



Assinado  
Digitalmente

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS  
**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**

## **CARTA PATENTE Nº PI 0807171-3**

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

**(21) Número do Depósito:** PI 0807171-3

**(22) Data do Depósito:** 05/02/2008

**(43) Data da Publicação do Pedido:** 14/08/2008

**(51) Classificação Internacional:** H02P 23/00; D21F 13/08.

**(30) Prioridade Unionista:** FI 20070103 de 05/02/2007.

**(54) Título:** MÉTODO PARA CONTROLAR UM ACIONAMENTO ELÉTRICO

**(73) Titular:** ABB OY. Endereço: Strömbergintie 1, Fin-00380 Helsinki, FINLÂNDIA(FI)

**(72) Inventor:** ARI LEPPÄ; JUKKA GRUZDAITIS.

**Prazo de Validade:** 10 (dez) anos contados a partir de 04/12/2018, observadas as condições legais

**Expedida em:** 04/12/2018

Assinado digitalmente por:  
**Liane Elizabeth Caldeira Lage**  
Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO PARA CONTROLAR UM ACIONAMENTO ELÉTRICO"**.

[001] A presente invenção refere-se a um método para controlar um acionamento elétrico que aciona tambores de máquinas de acabamento, tal como tambores em facas rotativas, reenroladoras e rebobinadeiras. A invenção também refere-se a um método para controlar um acionamento elétrico.

[002] Quando fabricando papel, a bobina da máquina, assim chamada, bobina do tambor, feita pela máquina de fabricar papel e possuindo a largura da máquina de fabricar papel, é cortada pelas facas rotativas para bobinas do cliente, cuja largura e comprimento ou diâmetro, são desejados. A bobina da máquina possui uma largura e um diâmetro que estão de acordo com o dimensionamento da máquina de fabricar papel. Durante o corte, a bobina da máquina é desenrolada, é cortada em formatos retangulares com largura desejada e os formatos retangulares são enrolados nos rolos de cliente que possuem o comprimento e largura de acordo com a encomenda. Os carretéis da máquina de acabamento geralmente são controlados por acionadores de conversores de frequência, ou por outros dispositivos controláveis, onde os motores de acionamento controlando os conversores de frequência controlam a velocidade de rotação dos motores de acordo com os parâmetros de controle fornecidos de modo que os rolos de cliente completados atendem aos requerimentos do usuário final ou se atualizam no que diz respeito a suas dimensões externas como um todo e à sua estrutura interna.

[003] Tipicamente, os rolos personalizados são enrolados pela faca rotativa e as larguras e os comprimentos dos rolos personalizados são variados de acordo com as encomendas. É característico na fabricação de papel que o processo de fabricação seja contínuo e não é possível criar um grande armazenamento intermediário para produtos

não acabados sem interrupção do processo ou sem desacelerar o processo. A parte mais lenta do processo e cadeia de produção desse modo determinam a velocidade total de produção e a capacidade da fábrica.

[004] O corte é um fator de importância essencial no ponto de vista de eficiência e de uniformidade da produção e seu planejamento e implementação têm chamado atenção. Tem sido tentado diminuir o tempo de preparo dos rolos acabados e aumentar a eficiência da produção. São conhecidos métodos de controle anteriores, por meio dos quais as bobinas são controladas para parar o mais exato possível de modo a obter o comprimento desejado da folha ou o diâmetro desejado do rolo. De acordo com o princípio geral conhecido anteriormente, a aceleração e a desaceleração são escolhidas de acordo com a pior situação calculada anteriormente sem dependência de parâmetros temporários.

[005] Em conexão com os dispositivos de acionamento convencionais de máquina de fabricar papel, os valores de dimensionamento da máquina de fabricar papel são utilizados como uma variável de definição de controle. Assim, a velocidade ou aceleração mais alta permitida da bobina é definida baseada nos valores do projeto da máquina de fabricar papel, onde o fator de definição é a força requerida que deve estar apta a ser alcançada, mas que não deve ser excedida.

[006] A meta da presente invenção é criar um novo controle da faca rotativa e de seu acionamento elétrico de modo que a eficiência da faca rotativa aumente e o corte corresponda melhor à velocidade crescente do processo de fabricação de papel.

[007] No método de acordo com a invenção, é definido um valor limite para o acionamento elétrico, pelo menos dois ou mais diferentes valores de parâmetros, efetuando o acionamento elétrico, são

monitorados, o valor de referência da aceleração / desaceleração é definido baseado em pelo menos dois parâmetros e o acionamento elétrico é controlado de modo que a aceleração / desaceleração corresponda ao valor de referência mais elevado possível, pelo que o valor de referência da aceleração / desaceleração definido baseado em qualquer parâmetro não é excedido, e este valor limite definido para o acionamento elétrico não é excedido.

