



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

(21) **PI0900475-0 A2**



(22) Data de Depósito: 06/03/2009
(43) Data da Publicação: 06/04/2010
(RPI 2048)

(51) *Int.Cl.*:
A01D 75/28 (2010.01)

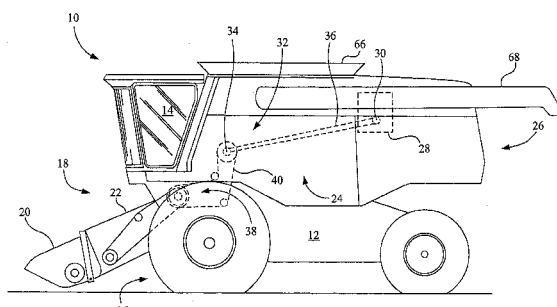
(54) Título: **MÉTODO PARA DETERMINAR UMA REDUÇÃO CRÍTICA NA VELOCIDADE DO EIXO EM UMA MÁQUINA DE TRABALHO, E, MÁQUINA DE TRABALHO**

(30) Prioridade Unionista: 20/03/2008 US 12/052215

(73) Titular(es): Deere & Company

(72) Inventor(es): Aaron M. Senneff, Kirk J. Chervenka

(57) Resumo: MÉTODO PARA DETERMINAR UMA REDUÇÃO CRÍTICA NA VELOCIDADE DO EIXO EM UMA MÁQUINA DE TRABALHO, E, MÁQUINA DE TRABALHO. E revelado um método para determinar a redução crítica na velocidade do eixo em uma máquina de trabalho que tem pelo menos um eixo monitorado acionado por um eixo de manivela de um motor, que inclui determinar a velocidade rotacional real do eixo de manivela; determinar a velocidade rotacional real de um primeiro eixo monitorado; determinar a velocidade rotacional filtrada do primeiro eixo monitorado com base em um algoritmo que utiliza a velocidade rotacional real do primeiro eixo monitorado, a velocidade rotacional real do eixo de manivela e uma velocidade rotacional de referência do eixo de manivela; comparar a velocidade rotacional filtrada com a velocidade rotacional real do primeiro eixo monitorado; determinar se a velocidade rotacional real do primeiro eixo monitorado desvia da velocidade rotacional filtrada em uma quantidade predeterminada; e ativar um alarme se a velocidade rotacional real do primeiro eixo monitorado desviar da velocidade rotacional filtrada na quantidade predeterminada.





“MÉTODO PARA DETERMINAR UMA REDUÇÃO CRÍTICA NA VELOCIDADE DO EIXO EM UMA MÁQUINA DE TRABALHO, E, MÁQUINA DE TRABALHO”

CAMPO DA INVENÇÃO

5 A presente invenção diz respeito a uma máquina de trabalho e, mais particularmente, a um método para determinar uma redução crítica na velocidade do eixo em uma máquina de trabalho.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Um tipo de máquina de trabalho é uma combinada agrícola.
10 Combinadas agrícolas são máquinas acionadas por motor que colhem, trilham, separam e limpa uma safra agrícola. O grão limpo resultante é armazenado em um tanque graneleiro localizado na combinada. O grão limpo pode então ser transportado do tanque graneleiro para um caminhão, carreta de grãos ou outro recipiente de recebimento por meio de um sem-fim de
15 descarregamento.

Combinadas agrícolas têm diversos eixos rotativos (por exemplo, rotor, elevador de grãos limpos, etc.) que são monitorados com relação a mudanças na velocidade. Tipicamente, é mantida uma grande tabela que incida a faixa de velocidade permitida para cada eixo com base no tipo de
20 máquina e outros ajustes do cliente. Quando a velocidade do eixo cai abaixo do valor definido nesta tabela, um alarme de baixa velocidade do eixo é ativado para notificar o operador.

Entretanto, com esta abordagem, com cada mudança nos ajustes e opções da máquina, torna-se mais difícil manter a tabela. Também,
25 um operador pode perceber o alarme incômodo ocasional quando nada está errado.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A invenção, em uma forma desta, está voltada para um método para determinar uma redução crítica na velocidade do eixo em uma máquina

de trabalho que tem pelo menos um eixo monitorado acionado por um eixo de manivela de um motor. O método inclui determinar uma velocidade rotacional real do eixo de manivela; determinar a velocidade rotacional real de um primeiro eixo monitorado; determinar a velocidade rotacional filtrada do primeiro eixo monitorado com base em um algoritmo que utiliza a velocidade rotacional real do primeiro eixo monitorado, a velocidade rotacional real do eixo de manivela e uma velocidade rotacional de referência do eixo de manivela; comparar a velocidade rotacional filtrada do primeiro eixo monitorado com a velocidade rotacional real do primeiro eixo monitorado; determinar se a velocidade rotacional real do primeiro eixo monitorado desvia da velocidade rotacional filtrada do primeiro eixo monitorado em uma quantidade predeterminada; e ativar um alarme se a velocidade rotacional real do primeiro eixo monitorado desviar da velocidade rotacional filtrada do primeiro eixo monitorado em uma quantidade predeterminada.

A invenção, em uma outra forma desta, diz respeito a um método para determinar uma redução crítica na velocidade do eixo em uma máquina de trabalho que tem pelo menos um eixo monitorado acionado por um eixo de manivela de um motor. O método inclui determinar uma velocidade rotacional real do eixo de manivela; determinar uma velocidade rotacional real de um primeiro eixo monitorado; determinar uma velocidade rotacional solicitada do primeiro eixo monitorado com base pelo menos na velocidade rotacional real do primeiro eixo monitorado, na velocidade rotacional real do eixo de manivela e em uma velocidade rotacional de referência do eixo de manivela; determinar uma velocidade rotacional filtrada do primeiro eixo monitorado, passando a velocidade rotacional solicitada do primeiro eixo monitorado através de um filtro passa-baixa; comparar a velocidade rotacional filtrada do primeiro eixo monitorado com a velocidade rotacional real do primeiro eixo monitorado; determinar se a velocidade

rotacional real do primeiro eixo monitorado desvia da velocidade rotacional filtrada do primeiro eixo monitorado em uma quantidade predeterminada; e ativar um alarme se a velocidade rotacional real do primeiro eixo monitorado desviar da velocidade rotacional filtrada do primeiro eixo monitorado na
5 quantidade predeterminada.

