



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

**(11) PI 1102972-2 B1**

**(22) Data do Depósito: 28/06/2011**

**(45) Data de Concessão: 17/04/2018**



---

**(54) Título:** PROCESSO PARA O AJUSTE DE, PELO MENOS, UM ORGÃO DE TRABALHO DE UMA COLHEITADEIRA AUTOPROPULSIONADA

**(51) Int.Cl.:** A01D 41/127

**(30) Prioridade Unionista:** 01/07/2010 DE 10 2010 017 687.7

**(73) Titular(es):** CLAAS SELBSTFAHRENDE ERNTEMASCHINEN GMBH

**(72) Inventor(es):** JOACHIM BAUMGARTEN; SEBASTIAN NEU; CHRISTOPH BUSSMANN;  
ANDREAS WILKEN; HENNER VÖCKING; CHRISTOPH HEITMANN

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**PROCESSO PARA O AJUSTE DE, PELO MENOS, UM ORGÃO DE TRABALHO DE UMA COLHEITADEIRA AUTOPROPULSIONADA**".

[001] A presente invenção refere-se a um processo para o ajuste automático de, pelo menos, um de vários órgãos de trabalho envolvidos em um processo de colheita, de uma colheitadeira autopropulsionada.

[002] Da patente DE 197 05 841 A1 é conhecido um processo para a operação de uma colheitadeira agrícola, no qual ocorre um ajuste automático de uma etapa de processamento em função de um resultado. Para isso, através de uma regulagem é monitorado o ajuste da etapa de processamento com respeito à passagem de valores limite, e é dada uma indicação à pessoa no controle, se um valor limite foi ultrapassado. Além disso, a regulagem está equipada para reagir automaticamente à passagem de um valor limite, e para introduzir automaticamente medidas correspondentes que conduzem ao fato de que, o ajuste da etapa de processamento é reconduzido para a faixa abaixo do valor limite.

[003] O processo conhecido da patente DE 197 05 841 A1 recorre ao ajuste tanto dos valores teóricos, como também dos valores limite às informações depositadas em um dispositivo de memória, que são escolhidos em função da especificação do tipo de fruto a ser processado pela pessoa no controle. Essas informações são empregadas como valores teóricos para o ajuste de uma etapa de processamento, com auxílio dos quais é realizada a comparação entre valor teórico e valor real, que serve de base à regulagem. O registro de valor real ocorre por meio de sensores correspondentes, que monitoram as etapas de processamento e conduzem a um dispositivo de avaliação, no qual é realizada a comparação entre o valor teórico e o valor real.

[004] O processo divulgado na patente DE 197 05 841 A1 torna

possível à pessoa no controle da colheitadeira, aliviar a colheitadeira com respeito aos trabalhos de ajuste de órgãos de trabalho necessários para a realização das etapas de processamento, todavia, o processo é dependente da qualidade das informações fornecidas para o ajuste com respeito à escolha de um valor teórico dos órgãos de trabalho. Uma reação às condições alteradas, por exemplo, durante um processo de colheita em curso, como também no caso de um emprego em diversos cortes no mesmo tipo de fruta não está prevista.

[005] Da patente DE 10 2005 031 426 A1 é conhecido um processo para o ajuste automático de parâmetros de operação de uma máquina de trabalho agrícola, de acordo com o qual um campo característico é dividido em vários campos característicos parciais dependentes de um parâmetro de operação. A cada campo característico parcial está coordenada, respectivamente, uma máquina de trabalho, que é operada correspondendo aos ajustes sugeridos de parâmetros de operação, que resultam de um campo característico parcial. Durante a operação da máquina de trabalho, os dados registrados pelos sensores para o teste do resultado de trabalho, que é influenciado em consequência de alterações dos parâmetros de operação, são utilizados para uma otimização dos respectivos campos característicos parciais. No caso desse processo resulta restrito o fato de que, um parâmetro de operação otimizado determinado só pode ser empregado, então, se esse parâmetro for escolhido e adotado como ajuste por uma pessoa no controle experiente, ou se o parâmetro de operação escolhido atualmente, como é sugerido de acordo com a patente DE 197 05 841 A1, é ajustado em função de um certo valor limite.

[006] A tarefa da presente invenção é preparar um processo do tipo mencionado no início que, ao lado de um alívio da pessoa no controle, permita uma reação flexível às condições marginais que se alteram durante o processo de colheita.

[007] De acordo com a invenção é sugerido que uma modelagem inicial do processo de colheita ocorra através de, pelo menos, um campo característico que é baseado em uma base de dados característica para o processo de colheita em curso. A modelagem inicial do processo de colheita forma a base para um ajuste básico dos órgãos de trabalho da colheitadeira. Com auxílio da modelagem inicial do processo de colheita é realizada uma determinação de um ponto de trabalho inicial do pelo menos um órgão de trabalho a ser ajustado. Em seguida à determinação de um ponto de trabalho inicial ocorre a adaptação do pelo menos um campo característico com a base de dados levantados atualmente através de medições, que influenciam o processo de colheita. A adaptação do campo característico leva à definição de um novo ponto de trabalho do pelo menos um órgão de trabalho. A esse novo ponto de trabalho que resulta da etapa precedente, da adaptação do campo característico, o ajuste do órgão de trabalho é aproximado iterativamente partindo do ponto de trabalho inicial. Uma vantagem essencial desse processo consiste no fato de que, o campo característico empregado para a modelagem do processo de colheita em curso é seguido pelo processo de colheita atual submetido às alterações contínuas, pelo que os ajustes do, pelo menos um, órgão de trabalho são adaptados às condições de colheita continuamente variáveis, a fim de obter ou manter a operação do, pelo menos um, órgão de trabalho a mais próxima possível do ponto de trabalho otimizado. Essa forma de procedimento confere ao processo de acordo com a invenção uma alta medida de capacidade de adaptação às condições de colheita que se alteram, as quais podem fluir durante o ajuste do, pelo menos um, órgão de trabalho. Por meio da aproximação iterativa reduz-se continuamente a diferença em relação aos parâmetros de ajuste otimizados. Uma vez que o processo de acordo com a invenção é realizado de modo automatizado, um conhecimento profundo sobre as

sequências do processo e os efeitos de troca muitas vezes existentes entre os órgãos de trabalho de uma colheitadeira agrícola entre si não é necessário por parte da pessoa no controle, de tal modo que, essa pessoa pode se concentrar, sobretudo, em outras tarefas durante o processo de colheita.

[008] Para a modelagem inicial do processo de colheita pode ser realizada uma parametrização básica do pelo menos um campo característico a partir da qual são definidos os parâmetros de ajuste iniciais do pelo menos um órgão de trabalho. A parametrização básica pode ocorrer com base de dados avaliados de processos de colheita antigos, e/ ou de informações específicas da máquina de ceifar e debulhar, e/ ou do conhecimento empírico histórico de operadores, que podem ser depositados em um dispositivo de controle para a realização do processo. No início de um processo de colheita, com a parametrização básica são reproduzidos o comportamento básico dos órgãos de trabalho individuais, bem como seus efeitos de troca específicos do órgão de trabalho entre si, e são especificados parâmetros de ajuste iniciais dos órgãos de trabalho. Para um refinamento da parametrização básica o operador pode especificar uma informação adicional como, por exemplo, o tipo de fruto a ser colhido, a partir da qual, então, com base nas informações específicas depositadas para esse tipo de fruto, é realizada a modelagem inicial do pelo menos um campo característico. A realização da medição dos dados que influenciam o processo de colheita, através de todo o período de tempo de um corte, bem como de sua avaliação representa uma fonte para uma expansão da base de dados que pode ser utilizada para a parametrização básica do pelo menos um campo característico.

[009] De forma vantajosa, depois de uma etapa de aproximação ao ponto de trabalho redefinido, os parâmetros de ajuste iniciais do, pelo menos um órgão de trabalho são adaptados. Nessa etapa do pro-

cesso, os parâmetros de ajuste iniciais do pelo menos um órgão de trabalho, definidos na parametrização básica são adaptados às condições de colheita reais. Essa forma de procedimento contribui, além disso, para aumentar a variação da base de dados, que é utilizada para a parametrização básica.

[0010] Em aperfeiçoamento preferido, depois de uma etapa de aproximação ao novo ponto de trabalho é esperado o alcance de um comportamento da máquina quase estacionário. A espera de um comportamento da máquina quase estacionário reduz o dispêndio de cálculo necessário no caso da adaptação do pelo menos um campo característico, uma vez que partes dinâmicas como, por exemplo, processos de entrada ou de saída, permanecem desconsiderados no caso de uma alteração dos ajustes de um órgão de trabalho.

[0011] Neste caso, pode ser realizada uma validação do campo característico adaptado. Nessa etapa de processo o desvio do modelo resultante da adaptação do campo característico pode ser determinado pelas condições do processo de colheita propriamente dito. Em função da ordem de grandeza dos desvios do modelo das condições do processo de fato a serem modeladas pode ser decidido se é realizada uma variação do campo característico. No caso de uma adaptação do campo característico, em seguida a isso pode ser realizada uma comparação estatística das grandezas que caracterizam o campo característico, antes e depois da adaptação.

