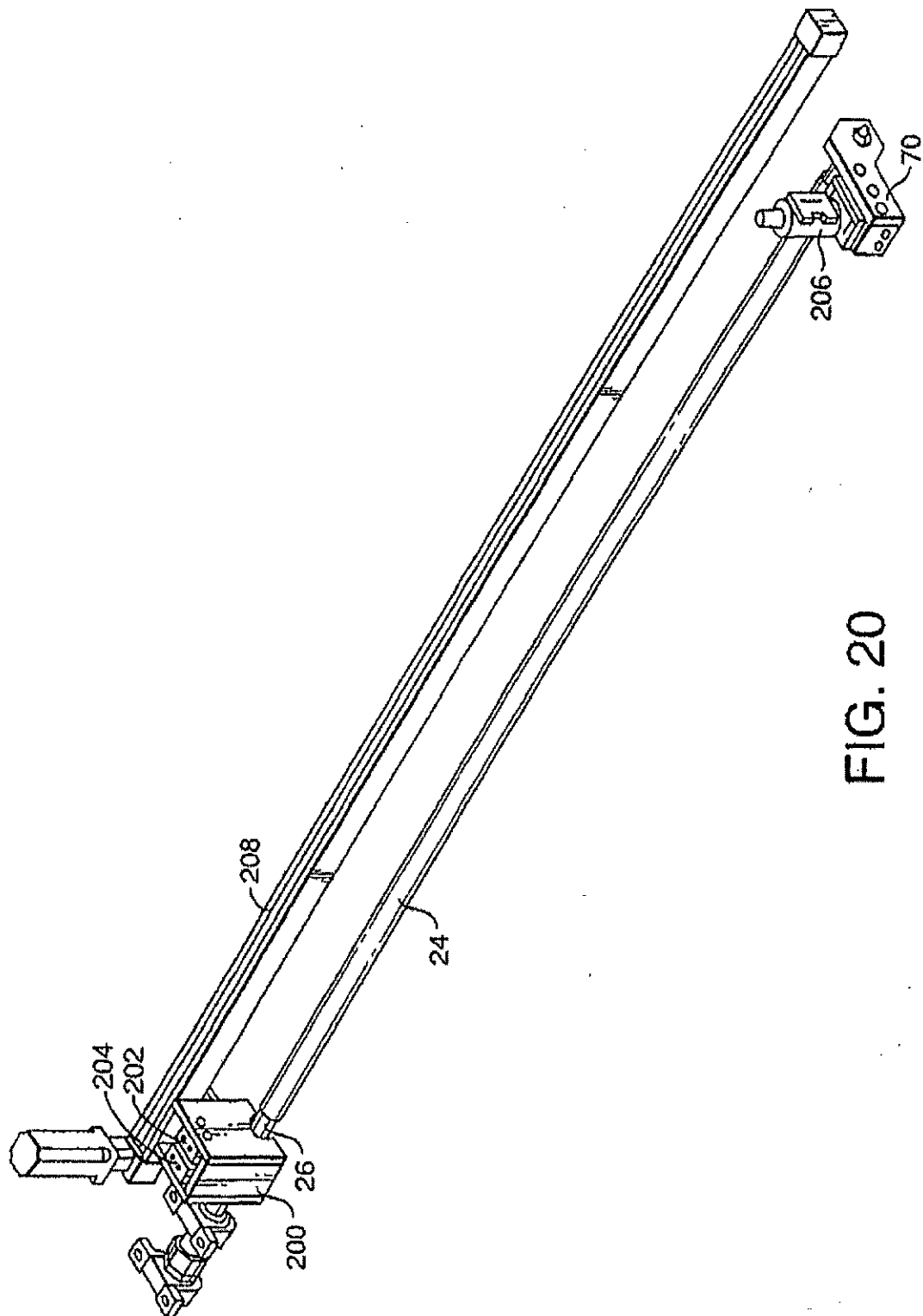


FIG. 20

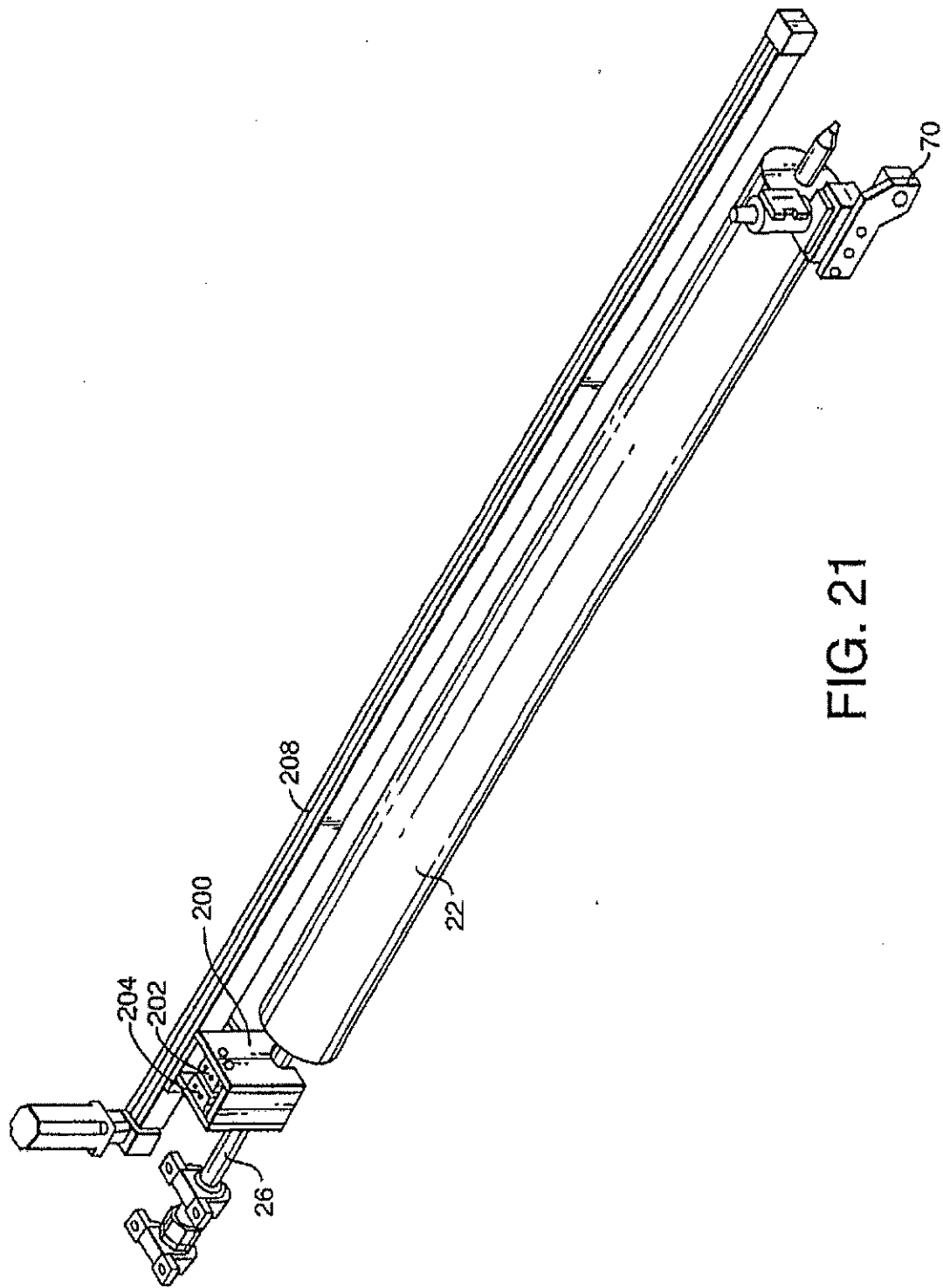