A invenção, em uma outra forma desta, diz respeito a uma máquina de trabalho. A máquina de trabalho inclui um motor que tem um eixo de manivela. Um conjunto de trabalho é configurado para realizar uma função de trabalho. O conjunto de trabalho tem pelo menos um eixo
10 monitorado acoplado de forma acionada no eixo de manivela do motor. Um sistema de monitoramento do eixo tem um monitor e uma pluralidade de sensores acoplada comunicativamente no monitor. A pluralidade de sensores monitora a velocidade rotacional do eixo de manivela e do pelo menos um eixo monitorado. O monitor inclui um controlador e um alarme. O monitor
15 executa instruções de programa para identificar uma redução crítica na velocidade do eixo de cada eixo monitorado. As instruções de programa realizam as etapas de determinar a velocidade rotacional real do eixo de manivela; determinar a velocidade rotacional real de um primeiro eixo monitorado; determinar uma velocidade rotacional filtrada do primeiro eixo
20 monitorado com base em um algoritmo que utiliza a velocidade rotacional real do primeiro eixo monitorado, a velocidade rotacional real do eixo de manivela, e uma velocidade rotacional de referência do eixo de manivela; comparar a velocidade rotacional filtrada do primeiro eixo monitorado com a velocidade rotacional real do primeiro eixo monitorado; determinar se a
25 velocidade rotacional real do primeiro eixo monitorado desvia da velocidade rotacional filtrada do primeiro eixo monitorado em uma quantidade predeterminada; e ativar o alarme se a velocidade rotacional real do primeiro eixo monitorado desviar da velocidade rotacional filtrada do primeiro eixo monitorado na quantidade predeterminada.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

A figura 1 é uma vista lateral esquerda diagramática de uma máquina de trabalho na forma de uma combinada agrícola que incorpora a presente invenção.

5 A figura 2 é uma vista lateral direita diagramática da combinada agrícola da figura 1.

A figura 3 é um diagrama de blocos representando um sistema de monitoramento do eixo configurado de acordo com uma modalidade da presente invenção.

10 A figura 4 é um fluxograma de um método para determinar uma redução crítica na velocidade do eixo de um eixo monitorado na máquina de trabalho utilizado pelo sistema de monitoramento do eixo da figura 3.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

15 Referindo-se agora aos desenhos e, mais particularmente, à figura 1, está mostrada uma máquina de trabalho 10 na forma de uma combinada agrícola auto-propelida. Embora a invenção esteja sendo descrita incorporada em uma combinada, é contemplado que a presente invenção possa ser utilizada com outros tipos de máquinas de trabalho que têm um ou mais eixos rotativos monitorados.

20 A máquina de trabalho 10, na forma de uma combinada agrícola, inclui uma estrutura de suporte 12. Uma estação do operador elevada 14 é montada na frente da máquina de trabalho 10. Uma unidade de propulsão 16, que pode incluir pneumáticos e/ou esteiras que encaixam no terreno, é acoplada na estrutura de suporte 12, e realiza as funções de propulsão e/ou
25 direção.

Um conjunto de trabalho 18 é acoplado na estrutura de suporte 12, e é configurado para realizar uma função de trabalho. Na presente modalidade da máquina de trabalho 10 configurada como uma combinada agrícola, o conjunto de trabalho 18 pode incluir uma plataforma de colheita

20, uma câmara de alimentação 22, uma unidade de separação principal 24 e uma unidade de processamento de resíduo de safra 26. A plataforma de colheita 20, tais como uma ponteira de milho, ponteira de feijão, etc., é usada para colher uma safra e direcionar a safra para a câmara de alimentação 22. A safra colhida é direcionada pela câmara de alimentação 22 para a unidade de separação principal 24, que realiza as operações de trilhagem, separação e limpeza. Resíduo da safra é então direcionado para a unidade de processamento de resíduo de safra 26, que, por sua vez, pode adicionalmente desfibrar e espalhar o resíduo da safra no campo.

Um motor de combustão interna orientado transversalmente 28 fornece a potência mecânica necessária para realizar as operações de propulsão, colheita, trilhagem, separação, limpeza e processamento de resíduos da safra. O motor 28 inclui um eixo de manivela 30 acoplado no sistema de acionamento tipo correia 32. O sistema de acionamento tipo correia 32 inclui um eixo intermediário primário 34 conectado no eixo de manivela 30 do motor 28 por meio de uma configuração de eixo e caixa de engrenagem 36, que está ilustrada esquematicamente. Um conjunto de velocidade variável 38 é conectado no eixo intermediário primário 34 por uma correia de acionamento 40, que, por sua vez, é acoplada em vários eixos rotativos em uma ou mais da plataforma de colheita 20, câmara de alimentação 22, unidade de separação principal 24 e unidade de processamento de resíduos da safra 26.

Referindo-se à figura 2, a plataforma de colheita 20 facilita a colheita de uma safra e direcionamento da safra para a câmara de alimentação 22. A safra colhida é direcionada pela câmara de alimentação 22 para a unidade de separação principal 24. A unidade de separação principal 24 inclui um acelerador de alimentação 42, que direciona a safra colhida para cima através de uma seção de transição de entrada 44 para uma unidade de processamento de safra axial 46.

