

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

(11) **PI0202755-0 B1**

(22) Data de Depósito: 04/07/2002  
(45) Data da Concessão: 26/07/2011  
(RPI 2116)



(51) Int.Cl.:  
B05B 3/12 2006.01

---

(54) Título: **SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO DE ALTURA DE PARTES COMPONENTES DE UM EQUIPAMENTO.**

(73) Titular(es): Máquinas Agrícolas Jacto S.A.

(72) Inventor(es): Edson Lúcio Domingues

**"SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO DE ALTURA DE PARTES COMPONENTES DE UM EQUIPAMENTO."**

Refere-se a presente invenção, de uma forma geral, a um sistema de controle automático de altura de partes componentes de um equipamento e, mais especificamente, a um sistema de controle automático de altura de barras de pulverização que pode ser instalado em um pulverizador particularmente projetado para possibilitar uma aplicação eficiente de defensivos químicos, o qual é proporcionado com dispositivos de controle que possibilitam manter a altura da barra de pulverização em relação ao solo ou planta o mais constante possível. Cabe salientar que este sistema pode ser instalado em qualquer equipamento composto por partes móveis que necessite de controle de altura em relação a um plano pré-definido, porém no escopo da presente invenção será focalizada sua aplicação em um pulverizador agrícola.

Como é de conhecimento dos técnicos no assunto, no Brasil é muito comum plantação em terrenos inclinados e com curvas de nível para controle da erosão causada pela água das chuvas. Esses plantios são, geralmente, feitos em terraços de base larga que acompanham curvas de nível do solo. Normalmente, os agricultores plantam em linha reta transpondo essas curvas de nível e os pulverizadores devem atravessá-la também, realizando simultaneamente o trabalho de pulverização.

Os equipamentos convencionais dotados de barras de pulverização e que realizam esse trabalho de pulverização apresentam suspensões, sejam elas de mola ou amortecedores ou ambos, as quais proporcionam às barras alguma estabilidade quando operam em terrenos regulares. Assim, o solo que apresenta muitas irregularidades, entre elas as curvas de nível anteriormente referidas, dificulta o movimento e a estabilidade do equipamento pulverizador.

É sabido que neste campo da técnica, a qualidade da

pulverização depende muito do operador e das condições de operação, onde a não manutenção da altura das barras de pulverização em relação ao solo implica em queda na eficiência da aplicação.

Atualmente um problema muito comum que ocorre com os 5 pulverizadores agrícolas consiste na dificuldade de manter estável a altura das barras de pulverização em relação ao solo ou planta e na dificuldade de transpor curvas de nível sem que as barras encostem-se ao solo, o que exige muita atenção, cuidado e treinamento do operador do equipamento agrícola para estes problemas, além de sua tarefa de dirigir o equipamento.

10 Com isso o operador deve ficar atento ao alinhamento da direção entre as fileiras de plantas e também procura controlar a altura das seções da barra de pulverização para mantê-la sem tocar no solo e em uma altura apropriada acima das plantas. Estas operações combinadas são complexas e causam grandes erros e variabilidade de aplicação química, 15 resultando em uma distribuição imprópria e aumento da deriva, que se concretiza na elevação dos custos da pulverização.

A carta patente PI 9302507 apresenta um conjunto eletromecânico para manter as barras de pulverização de um pulverizador de barras convencional a uma altura de trabalho pré-estabelecida com relação ao solo e 20 as plantas. Neste documento, o dispositivo em questão apresenta basicamente uma pluralidade de sensores de altura dispostos ao longo do comprimento de seções de barras, uma unidade de processamento central eletricamente conectada aos referidos sensores e uma pluralidade de atuadores mecânicos respondendo a sinais de comando proveniente da unidade de processamento 25 central para abaixar e/ou levantar porções das barras em função das irregularidades detectadas pelos sensores de altura.

Apesar de amplamente utilizada a solução apresentada neste documento, não isenta o operador do gerenciamento do sistema, pois o

dispositivo apenas monitora o funcionamento do equipamento, mediante parâmetros pré-estabelecidos, cujas informações recebidas são imediatamente transformadas em comandos que acionam a barra de pulverização para cima ou para baixo, sem uma prévia interpretação da situação de momento do 5 equipamento. Dessa forma, o operador tem que ficar atento ao percurso do implemento, antevendo situações de eventual desnível brusco do solo, tal como uma curva de nível ou outras irregularidades do solo, que possa fazer com que as barras de pulverização se choquem com o referido solo.

