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

(11) PI 0722630-6 B1

(22) Data do Depósito: 13/08/2007

(45) Data de Concessão: 27/09/2022

(54) Título: SISTEMA ELETRÔNICO DE TRAÇÃO EM CURVAS ADEQUADO À MÁQUINAS AGRÍCOLAS DOTADAS DE TRANSMISSÃO HIDROSTÁTICA

(51) Int.Cl.: A01D 69/00.

(73) Titular(es): AGCO DO BRASIL SOLUÇÕES AGRÍCOLAS LTDA..

(72) Inventor(es): LUIZ ANTONIO CERVEIRA DE MELLO RIBEIRO PINTO.

(57) Resumo: SISTEMA AUTO REFORÇADOR DE TRAÇÃO EM CURVAS APLICÁVEL À MÁQUINAS AGRÍCOLAS DOTADAS DE TRANSMISSÃO HIDROSTÁTICA. O sistema consiste basicamente na utilização de meios mecânicos, hidráulicos e/ou eletro eletrônicos que transformam o movimento de giro das rodas direcionais do veículo em comandos que atuam sobre o acionamento hidráulico dos motores de tração de forma a aumentar o torque nas rodas motrizes situadas no lado Externo à curva executada em relação ao torque nas rodas motrizes no lado Interno à curva, de modo controlado, sendo esse diferencial de torque inversamente proporcional ao raio médio da curva efetuada, e dispondo ainda, conforme o tipo de aplicação, de ajuste manual de sensibilidade e controle manual de ganho.

"SISTEMA ELETRÔNICO DE TRAÇÃO EM CURVAS ADEQUADO À MÁQUINAS AGRÍCOLAS DOTADAS DE TRANSMISSÃO HIDROSTÁTICA".

BREVE APRESENTACÄO

[0001] Trata a presente solicitação do pedido de Patente de Invenção de um "SISTEMA ELETRÔNICO DE TRAÇÄO EM CURVAS ADEQUADO À MÁQUINAS AGRÍCOLAS DOTADAS DE TRANSMISSÃO HIDROSTÁTICA", aplicável a máquinas agrícolas, especialmente colhedoras, sendo que a novidade desta invenção se baseia no uso de bombas hidráulicas de vazão variável de "comando eletrônico".

FUNDAMENTOS DA TÉCNICA

[0002] Os recentes desenvolvimentos na área de informática possibilitaram o surgimento no mercado brasileiro de bombas hidráulicas de vazão variável controlada por meios eletrônicos, sem ligações mecânicas elou hidráulicas entre o comando manuseado pelo operador e os mecanismos variadores de vazão 15 integrados às novas bombas, ditas de "comando eletrônico".

[0003] É conhecido do estado da técnica o documento PI 0402967-4 de 15/07/2004, do mesmo titular deste invento, sob título "SISTEMA AUTO REFORÇADOR DE TRAÇÄO EM CURVAS APLICÁVEL À MÁQUINAS AGRÍCOLAS DOTADAS DE TRANSMISSÃO HIDROSTÁTICA", que consiste basicamente na utilização de meios mecânicos hidráulicos que transformam o movimento de giro das rodas direcionais da máquina agrícola em comandos que atuam sobre o acionamento hidráulico dos motores (4 e 5) de tração de forma a aumentar o torque nas rodas motrizes situadas no lado externo à curva executada, em relação ao torque nas rodas motrizes situadas ao lado interno à curva, de modo controlado, sendo esse diferencial de torque inversamente proporcional ao raio da curva efetuada, e dispondo ainda

de ajuste da sensibilidade, conforme o tipo de aplicação, através da válvula regulável manualmente.

DA PRESENTE INVENCÄO

[0004] Dentro do mesmo princípio descrito, o inventor passa a incorporar, segundo sistema próprio, meios eletro/eletrônicos de transmissão e formatação de dados para viabilizar sua aplicação em máquinas agrícolas dotadas de transmissão hidrostática.