[0012] Depois, em função do resultado da validação do campo característico adaptado, os valores resultantes são mantidos para os parâmetros de ajuste dos órgãos de trabalho, ou são retornados para os seus valores correspondentes ao ponto de trabalho definido anteriormente.

[0013] Além disso, o ponto de trabalho resultante da adaptação do campo característico pode ser testado com respeito a sua plausibilidade.

de. Para isso, as grandezas relevantes para o processo de colheita tais como, perdas de limpeza, partes de grão na volta, etc. são utilizadas como grandezas de comparação. Para isso, em virtude do teste de plausibilidade, os parâmetros de ajuste que resultam do ponto de trabalho redefinido, o qual é aproximado passo a passo, é submetido a uma análise que se baseia na base do conhecimento de especialistas depositado no dispositivo de controle e regulagem, sendo que, o conhecimento de especialistas leva em consideração as relações de diversos parâmetros de eficiência, critérios de qualidade e parâmetros de trabalho dos órgãos de trabalho.

[0014] De modo alternativo, a adaptação do pelo menos um campo característico pode ser realizada de modo dinâmico. A adaptação dinâmica com respeito a renúncia à construção da colheitadeira até o alcance de um estado quase estacionário tem a vantagem que, as alterações das condições de colheita podem ser registradas quase em tempo real, e podem ser consideradas no caso da adaptação do campo característico.

[0015] De forma vantajosa, o ajuste do pelo menos um órgão de trabalho pode ser realizado em função da quantidade de produto de colheita conduzida à colheitadeira agrícola, pelo que, por exemplo, são realizadas medições da altura da camada no canal de entrada, das quais a carga da quantidade de produto de colheita conduzida é deduzida. Do mesmo modo, pode entrar em consideração a inclinação longitudinal e/ ou transversal da colheitadeira durante o ajuste do pelo menos um órgão de trabalho, que é registrada pelos sensores correspondentes na colheitadeira.

[0016] Além disso, o ajuste do pelo menos um órgão de trabalho pode ser realizado em função da quantidade de produto de colheita conduzida ao órgão de trabalho. Adicionalmente, porém, isto também pode ocorrer independente da quantidade de produto de colheita con-

duzida à colheitadeira. A divisão da quantidade de produto em componentes de grãos e componentes de não grãos possibilita um ajuste objetivo dos órgãos de trabalho.

[0017] Em particular, o processo para o ajuste pode ser interrompido automaticamente por meio de uma influência manual de um parâmetro de ajuste. A ligação passiva do automatismo no caso de uma intervenção manual de uma pessoa no controle na operação da colheitadeira é, então, conveniente, se as condições externas durante o processo de colheita permitem ser necessária uma intervenção da pessoa no controle, a fim de poder controlar o automatismo em marcha na duração da intervenção.

[0018] Em um aperfeiçoamento preferido do processo está previsto que, os dados que influenciam o processo de colheita levantados através de medições durante o processo de colheita, são registrados e armazenados. Esses dados podem ser utilizados para processos de colheita que se seguem, a fim de colocar o processo da modelagem inicial em uma base de dados que se torna cada vez mais ampla, pelo que esse processo é refinado de modo crescente, bem como, a aproximação ao ponto de trabalho otimizado é acelerada de modo crescente, uma vez que são pequenos os desvios entre o ponto de trabalho inicial e o ponto de trabalho otimizado controlado de acordo com o processo, que resultam das respectivas condições de colheita predominantes atualmente.

[0019] O processo de acordo com a invenção será esclarecido em detalhes, a seguir, com auxílio de um exemplo de execução representado nos desenhos.

[0020] São mostrados:

[0021] na figura 1 uma vista lateral esquemática de uma colheitadeira agrícola;

[0022] na figura 2 um diagrama de fluxo de uma primeira forma de

execução do processo;

[0023] na figura 3 um diagrama de fluxo de uma segunda forma de execução do processo;

[0024] na figura 4 um esboço esquemático de um campo característico da separação;

[0025] na figura 5 um esboço esquemático de um campo característico da limpeza.

[0026] na figura 6 um diagrama de fluxo para a função de proteção da máquina.

[0027] Em primeiro lugar, em uma colheitadeira agrícola 1 representada na figura 1, executada como máquina de ceifar e debulhar 2 é descrito o processo de acordo com a invenção para a otimização de parâmetros ajustáveis de órgãos de trabalho em sua forma generalizada. O conceito empregado a seguir de órgãos de trabalho abrange todos os componentes incluídos com o processo de colheita em uma colheitadeira, que exercem uma influência indireta ou diretamente sobre esses órgãos. À máquina de ceifar e debulhar 2 está coordenado um denominado mecanismo de cortar grãos 3, em sua área no lado frontal, voltada na direção de movimento FR, o qual colhe, junta o produto de colheita 5 que cresce no solo 4 e conduz a um órgão de transporte inclinado 6 da máquina de ceifar e debulhar 2 em sua área traseira. O órgão de transporte inclinado 6 transfere o produto de colheita 5 em sua área traseira para um órgão de debulhar 7, o qual no exemplo de execução representado é constituído de um tambor de debulhar 8 e de um tambor de rotação 9 subordinado a esse tambor. No contexto da invenção está o fato de que, o órgão de debulhar 7, de forma bastante conhecida, pode receber vários tambores de debulhar 8, ou pode ser executado como o denominado rotor de debulhar axial e rotor de separação. Devido ao movimento de rotação do tambor de debulhar 8 e do tambor de rotação 9 subordinado a ele, indicado pelas setas 10, 11, o

produto de colheita 5 é transportado ao longo do cesto de separação 12 para a área traseira do órgão de debulhar 7. Neste caso, a corrente do produto de colheita 5 é dividida em várias correntes de produto 13, 14, sendo que a corrente de produto 13 separada pelo cesto de debulhar e de separação 12 é formada preponderantemente de grãos, e a corrente de produto 14 que sai na área traseira do órgão de debulhar 7 é formada preponderantemente de palha. Depois que as várias correntes de produto 13, 14, que saem do órgão de debulhar 7 passaram outros órgãos de trabalho como, por exemplo, um dispositivo de limpeza 17 constituído de um ou de vários planos de peneiramento 15, e de um ventilador 16 disposto nesses planos de peneiramento 15, bem como, um dispositivo de separação 19 executado como agitador de grade 18, que também pode ser executado como um rotor de separação, os grãos 20 liberados agora, em essência, de impurezas são conduzidos, através de órgãos de transporte 21 não representados em detalhes, a um dispositivo de armazenamento 22 disposto na máquina de ceifar e debulhar 2. Em função da qualidade de trabalho do órgão de debulhar 7, do dispositivo de limpeza 17, bem como, do dispositivo de separação 19 e da natureza do produto de colheita 5 sai uma corrente de grãos 23 maior ou menor na área traseira da máquina de ceifar e debulhar 2 desse órgão. Essa corrente de grãos 23 forma a denominada perda de grãos, que pode ser determinada por meio de sensores de perda de grãos 24 de forma bastante conhecida e, por isso, não esclarecidos em detalhes. Operadores 28 de colheitadeiras agrícolas 1 desse tipo são empenhados em manter essa perda de grãos a menor possível. Para isso, a máquina de ceifar e debulhar 2 até o momento pode ser equipada com outros sensores 25, 26, 27, ao lado dos sensores de grãos 24 já descritos, em função do grau de equipagem, que no caso mais simples, por exemplo, foram executados como sensores do número de rotações 25, 26 para a determinação do número de rotações

do ventilador 16, bem como, do tambor de debulhar 8 ou do rotor de separação. Além disso, também até o momento já foi conhecido empregar os denominados sensores 27 que determinam, por exemplo, a quantidade de grãos 20 que atravessa a máquina de ceifar e debulhar 2. No contexto com a determinação de carga também deve ser mencionado o emprego de sensores de altura da camada no canal de entrada 6. Os sinais de 29 a 32 gerados pelos diversos sensores de 24 a 27 foram convertidos em um dispositivo de controle e de limpeza 33, dispositivo na máquina de ceifar e debulhar 2, por exemplo, em sinais do número de rotações do tambor de debulhar 34, em sinais de perda de grãos 35, em sinais de carga de grãos 36 e em sinais de número de rotações do ventilador 37, que, então, foram anunciados através de uma unidade de indicação ao operador 28 permanentemente ou por consulta. Além disso, também é conhecido, em vez das perdas de grãos total 23 por meio dos sensores de grãos 24, definir separadamente as perdas de órgãos de trabalho individuais como, por exemplo, do dispositivo de limpeza 17 ou do dispositivo de separação 19. Além disso, é conhecido do estado da técnica determinar a percentagem de quebra de grão da corrente de grãos 20 separada e indicar ao operador 28. O dispositivo de controle e regulagem 33, além disso, pode receber informações 39 de sistemas externos ou transmitir informações 40 aos sistemas externos.