A unidade de processamento de safra 46 fica localizada entre folhas laterais da máquina de trabalho 10 e a estrutura de suporte 12, e pode ser suportada por elas. A unidade de processamento de safra axial 46 inclui um alojamento do rotor axial 48 e um rotor axial 50 localizado no alojamento do rotor axial 48. A safra colhida entra no alojamento do rotor axial 48 pela seção de transição de entrada 44. O rotor axial 50 é provido com uma porção de alimentação, uma porção de trilhagem e uma porção de separação. O alojamento do rotor axial 48 tem uma seção de alimentação, uma seção de trilhagem e uma seção de separação correspondentes.

Tanto as porções de processamento de safra, a porção de trilhagem quanto a porção de separação são providas com conjuntos de encaixe da safra. A seção de trilhagem do alojamento do rotor axial 48 é provida com um côncavo e a seção de separação é provida com uma grade. O grão e palha liberados da manta de safra caem através do côncavo e da grade. O côncavo e a grade impedem a passagem do material de safra maior que o grão, ou que palha entre no sistema de limpeza 52, que inclui um ventilador de limpeza 54.

Grãos e resíduos que caem através do côncavo e da grade são direcionados para o sistema de limpeza 52 que remove o resíduo do grão. Um sem-fim de refugos 56 direciona retornos coletados na base do sistema de limpeza 52 para o elevador de refugos 58 para redistribuição no sistema de limpeza 52 para reprocessamento. O grão limpo é direcionado por um sem-fim de grãos limpos 60 para um elevador de grãos limpos 62 e, por sua vez, para um sem-fim fonte 64. O sem-fim fonte 64 direciona o grão para um tanque graneleiro, ou compartimento de grãos 66. O grão é removido do tanque graneleiro 66 por um sem-fim de descarregamento 68.

À medida que resíduo de safra, por exemplo, palha, colmos, resíduos dos cereais, sujeira, etc., chegam ao final da unidade de separação principal 24, eles são expelidos através de uma saída para a unidade de

processamento de resíduos de safra 26. A unidade de processamento de resíduos de safra 26 inclui, por exemplo, um batedor 70 que impulsiona o resíduo da safra para a traseira da combinada. A unidade de processamento de resíduo de safra 26 pode incluir adicionalmente, por exemplo, um picador de
5 palha (não mostrado).

Referindo-se à figura 3, está mostrado um diagrama de blocos de um sistema monitor de eixo 80 configurado de acordo com uma modalidade da presente invenção. O sistema monitor de eixo 80 tem um monitor 82 e uma pluralidade de sensores 84. O monitor 82 pode ser montado
10 na estação do operador 14, e inclui um controlador 86 acoplado comunicativamente a um alarme 88 por meio de uma conexão por fio 90. A pluralidade de sensores 84 é acoplada comunicativamente no controlador 86 do monitor 82 por um enlace de comunicação 92, tal como, por exemplo, um cabo multicondutor.

15 O controlador 86 pode ser configurado apenas de hardware, ou hardware que utiliza firmware/software, que realiza uma operação de monitoramento do eixo predefinido. Por exemplo, o controlador 86 pode ser configurado com um microprocessador e memória associada, com as instruções para realizar uma operação de monitoramento do eixo sendo
20 armazenadas na memória. Alternativamente, a rotina de monitoramento do eixo pode ser incorporada na lógica, tal como na forma de um circuito integrado específico da aplicação (ASIC).

O alarme 88 pode prover uma indicação de alarme de áudio e/ou visual que é perceptível por um operador da máquina de trabalho 10. Por
25 exemplo, uma indicação de alarme de áudio pode ser um tom repetitivo, um bipe, e uma indicação de alarme visual pode ser uma iluminação de uma luz indicadora, ou iluminação de uma porção de uma imagem diagramática dos eixos monitorados.

A pluralidade de sensores 84, individualmente identificada

como sensores 84-EC, 84-1, 84-2, 84-3, 84-4, 84-5, 84-6, 84-7, 84-8 ... 84-N na presente modalidade, pode ser usada para monitorar a velocidade rotacional do eixo de manivela 30 e a velocidade rotacional de uma pluralidade de eixos monitorados 94, individualmente identificados como eixos monitorados 94-1, 94-2, 94-3, 94-4, 94-5, 94-6, 94-7, 94-8 ... 94-N na presente modalidade, em que N representa um certo número finito de eixos monitorados. Cada um da pluralidade de sensores 84 pode ser uma configuração de sensor conhecida na tecnologia, tal como um arranjo de sensor indutivo, um arranjo de sensor ótico, um arranjo de sensor de efeito Hall, etc. Na presente modalidade exemplar em que a máquina de trabalho 10 é uma combinada agrícola, os eixos monitorados 94-1, 94-2, 94-3, 94-4, 94-5, 94-6, 94-7, 94-8 ... 94-N podem ser eixos, por exemplo, respectivamente, associados com o acelerador de alimentação 42, rotor axial 50, ventilador de limpeza 54, elevador de refugos 58, sem-fim de grãos limpos 60, elevador de grãos limpos 62, batedor de descarga 70 e um picador de palhas (opcional). Cada um da pluralidade de eixos monitorados 94 é acionado, indiretamente ou diretamente, pelo eixo de manivela 30 do motor de combustão interna 28. Versados na técnica percebem que o número de eixos monitorados pode ser aumentado ou diminuído em relação ao mostrado na modalidade exemplar.

A figura 4 é um fluxograma de um método para determinar uma redução crítica na velocidade do eixo em uma máquina de trabalho, tal como a máquina de trabalho 10, de acordo com uma modalidade da presente invenção. O método pode ser realizado, por exemplo, como instruções de programa executadas pelo sistema de monitoramento do eixo 80 da figura 3.