DAS CARACTERÍSTICAS DA INVENCÄO ORA APRESENTADA

[0005] O sistema eletro/eletrônico é constituído por:

[0006] pelo menos um sensor (sinal SR) de posição de uma das rodas direcionais

[0007] um controlador de ganho (sinal SG), acionado pelo operador da máquina;

[0008] um comando eletrônico acionado pelo operador (sinal SA), para variação das vazões das bombas hidráulicas;

[0009] uma central de processamento (CPU), que recebe e processa, de acordo com o programa predefinido tal como adiante descrito, os três sinais provenientes de 1, 2, 3 acima (SR, SG e SA), convertendo-os em dois sinais SE e SD enviados, respectivamente, aos controladores eletrônicos de vazão das bombas hidráulicas esquerda (BE) e direita (BD);

[00010] pelo menos duas bombas hidráulicas independentes providas de controles eletrônicos de variação de vazão, para cada um dos ramos (esquerdo e direito), do sistema hidrostático de acionamento das rodas motrizes.

[00011] O sistema completo está representado esquematicamente na fig. 1, onde se vê: um sensor (1) de posição das rodas dianteiras, bem como um controlador manual de ganho (2), um controlador manual (6) de aceleração (vazão) das bombas (5), e os controladores (3) de vazão das bombas hidráulicas (5), direita 5 e esquerda (BD, BE), todos

conectados a uma central de processamento (4) — CPU. As rodas direcionais (7), se conectam ao sensor de posição (1). O sistema inclui ainda um motor principal (8) fornecedor de energia mecânica, que está acoplado ao redutor (9) de acionamento mecânico das bombas hidráulicas (5). As rodas motrizes (12) esquerda e direita (E, D) são acionadas pelos motores hidráulicos (10), através 10 dos redutores mecânicos (11). Os motores hidráulicos (10) são acionados pelas bombas (5), através dos circuitos hidráulicos esquerdo e direito (13).

OPERACÄO

[00012] As transmissões hidrostáticas operam normalmente com o motor principal (8) trabalhando em regime constante, em seu ponto de melhor desempenho.

[00013] A variação de velocidade dos órgãos acionados é feita pela variação de vazão das bombas elou motores hidráulicos existentes.

[00014] Nesta aplicação as bombas (5) dos circuitos hidráulicos (13) são dotadas de dispositivo eletrônico controlador de vazão (3), que comanda a vazão do circuito (13) conforme um sinal (SE, SD) recebido do processador central (4).

[00015] Este processador (4) recebe, por sua vez, três sinais distintos:

um sinal emitido pelo sensor de posição de uma roda direcional (1), que chamaremos de sinal "SR";

um sinal emitido pelo controlador de aceleração (6), chamado de "SA";

um sinal emitido pelo controle manual de ganho (2) "SG".

DEFINICÄO DOS SINAIS

[00016] Sinal "SR": Deverá ser proporcional ao deslocamento angular da roda direcional (7). Exemplificando: Suponhamos que a roda direcional (7) gire ao todo 750, tipicamente 300 para um lado e 450 para o outro; o sensor enviará um sinal proporcional - 3,0 ≤ SA ≤ 4,5 variando entre os extremos - 3,0 a + 4,5, e com o ponto "zero" ajustado para a

posição "direção centralizada", para deslocamento retilíneo.

[00017] Sinal "SA": deverá ser proporcional ao movimento da alavanca de controle manual de aceleração (6). Exemplificando: Numa escala de 0 a 10 para o curso total da alavanca de comando, o sinal "SA" será: - 5,0 < SA < + 5,0, com o ponto "zero" ajustado para a posição central correspondente a vazão zero das bombas (5), (máquina parada); valor 5,0 máxima para a FRENTE e valor - 5,0, (vazão) máxima no sentido RÉ.

[00018] Sinal "SC": Proveniente do controlador de ganho (2), deverá ser, preferencialmente, oriundo de um dispositivo rotativo de acionamento manual (potenciômetro) e variar proporcionalmente de 1,0 a 2,0 (100 a 200%), ou 1,0 ≤ SG ≤ 2,0.

FUNCIONAMENTO DA UNIDADE PROCESSADORA CENTRAL (CPU) (4)

[00019] A CPU (4) é responsável por emitir os sinais de comando de vazão SE e SD para as bombas (5) BE e BD, respectivamente, sinais esses que farão variar as vazões das bombas (5) entre + 100% (máxima vazão para a frente), O (vazão nula) e -100% (máxima vazão no sentido inverso, deslocamento a ré).