[0028] A determinação de parâmetros de ajuste para os órgãos de trabalho individuais com a manutenção de um objetivo que pode ser determinado como, por exemplo, a manutenção de um limite de perda de grãos, ou do aumento de potência no sentido de uma potência de superfície mais alta, ou de um aumento da carga com qualidade constante, tem como consequência o fato de que, por motivo dos muitos parâmetros de ajuste diferentes, em particular, se influenciando mutuamente, um ajuste otimizado dos órgãos de trabalho também para

peças no controle experientes no trato com colheitadeiras configura-se como muito difícil. Os processos de ajuste conhecidos do estado da técnica recorrem a valores de especificação para uma situação de colheita existente concretamente, para cujas bases, então, são sugeridos parâmetros de ajuste para o respectivo órgão de trabalho, sem levar em consideração os efeitos de troca existentes eventualmente, com outros órgãos de trabalho. Os processos de acordo com o estado da técnica mencionado no início, todavia, reagem a condições que se alteram no decurso do processo de colheita somente por motivo de uma intervenção visada de uma pessoa no controle no processo através da variação de um parâmetro de ajuste para uma agregação de trabalho, ou durante a passagem de uma área de valor limite para um parâmetro de ajuste.

[0029] Assim, a patente DE 10 2005 031 426 A1 sugere que um novo parâmetro de ajuste determinado precisa ser verificado por uma pessoa no controle, antes que esse parâmetro seja convertido. A decisão sobre, se o novo valor de ajuste contribui para um aperfeiçoamento do processo de colheita, cabe à pessoa no controle e, por sua vez, é dependente de seu conhecimento técnico, o qual é manifestado de modo distinto. Do mesmo modo, eventuais efeitos sobre outros órgãos de trabalho permanecem desconsiderados, os quais podem ser afetados diretamente por essa alteração de ajuste.

[0030] Nesse ponto emprega-se o processo de acordo com a invenção a fim de configurar o processo do ajuste automático independente do conhecimento técnico de uma pessoa no controle, o que leva a um alívio considerável da pessoa no controle, como é o caso no processo sugerido na patente DE 10 2005 031 426 A1. O processo de acordo com a invenção para o ajuste automático de, pelo menos um, de vários órgãos de trabalho que trabalham em conjunto em um processo de colheita de uma colheitadeira autopropulsionada, é caracteri-

zado pelas etapas de processo a seguir:

[0031] No início do processo de colheita, é realizada uma modelagem inicial do processo de colheita, que é baseado em uma base de dados característica para o processo de colheita em curso, através da determinação de, pelo menos, um campo característico. A isso se segue a definição de um ponto de trabalho inicial do pelo menos um órgão de trabalho, com auxílio da modelagem inicial, com o qual a colheitadeira é posta em operação. Durante a operação em curso é realizada uma adaptação contínua do, pelo menos um, campo característico com a base de dados levantados atualmente através de medições, que influenciam o processo de colheita, a fim de poder reagir às condições de colheita que se alteram, que influenciam uma especificação de meta que pode ser especificada. Em função da adaptação do campo característico é realizada uma determinação de um novo ponto de trabalho do pelo menos um órgão de trabalho, o qual apresenta os valores de ajuste otimizados para a especificação de meta escolhida. A aproximação do novo ponto de trabalho é realizada de modo iterativo, de tal modo que as influências externas durante o ajuste automático são tomadas em consideração continuamente.

[0032] O decurso do processo será esclarecido em mais detalhes, a seguir, com auxílio de um diagrama de fluxo de acordo com a representação na figura 2, o qual mostra uma primeira forma de execução do processo. No início do processo de automatização, em uma primeira etapa 50 é preparado um modelo inicial do processo de colheita. A inicialização do modelo, neste caso, pressupõe primeiramente a escolha de, respectivamente, pelo menos, uma grandeza de entrada e de uma grandeza de saída, que são decisivas para a regulagem. Uma grandeza de entrada deixou-se derivar, por exemplo, da especificação de um tipo de fruto, do qual pode ser derivado o número de rotações do rotor a ser ajustado para o tipo de fruto específico, de um rotor de

separação. Como grandeza de saída interessaria, por exemplo, a manutenção de um determinado valor para a perda de limpeza. Com base dessas grandezas de entrada e de saída, no início do processo de colheita, para a sua modelagem inicial é definido pelo menos um campo característico inicial  $KFi$ . O campo característico inicial definido na etapa 50 descreve o comportamento básico de, pelo menos, um dos órgãos de trabalho que atuam em conjunto em um processo de colheita, da colheitadeira 1, bem como, seus efeitos de troca possíveis entre si, na medida que eles ocorrem. A parametrização básica do campo característico inicial  $KFi$  ocorre, por exemplo, com base de dados avaliados, que foram coletados em processos de colheita mantidos, e/ ou em informações específicas sobre a colheitadeira 1, e/ ou no conhecimento empírico coletado de pessoas no controle. O campo característico inicial  $KFi$  forma o fundamento da definição de um ponto de trabalho inicial  $APi$  na etapa 51, com auxílio da qual os parâmetros de ajuste dos órgãos de trabalho são definidos no início de um processo de colheita.

[0033] Na etapa 52 seguinte ocorre a adaptação do campo característico  $KF$  para a adaptação às condições que se alteram durante o processo de colheita em curso. Partindo do campo característico inicial  $KFi$ , durante a adaptação pela primeira vez, em virtude do processo de colheita, é definido um novo campo característico  $KF(n)$ . Os índices colocados entre parênteses definem o número das adaptações realizadas de um campo característico  $KF$  durante o processo de colheita. Para a adaptação do campo característico  $KF(n)$ , os dados de medição registrados continuamente em uma etapa 53, dos sensores de 25 a 27 dispostos na máquina de ceifar e debulhar 2, em particular, as informações referentes à corrente do produto de colheita dentro da máquina de ceifar e debulhar 2, bem como, os dados de sensores externos, que não se encontram na máquina de ceifar e debulhar 2, que representam as condições existentes atualmente, durante o processo de colheita em

um campo. Essas informações são utilizadas a fim de adaptar o campo característico  $KF(n)$  continuamente às realidades de fato durante o processo de colheita em curso.

[0034] Cada adaptação de um campo característico  $KF(n)$  é validada em uma etapa 54, a fim de testar se o novo campo característico  $KF(n)$  definido em uma comparação com dados avaliados estatisticamente de processos de colheita antigos, que foram mantidos à disposição para o processo se correlacionam. Se o novo campo característico  $KF(n)$  e os dados correspondentes utilizados para a comparação divergirem em uma medida definível, então, a adaptação é realizada de acordo com o campo característico  $KF(n)$  para os valores válidos do campo característico  $KF(n-1)$ . O processo da adaptação do campo característico  $KF(n)$  é executado na etapa 52 sobre o fundamento de novos dados, que foram registrados outra vez pelos sensores nesse meio tempo.

[0035] No caso da validação bem sucedida na etapa 54, em uma etapa 55 seguinte, partindo do ponto de trabalho inicial  $AP_i$  fixado, é definido um novo ponto de trabalho  $AP(n)$ . Para o processamento em seguida da etapa 55, na qual é definido um novo ponto de trabalho  $AP(n)$ , sempre é colocado como base o ponto de trabalho  $AP(n-1)$  anterior.

[0036] O novo ponto de trabalho  $AP(n)$  definido é submetido a um teste de plausibilidade na etapa 56, a fim de evitar que, em virtude do novo ponto de trabalho  $AP(n)$  definido sejam fornecidos parâmetros de ajuste para os órgãos de trabalho, que iriam excluir uma operação de colheita razoável. A título de exemplo, neste caso, seriam mencionados número de rotações do rotor altos demais ou baixos demais, ou um ajuste pequeno demais ou grande demais da largura de peneiramento do dispositivo de limpeza 17. Para isso, em virtude do teste de plausibilidade, os parâmetros de ajuste que resultam do novo ponto de

trabalho AP(n) definido, que é aproximado passo a passo, são submetidos a uma análise, baseada na base de conhecimento empírico depositado no dispositivo de controle e regulação 33, sendo que o conhecimento empírico leva em consideração as relações de diversos parâmetros de eficiência, os critérios de qualidade e os parâmetros de trabalho dos órgãos de trabalho. Por exemplo, a perda de grãos de limpeza representa um critério de qualidade contrário ao aumento do número de rotações do ventilador de limpeza 16, com o propósito do aperfeiçoamento da unidade de grão durante a aproximação passo a passo do ponto de trabalho AP(n), uma vez que, com o aumento da corrente de ar no dispositivo de limpeza 17, o perigo da exaustão de grãos do dispositivo de limpeza 17 aumenta, o que finalmente leva a uma piora do parâmetro de eficiência "perda de grãos". Na etapa 56 os parâmetros de eficiência contrários os critérios de qualidade são testados quanto a isso. Se não for identificado nenhum desvio de um parâmetro de eficiência contrário, e/ ou do critério de qualidade, então, na etapa 57 seguinte é realizada a etapa de aproximação AS ao ponto de trabalho AP(n) definido. Se, pelo contrário, for identificado um desvio não permitido dos parâmetros de eficiência contrários e/ ou dos critérios de qualidade, então, o teste de plausibilidade na etapa 56 desemboca na etapa 55.