Na etapa S100, a velocidade rotacional real do eixo de manivela do motor é determinada. A velocidade rotacional real do eixo de manivela 30 do motor 28 pode ser determinada, por exemplo, pelo sensor 84-EC gerando um sinal correspondente à velocidade rotacional do eixo de manivela 30, que, por sua vez, supre o sinal representativo da velocidade

rotacional real do eixo de manivela 30 ao controlador 86 do monitor 82. Por exemplo, no caso em que o sensor 84-EC é um conjunto sensor de indutância, o sinal inicial pode ser indicativo de uma frequência rotacional, que é traduzida pelo controlador 86 em revoluções por minuto (rpm). Por exemplo,

5 $\text{SpeedRPM} = \text{SpeedHz} \times 60 / \text{PPR}$, em que SpeedRPM é a velocidade rotacional real em rpm, SpeedHz é o elemento rotacional real em Hertz (frequência), e PPR é o número de pulsos de saída por revolução do eixo monitorado.

Na etapa S102, a velocidade rotacional real de um eixo monitorado é determinada. Por exemplo, o eixo monitorado pode ser um da pluralidade de eixos monitorados 94 que é monitorado por um da pluralidade correspondente de sensores 84. Com propósitos deste exemplo, considera-se que o eixo de interesse seja o eixo monitorado 94-2 associado com o rotor axial 50 que está sendo monitorado pelo sensor 84-2. Em modalidades em que

10 o sensor 84-2 é um conjunto sensor de indutância, o sinal inicial pode ser indicativo da frequência rotacional do eixo monitorado 94-2, que é traduzida pelo controlador 86 em revoluções por minuto (rpm).

Na etapa S104, uma velocidade rotacional solicitada do eixo monitorado, por exemplo, o eixo monitorado 94-2, é determinada com base pelo menos na velocidade rotacional real do eixo monitorado, por exemplo, o eixo monitorado 94-2, a velocidade rotacional real do eixo de manivela 30, e uma velocidade rotacional de referência do eixo de manivela 30. A velocidade rotacional de referência do eixo de manivela 30 é uma constante com um valor correspondente a uma velocidade rotacional máxima nominal do eixo de

20 manivela 30 do motor 28. Em uma modalidade, por exemplo, a velocidade rotacional de referência do eixo de manivela 30 é 2.340 rpm.

A etapa de determinar a velocidade rotacional solicitada pode ser calculada pelo controlador 86 do monitor 82 com base em lógica representada pela equação:

$$BRSS = ARSS \times (ARSC / RRSC)$$

em que:

BRSS é a velocidade rotacional solicitada do eixo monitorado, por exemplo, o eixo monitorado 94-2;

5 ARSS é a velocidade rotacional real do eixo monitorado, por exemplo, o eixo monitorado 94-2;

ARSC é a velocidade rotacional real do eixo de manivela 30; e

RRSC é a velocidade rotacional de referência do eixo de manivela 30.

10 Na etapa S106, a velocidade rotacional filtrada do eixo monitorado, por exemplo, eixo monitorado 94-2, é determinada passando a velocidade rotacional solicitada do eixo monitorado em um filtro passa-baixa. A etapa de determinar a velocidade rotacional filtrada do eixo monitorado pode ser calculada pelo controlador 86 do monitor 82 com base na lógica de
15 filtragem representada pela equação:

$$FRSS = (FRSS_{pre} \times 99 + BRSS) / 100$$

em que:

FRSS é a velocidade rotacional filtrada atual do eixo monitorado, por exemplo, o eixo monitorado 94-2;

20 $FRSS_{pre}$ é uma velocidade rotacional filtrada prévia do eixo monitorado, por exemplo, eixo monitorado 94-2; e

BRSS é a velocidade rotacional solicitada do eixo monitorado, por exemplo, eixo monitorado 94-2.

Assim, se a velocidade rotacional solicitada mudar
25 ligeiramente com o tempo (por exemplo, por causa da temperatura hidráulica ou ajustes do operador), a lógica de filtragem impedirá que qualquer alarme seja gerado. Entretanto, se a velocidade rotacional solicitada do eixo monitorado cair repentinamente, então o sistema de monitoramento do eixo
80 pode gerar um alarme notificando ao operador da baixa velocidade do

eixo, se todas as outras condições para gerar o alarme forem atendidas.

Na etapa S108, a velocidade rotacional filtrada do eixo monitorado é comparada com a velocidade rotacional real do eixo monitorado.

5 Na etapa S110, é determinado se a velocidade rotacional real do eixo monitorado desvia da velocidade rotacional filtrada do eixo monitorado em uma quantidade predeterminada. Em uma modalidade, por exemplo, a quantidade predeterminada é selecionada em 25 por cento. Entretanto, versados na técnica percebem que a quantidade predeterminada
10 pode ser selecionada maior ou menor que 25 por cento, dependendo da aplicação e da sensibilidade desejada à mudança.

Se a velocidade rotacional real do eixo monitorado não desviar da velocidade rotacional filtrada do eixo monitorado na quantidade predeterminada (isto é, a determinação da etapa S110 é NÃO), então o
15 processo retorna para a etapa S100, e o processo é repetido.

Se a velocidade rotacional real do eixo monitorado desvia da velocidade rotacional filtrada do eixo monitorado na quantidade predeterminada (isto é, a determinação da etapa S110 é SIM), então o processo vai para a etapa S112.

20 Na etapa S112, é determinado se um tempo predeterminado espirou. Em uma modalidade, por exemplo, o tempo predeterminado é dois segundos. Entretanto, versados na técnica percebem que o tempo predeterminado pode ser selecionado maior ou menor que dois segundos, dependendo da aplicação e da sensibilidade desejada à mudança.

25 Se o tempo predeterminado não tiver espirado (isto é, a determinação na etapa S112 é NÃO), então o processo retorna para a etapa S110, e o processo é repetido.

Se o tempo predeterminado tiver espirado (isto é, a determinação na etapa S112 é SIM), então o processo vai para a etapa S114.

Na etapa S114, o alarme 88 é ativado, por exemplo, com o controlador 86 do monitor 82 indicando que o eixo monitorado, por exemplo, o eixo monitorado 94-2, passou por uma redução crítica na velocidade do eixo.