FIG. 21

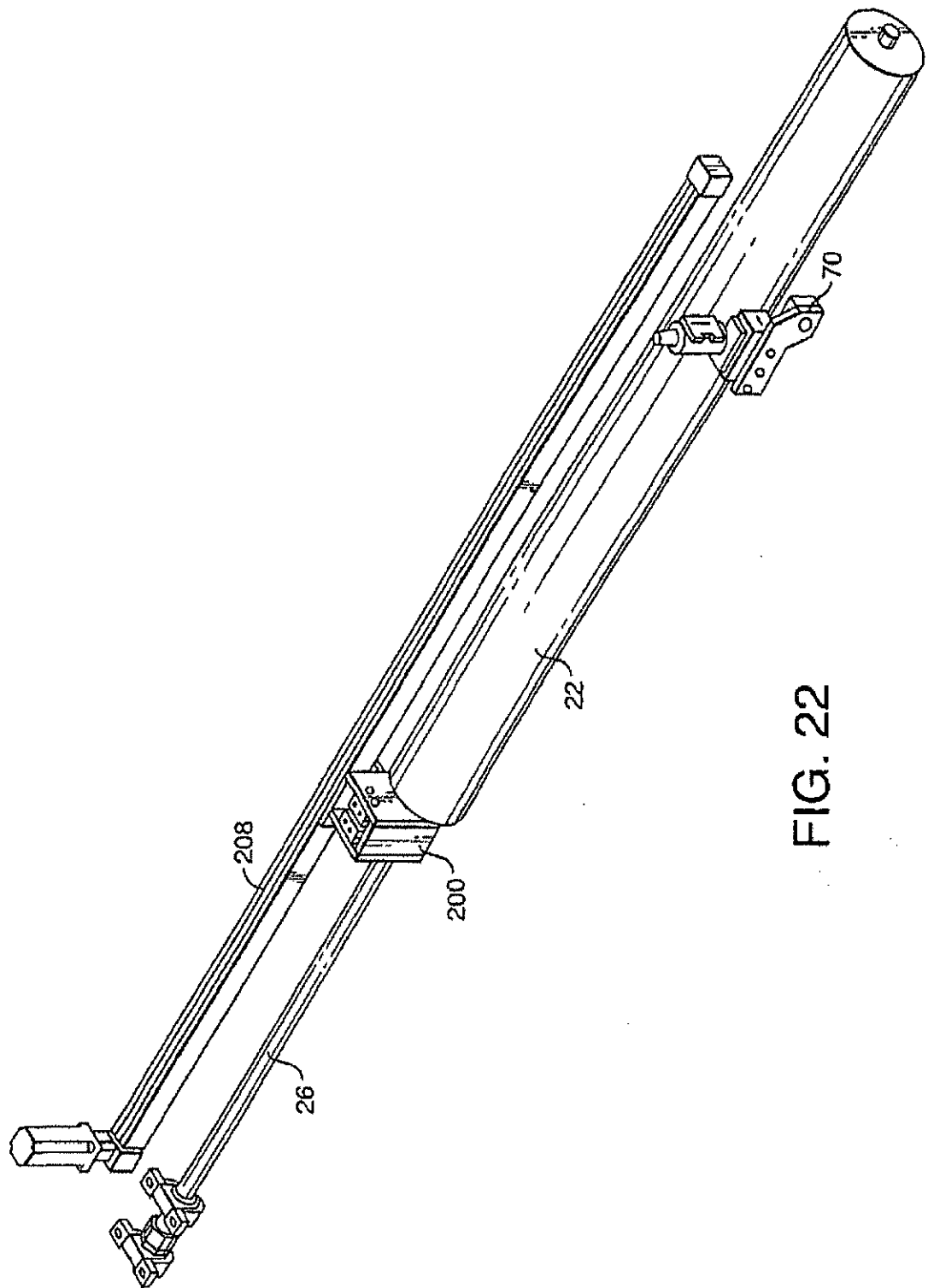


FIG. 22