[0037] Se, como apresentado antes, em virtude do teste de plausibilidade na etapa 56 foi constatado o novo ponto de trabalho AP(n), então, na etapa 57 que se segue ocorre a realização de uma etapa de aproximação AS ao ponto de trabalho AP(n). A realização de uma etapa de aproximação AS precede a definição de uma extensão da etapa SW(n). A definição da extensão da etapa SW(n) resulta, na primeira vez, da determinação da diferença do ponto de trabalho AP(n) definido na etapa 55, e do ponto de trabalho APi inicial ajustado na etapa 51, e fornece uma extensão da etapa inicial SW(i). No processo de colheita

em curso, isto é, depois da execução, pelo menos, na primeira vez, de uma etapa de aproximação AS de acordo com a etapa 57, ocorre a definição da respectiva extensão da etapa SW(n+1), através da determinação da diferença entre o valor real ajustado para o ponto de trabalho AP(n), que resulta da adição dos valores do ponto de trabalho AP(n-1) definido anteriormente, e da extensão da etapa SW(n). A extensão da etapa SW(n) é ajustada, de preferência, para um valor que é menor que o valor resultante da diferença mencionada anteriormente. Em seguida à realização de uma etapa de aproximação AS na etapa 57 do diagrama de fluxo, é saltado de volta para a etapa 52, a fim de poder levar em consideração dinamicamente as influências sobre o processo de colheita, que são registradas pelos sensores sucessivamente. Se o teste de plausibilidade de acordo com a etapa 56 falhar repetidamente, então, a base de dados pode ser apagada, apoiada no, pelo menos, um campo característico KF(n). Neste caso, é ramificado de volta para a etapa 50, a fim de definir, pelo menos, um novo campo característico inicial KFi com base em uma base de dados variada nesse meio tempo.

[0038] A representação na figura 3 mostra um diagrama de fluxo de uma segunda forma de execução do processo. Essa forma de execução diferencia-se da forma de execução de acordo com o diagrama de fluxo na figura 2 pelo fato de que, depois da realização da etapa de aproximação AS na etapa 57, se conecta ainda uma etapa 58, que representa uma fase de encaixe durante a execução do processo, na qual ao longo de um espaço de tempo definido é esperado o alcance de um estado quase estacionário da colheitadeira 1, antes que seja saltado de volta para a etapa 52, para uma adaptação de novo do campo característico KF(n), levando em consideração dados de medição atualizados. Durante o período de tempo, no qual é esperado o alcance de um estado quase estacionário do órgão de trabalho, os da-

dos de medição registrados pelos sensores não entram no processo de otimização. Essa etapa adicional possibilita a redução do dispêndio de cálculo, que é necessário para a realização do processo de acordo com a invenção. Para isso, à etapa 54 é atribuído um significado maior para a validação do campo característico  $KF(n)$ , a fim de poder constatar desvios significantes do modelo das condições de colheita propriamente ditas. A fim de evitar que durante uma operação mais longa de, pelo menos, um órgão de trabalho, em uma determinada área de trabalho se formem falhas de medição sistemáticas, e essas falhas sejam somadas, em um procedimento paralelo às etapas de processo adaptação do campo característico 52, validação 54 e teste de plausibilidade 56 que expiram em intervalos de tempo regulares são ajustados e iniciados valores extremos das grandezas de entrada no, pelo menos um, órgão de trabalho. O ajuste e a partida de um valor extremo da grandeza de entrada ocorrem, respectivamente, depois do alcance do estado quase estacionário. Neste caso, partindo de um primeiro valor extremo de uma grandeza de entrada, depois de expirar o intervalo de tempo, é dada a partida de um valor extremo da grandeza de entrada máximo contrário a esse intervalo. Em seguida, o próximo valor extremo mais alto, que se segue ao primeiro é aproximado, e partindo desse valor, o valor extremo mais baixo precedente ao valor extremo máximo. A título de exemplo esse procedimento será esclarecido com auxílio do número de rotações do ventilador, do ventilador 16 coordenado ao dispositivo de limpeza 17, de acordo com o qual é ajustado primeiramente o número de rotações do ventilador mais baixo e, em seguida, o número de rotações do ventilador mais alto. Em seguida a isso é ajustado o segundo mais baixo, bem como, o segundo mais número de rotações do ventilador, etc. Assim, os valores extremos de uma grandeza de entrada formam os denominados pontos de apoio, que são arrancados, a fim de poder cobrir melhor o espaço de entrada, dentro

do qual os valores do, pelo menos um, campo característico  $KF(n)$ , podem se encontrar durante a validação de acordo com a etapa 54.

[0039] O processo esclarecido antes será ilustrado melhor, a seguir, com auxílio de dois exemplos de execução concretos, do ajuste da separação e da limpeza.

[0040] No primeiro exemplo de execução o processo visualizado nos diagramas de fluxo, de acordo com as figuras 2 e 3, para o ajuste de um órgão de trabalho será descrito com auxílio do processo da separação respectiva de um rotor de separação. As propriedades essenciais de construção de um rotor de separação, do mesmo modo, como as propriedades de um dispositivo de limpeza são bastante conhecidas, de tal modo que é abolida a descrição de detalhes referentes a isso. Grandezas que definem a potência de uma máquina de ceifar e debulhar com separação de rotor são a potência do motor da máquina de ceifar e debulhar, as perdas de separação, bem como, as perdas de limpeza. As perdas de limpeza variam com uma carga de debulha que cresce negativamente, uma vez que os ajustes do dispositivo de limpeza 17 precisam ser adaptadas de modo correspondente, a fim de poderem processar a vazão maior, o que em consequência do aumento da vazão, por sua vez, leva a perdas de limpeza mais altas. A carga de debulha depende do número de rotações do rotor de separação. No caso de um número de rotações do rotor crescendo, a separação de grão e de debulha aumenta (soma dos ingredientes de não grão), da corrente de produto de colheita, através do rotor de separação, enquanto que no caso de uma redução do número de rotações do rotor a separação de grão e de debulha (soma dos ingredientes de não grão), da corrente de produto de colheita diminui, o que está relacionado com uma perda de separação aumentando, por um lado, e com uma carga de debulha que abaixa, por outro lado, pelo que o dispositivo de limpeza 17 é aliviado. Uma meta do processo é definir um ajuste equilibrado

dos dois órgãos de trabalho que se influenciam mutuamente, do rotor de separação e do dispositivo de limpeza 17, que em observação da totalidade leva a uma minimização das perdas na separação e na limpeza.

[0041] O processo começa com a modelagem inicial do processo de separação, por meio da definição de dois campos característicos KFA e KFR, como representado nas figuras 4 e 5, de um processo para a separação e de um processo para a limpeza, uma vez que, em virtude da variação do número de rotações do rotor de separação entre esses órgãos de trabalho surgem efeitos de troca. A definição dos campos característicos iniciais KFAi e KFRi ocorre, por exemplo, com fundamento de uma infinidade de dados de estoque registrados nos processos de colheita precedentes para um respectivo tipo de fruto, dos quais é derivado o ajuste inicial do número de rotações do rotor de separação, no início de um novo processo de colheita. A escolha possível de uma ou de várias grandezas de entrada, para a definição do campo característico KF para o processo da separação compreende, ao lado do número de rotações de rotor, o ajuste das pás do rotor, a inclinação longitudinal e/ ou transversal da máquina de ceifar e debulhar 2, ou uma grandeza dependente da carga nos diversos órgãos de trabalho da máquina de ceifar e debulhar 2. Além disso, a grandeza dependente da carga pode ser analisada, por exemplo, com respeito à carga de grãos e/ ou à altura da camada, e/ ou à velocidade de transporte no órgão de transporte inclinado 6, sobre o fundo de retorno ou sobre o fundo de preparação. As grandezas dependentes da carga podem ser definidas através de sensores apropriados como, por exemplo, um sensor de altura da camada no órgão de transporte inclinado 6.

[0042] Para a escolha possível de uma ou de várias grandezas de saída durante a definição dos campos característicos iniciais para o ajuste automático da separação interessam, por exemplo, a perda de

separação, a perda de limpeza, a demanda de potência do rotor de separação, bem como a parte de grãos ou a parte de debulha no retorno, ou a pureza do produto de colheita no tanque de grãos. Sobre o fundamento dessas grandezas de entrada e de saída é definido o pelo menos um campo característico inicial KFi, o qual forma o ponto de saída do processo.