5 O operador da máquina de trabalho 10 pode tomar a ação corretiva para remover a causa da ativação do alarme. O alarme pode ser restabelecido, por exemplo, cada vez que a câmara de alimentação 22 sair de jogo, em cujo tempo o sistema de monitoramento do eixo 80 é ajustado para aprender novamente as velocidades do eixo reais, e recalcular a velocidade
10 rotacional filtrada associada de cada eixo monitorado quando a câmara de alimentação 22 novamente entrar em jogo. Também, isto garante que qualquer mudança na configuração (por exemplo, ajustes de baixa velocidade versus alta velocidade) não resultarão em transtornos de alarme.

Para facilidade de discussão, o método da figura 4 foi descrito
15 com relação a um único eixo monitorado, por exemplo, o eixo monitorado 94-2. Entretanto, em operação, cada um dos eixos monitorados 94 pode ser monitorado pelo método supradescrito, tanto simultaneamente quanto seqüencialmente.

Tendo sido descrita a modalidade preferida, ficará aparente
20 que várias modificações podem ser feitas sem fugir do escopo da invenção definido nas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para determinar uma redução crítica na velocidade do eixo em uma máquina de trabalho que tem pelo menos um eixo monitorado acionado por um eixo de manivela de um motor, caracterizado pelo fato de que compreende:

(a) determinar uma velocidade rotacional real do eixo de manivela;

(b) determinar uma velocidade rotacional real de um primeiro eixo monitorado;

(c) determinar uma velocidade rotacional filtrada do dito primeiro eixo monitorado com base em um algoritmo que utiliza a dita velocidade rotacional real do dito primeiro eixo monitorado, a dita velocidade rotacional real do dito eixo de manivela e uma velocidade rotacional de referência do dito eixo de manivela;

(d) comparar a dita velocidade rotacional filtrada do dito primeiro eixo monitorado com a dita velocidade rotacional real do dito primeiro eixo monitorado;

(e) determinar se a dita velocidade rotacional real do dito primeiro eixo monitorado desvia da dita velocidade rotacional filtrada do dito primeiro eixo monitorado em uma quantidade predeterminada; e

(f) ativar um alarme se a dita velocidade rotacional real do dito primeiro eixo monitorado desviar da dita velocidade rotacional filtrada do dito primeiro eixo monitorado na quantidade predeterminada.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as etapas (a) a (e) são realizadas por um tempo predeterminado e, se a dita velocidade rotacional real do dito primeiro eixo monitorado desviar da dita velocidade rotacional filtrada do dito primeiro eixo monitorado na dita quantidade predeterminada no final do dito tempo predeterminado, então ativar o dito alarme.

3. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente realizar o dito método para cada eixo monitorado acionado pelo dito eixo de manivela do dito motor.

5 4. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita velocidade rotacional de referência é uma constante que tem um valor correspondente a uma velocidade rotacional máxima nominal do dito eixo de manivela do dito motor.

10 5. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita quantidade predeterminada de desvio é cerca de 25 por cento.

6. Método para determinar uma redução crítica na velocidade do eixo em uma máquina de trabalho que tem pelo menos um eixo monitorado acionado por um eixo de manivela de um motor, caracterizado pelo fato de que compreende:

15 (a) determinar uma velocidade rotacional real do dito eixo de manivela;

(b) determinar uma velocidade rotacional real de um dito primeiro eixo monitorado;

20 (c) determinar uma velocidade rotacional solicitada do dito primeiro eixo monitorado com base pelo menos na dita velocidade rotacional real do dito primeiro eixo monitorado, na dita velocidade rotacional real do dito eixo de manivela e em uma velocidade rotacional de referência do dito eixo de manivela;

25 (d) determinar uma velocidade rotacional filtrada do dito primeiro eixo monitorado, passando a velocidade rotacional solicitada do primeiro eixo monitorado através de um filtro passa-baixa;

(e) comparar a dita velocidade rotacional filtrada do dito primeiro eixo monitorado com a dita velocidade rotacional real do dito primeiro eixo monitorado;

(f) determinar se a dita velocidade rotacional real do dito primeiro eixo monitorado desvia da dita velocidade rotacional filtrada do dito primeiro eixo monitorado em uma quantidade predeterminada; e

5 (g) ativar um alarme se a dita velocidade rotacional real do dito primeiro eixo monitorado desviar da dita velocidade rotacional filtrada do dito primeiro eixo monitorado na dita quantidade predeterminada.

7. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que as etapas (a) a (f) são realizadas por um tempo predeterminado, e, se a dita velocidade rotacional real do dito primeiro eixo monitorado desviar
10 da dita velocidade rotacional filtrada do dito primeiro eixo monitorado na dita quantidade predeterminada no final do dito tempo predeterminado, então ativar o dito alarme.

8. Método de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente realizar o dito método para cada eixo
15 monitorado acionado pelo dito eixo de manivela do dito motor.

9. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a dita velocidade rotacional de referência é uma constante que tem um valor correspondente a uma velocidade rotacional máxima nominal do dito eixo de manivela do dito motor.

20 10. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a dita quantidade predeterminada de desvio é cerca de 25 por cento.

11. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a etapa de determinar a dita velocidade rotacional solicitada é
25 calculada com base na equação:

$$BRSS = ARSS \times (ARSC / RRSC)$$

em que:

BRSS é a dita velocidade rotacional solicitada do dito primeiro eixo monitorado;

ARSS é a dita velocidade rotacional real do dito primeiro eixo monitorado;

ARSC é a dita velocidade rotacional real do dito eixo de manivela; e

5 RRSC é a dita velocidade rotacional de referência do dito eixo de manivela.

12. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a dita etapa de determinar a dita velocidade rotacional filtrada do dito primeiro eixo monitorado é feita com base na equação:

10
$$FRSS = (FRSS_{pre} \times 99 + BRSS) / 100$$

em que:

FRSS é a velocidade rotacional filtrada atual do dito primeiro eixo monitorado;

15 FRSS_{pre} é a velocidade rotacional filtrada anterior do dito primeiro eixo monitorado; e

BRSS é a dita velocidade rotacional solicitada do dito primeiro eixo monitorado.