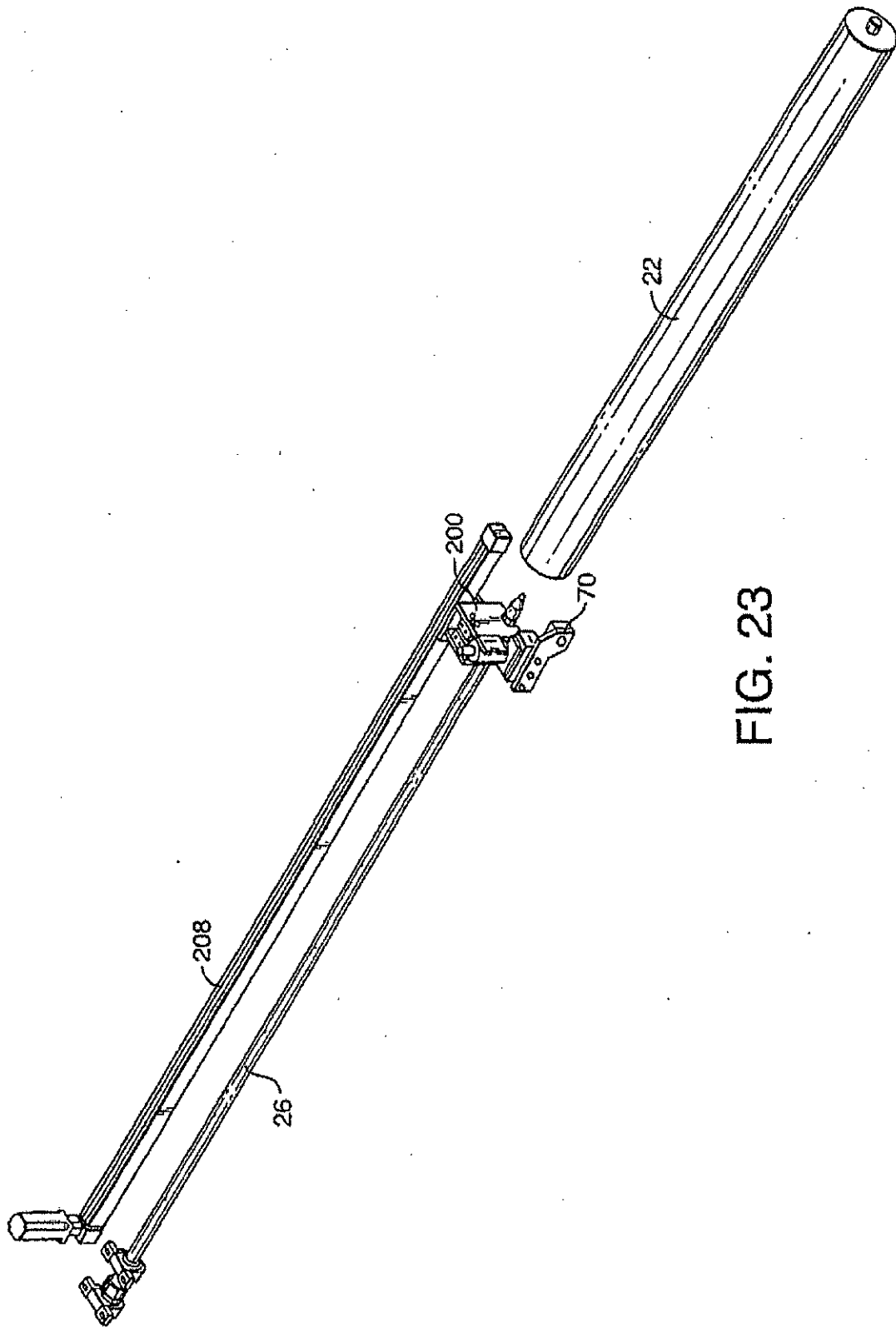
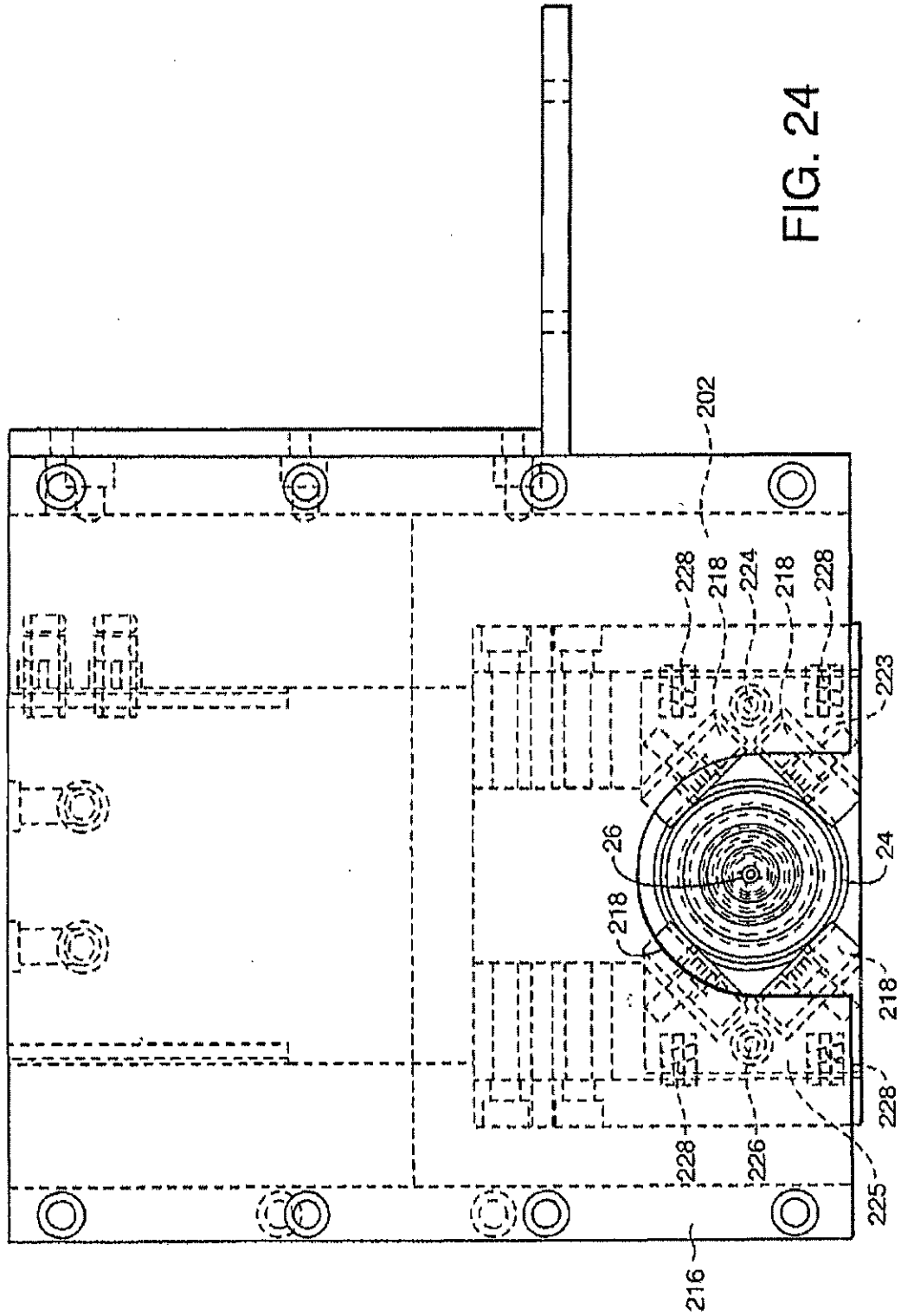