[0043] Na figura 4 está representado como exemplo um campo característico para o processo de separação que mostra as perdas de separação como grandezas de partida em função do número de rotações do rotor, bem como de uma grandeza dependente da carga como da espessura de camada no órgão de transporte inclinado 6 como grandezas de entrada. Como mencionado acima, o número de rotações do rotor, do rotor de separação pode ser definido com auxílio do sensor do número de rotações, enquanto que a espessura de camada pode ser definida por meio do emprego de um sensor de altura da camada no órgão de transporte inclinado 6. Na figura 5 está representado, a título de exemplo, um campo característico KFR(n) para a limpeza, o qual representa as perdas de limpeza como grandezas de partida através do número de rotações do rotor e da espessura de camada. A fim de obter a meta de um ajuste equilibrado de separação e limpeza, os dois campos característicos KFA(n) e KFR(n) são utilizados a fim de definir o ponto de trabalho AP(n) otimizado do número de rotações do rotor, a partir dos campos característicos KFA(n) e KFR(n), isto é, do ponto de trabalho AP(n) comum, no qual com as condições de colheita atualmente dominantes é dada uma minimização das perdas na separação e na limpeza. A representação do campo característico KFA na figura 4 mostra, ao lado do ponto de trabalho AP(n) para o número de rotações do rotor, outros pontos de medição MP, que foram registrados durante o processo de colheita. A distribuição dos pontos de medição MP resulta, por um lado, das oscilações na altura da camada, que são

atribuídas a oscilações de componentes e à troca de velocidades de movimento durante o processo de colheita, e por outro lado, à variação do número de rotações do rotor em virtude da aproximação passo a passo do ponto de trabalho  $AP(n)$ . O correspondente vale para a representação do campo característico KFR na figura 5.

[0044] Como segundo exemplo de execução é apresentado o ajuste do dispositivo de limpeza 17, para cujo ajuste é inicializado o campo característico. O campo característico inicial  $KFi$  do dispositivo de limpeza 17 é derivado de dados de ingredientes, na forma já descrita. Como possíveis grandezas de entrada estão à disposição, por exemplo, ao lado das grandezas dependentes da carga já mencionadas, o número de rotações do ventilador, a largura da abertura de peneiramento superior, a largura da abertura de peneiramento inferior, a inclinação longitudinal e transversal da máquina de ceifar e debulhar 2, bem como o ajuste da chapa de condução do vento. Como grandezas de saída podem estar previstas, por exemplo, a perda de limpeza, a parte de grãos no retorno, a parte de debulha no retorno, bem como o asseio no tanque de grãos.

[0045] Uma outra aplicação vantajosa do processo de acordo com a invenção consiste em evitar as interferências da máquina de trabalho em consequência de problemas de fluxo do produto, que podem levar, por um lado, a um entupimento ou bloqueio de órgãos de trabalho, os quais, por sua vez, iriam limitar a funcionalidade do processo. Para isso, o processo de acordo com a invenção é empregado para a finalidade de proteção das funções da máquina, pelo que, o pelo menos um campo característico  $KF(n)$  para o órgão de trabalho referido é adaptado à situação variada, provocada pela interferência, com cuja base é definido o novo ponto de trabalho  $AP(n)$ . Da otimização almejada descrita no início do processo de colheita, com respeito a uma relação de perda equilibrada por órgãos de trabalho que estão em efeito de troca

entre si, é desviado na medida em que o ajuste automatizado que ocorre de agora em diante de acordo com o processo tem por objeto a eliminação da causa da interferência, bem como, a manutenção da operação da colheitadeira 1. Após a eliminação da interferência, o processo de acordo com a invenção pode ser orientado automaticamente de novo para a colocação de meta especificada originalmente.

[0046] Alguns dos órgãos de trabalho mencionados no início como, por exemplo, o ventilador 16 ou o órgão de debulhar 7 ou o rotor de debulhar axial e rotor de separação são monitorados com respeito ao seu número de rotações de acionamento, pelo que pode ser definido o deslize que ocorre nesses órgãos. A ocorrência de deslize em um dos órgãos de trabalho é um indício para uma interferência que pode retroceder, em particular, a problemas de fluxo do produto. De modo correspondente, por exemplo, uma interferência no órgão de debulhar 7, em virtude de um entupimento iniciado entre o tambor de debulhar 8 e o cesto de debulhar e de separação 12, pode levar a uma queda de potencia da máquina de ceifar e debulhar 2. Além disso, essa interferência pode prosseguir na direção do mecanismo de cortar grãos 3, uma vez que o produto de colheita recebido do mecanismo de cortar grãos 3 não pode ser transportado mais adiante com crescente acúmulo do produto de colheita. Para impedir uma interferência da operação é previsto que medidas sejam introduzidas a fim de eliminar ou evitar ou de impedir a interferência da máquina de ceifar e debulhar 2 ou no decorrer do processo, já no campo de colheita. A ocorrência de deslize em um ou em vários órgãos de trabalho, que é registrada através dos sensores, em virtude do monitoramento do processo, leva a uma adaptação do pelo menos um campo característico  $KF(n)$  para o órgão de trabalho referido, bem como, a definição de um novo ponto de trabalho  $AP(n)$  que, então, é controlado passo a passo.

[0047] Esse decurso é esclarecido, a título de exemplo, com auxí-

lio do diagrama de fluxo de acordo com a figura 6. Em uma etapa 60 ocorre o monitoramento contínuo dos órgãos de trabalho com respeito à determinação de deslizamento nos órgãos de trabalho. Uma etapa 61 seguinte serve para o propósito de testar se existe uma ultrapassagem de um valor limite para o deslizamento. Para isso, de forma usual é realizada uma comparação do valor teórico do deslizamento medido com um valor limite pré-ajustável para o deslizamento. Se for constatada uma ultrapassagem do valor limite, isto atua sobre o campo característico  $KF(n-1)$  válido antes do instante da ocorrência do deslizamento, que é redefinido com base dos valores de medição, a fim de definir disso um novo ponto de trabalho  $AP(n)$  do órgão ou dos órgãos de trabalho envolvidos pela interferência. Para isso, em uma etapa 62 é introduzida uma contramedida. Esta pode consistir no fato de que uma redução da carga é almejada, pelo que a velocidade de avanço é reduzida sequencialmente, e/ ou o número de rotações do órgão de trabalho envolvido é aumentado, a fim de reduzir o momento de acionamento através do número de rotações mais alto em consequência da densidade do produto de colheita que se reduz no órgão de trabalho.

[0048] Em uma etapa 63 é testado se a alteração do número de rotações no órgão de trabalho referido, por sua vez, conduziu a uma passagem de um número de rotações limite. Se o número de rotações limite não foi ultrapassado, então, na etapa 64 o número de rotações do órgão de trabalho continua a ser aumentado. Para que o aumento do número de rotações não leve a uma passagem do valor limite para o deslizamento, na etapa 65 o valor para o deslizamento medido é comparado com o valor limite pré-ajustado fora uma adição de segurança. Se o valor medido atualmente para o deslizamento se situar abaixo do valor limite fora a adição de segurança, então, em uma etapa 66 seguinte a velocidade de trânsito preferencial é aumentada. No caso de uma passagem do valor limite para o deslizamento a ser monitorado na etapa 65, fora a adição

de segurança, é retornado para a etapa 60.

[0049] Se pelo contrário, na etapa 63 for constatado que, o número de rotações limite foi ultrapassado, em uma etapa 67 é testado se o deslizamento medido do órgão de trabalho afetado por uma interferência se situa abaixo do deslizamento de limite fora a adição de segurança. Se o deslizamento medido se situar abaixo desse deslizamento de limite, a velocidade de trânsito preferencial é aumentada sequencialmente. No caso de uma ultrapassagem do deslizamento de limite fora a adição de segurança é retornado para a etapa 60.

[0050] Após a eliminação da interferência no órgão de trabalho afetado, em virtude da situação do processo de colheita se alterando novamente na colheitadeira 1, é ajustado um novo campo característico  $KF(n+1)$ , uma vez que a grandeza de entrada altera a carga do produto de colheita, pelo que também resulta um novo ponto de trabalho  $AP(n+1)$ , que é controlado de modo iterativo de acordo com o processo.