13. Máquina de trabalho, caracterizado pelo fato de que compreende:

20 um motor com um eixo de manivela;

um conjunto de trabalho configurado para realizar uma função de trabalho, o dito conjunto de trabalho tendo pelo menos um eixo monitorado acoplado acionadamente no dito eixo de manivela do dito motor;

25 um sistema de monitoramento do eixo que tem um monitor e uma pluralidade de sensores acoplada comunicativamente no dito monitor, a dita pluralidade de sensores monitorando uma velocidade rotacional do dito eixo de manivela e do dito pelo menos um eixo monitorado;

o dito monitor incluindo um controlador e um alarme, o dito monitor executando instruções de programa para identificar uma redução

crítica na velocidade do eixo de cada eixo monitorado, incluindo:

(a) determinar uma velocidade rotacional real do dito eixo de manivela;

5 (b) determinar a velocidade rotacional real de um primeiro eixo monitorado;

(c) determinar uma velocidade rotacional filtrada do dito primeiro eixo monitorado com base em um algoritmo que utiliza a dita velocidade rotacional real do dito primeiro eixo monitorado, a dita velocidade rotacional real do dito eixo de manivela e uma velocidade rotacional de
10 referência do dito eixo de manivela;

(d) comparar a dita velocidade rotacional filtrada do dito primeiro eixo monitorado com a dita velocidade rotacional real do dito primeiro eixo monitorado;

(e) determinar se a dita velocidade rotacional real do dito
15 primeiro eixo monitorado desvia da dita velocidade rotacional filtrada do dito primeiro eixo monitorado em uma quantidade predeterminada; e

(f) ativar o dito alarme se a dita velocidade rotacional real do dito primeiro eixo monitorado desviar da dita velocidade rotacional filtrada do dito primeiro eixo monitorado na dita quantidade predeterminada.

20 14. Máquina de trabalho de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de que o dito monitor realiza as etapas (a) a (e) por um tempo predeterminado e, se a dita velocidade rotacional real do dito primeiro eixo monitorado desviar da dita velocidade rotacional filtrada do dito primeiro eixo monitorado na dita quantidade predeterminada no final do dito tempo
25 predeterminado, então ativa o alarme.

15. Máquina de trabalho de acordo com a reivindicação 14, caracterizada pelo fato de que compreende adicionalmente realizar o dito método para cada eixo da dita pluralidade de eixos monitorados.

16. Máquina de trabalho de acordo com a reivindicação 13,

caracterizada pelo fato de que a dita velocidade rotacional de referência é uma constante que tem um valor correspondente a uma velocidade rotacional máxima nominal do dito eixo de manivela do dito motor.

5 17. Máquina de trabalho de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de que a dita quantidade predeterminada de desvio é cerca de 25 por cento.

10 18. Máquina de trabalho de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de que a determinação da velocidade rotacional filtrada do dito primeiro eixo monitorado é feita:

determinando uma velocidade rotacional solicitada do dito primeiro eixo monitorado com base pelo menos na dita velocidade rotacional real do dito primeiro eixo monitorado, na dita velocidade rotacional real do dito eixo de manivela e da dita velocidade rotacional de referência do dito eixo de manivela; e

15 passando a dita velocidade rotacional solicitada do dito primeiro eixo monitorado em um filtro passa baixa.

19. Máquina de trabalho de acordo com a reivindicação 18, caracterizada pelo fato de que a etapa de determinar a dita velocidade rotacional solicitada é calculada com base na equação:

20
$$BRSS = ARSS \times (ARSC / RRSC)$$

em que:

BRSS é a dita velocidade rotacional solicitada do dito primeiro eixo monitorado;

25 ARSS é a dita velocidade rotacional real do dito primeiro eixo monitorado;

ARSC é a dita velocidade rotacional real do dito eixo de manivela; e

RRSC é a dita velocidade rotacional de referência do dito eixo de manivela.

20. Máquina de trabalho de acordo com a reivindicação 19, caracterizada pelo fato de que etapa de determinar a dita velocidade rotacional filtrada do dito primeiro eixo monitorado é calculada com base na equação:

$$FRSS = (FRSS_{pre} \times 99 + BRSS) / 100$$

5

em que:

FRSS é uma velocidade rotacional filtrada atual do dito primeiro eixo monitorado;

FRSS_{pre} é uma velocidade rotacional filtrada prévia do dito primeiro eixo monitorado; e

10

BRSS é a dita velocidade rotacional solicitada do dito primeiro eixo monitorado.