FIG. 23

FIG. 24



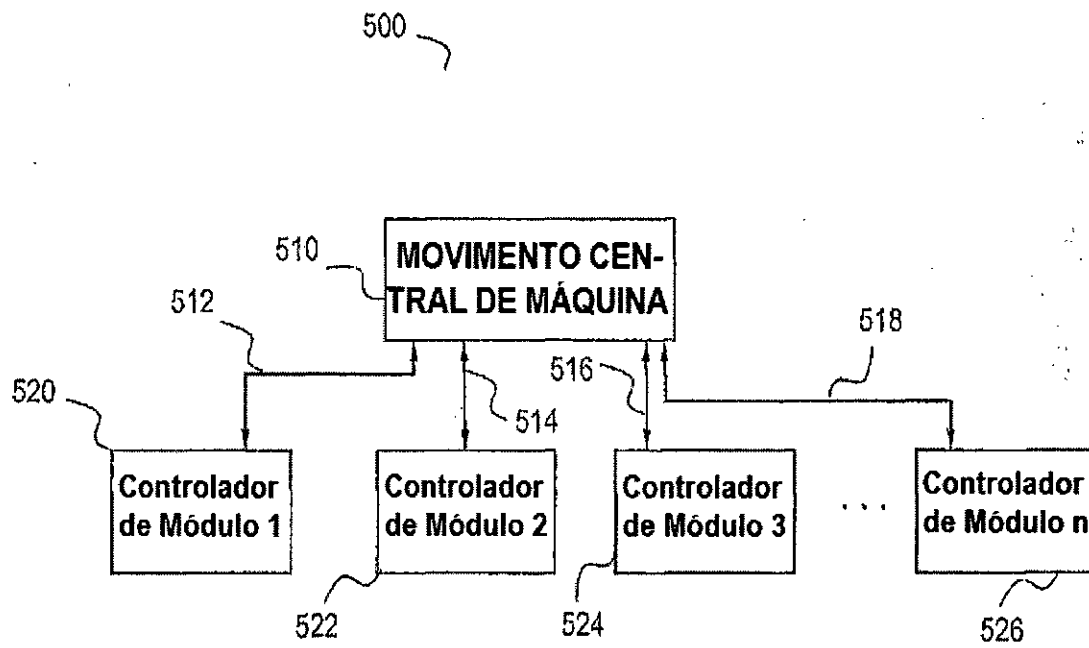


FIG. 25

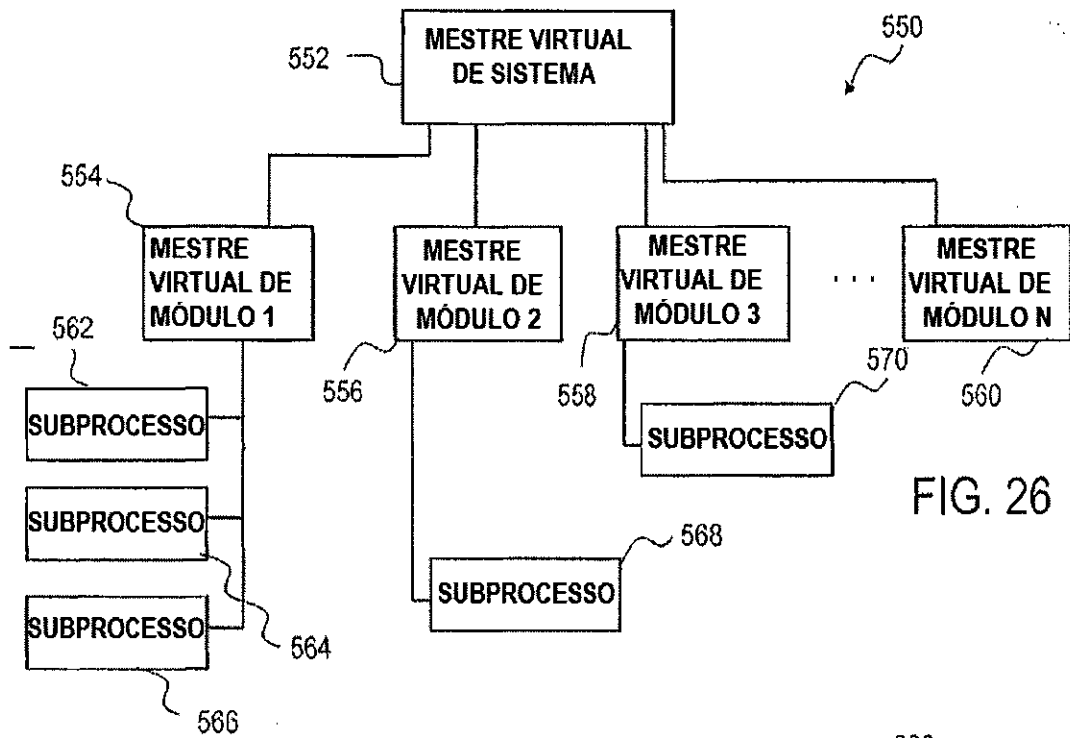


FIG. 26

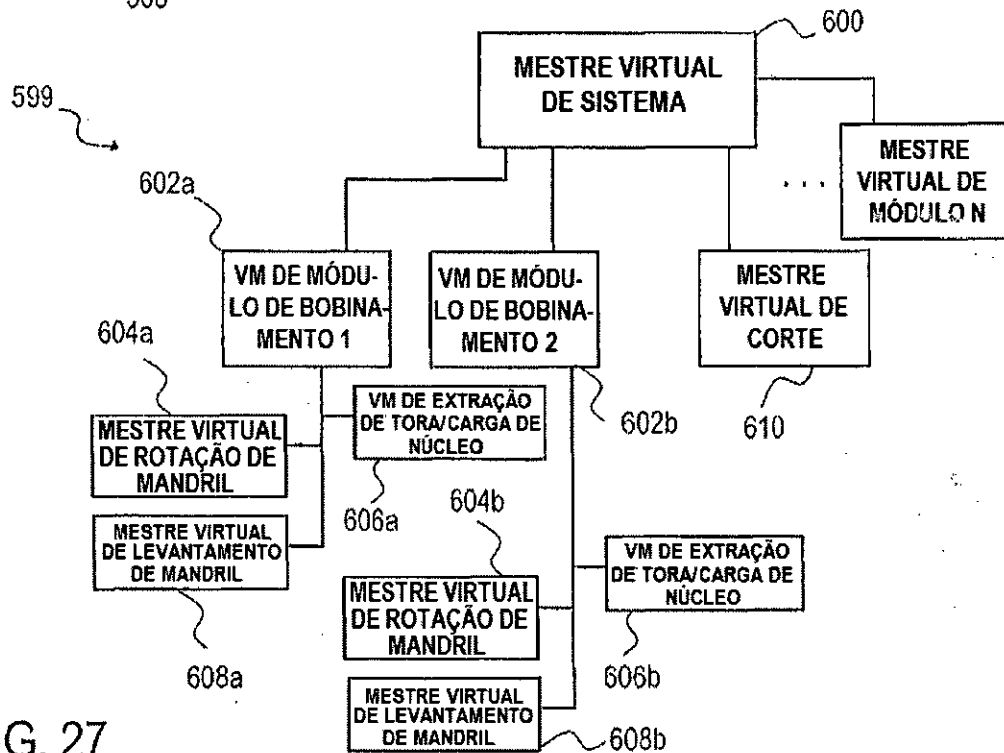


FIG. 27

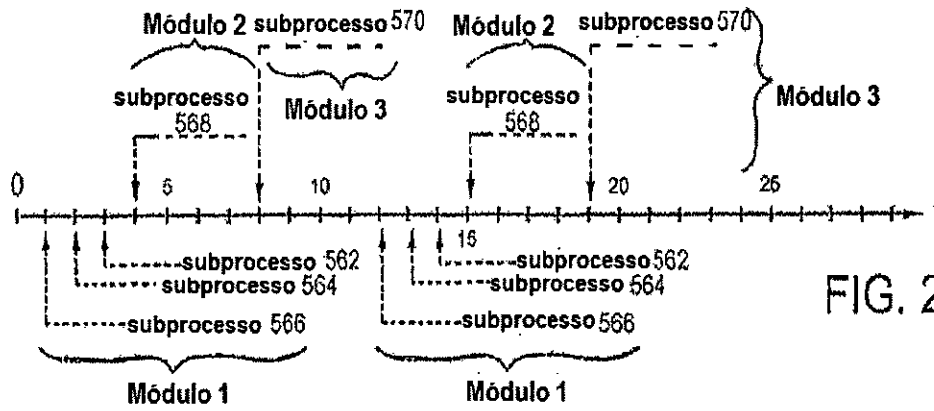