É, pois, um dos objetivos da presente invenção prover um 10 sistema de controle automático de altura de partes componentes de um equipamento que venha gerenciar os sinais provenientes de sensores do tipo ultra-som ou similares e que seja capaz de decidir, através de uma rotina interna, a melhor condição de levante e/ou abaixamento das partes móveis (barras de um pulverizador ou parte dela) de acordo com a interpretação dos 15 sinais recebidos.

Outro objetivo da presente invenção é prover um sistema de controle automático de altura de partes componentes de um equipamento que seja auto-suficiente e capaz de imitar um operador treinado, no que tange ao controle de inclinação das seções das barras de pulverização, a fim de 20 acompanhar as irregularidades do terreno ou desviar de algum obstáculo que venha se interpor na direção de caminhamento do equipamento de pulverização, mantendo suas barras sempre estabilizadas.

Esses e outros objetivos e vantagens da presente invenção 25 são alcançados com um sistema de controle automático de altura de partes componentes de um equipamento que uma pluralidade de sensores distribuídos ao longo da estrutura móvel a ter sua altura monitorada, estando ditos sensores conectados eletricamente a uma unidade de processamento de altura que, por sua vez, está eletricamente conectada a um painel de controle; sendo que a

unidade de processamento de altura recebe os sinais provenientes dos detectores de medida de altura, constituídos por hastes telescópicas articuladas nas estruturas móveis, as quais através de dispositivos eletro-hidráulicos, sincroniza o acionamento dos sensores ultra-som para medir a distância que as 5 estruturas móveis estão em relação ao solo ou vegetação.

A seguir a presente invenção será descrita com referência aos desenhos anexos, nos quais:

A figura 1 representa uma vista esquemática de um conjunto de barras de pulverização provido de sensores adequadamente distribuídos e 10 conectados a respectivos elementos eletro-hidráulicos que executam o trabalho de levantar e abaixar as barras de pulverização;

A figura 1a representa um detalhe ampliado do conjunto hidráulico que promove o deslocamento angular relativo das barras de pulverização;

15 A figura 2 representa uma vista esquemática da interação do sistema de controle automático de altura com os demais componentes instalados nas barras de um pulverizador agrícola; e

A figura 3 representa as diferentes faixas de atuação do controle de altura das barras de pulverização.

20 De acordo com estas ilustrações, o sistema de controle automático de altura de partes componentes de um equipamento, objeto da presente invenção, é compreendido por apresentar nas barras de pulverização 1 e 2 uma pluralidade de sensores 3 do tipo ultra-som conectados eletricamente a uma unidade de processamento de altura 4 que por sua vez está eletricamente 25 conectada a um painel de controle 5. Os sensores de ultra-som 3 estão divididos em igual número para as duas barras 1 e 2.

A unidade de processamento de altura 4 recebe os sinais provenientes de detectores de medida de altura, constituídos por hastes

telescópicas 6 articuladas nas barras de pulverização 1 e 2, onde através de dispositivos eletro-hidráulicos 7, sincroniza o acionamento dos sensores ultrasom 3 para medir a distância que as barras 1 e 2 estão em relação ao solo ou vegetação.

5 Dessa forma, a unidade de processamento de altura 4, através de uma rotina própria compara as medidas de altura medida através de cada sensor 3 das barras 1 e 2 com um valor de altura pré definido, o qual é fornecido pelo operador do equipamento a unidade de processamento de altura 4, através do teclado alfa-numérico 5a presente no painel de controle 5. Caso o  
10 valor de altura medido por algum dos sensores 3 for menor que o valor pré definido, a unidade de processamento de altura 4 envia sinais de comando aos dispositivos eletro-hidráulicos 7 para corrigir, aumentando a altura da barra correspondente 1 ou 2.

Em cada barra 1 e 2, o dispositivo eletro-hidráulico 7 em  
15 questão, comanda um atuador hidráulico 8, que estando conectado a uma válvula reguladora de vazão, é responsável por levantar ou abaixar a respectiva barra 1 e 2, de acordo com a variação do comprimento verificada em cada haste telescópica 6, que também se encontra interligada à unidade de processamento de altura 4.