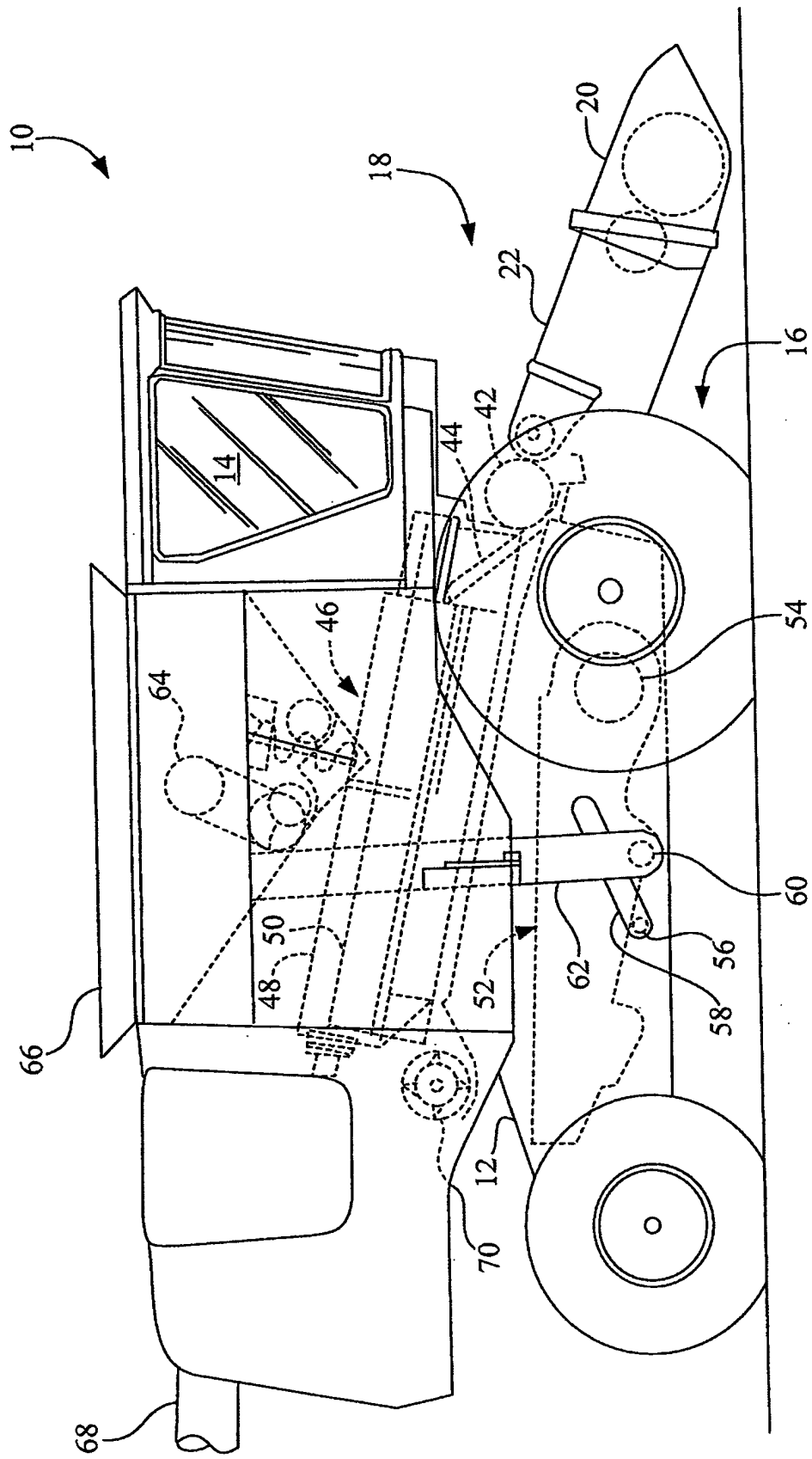


Fig. 2

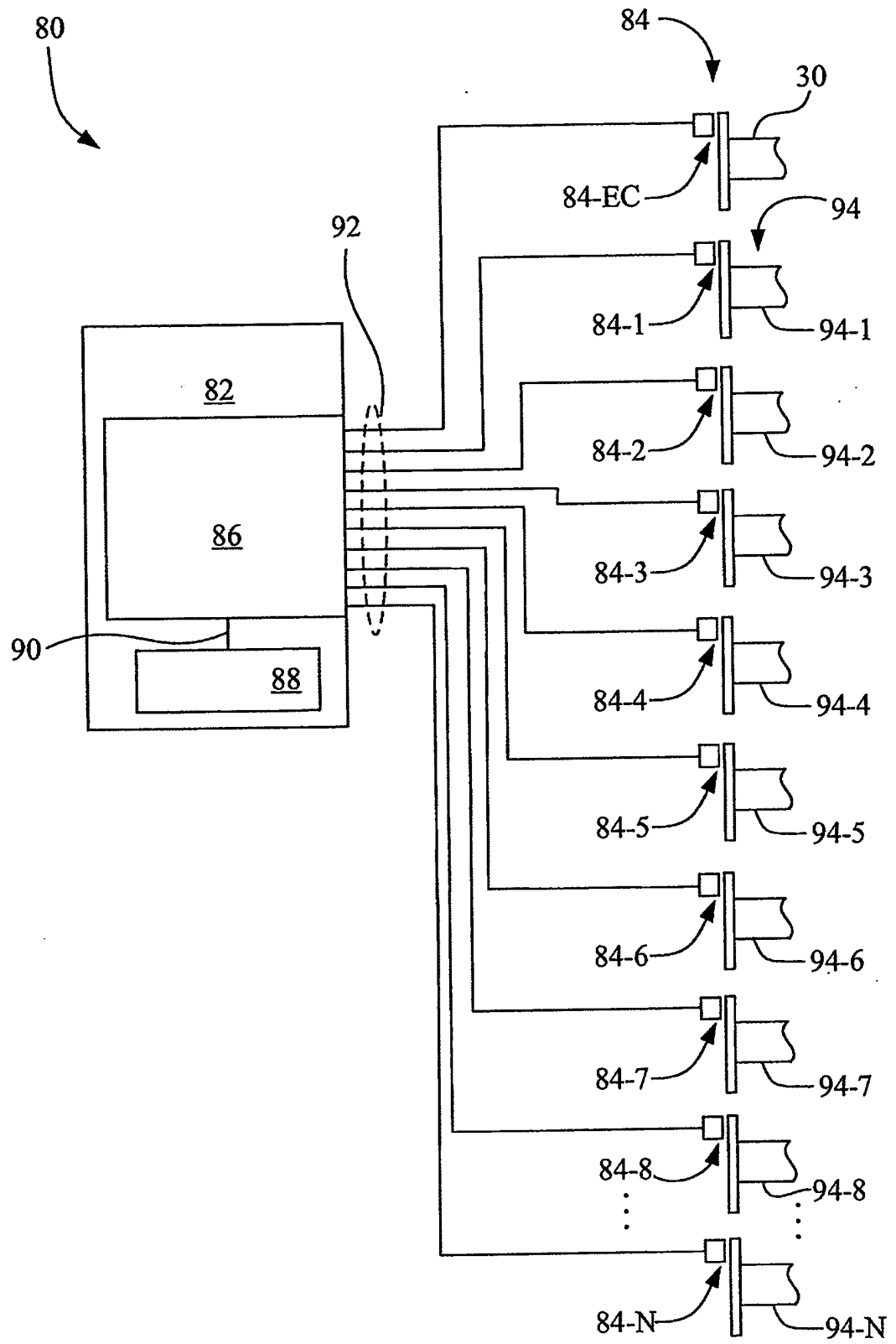


Fig. 3

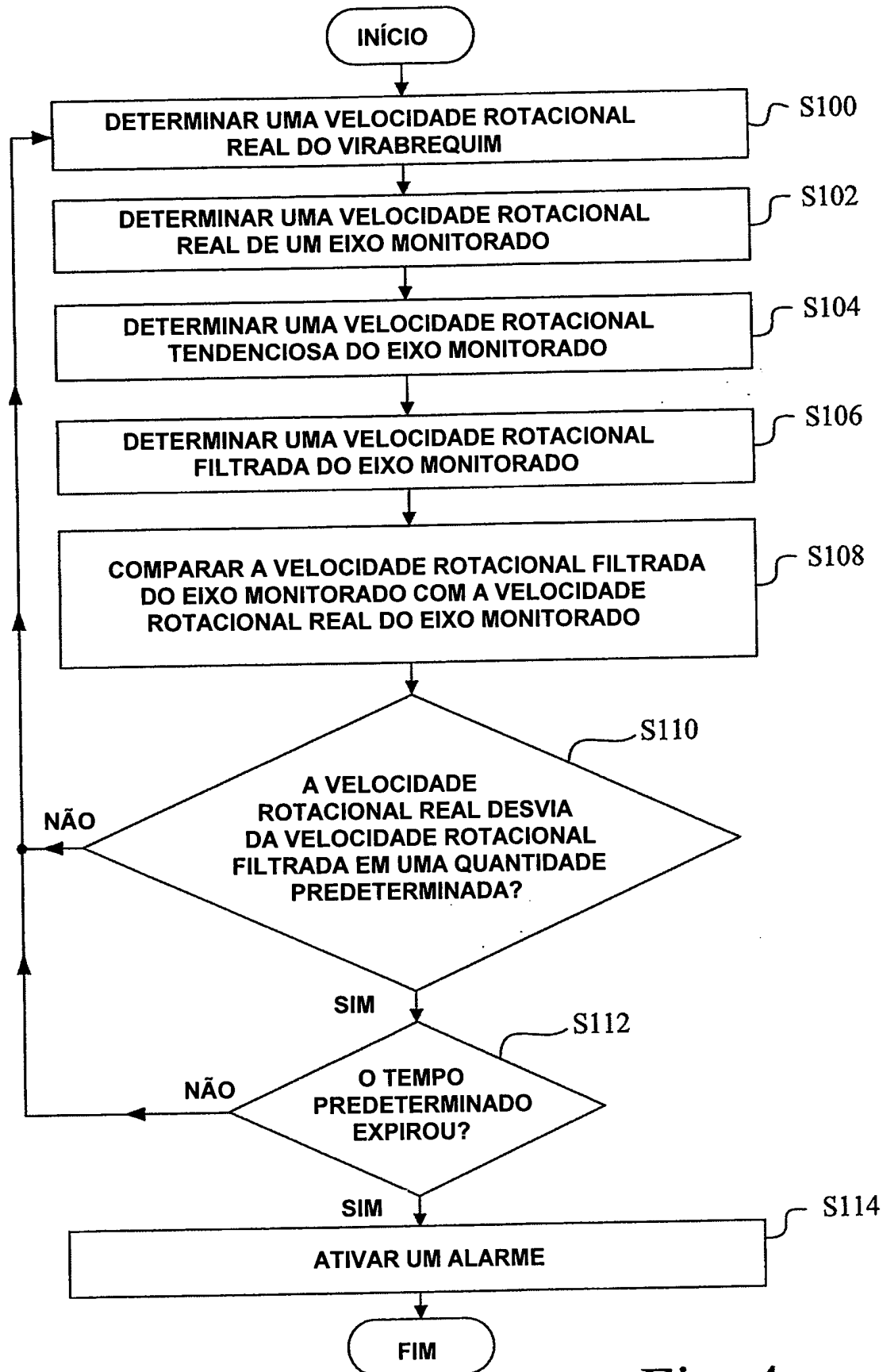


Fig. 4

RESUMO

“MÉTODO PARA DETERMINAR UMA REDUÇÃO CRÍTICA NA VELOCIDADE DO EIXO EM UMA MÁQUINA DE TRABALHO, E, MÁQUINA DE TRABALHO”

5 É revelado um método para determinar a redução crítica na velocidade do eixo em uma máquina de trabalho que tem pelo menos um eixo monitorado acionado por um eixo de manivela de um motor, que inclui determinar a velocidade rotacional real do eixo de manivela; determinar a velocidade rotacional real de um primeiro eixo monitorado; determinar a
10 velocidade rotacional filtrada do primeiro eixo monitorado com base em um algoritmo que utiliza a velocidade rotacional real do primeiro eixo monitorado, a velocidade rotacional real do eixo de manivela e uma velocidade rotacional de referência do eixo de manivela; comparar a velocidade rotacional filtrada com a velocidade rotacional real do primeiro
15 eixo monitorado; determinar se a velocidade rotacional real do primeiro eixo monitorado desvia da velocidade rotacional filtrada em uma quantidade predeterminada; e ativar um alarme se a velocidade rotacional real do primeiro eixo monitorado desviar da velocidade rotacional filtrada na quantidade predeterminada.