FIG. 28A

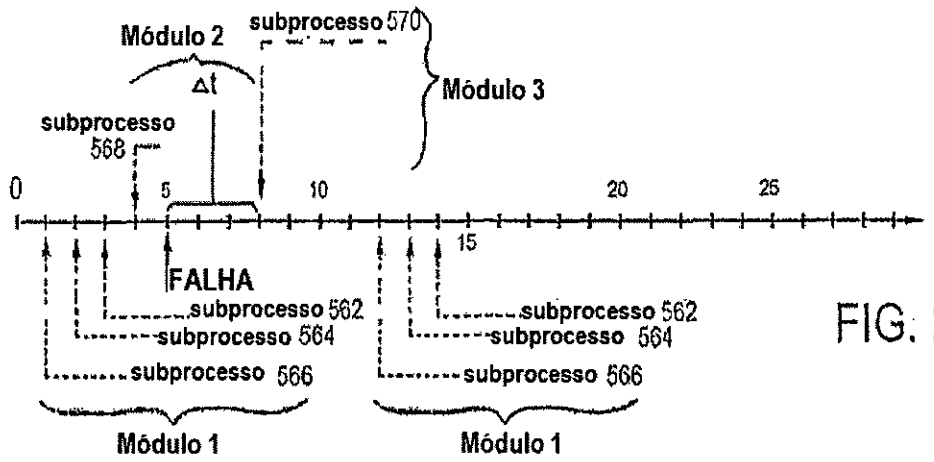


FIG. 28B

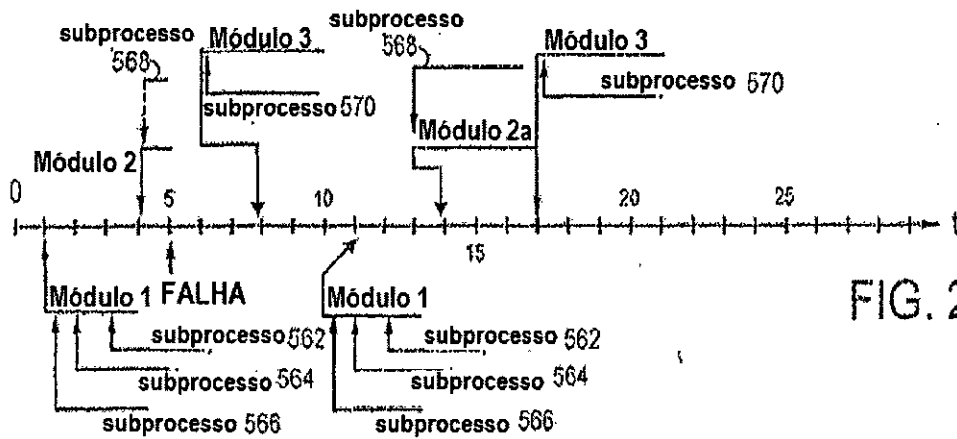


FIG. 28C

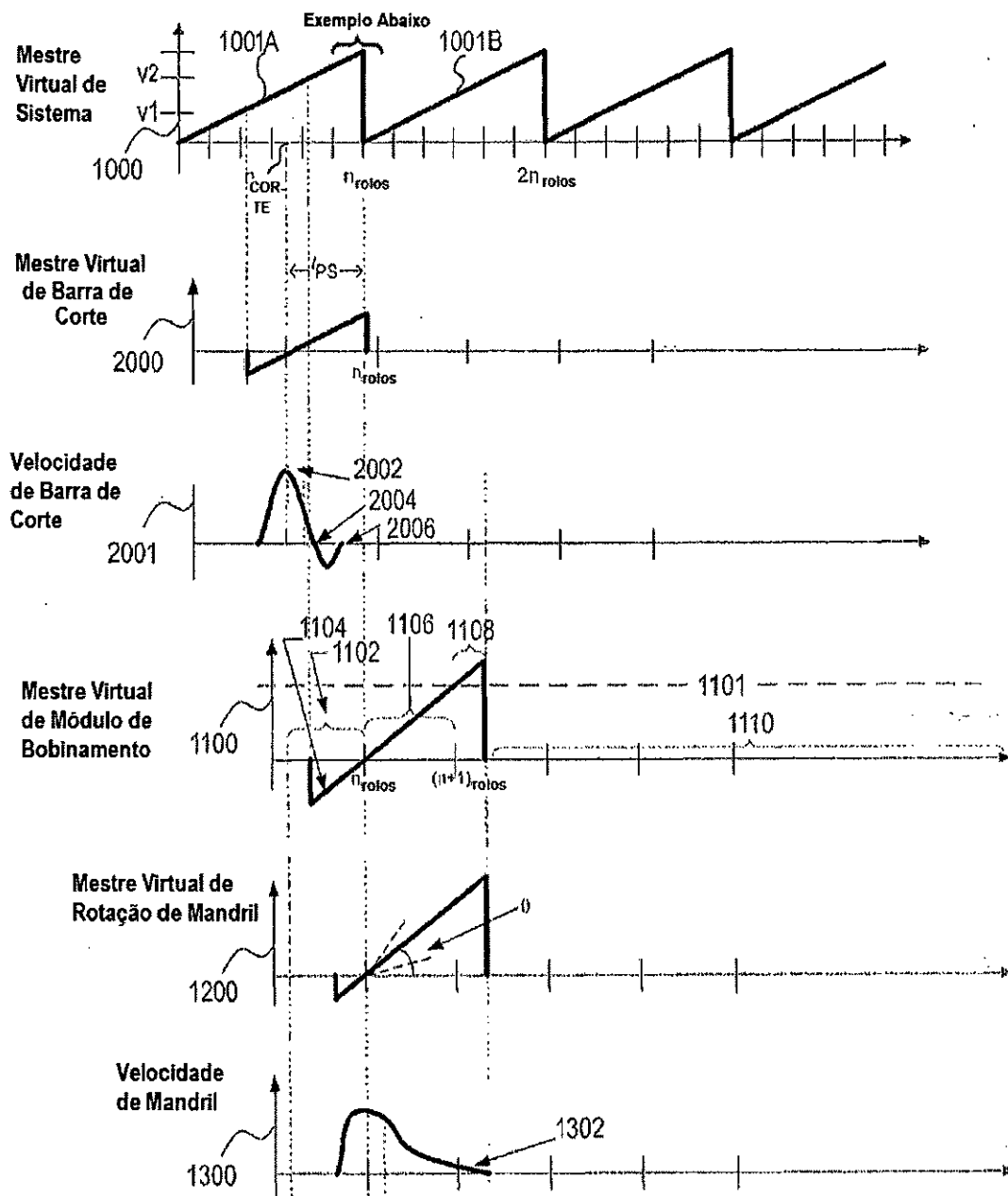
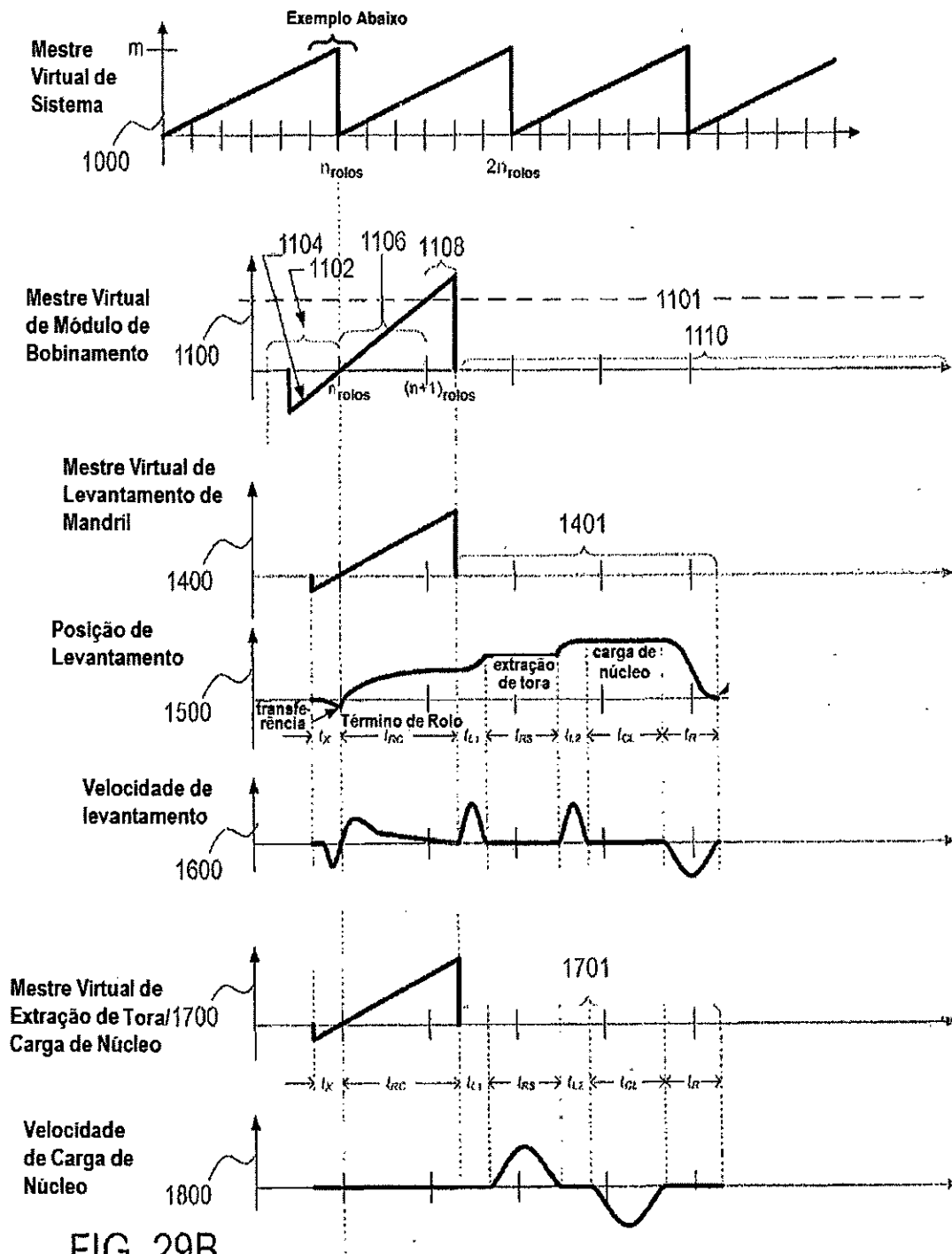