[0051] O processo de acordo com a invenção pode ser empregado, de preferência, em um sistema de assistência ao operador, o qual compreende estratégias de guia do processo que podem ser selecionadas, sendo que, o critério de escolha de uma estratégia de guia do processo é a qualidade do produto de colheita necessária para uma determinada finalidade de emprego do produto de colheita, e/ ou são os critérios de otimização dos órgãos de trabalho. Isto serve para que, dentro do tempo mais curto possível seja obtida uma forma de trabalho otimizada e adaptada ao desejo do cliente da colheitadeira agrícola. No caso dos critérios de seleção pode se tratar de "plantas para alimentação", "produto para semear", "plantas para ração" e/ ou "plantas para indústria", que podem ser necessárias para a forma de trabalho otimizada ajustada à qualidade necessária do produto de colheita da colheitadeira agrícola. O manuseio do sistema de assistência ao ope-

rador resulta, de forma simples e claramente visível para o operador, pelo fato de que, os critérios de avaliação e/ ou os critérios de otimização são anunciados ao operador da colheitadeira na unidade de indicação de modo selecionável, e a seleção pode ocorrer por meio de uma função de toque de tela ou através de um teclado. As estratégias de guia do processo definidas por meio do critério de seleção ativado e/ ou do critério de otimização é convertida pelo dispositivo de controle e regulagem 33, que é equipado para a realização do processo descrito para o ajuste automático de, pelo menos um, de vários órgãos de trabalho que estão em atuação de troca entre si, em um processo de colheita.

## REIVINDICAÇÕES

1. Processo para o ajuste automático de pelo menos um de vários órgãos de trabalho (3, 6, 7, 17, 18) envolvidos em um processo de colheita, de uma colheitadeira agrícola (1, 2) autopropulsionada, compreendendo as etapas de processo:

- modelagem inicial do processo de colheita através de, pelo menos, um campo característico ( $KFA_i$ ,  $KFR_i$ ) baseado em uma base de dados característica para o processo de colheita em curso;

- definição de um ponto de trabalho inicial ( $AP_i$ ) do pelo menos um órgão de trabalho (3, 6, 7, 17, 18) com auxílio da modelagem inicial;

- adaptação do pelo menos um campo característico ( $KFA(n)$ ,  $KFR(n)$ ) com a base de dados levantados atualmente através de medições, que influenciam o processo de colheita;

- definição de um novo ponto de trabalho ( $AP(n)$ ) do pelo menos um órgão de trabalho (3, 6, 7, 17, 18) em função da adaptação do campo característico ( $KFA(n)$ ,  $KFR(n)$ );

- aproximação iterativa do novo ponto de trabalho  $AP(n+1)$ , caracterizado pelo fato de que inclui as etapas de

- espera do alcance de um comportamento da máquina quase estacionário após uma etapa de aproximação (AS) ao novo ponto de trabalho ( $AP(n)$ ); e

- manutenção dos valores resultantes para o ponto de trabalho ( $AP(n)$ ) para os parâmetros de ajuste dos órgãos de trabalho (3, 6, 7, 17, 18), em função do resultado da validação do campo característico ( $KFA(n)$ ,  $KFR(n)$ ), ou retorno para os seus valores correspondentes ao ponto de trabalho ( $AP(n-1)$ ) precedente.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que é realizada uma parametrização básica do campo característico ( $KFA(n)$ ,  $KFR(n)$ ) a partir da qual são definidos os parâ-

metros de ajuste iniciais do, pelo menos um, órgão de trabalho (3, 6, 7, 17, 18).

3. Processo, de acordo com uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que depois de uma etapa de aproximação (AS) os parâmetros de ajuste iniciais do, pelo menos um, órgão de trabalho (3, 6, 7, 17, 18) são adaptados ao novo ponto de trabalho (AP(n)).

4. Processo, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que é realizada uma validação do campo característico (KFA(n), KFR(n)) adaptado.

5. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizada pelo fato de que o ponto de trabalho (AP(n)) resultante da adaptação do campo característico (KFA(n), KFR(n)) é testado com respeito a sua plausibilidade.

6. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a adaptação do campo característico (KFA(n), KFR(n)) é realizada de modo dinâmico.

7. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 6, caracterizado pelo fato de que o ajuste do pelo menos um órgão de trabalho (3, 6, 7, 17, 18) é realizado em função da quantidade de produto de colheita conduzida à colheitadeira agrícola (1, 2).

8. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o ajuste do, pelo menos um, órgão de trabalho (3, 6, 7, 17, 18) é realizado em função da quantidade de produto de colheita conduzida ao órgão de trabalho (3, 6, 7, 17, 18).

9. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 8, caracterizado pelo fato de que, o ajuste do, pelo menos um, órgão de trabalho (3, 6, 7, 17, 18) é realizado em função da inclinação do, pelo menos um, órgão de trabalho (3, 6, 7, 17, 18).

10. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 9, caracterizado pelo fato de que o processo para o ajuste é interrompido automaticamente por meio de uma influência manual de um parâmetro de ajuste.

11. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 10, caracterizado pelo fato de que os dados que influenciam o processo de colheita levantados através de medições durante o processo de colheita, são registrados e armazenados.