[008] De acordo com um método alternativo da invenção, o valor de referência máximo da aceleração / desaceleração é definido na situação de carga ou de acionamento predominante da máquina de acabamento, por meio do que um valor máximo é definido para pelo menos duas quantidades características dos componentes da máquina de acabamento na situação de carga ou de acionamento predominante dentro dos limites dos valores projetados da quantidade característica, os valores de referência da aceleração / desaceleração são definidos correspondendo a estes valores máximos das quantidades características, a partir do grupo dos valores de referência definidos correspondendo aos valores máximos da aceleração / desaceleração, o valor é escolhido como o valor de referência máximo da aceleração / desaceleração que é crítico, e a bobina da máquina de acabamento é controlada pelo valor de referência máximo escolhido.

[009] Quando utilizando o método de controle da faca rotativa de acordo com a invenção, a capacidade geral da faca rotativa aumenta de forma significativa. Por aumentar a aceleração inicial e final, o tempo de fabricação de um rolo de cliente diminui (aumenta) em várias percentagens. O corte sendo um dos fatores críticos da fabricação de papel, a economia de tempo e a aceleração que se tornaram verdadeiras irão afetar o processo de fabricação como um todo e sua produtividade. No caso mais distante é igualmente possível que a compra de outra faca rotativa possa ser evitada. De forma vantajosa, o

acionamento elétrico é dimensionado de modo que a pior situação de acionamento possível possa ser controlada, mas o dimensionamento do acionamento elétrico como um todo não é aumentado devido a qualquer variável única de controle.

[0010] De acordo com uma implementação vantajosa da invenção, o acionamento elétrico é controlado pelos parâmetros que limitam a performance em cada momento. A maior capacidade possível da face rotativa é utilizada quando os parâmetros de controle são definidos caso a caso de acordo com as circunstâncias predominantes.

[0011] De acordo com uma implementação da invenção, o valor limite do acionamento elétrico é o torque máximo e as forças máximas dos objetivos de utilização e as forças máximas do sistema.

[0012] De acordo com um aspecto vantajoso da invenção, o parâmetro é um ou vários do grupo: densidade do papel, velocidade da bobina, tensão da bobina, diâmetro na rebobinadeira, diâmetro da desenroladora, largura da bobina, espessura do papel, massas inerciais do sistema, perdas por fricção, tensão elétrica de entrada, perdas elétricas, eficiência, tipo de dispositivos de entrada, distribuição de carga entre conjuntos de bobinas, capacidade de sobrecarga dos componentes do sistema, cabeamento do sistema, transformador de distribuição, limitações de componentes mecânicos ou limitações do processo.

[0013] De acordo com um aspecto vantajoso da invenção, o valor de referência de aceleração e o valor de referência de desaceleração são definidos pelo menos parcialmente baseado em diferentes parâmetros.

[0014] De acordo com uma implementação adicional, o valor de referência de aceleração é definido durante a aceleração e o valor de referência de desaceleração é definido durante a desaceleração.

[0015] De acordo com uma implementação adicional, o valor de

referência de aceleração / desaceleração é datado continuamente e o acionamento elétrico é controlado pelo valor de referência mais recente. Adicionalmente, os valores máximos das quantidades características são definidos continuamente durante o acionamento. Adicionalmente, diferentes quantidades características são utilizadas em diferentes circunstâncias de acionamento durante um acionamento.

[0016] A invenção será descrita em detalhes com o auxílio de certas implementações se referindo aos desenhos, onde:

- a figura 1 é uma ilustração esquemática de uma unidade de acionamento de acordo com a invenção,

- a figura 2 ilustra um fluxograma de um método de acordo com a invenção,

- a figura 3 é uma ilustração esquemática de uma unidade de acionamento de acordo com a invenção,

- a figura 4 ilustra o diagrama esquemático do controle de acordo com a Figura 3,

- a figura 5 ilustra a velocidade em função do tempo de uma unidade de acionamento convencional, e

- a figura 6 ilustra a velocidade em função do tempo da unidade de acionamento de acordo com a invenção.