20 Para o caso onde o valor de altura medido através dos sensores 3 esteja maior que o valor pré definido, a rotina da unidade de processamento de altura 4 verifica se todos os sensores 3 da barra 1 ou 2 correspondente estão medindo alturas maiores também. Caso a medida de altura de algum sensor 3 já esteja igual ao valor pré definido, a unidade de  
25 processamento de altura 4 não envia sinais de comando aos dispositivos eletro-hidráulicos 7. Caso contrário os dispositivos eletro-hidráulicos 7 são acionados para corrigir a variação verificada, diminuindo a altura da barra 1 ou 2 correspondente.

Para todos os casos de comparação da medida de altura com o valor pré definido, a rotina da unidade de processamento automático de altura 4 é comparar o erro entre o valor pré definido e o valor medido.

O valor do erro em percentagem do valor da altura pré definido, causa uma tomada de decisão, a qual vai ou não corrigir a altura das barras 1 ou 2 e ainda vai determinar o tempo de acionamento dos dispositivos eletro-hidráulicos 7 de correção da altura das barras 1 ou 2, respectivamente.

Para tomar esta decisão, a unidade de processamento automático de altura 4 utiliza o valor pré-definido da altura, ilustrado em A na figura 3, e calcula 3 faixas de controle, utilizando valores de percentagem da altura pré-definida.

Na faixa que equivale a 10% do valor da altura pré-definida, ilustrado em B na figura 3, a unidade de processamento automático de altura 4, através de sua rotina interna, decide que a barra 1 ou 2 está posicionada na posição pré-definida.

A segunda faixa é calculada entre 10 e 25% do valor de altura pré-definido, ilustrado em C na figura 3, e a unidade de processamento automático de altura 4, através de sua rotina interna, toma a decisão de corrigir a altura das barras 1 e/ou 2 suavemente, criando um atraso para acionar o dispositivo eletro-hidráulico 7 da barra 1 ou 2 correspondente.

Nesta faixa, a unidade de processamento automático de altura 4, através de sua rotina interna, diminui a velocidade de deslocamento da barra 1 ou 2, utilizando o recurso do controle tipo PWM no dispositivo eletro-hidráulico 7 de controle das barras 1 e 2, respectivamente.

A freqüência foi ajustada para permitir a utilização de componentes eletro-hidráulicos normalmente utilizados neste tipo de máquina. A terceira faixa é calculada entre 25% e 50% do valor programado, ilustrado em D na figura 3, e para esta faixa, a unidade de processamento automático de

altura 4, através de sua rotina interna, toma a decisão de controle com menor tempo de atraso, em relação à faixa anterior (C). Nesta faixa a velocidade de acionamento da barra correspondente 1 e 2 também é maior.

Para valores que estão fora da última faixa (D), a unidade de processamento automático de altura 4 aciona imediatamente os dispositivos eletro-hidráulicos 7 de controle das barras 1 e/ou 2, respectivamente, para correção imediata do erro.

Utilizando este recurso de tomada de decisão pela quantidade de erro associado a filtros do valor da altura medido pelos sensores de ultrasom 3 é possível obter uma estabilidade de controle de altura das barras 1 e 2, retirando de maneira eficaz a responsabilidade do operador com o controle de altura das barras 1 e 2, podendo transpor curvas de nível e demais irregularidades sem a preocupação de as barras baterem no solo ou de manter a altura das mesmas em torno de um valor desejado.

Através de um display 5b presente no painel de controle 5, é possível o operador verificar dados, mensagens do sistema e demais informações para mantê-lo informado das operações que estão sendo realizadas. Por meio de uma chave de acionamento 5c é possível desligar ou acionar o sistema, passando do automático para o manual.

Apesar de ter sido descrita e ilustrada uma concepção construtiva preferida cabe salientar que alterações de projeto são possíveis e realizáveis sem que se fuja do escopo da presente invenção.

## Reivindicações

1-“SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO DE ALTURA DE PARTES COMPONENTES DE UM EQUIPAMENTO”, caracterizado pelo fato de ser compreendido por uma pluralidade de sensores (3) adequadamente distribuídos ao longo de estruturas móveis a serem monitoradas (1 e 2), ditos sensores (3) conectados eletricamente a uma unidade de processamento de altura (4) que por sua vez está eletricamente conectada a um painel de controle (5); sendo que a unidade de processamento de altura (4) recebe os sinais provenientes dos detectores de medida de altura, constituídos por hastes telescópicas (6) articuladas nas estruturas móveis (1 e 2), os quais através de dispositivos eletro-hidráulicos (7), sincroniza o acionamento dos sensores ultrasom (3) para medir a distância que as estruturas móveis (1 e 2) estão em relação ao solo ou vegetação.