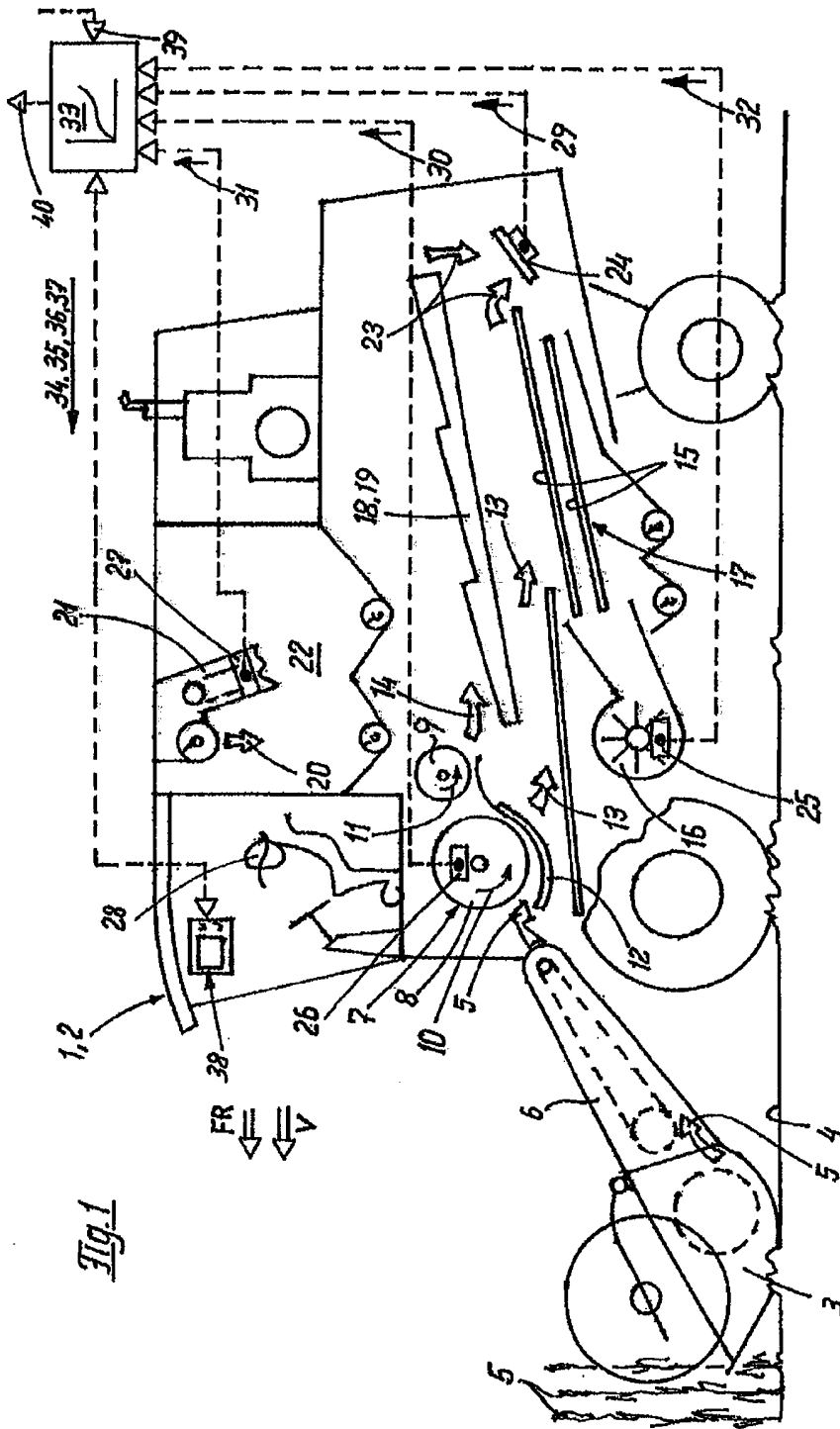


Fig. 1

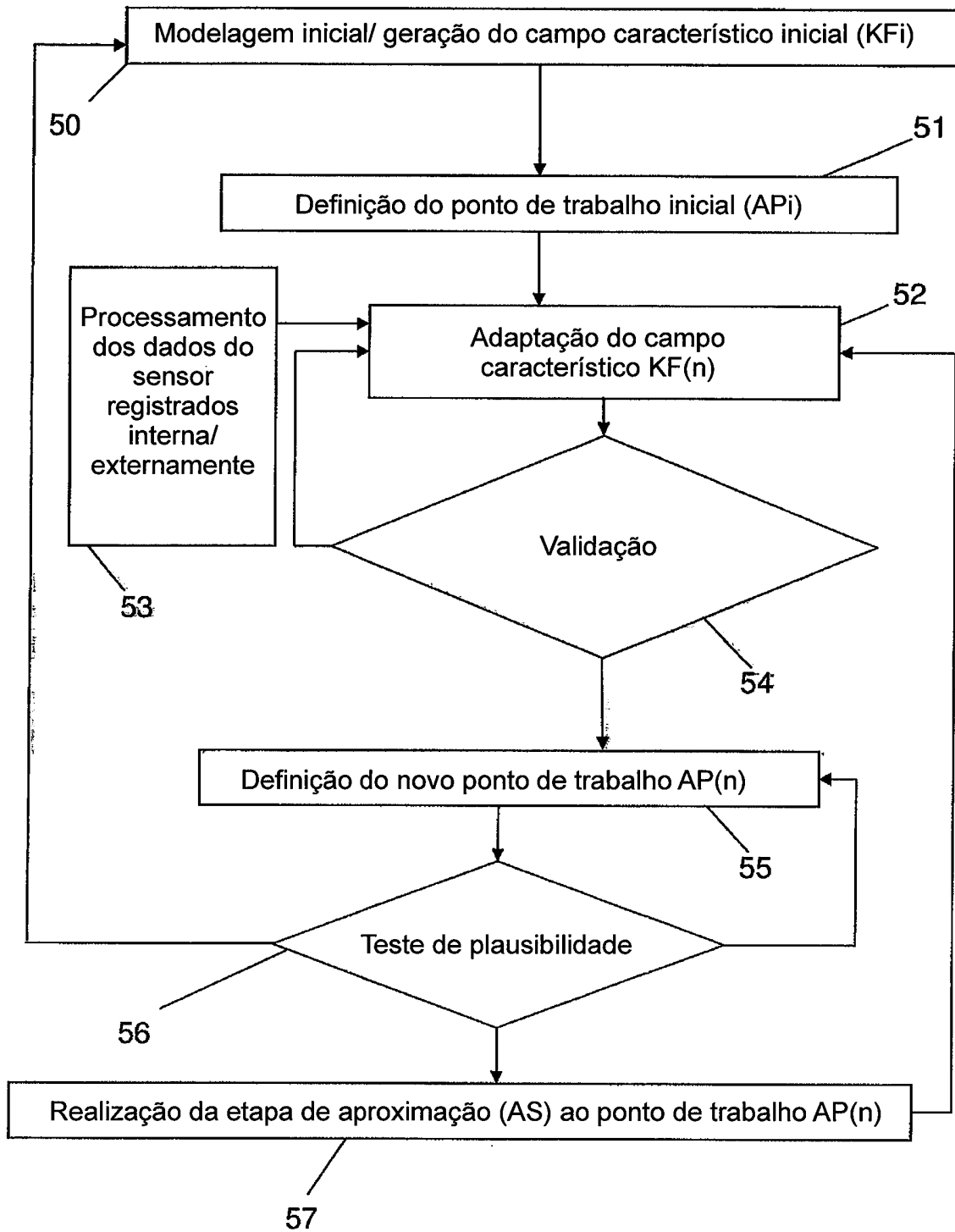
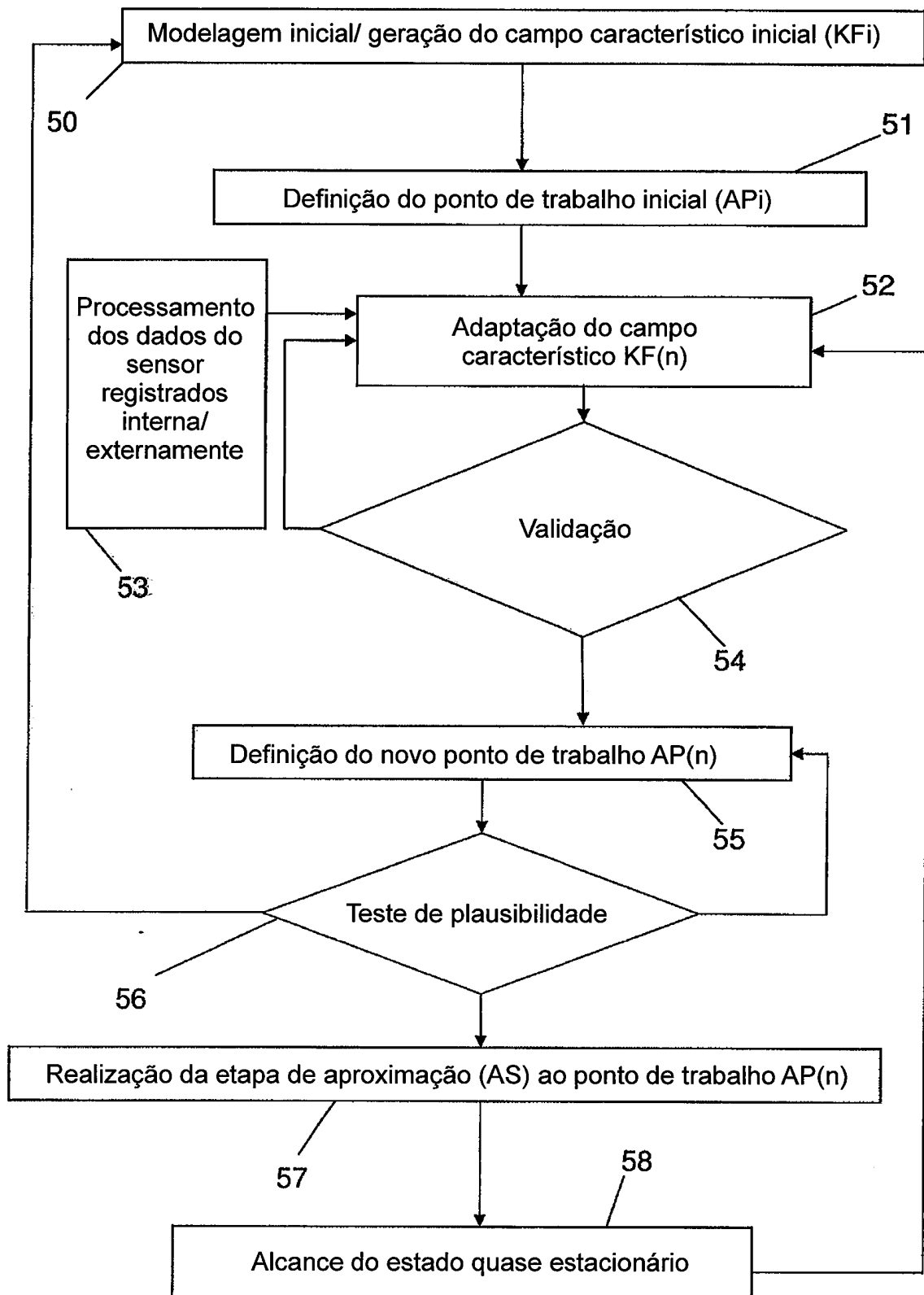
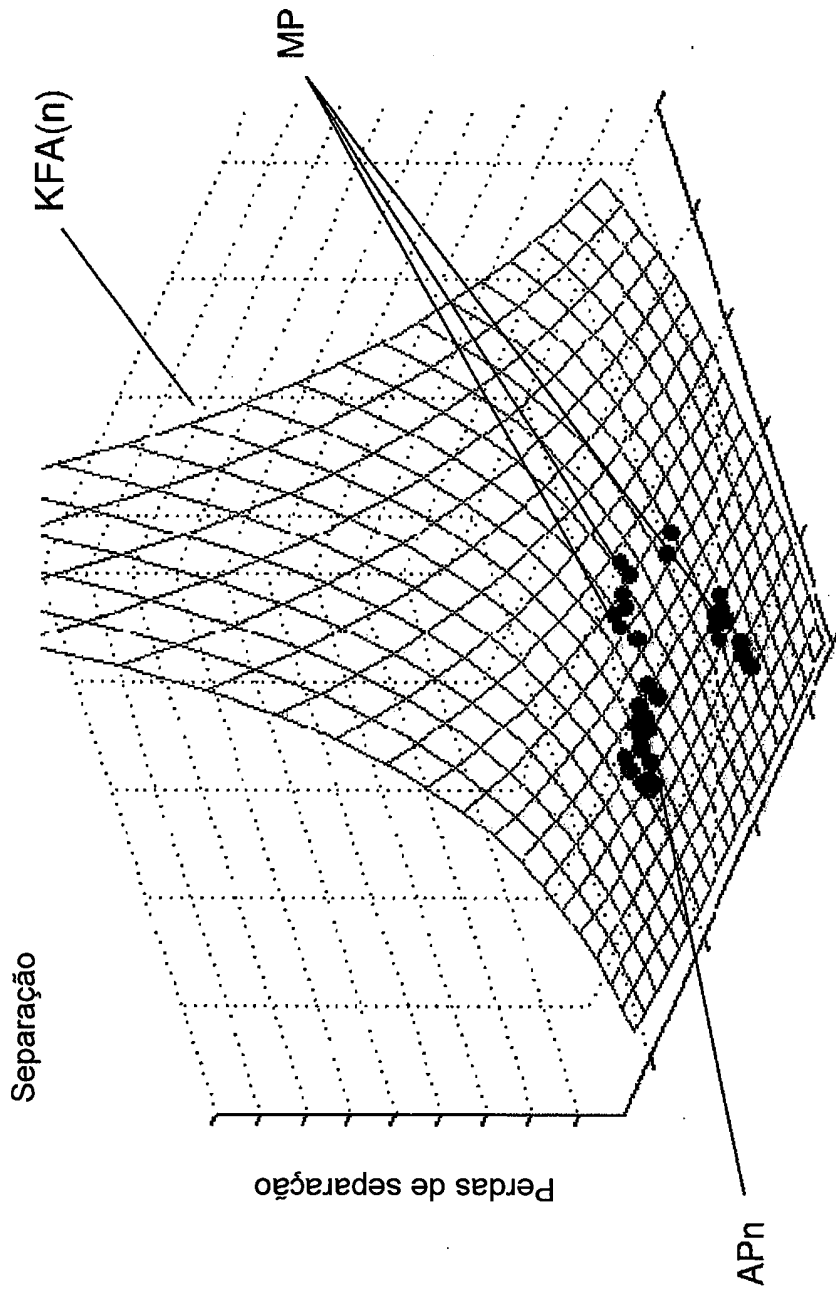