[0017] A figura 1 ilustra esquematicamente um acionamento elétrico 2, onde o método de acordo com a invenção pode ser aplicado. Na unidade de acionamento, a bobina da faca rotativa é girada por um motor 4, o qual é controlado por um conversor de frequência 6. A faca rotativa tipicamente compreende várias bobinas, motores girando as bobinas, por meio do que os motores são acoplados com uma unidade de acionamento de linha comum. Os dispositivos de medição e de controle da faca rotativa fornecem dados sobre a densidade do papel, dados sobre a velocidade da bobina, dados sobre a tensão da bobina e dados sobre os diâmetros e as fricções dos rolos de papel, tal como

desenrolador e rebobinadeira, como bem-conhecido na técnica. Estes dados são enviados para as entradas 10 da unidade de controle 8 no conversor de frequência. A medição ocorre de forma vantajosa em tempo real. Assim, a aceleração ou desaceleração mais alta permitida, isto é, os valores de referência da aceleração e da desaceleração podem ser definidos baseados na medição em cada situação de acionamento de um modo tal que o limite de torque definido de acordo com o dimensionamento da unidade de acionamento elétrico não é excedido.

[0018] Na figura 2, o princípio de um método de controle de acordo com a invenção é descrito como um fluxograma. No bloco 20, é definido, baseado nos dados do dimensionamento da máquina de fabricar papel, o limite de torque do acionamento elétrico que a unidade de acionamento não deve exceder. Os valores dos parâmetros, os quais afetam o controle da máquina elétrica, são lidos ou definidos a partir dos dados de medição da bobina de papel (bloco 22). Durante a fase de aceleração e de desaceleração, a importância possui os fatores afetando o torque do acionamento elétrico, tal como tensão da bobina de papel, valores instantâneos dos diâmetros dos rolos de papel e os dados sobre a densidade do papel. A velocidade do rolo também é medida no começo do período de inspeção e controle bem como a velocidade desejada. Em adição, é definida a duração da sobrecarga temporária do motor elétrico e do conversor de frequência e o ciclo de sobrecarga. O comando de aceleração do motor é gerado pelos dados atualizados (bloco 24) de um modo tal que nenhum valor máximo permitido seja excedido. Devido a existirem simultaneamente vários fatores que afetam o controle, também é considerado qual fator é crítico, e o valor definido de acordo com o fator crítico é escolhido como o comando de aceleração como será descrito posteriormente em detalhes. O motor é controlado pelo conversor de frequência (bloco 25)

de acordo com o comando escolhido. O ciclo de controle é repetido continuamente, até que a sequência de enrolamento tenha terminado.

[0019] Apesar da atualização dos dados de controle ocorrer continuamente no exemplo da Figura 2, deve ser entendido que de acordo com a invenção, um comando de aceleração pode ser utilizado a partir da velocidade zero até a velocidade plena durante uma sequência de aceleração, por exemplo, e de forma correspondente, a partir da velocidade plena até a velocidade zero durante uma sequência de desaceleração.

[0020] a figura 3 ilustra uma máquina de acabamento da máquina de fabricar papel em princípio, a qual utiliza a solução de acordo com a invenção. Deve ser observado que na figura são descritos somente os componentes principais, cujos valores característicos são utilizados na invenção e / ou cuja aceleração / desaceleração é controlada. Por consequência, as partes que pertencem de maneira conhecida à máquina de acabamento, tal como enroladores, dispositivos de junção de bobina ou dispositivos correspondentes, não são apresentadas. A força elétrica requerida pelo aparelho é alimentada para a unidade de alimentação 30 via os cabos trifásicos 31 a partir da rede elétrica. A tensão de alimentação é retificada pelos retificadores da rede elétrica da unidade de alimentação e a tensão elétrica retificada é levada para o barramento CC 32 do acionamento da linha. Vários conversores de frequência 34 estão acoplados com o barramento CC. Os conversores de frequência controlam a frequência da tensão elétrica fornecida para os motor CA 36 via os cabos 35 de modo a controlar a velocidade de rotação e o torque de acordo com a carga do motor. As bobinas da máquina de acabamento, isto é, a bobina 38 do desenrolador e a bobina 40 da rebobinadeira são mecanicamente acopladas com os eixos 37 dos motores 36. Na bobina do desenrolador existe o cilindro da máquina fabricado na máquina de fabricar papel e a bobina de papel 32 é

bobinada nos cilindros do cliente 41 pela rebobinadeira 40. O sistema de controle 42 controla os componentes elétricos da máquina de acabamento, tal como a unidade de alimentação 30, os conversores de frequência e os motores como visualizado pela linha tracejada 44. De acordo com a técnica bem-conhecida, o sistema de controle determina a aceleração, a velocidade desejada, pela qual, o mais tempo possível, se é desejado acionar, e a desaceleração, quando um novo cilindro é iniciado para acionar a bobina da rebobinadeira. O sistema de controle utiliza os comandos de aceleração e de velocidade quando definindo para a máquina de acabamento os valores de projeto predefinidos que foram a base das situações mais exigentes. Por isso, foi garantido que as tensões permitidas de qualquer componente, tal como o motor, o conversor de frequência ou retificadores da rede elétrica, não são excedidas em qualquer ocasião.