2-“SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO DE ALTURA DE PARTES COMPONENTES DE UM EQUIPAMENTO”, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da unidade de processamento de altura (4), através de uma rotina própria, comparar as medidas de altura medida através de cada sensor (3) das estruturas móveis (1 e 2) com um valor de altura pré definido, e promover a correção de qualquer gradiente de altura verificado entre as estruturas móveis (1 e 2) e o solo.

3-“SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO DE ALTURA DE PARTES COMPONENTES DE UM EQUIPAMENTO”, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato do valor pré-definido de altura ser calibrado pelo operador do equipamento junto a unidade de processamento de altura (4), através do teclado alfa-numérico (5a) presente no painel de controle (5).

4-“SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO DE ALTURA DE PARTES COMPONENTES DE UM EQUIPAMENTO”, de acordo com a

reivindicação 1 ou 2 ou 3, caracterizado pelo fato da correção da altura das estruturas móveis (1 e 2) ser realizada por dispositivos eletro-hidráulicos (7), onde cada estrutura móvel (1 e 2) é provida de um dispositivo eletro-hidráulico (7) que comanda um atuador hidráulico (8) conectado a uma válvula reguladora de vazão e responsável por levantar ou abaixar a respectiva estrutura móvel (1 e 2), conforme a variação do comprimento verificada em cada haste telescópica (6), também se encontra interligada à unidade de processamento de altura 4.

5 -“SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO DE ALTURA DE PARTES COMPONENTES DE UM EQUIPAMENTO”, de acordo com a 10 reivindicação 1 ou 2 ou 3 ou 4, caracterizado pelo fato de ser prevista uma margem de erro percentual do valor da altura pré definido, que permitirá uma tomada de decisão, da correção ou não da altura das estruturas móveis (1 ou 2).

6 -“SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO DE ALTURA DE 15 PARTES COMPONENTES DE UM EQUIPAMENTO”, de acordo com a reivindicação 1 ou 2 ou 3 ou 4 ou 5, caracterizado pelo fato de ainda determinar o tempo de acionamento dos dispositivos eletro-hidráulicos (7) de correção da altura das estruturas móveis (1 ou 2), respectivamente.

7 -“SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO DE ALTURA DE 20 PARTES COMPONENTES DE UM EQUIPAMENTO”, de acordo com a reivindicação 1 ou 2 ou 3 ou 4 ou 5 ou 6, caracterizado pelo fato da unidade de processamento automático de altura (4) utilizar valores de percentagem da altura pré-definida, para determinar a altura efetiva das estruturas móveis (1 e 2) ao longo das faixas de controle definidas ao longo do comprimento das referidas 25 estruturas móveis (1 e 2).

8 -“SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO DE ALTURA DE PARTES COMPONENTES DE UM EQUIPAMENTO”, de acordo com a reivindicação 1 ou 2 ou 3 ou 4 ou 5 ou 6 ou 7, caracterizado pelo fato de na

faixa central que equivale a 10% do valor da altura pré-definida, a unidade de processamento automático de altura (4), através de sua rotina interna, decide que a estrutura móvel (1 ou 2) está posicionada na posição pré-definida; sendo que na segunda faixa, mais afastada do centro, é calculada entre 10 e 25% do valor de altura pré-definido, a percentagem que a unidade de processamento automático de altura (4) toma a decisão de corrigir a altura das estruturas móveis (1 e/ou 2) suavemente, criando um atraso para acionar o dispositivo eletro-hidráulico (7) da estrutura móvel (1 ou 2) correspondente; sendo que terceira faixa, mais extrema, é calculada entre 25% e 50% do valor da altura pré-definido, a percentagem que a unidade de processamento automático de altura (4) toma a decisão de corrigir com menor tempo de atraso, em relação à faixa anterior.

