



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

(21) **PI0706813-1 A2**

(22) Data de Depósito: 14/02/2007
(43) Data da Publicação: 05/04/2011
(RPI 2100)



★ B R P I 0 7 0 6 8 1 3 A 2 ★

(51) *Int.Cl.:*
B60K 23/08
B60K 17/35
B60W 30/02

(54) Título: **SISTEMA DE CONTROLE PARA UM VEÍCULO**

(30) Prioridade Unionista: 15/02/2006 US 60/773,493

(73) Titular(es): EATON CORPORATION

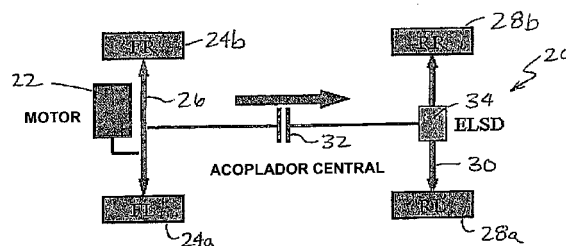
(72) Inventor(es): DAMRONGRIT PIYABONGKARN, JAE Y. LEW,
JOHN A. GROGG, QINGHUI YUAN

(74) Procurador(es): Antonio Mauricio Pedras Arnaud

(86) Pedido Internacional: PCT IB2007000341 de 14/02/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/093888 de 23/08/2007

(57) **Resumo:** SISTEMA DE CONTROLE PARA UM VEÍCULO Um sistema de controle para um veículo, tendo primeiro e segundo eixos, é provido, o qual inclui um aparelho de acoplamento adaptado para distribuir torque entre o primeiro e o segundo eixo e um controlador de tração para controlar a operação do aparelho diferencial desde a partida do veículo até uma velocidade pré-determinada do veículo. O controlador de tração é configurado para engatar o aparelho de acoplamento em um primeiro estado de operação de acordo com pelo menos um primeiro parâmetro de veículo indicativo de uma condição de operação de baixa tração e para também controlar o engrenamento do aparelho de acoplamento em um segundo estado de operação do veículo durante a condição de operação de baixa tração de acordo com uma diferença entre uma taxa atual de movimento de guinada do veículo e uma taxa alvo pré-determinada de movimento de guinada do veículo.





PI0706813-1

"SISTEMA DE CONTROLE PARA UM VEÍCULO".

Antecedentes da invenção

A presente invenção refere-se a um sistema de controle de veículo que aumenta a estabilidade do veículo.

- 5 Sistemas de controle de estabilidade de veículos têm sido cada vez mais utilizados na indústria automotiva e têm-se tornado um equipamento padrão em muitos veículos. Uma maioria dos sistemas de controle de estabilidade de veículos no mercado é baseada no freio.
- 10 Sistemas de controle de estabilidade de veículos baseados no freio usam equipamento de sistemas de freio antitravamento (ABS) para aplicar forças de frenagem de rodas individuais para corrigir a dinâmica de movimento de guinada ("yaw" ou movimento de zigzag) do veículo.
- 15 Apesar de que os sistemas baseados no freio são aceitáveis em muitas situações, eles tendem a deteriorar o desempenho longitudinal do veículo, especialmente durante a aceleração do veículo.

Sumário da invenção

- 20 Prove-se um sistema de controle para um veículo, tendo primeiro e segundo eixos, o qual inclui um aparelho de acoplamento adaptado para distribuir o torque entre o primeiro e o segundo eixo, e um controlador de tração para a operação de controle do aparelho de acoplamento a
- 25 partir da partida do veículo até uma velocidade pré-determinada do veículo. O controlador de tração é configurado para engatar o aparelho de acoplamento em um primeiro estado de operação de veículo de acordo com pelo menos um parâmetro de operação de veículo indicativo de
- 30 uma condição de operação de tração baixa e para também engatar o aparelho de acoplamento em um segundo estado de operação de veículo durante a condição de operação de tração baixa de acordo com uma diferença entre uma taxa atual de movimento de guinada de veículo e uma taxa alvo
- 35 pré-determinada de movimento de guinada de veículo.
- Uma concretização da presente invenção inclui um método ativo de controle de estabilidade usando um aparelho de

acoplamento para aumentar a dinâmica lateral do veículo enquanto se preserva o movimento longitudinal. Outra concretização da presente invenção inclui um sistema de controle que prove o aumento de estabilidade do controle de tração. O controle de tração com estabilidade aprimorada foi avaliado sob a condição de partida de veículo em aceleração em junção T. Os dados experimentais mostram um aumento significativo da estabilidade no modo de operação de controle de tração.