[0021] Na figura 4 é ilustrado um diagrama esquemático de uma concretização, a qual implementa uma solução de acordo com a invenção. Na unidade de controle da máquina de acabamento, os valores de referência para a aceleração e desaceleração das bobinas são criados, valores de referência pelos quais as bobinas são giradas. No bloco 60, são calculados os valores de referência da aceleração e da desaceleração de acordo com as unidades de acionamento, isto é, de acordo com o projeto, a eficiência e a capacidade de carga dos motores e dos conversores de frequência. Os valores de entrada do bloco 60 são os parâmetros que afetam a operação das unidades de acionamento. Na concretização da Figura 4, os blocos 62 e 64 são estes parâmetros complacentes. Em adição, como uma entrada, existe o valor limite 66 que provém do próprio projeto das unidades de acionamento. A saída do bloco 60 fornece os valores de referência da aceleração e da desaceleração que são ilustrados nos blocos 68 e 70. Simultaneamente, a aceleração e desaceleração máximas permitidas

pelo projeto do sistema são calculadas no bloco 72. Baseado nos valores instantâneos do parâmetro 74 e no parâmetro 76, os valores de referência da aceleração e da desaceleração são calculados. Pelo valor limite do projeto do sistema (bloco 78), os valores de referência são respectivamente limitados como acima e a saída do bloco fornece os comandos de aceleração e de desaceleração nos blocos 80 e 82 como resultado do projeto do sistema e dos valores de parâmetro. Os componentes mecânicos da máquina de acabamento, tal como a estrutura das bobinas e dos mancais definem adicionalmente os valores de limite (bloco 84) que são utilizados quando calculando os terceiros valores de referência para a aceleração (bloco 86) e para a desaceleração (bloco 88). Todos os três comandos de aceleração, respectivamente comandos de desaceleração, são assim valores de referência que a unidade de acionamento, o sistema ou os componentes mecânicos podem realizar eles próprios, se não existir necessidade de considerar o efeito dos outros dois fatores.

[0022] No bloco 90, os comandos de aceleração da unidade de acionamento, do sistema e dos componentes mecânicos são combinados de modo que em cada momento, o comando é válido, cujo valor instantâneo é o mais baixo. A saída do bloco 90 é assim a curva do comando de aceleração (bloco 92), cujo valor instantâneo corresponde ao menor valor instantâneo dos comandos de aceleração 68, 80 e 85. De forma correspondente, os valores instantâneos da curva do comando de desaceleração são os mais baixos dos comandos de desaceleração 70, 72 e 88.

[0023] Quando as bobinas são bobinadas utilizando o controle convencional, as bobinas são primeiro aceleradas até a velocidade constante por uma rampa de aceleração, as bobinas são acionadas pela velocidade constante e as bobinas são desaceleradas até parar pela rampa de desaceleração. A figura 5 descreve o princípio de variação de

velocidade durante um ciclo de acionamento. A bobina é acelerada por uma rampa ilustrada pela linha 50 a partir do tempo  $t_0$  até  $t_1$  até a velocidade nominal  $V_N$ . A curva da rampa ou a aceleração é definida antecipadamente baseada nos valores de projeto de modo que os valores máximos permitidos não são excedidos para qualquer componente. Do tempo  $t_1$  até  $t_2$ , a velocidade de acionamento é constante e a desaceleração final é iniciada no tempo  $t_3$ , quando o diâmetro requisitado do cilindro do cliente é alcançado. As rampas de aceleração e de desaceleração são naturalmente visadas para serem controladas o mais inclinado possível de modo que o período de velocidade constante seria o mais longo possível e o tempo total o mais curto possível. Se os valores do projeto da máquina de acabamento, tal como o tamanho do transformador de alimentação, a capacidade de carga dos conversores de frequência ou dos motores, sejam elevadas, as rampas de aceleração e de desaceleração podem ser feitas mais íngremes, por meio do que o acionamento em velocidade constante pode ser finalmente mais longo. O encurtamento do ciclo de acionamento requer uma adição notável no dimensionamento.