FIG. 29A



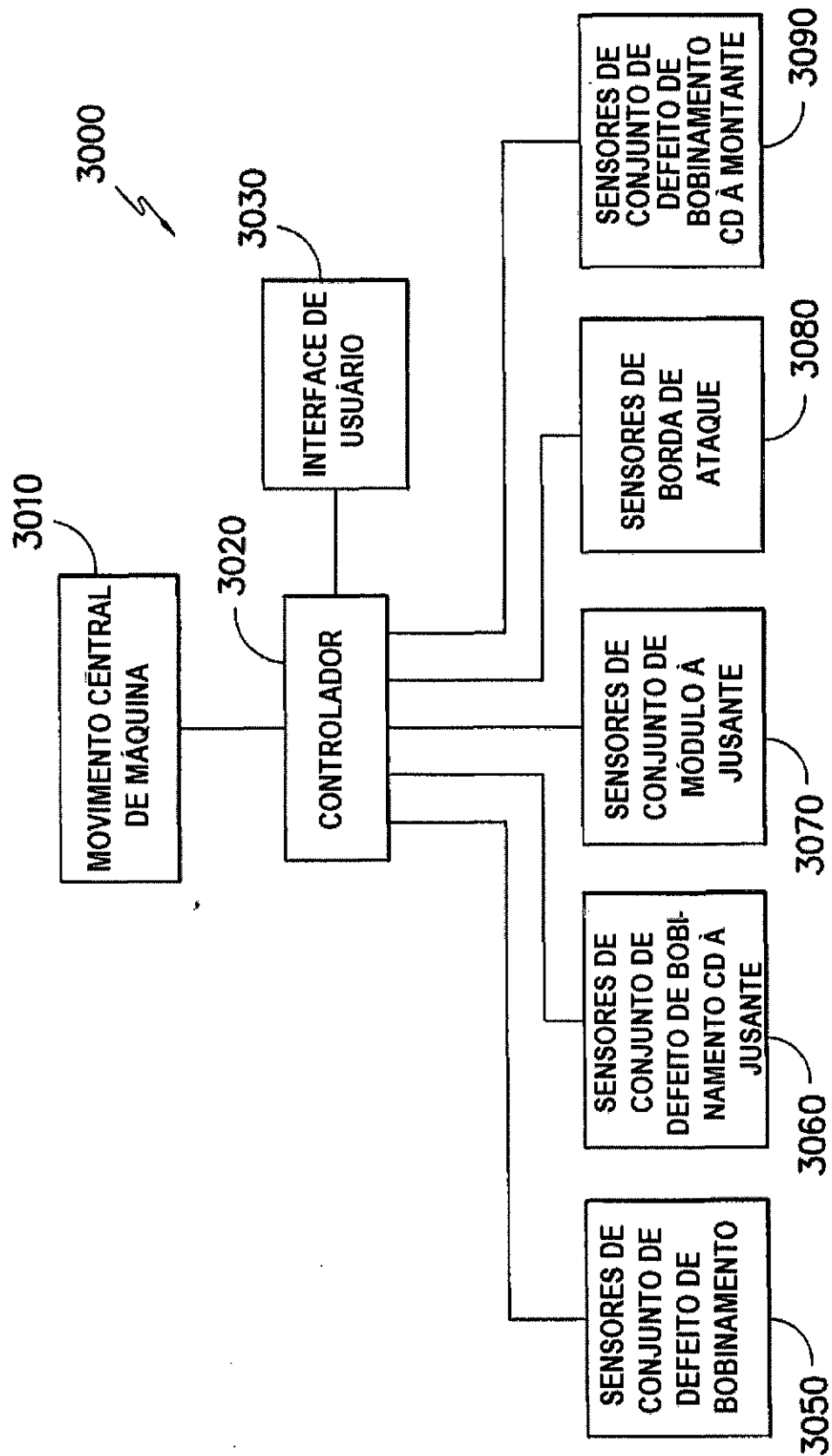


FIG. 30

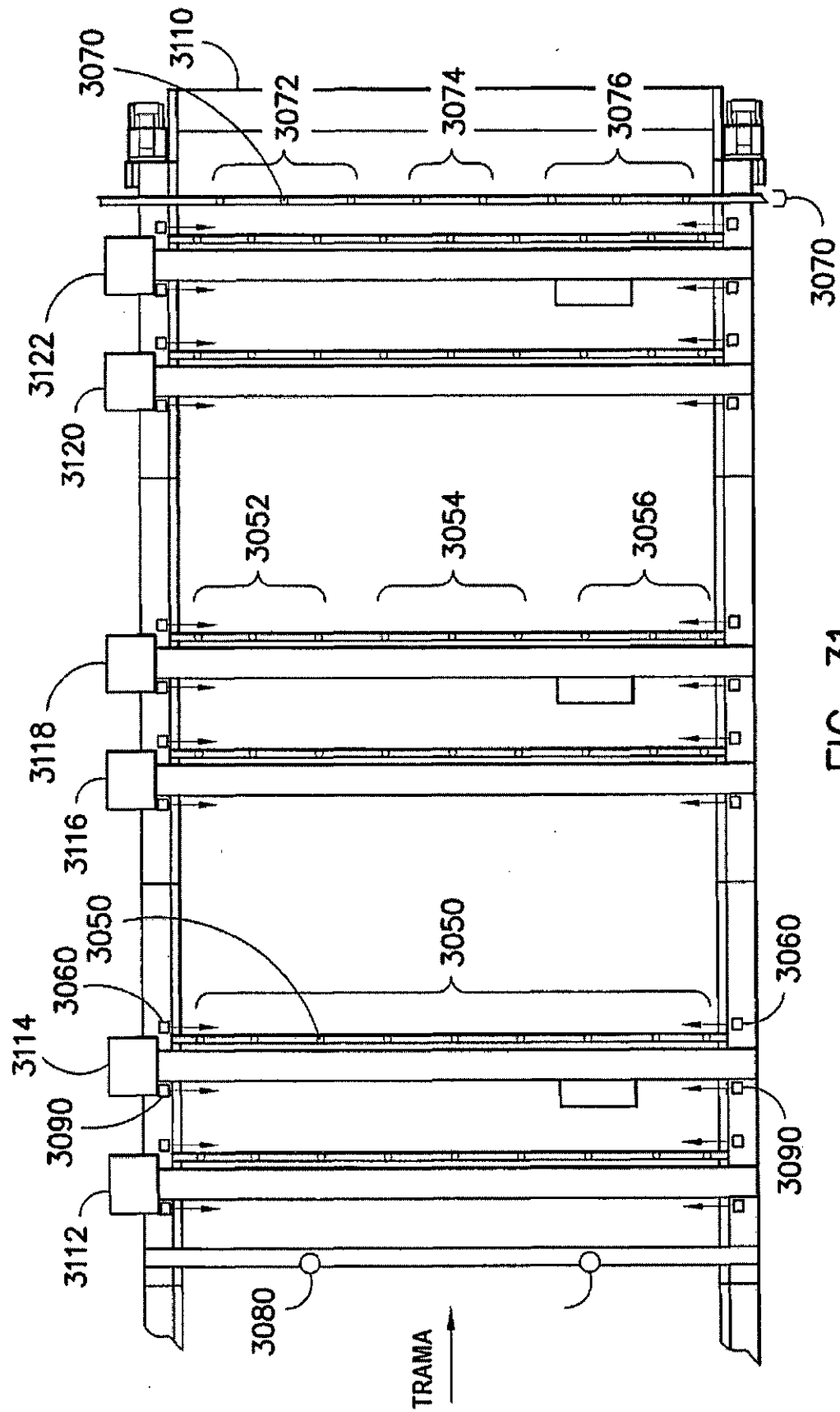


FIG. 31

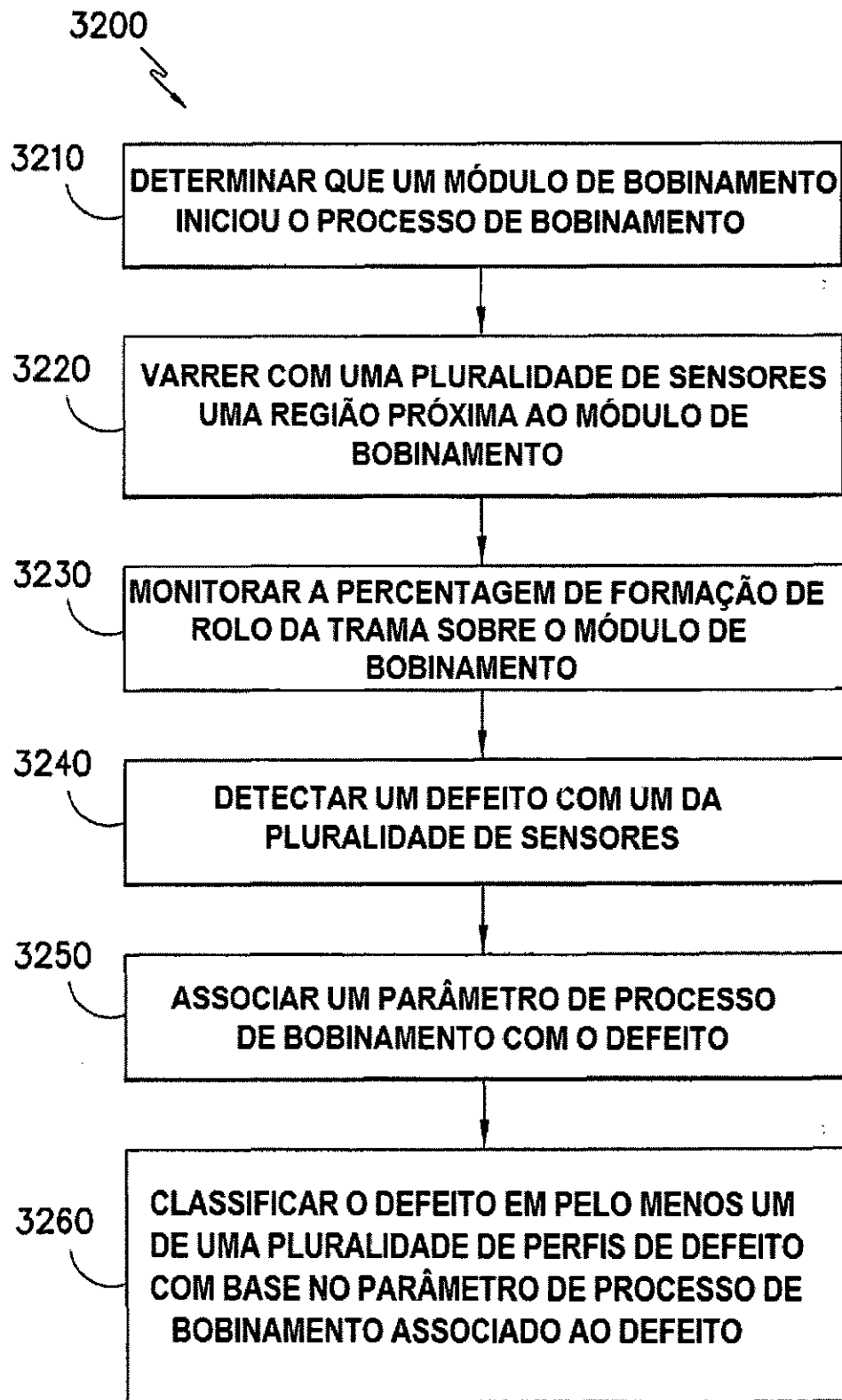


FIG. 32

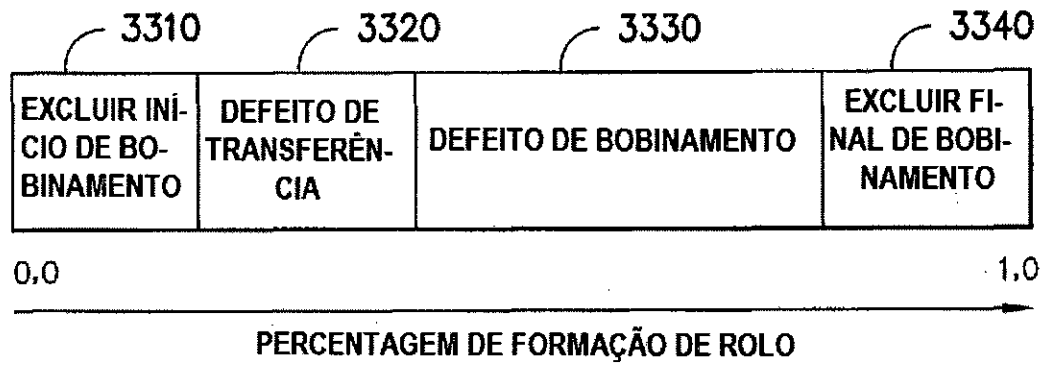


FIG. 33

CONFIGURAÇÃO DE INSPEÇÃO DE MÓDULO									
INSPEÇÃO		SEPARAÇÃO						JANELAS DE DETECÇÃO	
A MONTANTE DOS MÓDULOS	MÓDULO 1	MÓDULO 2	MÓDULO 3	MÓDULO 4	MÓDULO 5	MÓDULO 6	À JUSANTE DE MÓDULOS	SUMÁRIO	
TIPO DE SENSOR		TRANSFÊRÊNCIA X FORMAÇÃO DE ROLO		VALOR DE FILTRO (VARREDU (RA)	CONTAGEM DE DESLOCAMENTO (GRUPO)	CONTAGEM DE DESLOCAMENTO (GRUPO)	INÍCIO DE TRANSFÊRÊNCIA (mm)		FIM DE TRANSFÊRÊNCIA E INÍCIO DE FORMAÇÃO DE ROLO (mm)
SENSORES FOTOELÉTRICOS DE DEFEITO DE BOBINAMENTO DE MANDRIL		DEFEITO DE TRANSFÊRÊNCIA		XX.X	0	1	XX.X		XX.X
POSICÃO 1 ATÉ A POSICÃO 3		DEFEITO DE FORMAÇÃO DE ROLO		XX.X	0	0	XX.X		XX.X
DEFEITO DE BOBINAMENTO CD DE MANDRIL		DEFEITO DE TRANSFÊRÊNCIA		XX.X	0	0	XX.X		XX.X
À JUSANTE		TRAMA ATUAL		XX.X	0	1	XX.X		XX.X
MMV. DETECTA POSIÇÕES 1-9 DE PÉS		PÓS-BOBINAMENTO		XX.X	0	0	XX.X		XX.X