10 Breve descrição das figuras

A Figura 1 é uma ilustração esquemática de um exemplo de configuração de sistema de direção para veículo com tração em todas as rodas;

15 A Figura 2 é um exemplo de aparelho de acoplamento controlado eletronicamente para uso em um sistema de controle de acordo com uma concretização da presente invenção;

20 A Figura 3 ilustra a dinâmica de um exemplo de veículo utilizando um aparelho de acoplamento central controlado eletronicamente e o efeito sobre o controle do movimento de guinada do veículo quando se desengata e engata o aparelho de acoplamento central controlado eletronicamente;

25 A Figura 4 é uma ilustração esquemática de um sistema de controle de acordo com uma concretização da presente invenção;

30 A Figura 5 é uma ilustração esquemática de uma unidade de controle eletrônico de acordo com uma concretização da presente invenção para uso no sistema de controle da Figura 4;

As Figuras 6 e 7 ilustram graficamente uma comparação de desempenho para uma manobra de giro de veículo em aceleração sobre uma superfície de baixa fricção para um veículo utilizando um acoplador central;

35 As Figuras 8 e 9 ilustram graficamente uma comparação de desempenho para uma manobra de giro em aceleração sobre

uma superfície de baixa fricção usando um veículo utilizando um acoplador central; e

As Figuras 10 e 11 ilustram graficamente uma comparação de desempenho para uma partida em aceleração de veículo em junção T usando um veículo que utiliza um sistema de controle de acordo com uma concretização da presente invenção.

Descrição da invenção

Com referência agora às figuras, as quais não limitam a invenção; a Figura 1 ilustra esquematicamente um exemplo de uma configuração de sistema de direção para veículo com tração em todas as rodas 20 incluindo um motor 22 posicionado lateralmente. O motor 22 é conectado a um par de rodas dianteiras 24a, 24b através de um eixo dianteiro ou transeixo 26 e a um par de rodas traseiras 28a, 28b através de um eixo traseiro 30. O eixo dianteiro 26 é, primariamente e diretamente, movido pelo motor 22. O eixo traseiro 30 é indiretamente movido via uma unidade de transferência de potência (PTU) e um aparelho de acoplamento central ou acoplador 32. O eixo traseiro 30 é mecanicamente conectado ao transeixo 26 dianteiro através de um ou mais eixos de acionamento ou de propulsão. Um diferencial deslizante limitado controlado eletronicamente (ELSD) 34 opcional é usado para induzir o torque do eixo de propulsão traseiro às rodas traseiras 28a, 28b. Apesar de que a configuração de sistema de direção ilustrada na Figura 1 é uma configuração normalmente de tração dianteira na qual o torque é transmitido para o eixo traseiro 30 segundo demanda, a invenção não se entende como sendo limitada a isso e pode incluir uma normalmente configuração de tração traseira. O acoplador central 32, tal como um acoplador central controlado eletronicamente manufaturado pela Eaton Corporation sob o nome de HTC-ITM e ilustrado na Figura 2, é conectado ao eixo de propulsão e é adaptado para transmitir torque do transeixo dianteiro 26 para o eixo traseiro 30. O acoplador central de travamento

exemplificado 32 mostrado na Figura 2 é um acoplador de tração em todas as rodas controlado eletronicamente, desenhado como um componente integrado do módulo do eixo de acionamento traseiro do veículo. O acoplador central
5 32 transfere potência maciamente e rapidamente do eixo de propulsão do veículo para uma engrenagem pinhão helicoidal do módulo de acionamento traseiro em resposta a sinais de entrada da unidade de controle eletrônica (ECU).