9-“SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO DE ALTURA DE PARTES COMPONENTES DE UM EQUIPAMENTO”, de acordo com a reivindicação 1 ou 2 ou 3 ou 4 ou 5 ou 6 ou 7, caracterizado pelo fato de na segunda faixa, a unidade de processamento automático de altura (4) diminui a velocidade de deslocamento da estrutura móvel (1 ou 2), utilizando o recurso do controle tipo PWM no dispositivo eletro-hidráulico (7) de controle das estruturas móveis (1 e 2), respectivamente.

20 10-“SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO DE ALTURA DE PARTES COMPONENTES DE UM EQUIPAMENTO”, de acordo com a reivindicação 1 ou 2 ou 3 ou 4 ou 5 ou 6 ou 7, caracterizado pelo fato de na terceira faixa a velocidade de acionamento da estrutura móvel correspondente (1 e 2) é maior.

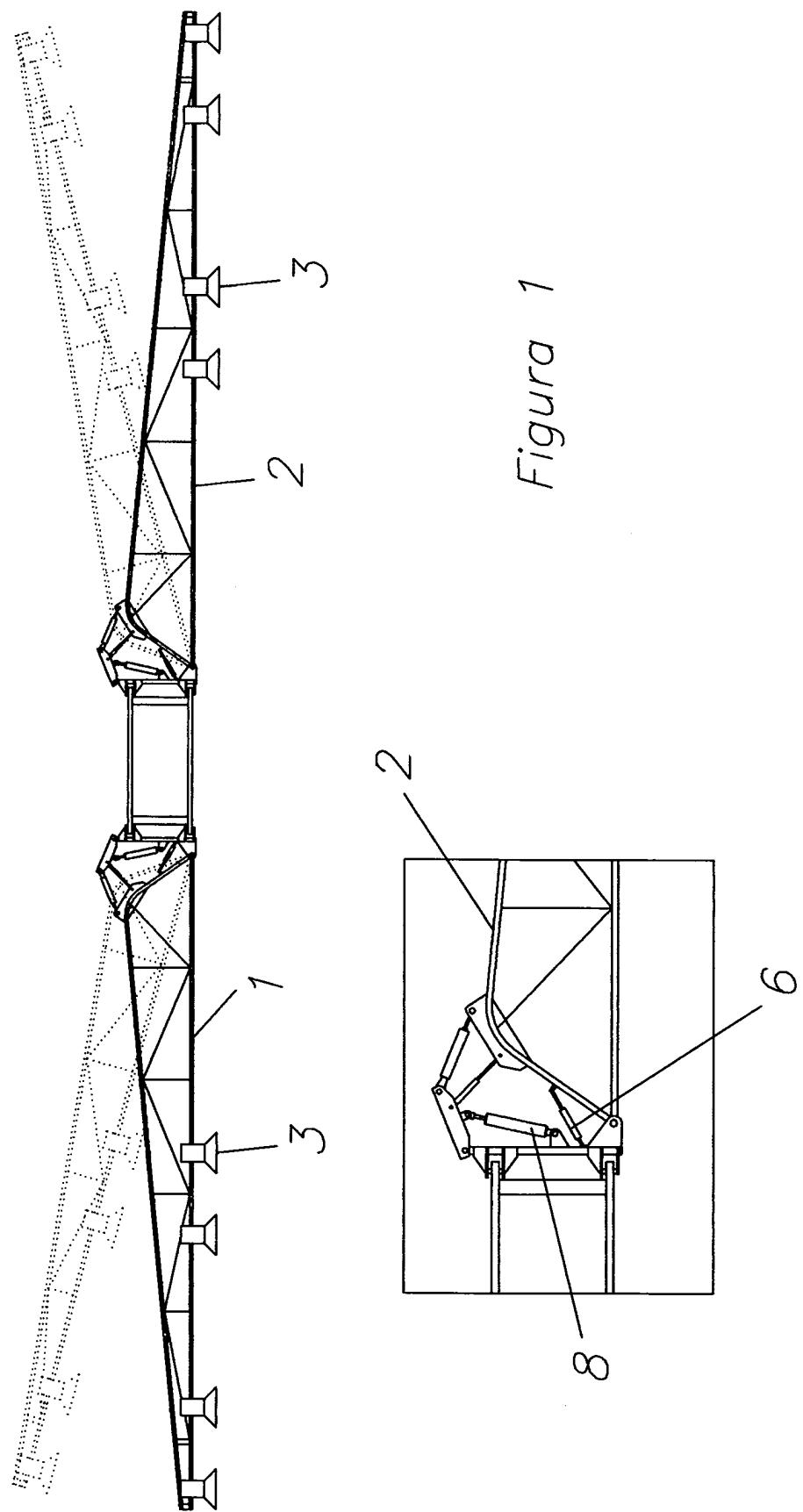
25 11-“SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO DE ALTURA DE PARTES COMPONENTES DE UM EQUIPAMENTO”, de acordo com a reivindicação 1 ou 2 ou 3 ou 4 ou 5 ou 6 ou 7 ou 8 ou 9 ou 10, caracterizado pelo fato de que para valores fora da última faixa, a unidade de processamento