[0024] De modo a ilustrar a apresentação, os comandos de aceleração são desenhados no mesmo conjunto de curvas na Figura 6. Por consequência, a aceleração inicial ocorre de acordo com o traço de fração 54 até o tempo  $t_4$ . Após isto, o acionamento em velocidade constante dura até o tempo  $t_5$ . A desaceleração ocorre de acordo com o traço de fração 56 durante o período de  $t_5$  até  $t_6$ . Na figura, a linha tracejada ilustra a curva da Figura 5.

[0025] A invenção foi descrita acima com o auxílio de certas concretizações. Entretanto, a implementação da invenção pode variar dentro dos limites das reivindicações seguintes.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para controlar um acionamento elétrico (2) que aciona bobinas (38) de uma máquina de acabamento, método pelo qual pelo menos a velocidade e a aceleração/desaceleração de uma faca rotativa são controladas, e acionamento elétrico (2) este que compreende pelo menos um motor elétrico (4) e um conversor (6) controlando o motor (4), caracterizado pelo fato de que no método, um valor limite do acionamento elétrico (2) é definido, o valor limite sendo definido para todo o acionamento elétrico (2) incluindo o motor elétrico (4) e o conversor (6) controlando o motor (4) do acionamento elétrico (2), valores de pelo menos dois ou mais parâmetros afetando o acionamento elétrico (2) são monitorados, um valor de referência da aceleração/desaceleração é definido baseado nos pelo menos dois parâmetros (62, 64), e o acionamento elétrico (2) é controlado de modo que a aceleração/desaceleração corresponda ao valor de referência mais alto possível, pelo qual o valor de referência da aceleração/desaceleração (60) definido baseado em qualquer parâmetro (62, 64) não é excedido, e pelo qual o valor limite (66) do acionamento elétrico (2) não é excedido.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o valor limite do acionamento elétrico (2) são os torques máximos dos pontos de acionamento e as forças máximas do sistema.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o parâmetro (62, 64) é um ou vários do grupo: densidade do papel, velocidade da bobina, tensão da bobina, diâmetro da rebobinadeira, diâmetro do desenrolador, largura da bobina, espessura do papel, massas inerciais do sistema, perdas por fricção, tensão elétrica de entrada, perdas elétricas, eficiência, tipo de dispositivos de entrada, distribuição de carga entre os conjuntos de bobinas, capacidade de sobrecarga dos componentes do sistema,

cabeamento do sistema e transformador de alimentação.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o valor de referência da aceleração (68) e o valor de referência da desaceleração (70) são definidos baseado nos diferentes parâmetros.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o valor de referência da aceleração (68) é definido quando acelerando e o valor de referência da desaceleração (70) é definido quando desacelerando.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o valor de referência da aceleração/desaceleração (60) é atualizado continuamente e o acionamento elétrico (2) é controlado pelo valor de referência mais recente.

7. Método para controlar um acionamento elétrico (2), acionamento elétrico (2) pelo qual as bobinas (38) de uma máquina de acabamento na máquina de fabricar papel são acionadas para acelerar e desacelerar a bobina (38), máquina de acabamento esta que compreende vários componentes, incluindo pelo menos um motor (36) girando a bobina (38), um conversor (6) controlando o motor, rede elétrica (31) alimentando o conversor (6) e papel a ser enrolado na bobina (38), método pelo qual um valor de referência de aceleração/desaceleração (60) é definido, caracterizado pelo fato de que no método, um valor de referência máximo da aceleração/desaceleração (60) é definido na situação de carga e de acionamento dominante da máquina de acabamento, por meio do que um valor máximo é definido para pelo menos duas quantidades características dos componentes da máquina de acabamento na situação de carga e de acionamento dominante dentro dos limites (66) permitidos pelos valores do projeto, os valores de referência da aceleração/desaceleração são definidos correspondendo aos valores

máximos das quantidades características, a partir do grupo de valores de referência da aceleração/desaceleração (60) correspondendo aos valores máximos definidos, o valor que é crítico é escolhido como o valor de referência máximo da aceleração/desaceleração, e a bobina (38) da máquina de acabamento é controlada pelo valor de referência máximo escolhido.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que os valores máximos correspondendo às quantidades características são definidos continuamente durante o acionamento.

9. Método, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que as quantidades características são duas ou várias do grupo: densidade do papel, velocidade da bobina (38), tensão da bobina (38), diâmetro da rebobinadeira, diâmetro do desenrolador, largura da bobina (38), espessura do papel, massas inerciais do sistema, perdas por fricção, tensão elétrica de entrada, perdas elétricas, eficiência, tipo de dispositivos de entrada, distribuição de carga entre os conjuntos de bobinas, capacidade de sobrecarga dos componentes do sistema, cabeamento do sistema e transformador de alimentação.