[00020] Assim, -100% ≤SE ≤+ 100%, e -100% S≤D ≤ + 100%.

[00021] As equações fundamentais que regem o processamento dos sinais de comando de vazão SE e SD, são as seguintes:

SE = KxSAxfd (SR x SG)

SD = KxSAxfe (SR x SG)

Onde: K = valor constante

Fe e fd = funções que modificam a relação entre a velocidade teórica da roda motriz externa à curva efetuada e a roda motriz interna, em função da posição angular de uma roda direcional, de forma a reduzir a velocidade da roda interna e aumentar a velocidade da roda externa, acompanhando a variação dos respectivos raios de curva.

[00022] Estas funções dependem exclusivamente da geometria construtiva de cada equipamento, e é definida pelos valores:

Bitola das rodas motrizes;

Bitola das rodas direcionais;

Distância entre eixos (dianteiro/traseiro)

[00023] Assim sendo, devem ser calculadas para cada aplicação específica.

[00024] Como exemplo, calculamos os valores para a situação representada na Fig. 2, onde vemos uma configuração com duas rodas dianteiras direcionais e duas rodas traseiras motrizes, com os seguintes parâmetros:

Distância entre os eixos (Dee) — 3,00 m

Bitola dianteira (BitD) = 1,60 m

Bitola traseira (BitT) = 2,00 m

Angulo de giro da roda direcional = - 30° a +45°.

[00025] Neste tipo de configuração (4 rodas, 2 direcionais + 2 motrizes), os raios de giro das rodas motrizes, interno (i) e externo(e), são as seguintes:

Raio Interno: Ri = Dee/tqÂ — BitT/2 + BitD/2 (para > 0), (curva para o lado da roda com o sensor SR) 5 ou

Raio Interno: Ri = Dee/tgÂ — BitT/2 + BitD (para Â < 0), (curva para o lado contrário ao do sensor SR)

Raio externo: Re = Ri + BitT (em ambos os casos)

[00026] Com os valores do exemplo acima, os raios obtidos seriam: Ri = 2,80 m 10 e Re = 4,80 m, onde Re/Ri = 1,714.

[00027] Nesta curva, portanto, a roda motriz externa deveria girar 1,714 vezes mais rápido do que a roda motriz interna.

[00028] Com diversos valores de (ângulo de giro) podemos então, para cada geometria construir uma curva que seria usada para calibrar o software do processador CPU (4)

[00029] Ou, melhor ainda, atribuir ao software a capacidade de resolver as equações, uma vez que lhe forneçamos os dados BitD, BitT, e Dee para calibração.

[00030] O ângulo Â como já vimos, é fornecido pelo sensor SR.

[00031] Resta, portanto, apenas determinar como o software aplicaria todas essas informações para formatar os sinais de controle da vazão SE e SD, ou seja, montar o algoritmo que definirá fe (SRxSG) e fd (SRxSG).

[00032] Para isso, consideramos as seguintes hipóteses:

SR = O (deslocamento retilíneo); neste caso, Re/Ri = 1,0

Fe (SRxSG)=fd(SRxSG)=1,0; e

SE = SD = KSA, onde: 100% ≤KSA ≤+ 100%

SR ≠ 0 (curva) (SR diferente de zero)

[00033] Neste caso:

b1. O software processa as equações para o valor de Â e obtém um valor para Re/Ri=R

b2. O software processa as seguintes equações:

Z1+Z2=2,0

Z1/Z2 = R obtendo 0 valor Z2 = 2/R+1,

e o correspondente Z1 = 2,0 —-Z2

(Por exemplo, se R = 1,5 Z2 = 0,8 e Z1 = 1,2)

[00034] Se, SR > 0 (caso da curva para o lado da instalação do sensor de giro (SR) na roda direcional (7), aqui ilustrado, o software computará como SE a equação:

SE = K x SA x 1/SG

E como SD a equação:

SD= Kx SA x Z1

Se, SR < O (caso de curva para o lado contrário, aqui ilustrado como direita) o software computará como SE: SE = K x SA x Z1 e como SD: SD = K x SA x Z2 x 1/SG ou seja, invertem-se os valores dos sinais SE

e SD conforme o lado da curva em relação ao sensor SR.