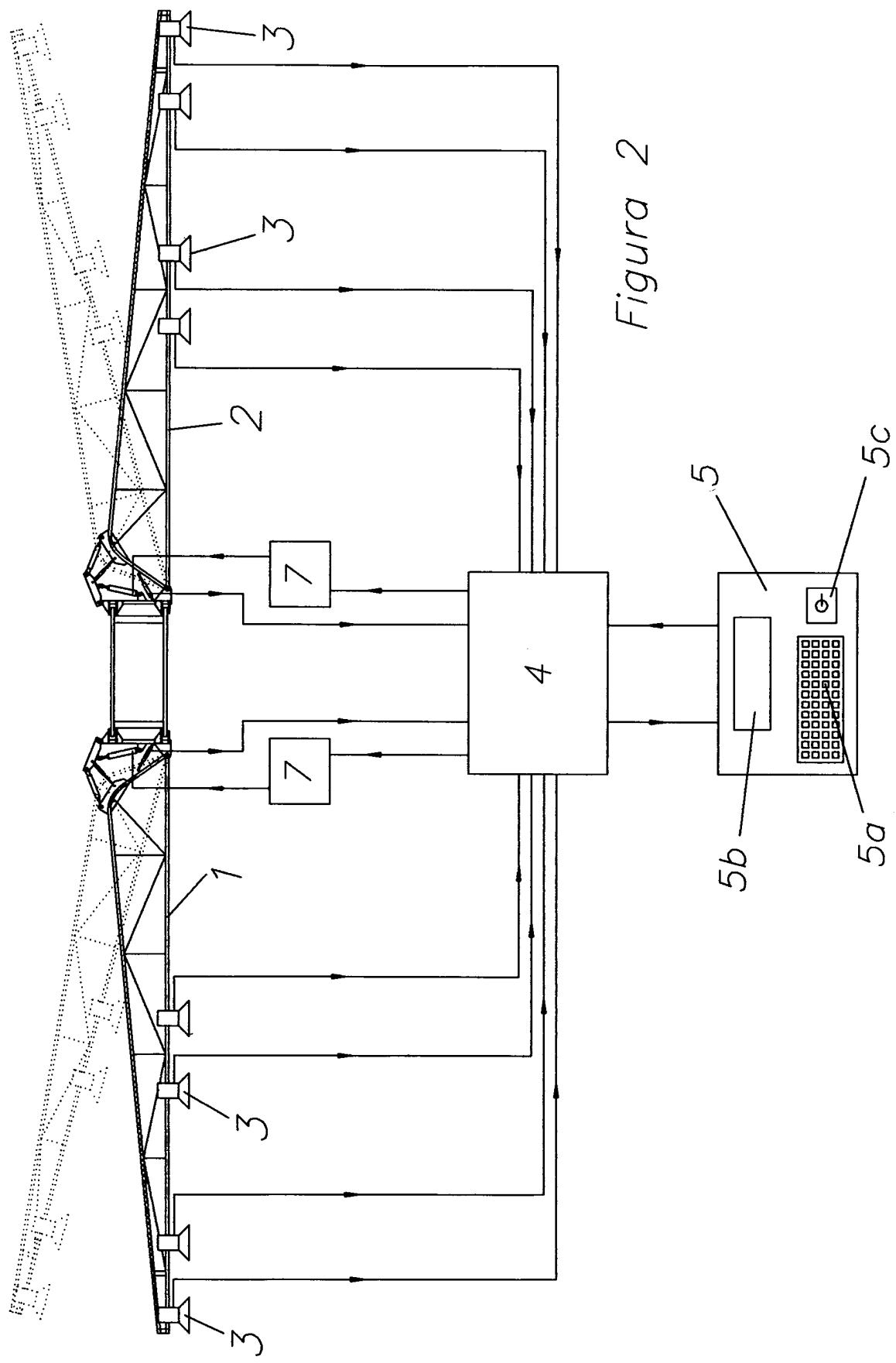
automático de altura (4) aciona imediatamente os dispositivos eletro-hidráulicos (7) de controle das estruturas móveis (1 e/ou 2), respectivamente, para correção imediata do erro.