10. Método, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que diferentes quantidades características são utilizadas em diferentes situações de acionamento durante um acionamento.

1/4

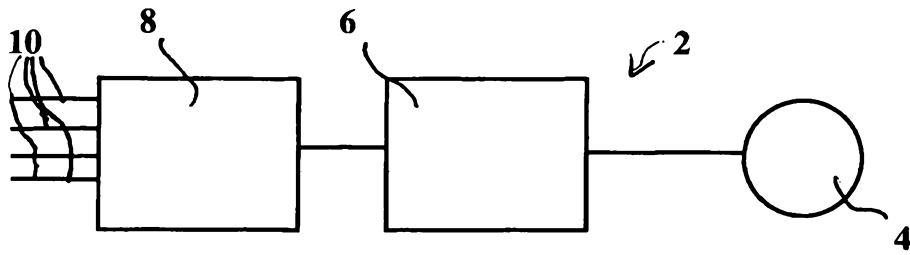


Fig. 1

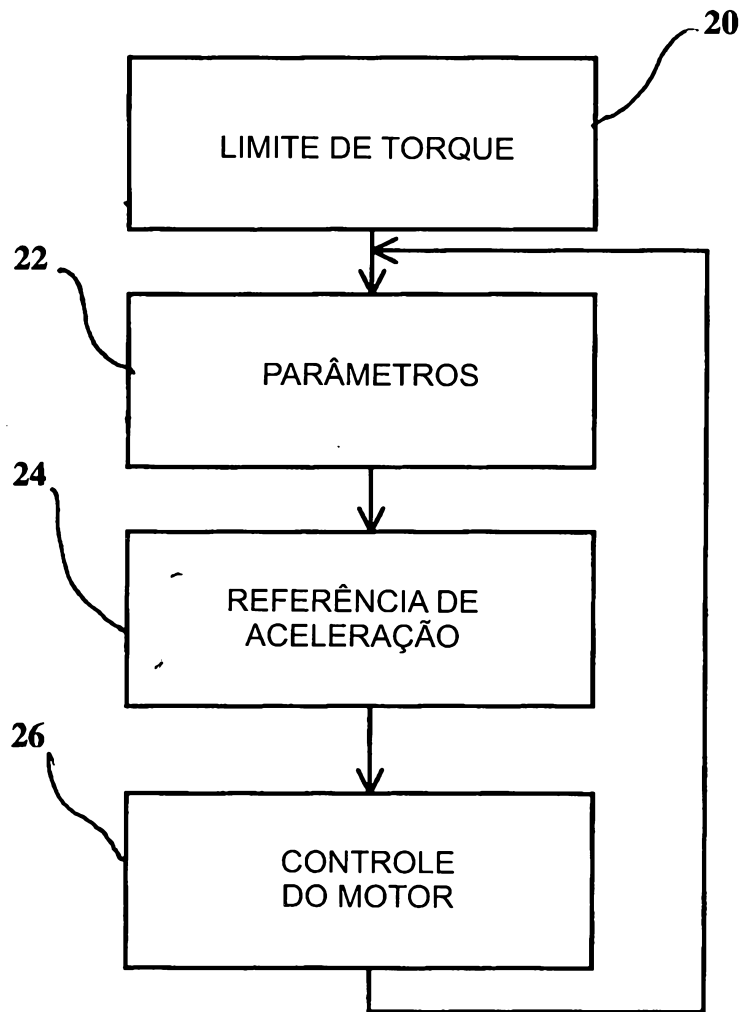


Fig. 2

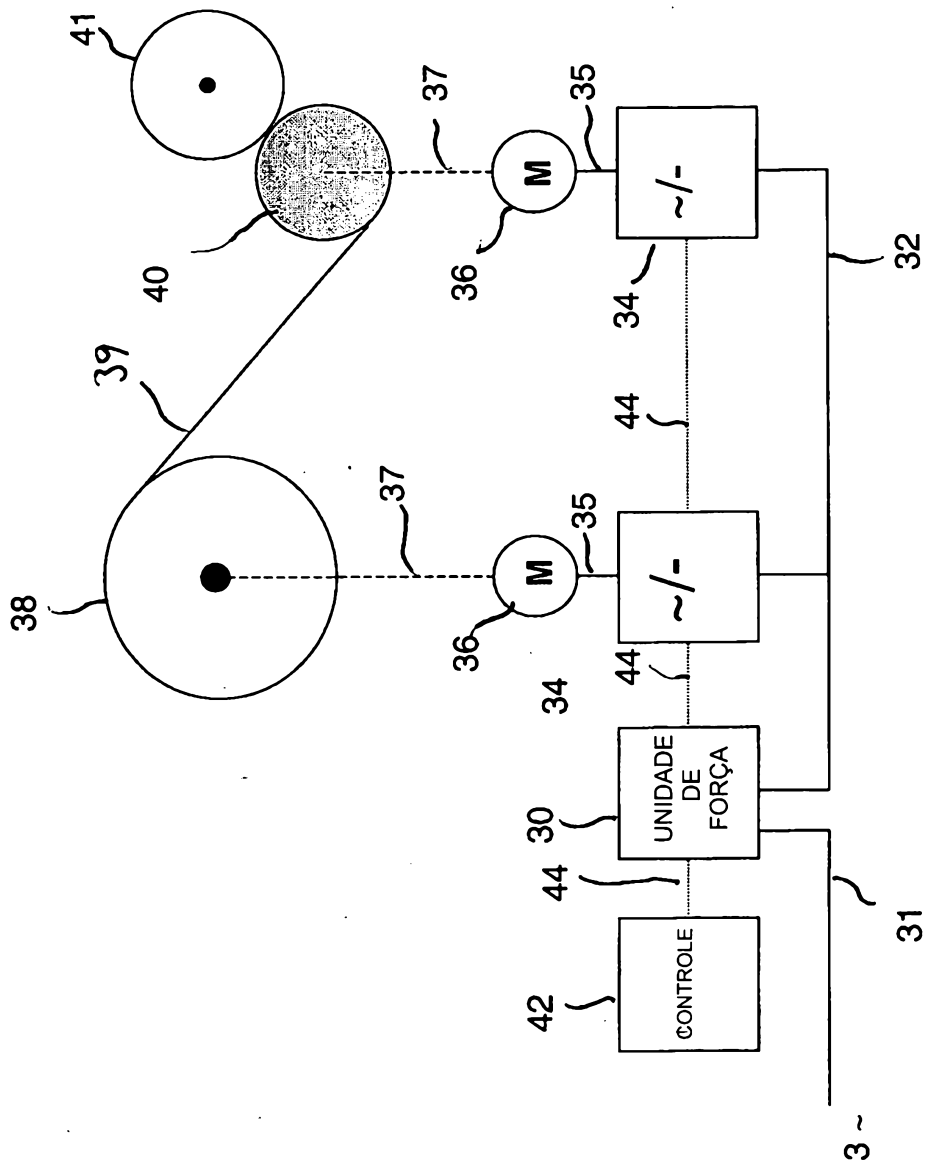