ACÃO DO CONTROLE DE GANHO

[00035] A ação de controle de ganho (2) permite ao operador AUMENTAR a DIFERENÇA entre a velocidade da roda motriz externa e a da motriz interna à curva efetuada, ACIMA da diferença teórica calculada pela CPU (4). isto é muito útil em condições difíceis de dirigibilidade, muito comum em operações de plantio e colheita em terrenos declivosos, pois causa um reforço na ação das rodas direcionais, com a roda motriz externa à curva empurrando a frente da máquina para dentro da curva.

[00036] Na execução preferencial, por uma questão de segurança, o aumento da diferença é feito exclusivamente pela diminuição da velocidade da roda interna (sem aumentar a velocidade da roda externa).

[00037] Caso deseje pode-se também fazer a divisão proporcional do ganho (SC), diminuindo a velocidade da roda interna e aumentando a da roda externa, usando o mesmo algoritmo utilizado em b2 acima.

REIVINDICAÇÃO

1) "SISTEMA ELETRÔNICO DE TRAÇÄO EM CURVAS ADEQUADO À MÁQUINAS AGRÍCOLAS DOTADAS DE TRANSMISSÃO HIDROSTÁTICA", que se utiliza de meios mecânicos, hidráulicos e eletro eletrônicos comandados pelo ângulo de giro das rodas direcionais da máquina, de forma a proporcionar um diferencial de pressão positivo e controlado ao motor (ou motores) hidráulico acionador da roda(s) motriz (ou rodas) EXTERNA em relação ao motor(es) hidráulico(s) acionador(es) da(s) roda(s) motriz INTERNA, assim consideradas em relação à curva efetuada; quando o sistema de transmissão hidrostático é constituído por um (ou mais) par de motores, um (ou mais) para cada lado, ligados em paralelo e acionados por bombas, ou conjunto de bombas ligadas em paralelo, os ditos meios mecânicos e hidráulicos são constituídos por braços rígidos e articulados elou cabos coaxias flexíveis e deslizantes que transformam os ângulos de giro das rodas (esquerda e direita) direcionais da máquina em acionamento, de pelo menos uma válvula progressiva, inserida na linha de alimentação dos motores (esquerdo e direito) de tração, válvula essa que modifica progressivamente as áreas de passagem do fluxo hidráulico, de alimentação dos motores de tração esquerdo e direito, criando dessa forma um diferencial de pressão variável conforme os ângulos de giro das roda direcionais; quando o sistema de transmissão hidrostático é constituído por dois conjuntos de motor(es) e bomba(s) independentes, um para cada lado (esquerdo e direito) da máquina, os ditos meios mecânicos e hidráulicos serem constituídos por braços rígidos e articulados elou cabos coaxiais flexíveis e deslizantes que transformam os ângulos de giro (esquerdo e direito) das duas rodas direcionais da máquina, em acionamento, respectivamente, dos controladores de vazão das bombas esquerda e direita, através de dois mecanismos, de compartilhamento proporcional entre comandos

manuais e automáticos um para cada bomba da transmissão hidrostática; o mecanismo proporcional de compartilhamento é constituído por barra rígida dotada de três pontos de articulação situados ao longo do eixo longitudinal da barra, sendo o primeiro deles fixo em relação à barra e localizado numa extremidade da mesma, onde se articula a aproximadamente 90° do eixo longitudinal, ao passo que o segundo é também fixo e localizado aproximadamente no centro do citado eixo longitudinal, enquanto 3° ponto é móvel e deslizante ao longo do eixo longitudinal, de modo que o deslizamento do 3° ponto de articulação faz variar sua distância em relação aos outros dois pontos de articulação da barra; assim, a invenção provê uma variação de vazão elou pressão de alimentação dos motores esquerdo e direito de forma a manter a relação entre a razão: vazão no motor Externo / vazão no motor interno e a razão: Raio de curva da roda externa / raio de curva da roda interna, em um valor de acordo com a aplicação, ligeiramente superior a um, para qualquer velocidade de deslocamento e raio de curva da máquina; caracterizado pelo fato de que o sistema de transmissão é constituído de meios eletroeletrônicos e por dois conjuntos de motor(es) (10) e bomba(s) (5) independentes, um para cada lado (esquerdo e direito) da máquina, sendo as bombas (5) dotadas de controlador eletrônico de vazão (3).