**12-“SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO DE ALTURA**

5 DE PARTES COMPONENTES DE UM EQUIPAMENTO”, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de através de um display (5b) presente no painel de controle (5) ser possível o operador verificar dados, mensagens do sistema e demais informações para mantê-lo informado das operações que estão sendo realizadas, sendo que por meio de uma chave de acionamento (5c)  
10 é possível desligar ou acionar o sistema, passando do automático para o manual.

**13-“SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO DE ALTURA DE PARTES COMPONENTES DE UM EQUIPAMENTO”, de acordo com a qualquer uma das reivindicações de 1 a 12, caracterizado pelo fato das  
15 estruturas móveis serem definidas por barras de pulverização (1 e 2).**





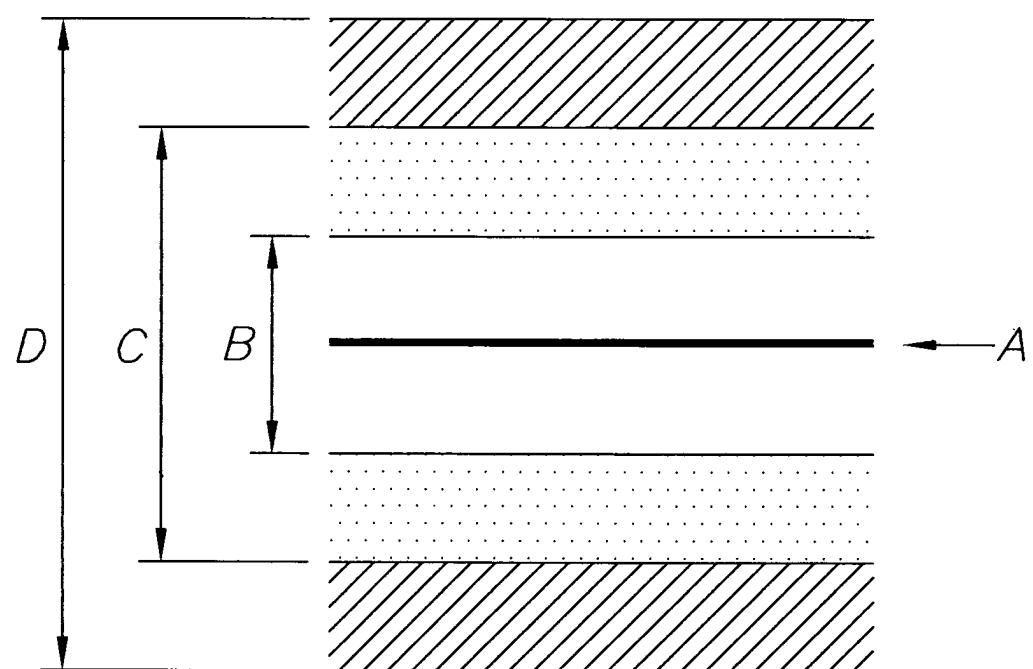


Figura 3

## Resumo

“SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO DE ALTURA DE PARTES COMPONENTES DE UM EQUIPAMENTO”, compreendido por uma pluralidade de sensores (3) adequadamente distribuídos ao longo de estruturas móveis (1 e 2), ditos sensores (3) conectados eletricamente a uma unidade de processamento de altura (4) que por sua vez está eletricamente conectada a um painel de controle (5); sendo que a unidade de processamento de altura (4) recebe os sinais provenientes dos detectores de medida de altura, constituídos por hastes telescópicas (6) articuladas nas estruturas móveis (1 e 2), os quais através de dispositivos eletro-hidráulicos (7), sincroniza o acionamento dos sensores ultra-som (3) para medir a distância que as estruturas móveis (1 e 2) estão em relação ao solo ou vegetação.