Fig. 2

**Fig. 3**



Altura da camada

Número de rotações do rotor em r/pm

**Fig. 4**

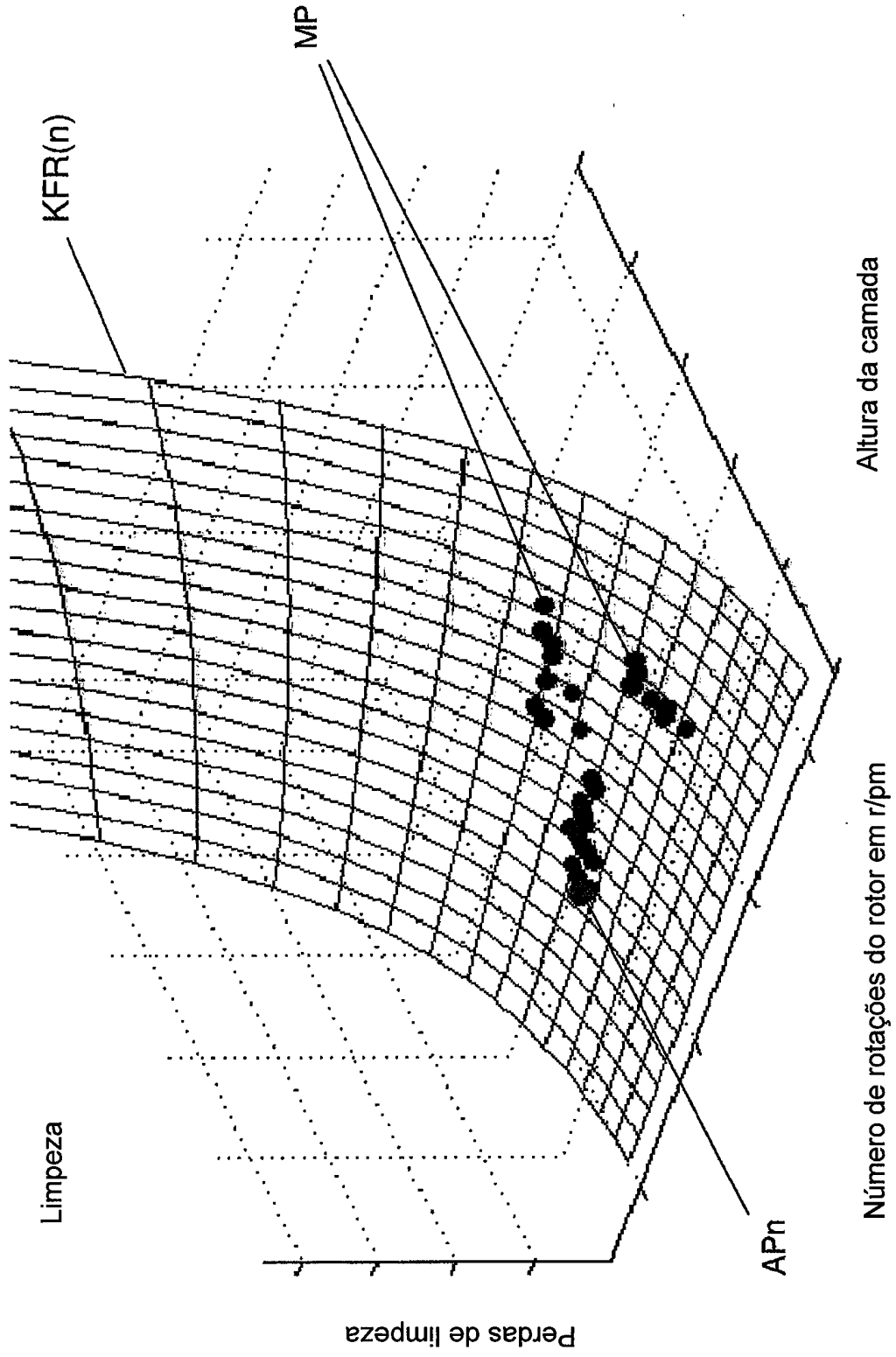
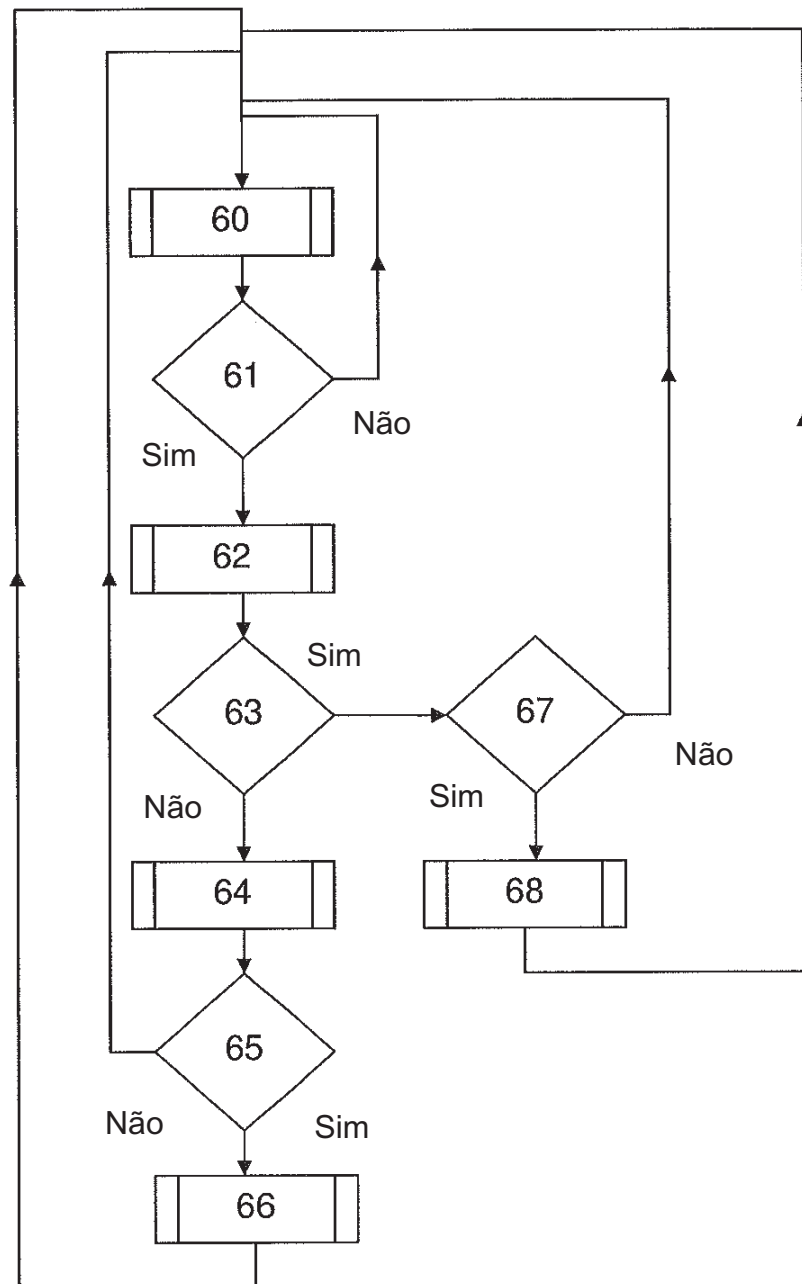


Fig. 5

**Fig. 6**