2) "SISTEMA ELETRÔNICO DE TRAÇÄO EM CURVAS ADEQUADO À MÁQUINAS AGRÍCOLAS DOTADAS DE TRANSMISSÃO HIDROSTÁTICA", de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por os referidos meios eletrônicos serem constituídos por:

pelo menos um sensor de posição (1) de uma roda direcional (7), fornecedor de um sinal elétrico de comando (SR) proporcional ao ângulo de giro da roda direcional (7);

um controlador manual de ganho (2), fornecedor de um sinal elétrico de comando (SG);

um controlador manual de aceleração (6), fornecedor de um sinal elétrico de comando (SA);

um controlador de processamento (4) eletrônico (CPU) que recebe os sinais (SA), (SG) e (SR), e os processa segundo um algoritmo ou programa pré estabelecido, e fornece os sinais (SE) e (SD) adequados ao comando dos controladores de vazão eletrônica das bombas hidráulicas (5).

3) "SISTEMA ELETRÖNICO DE TRAÇÄO EM CURVAS ADEQUADO À MÁQUINAS AGRÍCOLAS DOTADAS DE TRANSMISSÃO HIDROSTÁTICA", de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado pelo fato do processador (CPU) (6) formatar os sinais (SE) e (SD) de comando das bombas (5), (esquerda e direita) de acordo com as seguintes equações:

1) SE= KxSAx1/SG

2) SD= KxSAx Z1

3) 1/SG / Z1 = (RE/RD) x SG

Onde, K = constante adequada ao sistema: RE e RD são raios de curva das rodas motrizes (12), (esquerda e direita) determinados matematicamente a partir do ângulo de giro de uma roda direcional, representado pelo sinal (SR) ,e pela geometria construtiva da máquina, SA o sinal de comando manual da velocidade de deslocamento da máquina, e (SG) o sinal amplificador da relação teórica, raio externo/ raio interno da curva (Re/Ri).