10 Referindo-se à Figura 2, a transferência de potência é provida por uma embreagem úmida de múltiplos discos 40, ativamente controlada, disposta entre o eixo de acoplamento 42, ao qual é ligado o eixo de propulsão do veículo, e uma engrenagem pinhão helicoidal 44. O engate
15 da embreagem limita o deslizamento entre o eixo de propulsão do veículo e a engrenagem pinhão helicoidal 44 e, assim, o torque é transferido do eixo de propulsão para a engrenagem pinhão helicoidal 44, a magnitude do qual será menor ou igual que o torque da embreagem. Uma
20 bomba de óleo hidráulica integrada do tipo bomba de deslocamento positivo ("gerotor") 46 prove pressão hidráulica para atuar um pistão de embreagem 48 quando o eixo de acoplamento 42 está rotando. Uma tubulação ("manifold") hidráulica estacionária 50 inclui uma
25 entrada de óleo 52 através da qual a bomba 46 suga óleo de um reservatório, para descarregá-lo em uma passagem em comunicação direta com ambos, o pistão 48 e pelo menos uma válvula solenóide operada por regulação de pressão 54. Quando é tirada a energia das válvulas 54, o óleo
30 flui livremente através das válvulas e retorna para o reservatório, resultando em pouca ou nenhuma pressão hidráulica contra o pistão de atuação de embreagem 48. Quando a válvula 54 é energizada, o fluxo de óleo é restrito pela válvula criando pressão hidráulica contra o
35 pistão de atuação 48 para engatar a embreagem 40 de acordo com um nível proporcional ao da pressão hidráulica 48. Detalhes adicionais em relação à estrutura e operação

do acoplador central 32 são descritos na aplicação de patente, pendente, U.S. Patent Application Serial No. 11/167,474, a qual é propriedade do assinante da presente invenção e é incorporada aqui como referência em sua
5 totalidade.

O acoplador central de travamento 32 prove a aplicação e remoção rápida de torque de acoplamento como é desejado para ambas às operações dinâmicas de sistema de direção de veículo com controle de torque (como é o foco da
10 presente invenção), e também para a compatibilidade com muitos dos sistemas atuais de intervenção dinâmica baseados em freio de veículo. Para apoiar esta operação, o acoplador central 32 exibe tempos de acoplamento e desacoplamento menores que aproximadamente 50
15 milissegundos. Em um modo de operação, o torque é transmitido do transeixo dianteiro 26 para o eixo traseiro 30 se a velocidade do eixo da roda dianteira é maior que a velocidade do eixo da roda traseira, e está sendo passado torque positivo do motor para o sistema de
20 direção (por exemplo, o motor está sendo acelerado).

Durante a operação do veículo, o acoplador central 32 é periodicamente engatado ou travado para transferir torque do eixo dianteiro 26 para o eixo traseiro 30. Esta operação é realizada para manter a tração do veículo.
25 Para o controle da tração do veículo, a extensão até a qual o acoplador central 32 é engrenado pode ser baseada, sem limitação, na posição do acelerador do veículo e no grau de deslizamento da roda dianteira (por exemplo, quanto maior o deslizamento, maior o engrenamento).
30 Entretanto, a operação do acoplador central 32 durante um início de junção em T (junção entre duas superfícies de estrada que se interceptam em um ângulo reto) ou durante um giro severo com o motor sob pressão pesada, força o comportamento de sobre-viragem ("oversteer") no veículo
35 ou introduz grandes ângulos de deslizamento nas rodas traseiras do veículo. A Figura 3 ilustra a dinâmica de um exemplo de veículo utilizando um acoplador central e o

efeito sobre o controle do movimento de guinada do veículo quando se engata e se desengata o acoplador central.

Em concordância com uma concretização da presente invenção, um sistema de controle 58 e um método para controlar o engrenamento de um acoplador central são providos para manter a estabilidade em um veículo enquanto se preserva a tração. O sistema de controle 58 e o método da presente invenção regulam o engrenamento do acoplador central com base em uma diferença entre uma taxa desejada de movimento de guinada e a taxa atual de movimento de guinada do veículo. Controlar ativamente o engrenamento do acoplador central, e conseqüentemente a quantidade de torque transmitido pelo acoplador central, mitiga o comportamento de sobre-viragem do veículo que induz o movimento de guinada indesejado do veículo. A presente invenção controla o acoplador central durante a partida e a aceleração para preservar ambos, a potência do sistema de direção e a estabilidade de movimento de guinada.