Fig. 3

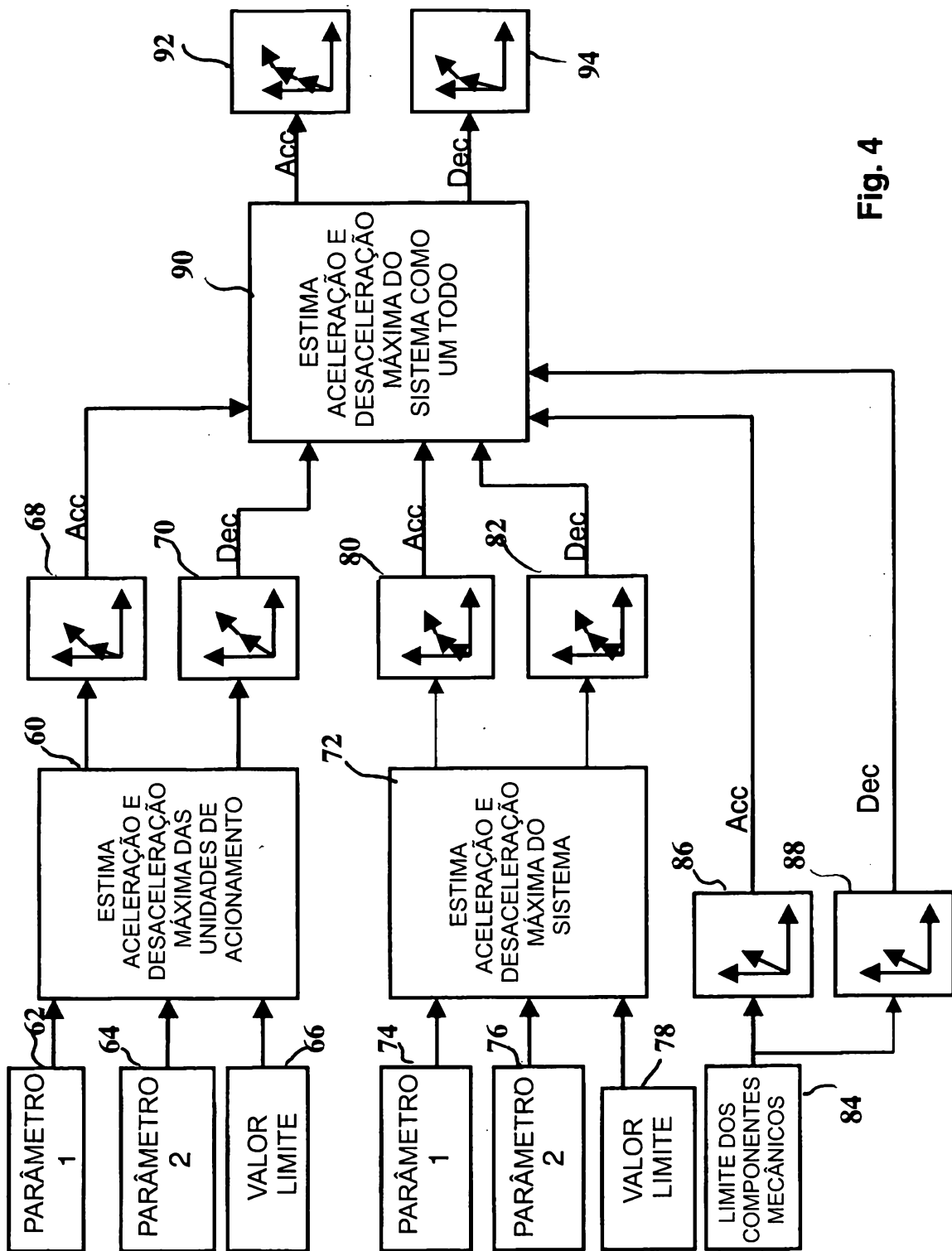


Fig. 4

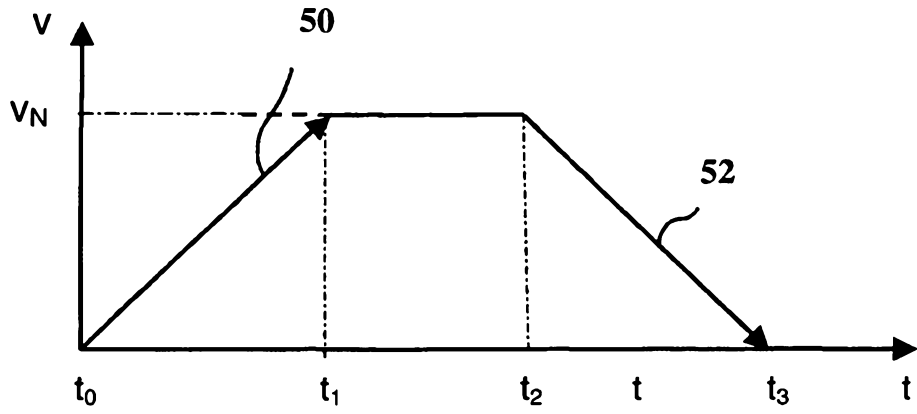


Fig. 5

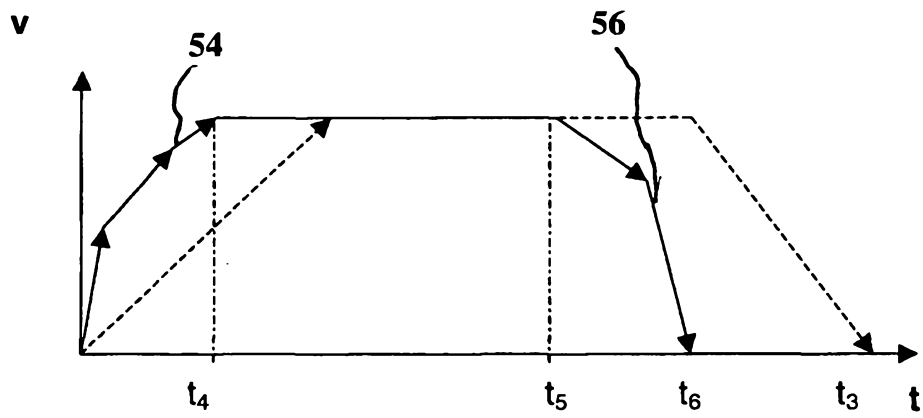


Fig. 6