MÓDULO 1

MÓDULO 2

MÓDULO 3

MÓDULO 4

MÓDULO 5

MÓDULO 6

MÓDULO 1

MÓDULO 2

MÓDULO 3

MÓDULO 4

MÓDULO 5

MÓDULO 6

MÓDULO 1

MÓDULO 2

MÓDULO 3

MÓDULO 4

MÓDULO 5

MÓDULO 6

MÓDULO 1

MÓDULO 2

MÓDULO 3

MÓDULO 4

MÓDULO 5

MÓDULO 6

MÓDULO 1

MÓDULO 2

MÓDULO 3

MÓDULO 4

MÓDULO 5

MÓDULO 6

MÓDULO 1

MÓDULO 2

MÓDULO 3

MÓDULO 4

MÓDULO 5

MÓDULO 6

MÓDULO 1

MÓDULO 2

MÓDULO 3

MÓDULO 4

MÓDULO 5

MÓDULO 6

MÓDULO 1

MÓDULO 2

MÓDULO 3

MÓDULO 4

MÓDULO 5

MÓDULO 6

MÓDULO 1

MÓDULO 2

MÓDULO 3

MÓDULO 4

MÓDULO 5

MÓDULO 6

MÓDULO 1

MÓDULO 2

MÓDULO 3

MÓDULO 4

MÓDULO 5

MÓDULO 6

MÓDULO 1

MÓDULO 2

MÓDULO 3

MÓDULO 4

MÓDULO 5

MÓDULO 6

MÓDULO 1

MÓDULO 2

MÓDULO 3

MÓDULO 4

MÓDULO 5

MÓDULO 6

MÓDULO 1

MÓDULO 2

MÓDULO 3

MÓDULO 4

MÓDULO 5

MÓDULO 6

MÓDULO 1

FIG. 34

INSPEÇÃO

À MONTANTE DOS MÓDULOS

MÓDULO 1

MÓDULO 2

MÓDULO 3

MÓDULO 4

MÓDULO 5

MÓDULO 6

À JUSANTE DE MÓDULOS

SUMÁRIO

No. DE SEPA. RAÇÃO

NOME DE SENSOR FOTOELÉTRICO

CONT. DE DESLOC. ATUAL (INDIV.)

CONT. DE DESLOC. PRÉVIO (INDIV.)

CONT. TEMP. (INDIV.)

HABILITADO/DESABILITADO

ESTADO

FUNÇÃO ENSINAR

0	DEFEITO DE BOBINAMENTO - POSIÇÃO 1	0	0	0	HABILITADO	0	ENSINAR	DESABILITADO
1	DEFEITO DE BOBINAMENTO - POSIÇÃO 2	0	0	0	HABILITADO	0	ENSINAR	DESABILITADO
2	DEFEITO DE BOBINAMENTO - POSIÇÃO 3	0	0	0	HABILITADO	0	ENSINAR	DESABILITADO
3	DEFEITO DE BOBINAMENTO - POSIÇÃO 4	0	0	0	HABILITADO	0	ENSINAR	DESABILITADO
4	DEFEITO DE BOBINAMENTO - POSIÇÃO 5	0	0	0	HABILITADO	0	ENSINAR	DESABILITADO
5	DEFEITO DE BOBINAMENTO - POSIÇÃO 6	0	0	0	HABILITADO	0	ENSINAR	DESABILITADO
6	DEFEITO DE BOBINAMENTO - POSIÇÃO 7	0	0	0	HABILITADO	0	ENSINAR	DESABILITADO
7	DEFEITO DE BOBINAMENTO - POSIÇÃO 8	0	0	0	HABILITADO	0	ENSINAR	DESABILITADO
8	DEFEITO DE BOBINAMENTO - POSIÇÃO 9	0	1	0	HABILITADO	0	ENSINAR	DESABILITADO
9	MODULO 1-FORMAÇÃO DE NIP DE MANDRIL	0	0	0	HABILITADO	0	ENSINAR	DESABILITADO
10	MODULO 1 - DEFEITO DE BOBINAMENTO CD	0	0	0	HABILITADO	0	ENSINAR	DESABILITADO

REINICIAR

3510 3520

MÓDULO 1 SEPARAÇÃO

MÓDULO 2 SEPARAÇÃO

MÓDULO 3 SEPARAÇÃO

MÓDULO 4 SEPARAÇÃO

MÓDULO 5 SEPARAÇÃO

MÓDULO 6 SEPARAÇÃO

REGISTRO

...

...

FECHAR

NOTA: ENSINAR SENSORES FOTOELÉTRICOS COM ELEVÇÃO EM XXX mm

FIG. 35

3600
3610
3620

SUMÁRIO DE INSPEÇÃO DE MÓDULO											
INSPEÇÃO		DESLOCAMENTO ATUAL									
		SENSOR	CATEGORIA DE SEPARAÇÃO	MÓD.1	MÓD.2	MÓD.3	MÓD.4	MÓD.5	MÓD.6		
A MONTANTE DOS MÓDULOS	MÓDULO 1	POS 1-9 DE PES	DEFEITO DE TRANSFERÊNCIA	0	0	0	0	0	0	0	0
	MÓDULO 2		DEFEITO DE FOR-MAÇÃO DE ROLO	0	0	0	0	0	0	0	0
	MÓDULO 3	DEFEITO DE BOBINAMENTO CD DE MANDRIL	DEFEITO DE TRANSFERÊNCIA	0	0	0	1	0	0	0	0
	MÓDULO 4	À JUSANTE	DEFEITO DE FOR-MAÇÃO DE ROLO	0	0	0	0	2	0	2	0
	MÓDULO 5		TRAMA ATUAL	0	0	0	0	0	0	0	0
	MÓDULO 6	POS 1-9 DE PES	PÓS-BOBINA-MENTO	0	0	0	0	0	0	0	0
		TOTAL		0	0	0	1	2	2	2	2
		DESLOCAMENTO PRÉVIO									
INSPEÇÃO		DESLOCAMENTO PRÉVIO									
		SENSOR	CATEGORIA DE SEPARAÇÃO	MÓD.1	MÓD.2	MÓD.3	MÓD.4	MÓD.5	MÓD.6		
A JUSANTE DE MÓDULOS		POS 1-9 DE PES	DEFEITO DE TRANSFERÊNCIA	1	0	0	0	0	0	0	0
			DEFEITO DE FOR-MAÇÃO DE ROLO	0	0	0	0	0	1	1	0
		DEFEITO DE BOBINAMENTO CD DE MANDRIL	DEFEITO DE TRANSFERÊNCIA	0	0	0	1	0	0	0	0
		À JUSANTE	DEFEITO DE FOR-MAÇÃO DE ROLO	0	0	0	1	2	8	8	0
			TRAMA ATUAL	1	2	1	1	0	0	0	0
		POS 1-9 DE PES	PÓS-BOBINA-MENTO	0	0	0	0	0	0	0	0
REGISTRO											

FIG. 36

3700

INSPEÇÃO

À MONTANTE DOS MÓDULOS

MÓDULO 1

MÓDULO 2

MÓDULO 3

MÓDULO 4

MÓDULO 5

MÓDULO 6

À JUSANTE DE MÓDULOS

SUMÁRIO

ÚLTIMAS 10 SEPARAÇÕES DE RIS

SEPARAÇÃO ATUAL	NOME DE SEPARAÇÃO DE RIS	HORA	MIN	SEG
-1	EVENTO DE SEPAR. À JUSANTE DO LADO DE AÇION. DE MÓD.	23	45	17
-2	DEFEITO DE TRANSFER. DE LADO DE AÇIONAMENTO DE MÓD.	21	54	29
-3	DEFEITO DE TRANSFER. DE LADO DE AÇIONAMENTO DE MÓD.	13	20	45
-4	DEFEITO DE TRANSFER. DE DIREÇÃO TRANSVERSAL DE MÓD.	15	26	3
-5	DEFEITO DE TRANSFER. DE DIREÇÃO TRANSVERSAL DE MÓD.	13	12	10
-6	DEFEITO DE TRANSFER. DE DIREÇÃO TRANSVERSAL DE MÓD.	12	44	22
-7	DEFEITO DE TRANSFER. DE DIREÇÃO TRANSVERSAL DE MÓD.	11	10	8
-8	DEFEITO DE TRANSFER. DE DIREÇÃO TRANSVERSAL DE MÓD.	8	25	11
-9	DEFEITO DE TRANSFER. DE DIREÇÃO TRANSVERSAL DE MÓD.	7	30	19
	DEFEITO DE TRANSFER. DE DIREÇÃO TRANSVERSAL DE MÓD.	7	12	4

FECHAR

3710

FIG. 37