Como mostrado na Figura 4, o sistema de controle inclui uma unidade de controle 60, tal como uma unidade de controle eletrônico baseada em microprocessador (ECU) incluindo um dispositivo de memória tendo armazenado no mesmo, por exemplo, um ou mais mapas contendo informação de parâmetro de operação do veículo, e pelo menos um sensor de veículo 62, tal como, sem limitação, um sensor de taxa de movimento de guinada, um sensor de velocidade de roda, um sensor de aceleração lateral e/ou um sensor de ângulo de sobre-viragem. A unidade de controle prove um sinal de entrada para o acoplador central 32 e o ELSD 34 para controlar o acoplamento e desacoplamento dos dispositivos. Um método para controlar o ELSD 34 é divulgado em uma aplicação de patente U.S. conjuntamente pendente intitulada "Estability-Enhanced Traction and Yaw Control using Electronically Controlled Limited-Slip Differential" ("Tração com estabilidade aprimorada e

controle de movimento de guinada usando Diferencial com deslizamento limitado controlado eletronicamente") a qual é propriedade do assinante da presente invenção e incorporada aqui como referência em sua totalidade.

- 5 Em uma concretização da invenção mostrada na Figura 5, a unidade de controle 60 inclui um controlador de tração 64 pra controlar a operação do acoplador central desde a partida do veículo até uma velocidade pré-determinada do veículo. O controlador de tração 64 é configurado para
- 10 engatar o aparelho de acoplamento em um primeiro estado de operação do veículo de acordo com pelo menos um primeiro parâmetro de operação do veículo, tal como a velocidade da roda, indicativo de uma condição de operação de baixa tração e ainda controlar o engrenamento
- 15 do aparelho de acoplamento em um segundo estado de operação de veículo durante a condição de operação de baixa tração de acordo com uma diferença entre a taxa atual de movimento de guinada do veículo e uma taxa alvo pré-determinado ou desejada de movimento de guinada do
- 20 veículo. A unidade de controle eletrônico 60 pode incluir também um controlador de estabilidade 66 para controlar o engrenamento do aparelho de acoplamento na, ou acima da, velocidade pré-determinada do veículo. O controlador de tração 64 e o controlador de estabilidade 66 podem ser
- 25 elementos físicos providos em comunicação com a unidade de controle 60, feitos integralmente dentro da unidade de controle 60, ou formam um componente não físico (por exemplo, software) da unidade de controle 60 ou de outro controlador de veículo.
- 30 Durante a operação do veículo, a taxa atual de movimento de guinada é periodicamente ou continuamente comparada com a taxa desejada de movimento de guinada. A taxa atual de movimento de guinada pode ser medida usando um sensor de taxa de movimento de guinada ou pode ser calculada com
- 35 base na informação do parâmetro de operação do veículo recebida de vários sensores do veículo, como é conhecido da técnica. A taxa desejada de movimento de guinada pode

ser armazenada em um mapa na memória do sistema de controle ou pode também ser calculada com base na informação do parâmetro de operação de veículo recebida de vários sensores do veículo.

- 5 O torque de travamento de acoplador central requerido para manter a estabilidade e a tração do veículo pode ser determinado de acordo com a seguinte equação:

$$\tau_{des} = \tau_{nom} \times \frac{\Delta r_{max} - |deadband_{\pm \Delta r_{limiar}}(r - r_{des})|}{\Delta r_{max}}$$

- Onde τ_{des} é o torque de travamento de acoplador central desejado, τ_{nom} é o torque de travamento de acoplador central normal, Δr_{max} é uma diferença máxima pré-determinada de taxa de movimento de guinada, r é a taxa atual de movimento de guinada, e r_{des} é a taxa alvo pré-determinada, ou desejada, de movimento de guinada e faixa-morta ("deadband") é a função limiar para a diferença de taxa de movimento de guinada permitida, Δr_{limiar} ("threshold"). A unidade de controle 60 converte então o valor desejado de torque de travamento em um sinal de entrada, o qual é comunicado ao acoplador central 32 para controle. Durante a operação do veículo, se o veículo está experimentando sobre-viragem excessiva (ver, por exemplo, Figura 3), o torque de travamento de acoplador central é reduzido em proporção ao grau de sobre-viragem do veículo.