17

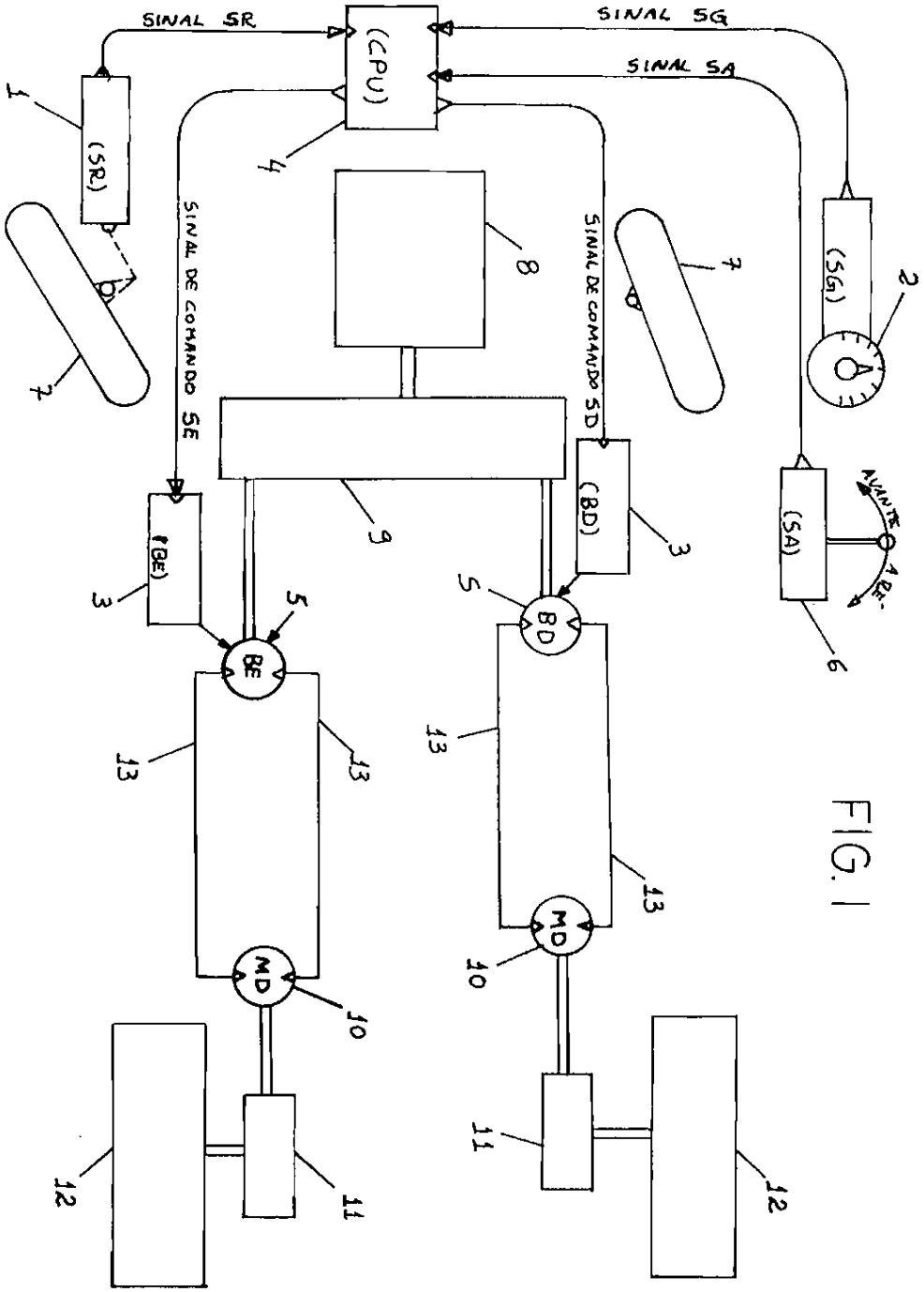

SINAL SR
(CPU)
SINAL SG
SINAL SA
1
(SR)
4
8
7
(SG)
2
SINAL DE COMANDO SE
SINAL DE COMANDO SD
7
9
(BD)
3
(SA)
AVANTE
RÉ
(BE)
3
5
BE
5
BD
13
13
13
13
MD
MD
10
10
11
11
12
12

FIG. 1

18

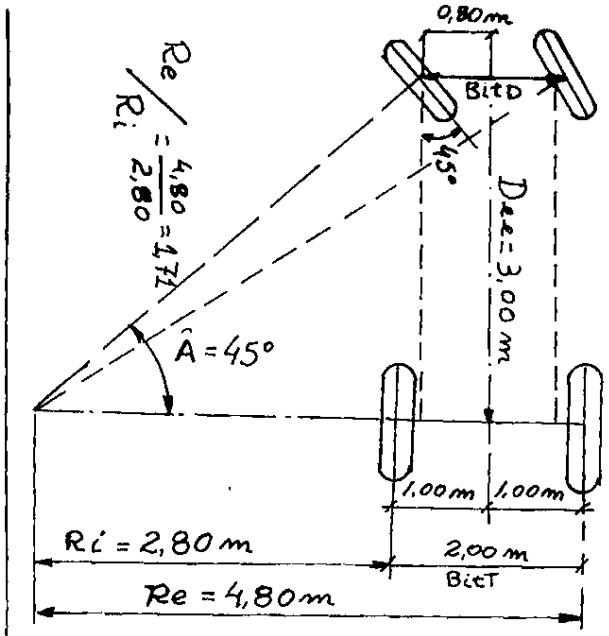

0,80m
Re / Ri = 4,80 / 2,80 = 1,71
BitD
45°
Dee = 3,00 m
A = 45°
1,00m
1,00m
Ri = 2,80 m
2,00 m
BitT
Re = 4,80m

FIG. 2