- Para simular o desempenho do sistema de controle proposto com o exemplo de configuração de sistema de direção mostrado na Figura 1, um modelo de veículo completo utilizando um acoplador central e um ELSD foi desenvolvido usando o software CarSim. Uma manobra de giro simulada foi primeiramente realizada para validar o efeito de engatar o acoplador central 32 e o ELSD 34 na dinâmica de movimento de guinada do veículo. As Figuras 6 e 7 ilustram graficamente uma comparação de desempenho para uma manobra de giro em aceleração sobre uma superfície de baixa fricção (por exemplo, $\mu = 0.2$). Como

mostrado na Figura 6, travar o acoplador central 32 durante uma manobra de giro em aceleração induz menos subviragem ("understeer"). Em contraste, travar o eixo traseiro ELSD tem pouco ou nenhum efeito na dinâmica do veículo sobre uma superfície de baixa fricção.

As Figuras 8 e 9 ilustram graficamente uma comparação de desempenho para uma manobra de giro em aceleração sobre uma superfície de baixa fricção (por exemplo, $\mu = 0.2$) usando um veículo de teste utilizando um acoplador central 32 de acordo com a presente invenção. Como mostrado na Figura 8, engatar o acoplador central 32 durante uma manobra de giro em aceleração novamente induz menos subviragem em comparação a uma manobra similar com o acoplador central desengatado.

As Figuras 10 e 11 ilustram graficamente uma comparação de desempenho para a partida de veículo em junção T em aceleração usando um veículo de teste utilizando um sistema de controle de acordo com a presente invenção e um veículo de teste sem controle de tração de estabilidade aprimorada. Como mostrado na Figura 10, controlar ativamente o engrenamento do acoplador central durante a partida do veículo utilizando o controle de tração de estabilidade aprimorada (SE TC) de acordo com uma concretização da invenção induz significativamente menos subviragem em comparação com uma manobra similar na qual o acoplador central não é ativamente controlado. Será apreciado também com referência às figuras 10 e 11 que um veículo sem controle de tração de estabilidade aprimorada pode exibir uma muito grande redução em subviragem. Em ambos os modos de operação, de estabilidade controlada e não controlada, algum grau de torque é transferido do eixo dianteiro 26 para o eixo traseiro 30 pelo acoplador central 32. Diferente dos sistemas de controle de estabilidade com base ABS que dissipam a energia do veículo, por meio disso degradando o desempenho e a eficiência do veículo, o sistema de controle e o método de acordo com a presente invenção

mantém a estabilidade do veículo preservando a tração do veículo.

A invenção tem sido descrita detalhadamente na especificação precedente, e acredita-se que várias
5 alterações e modificações da invenção se tornarão
aparentes para aqueles com conhecimentos da técnica a
partir da leitura e compreensão da especificação.
Entende-se que todas essas alterações e modificações são
incluídas na invenção, na medida em que se encontrem no
10 escopo das reivindicações anexadas.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de controle para um veículo, tendo um primeiro e um segundo eixo, caracterizado pelo fato de compreender:
 - 5 - um aparelho de acoplamento adaptado para distribuição de torque entre o primeiro e segundo eixo;
 - um controlador de tração pra controlar a operação do aparelho de acoplamento a partir da partida do veículo até uma velocidade pré-determinada do veículo, o
 - 10 controlador de tração sendo configurado para engatar o aparelho de acoplamento em um primeiro estado de operação do veículo de acordo com um parâmetro de operação de veículo indicativo de uma condição de operação de baixa tração e para também controlar o engrenamento do aparelho
 - 15 de acoplamento em um segundo estado de operação do veículo durante a condição de operação de baixa tração de acordo com uma diferença entre uma taxa atual de movimento de guinada do veículo e uma taxa alvo pré-determinada de movimento de guinada do veículo.
- 20 2. Sistema de controle, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do controlador de tração ser configurado para regular o engrenamento do aparelho de acoplamento durante a condição de operação de baixa tração de acordo com uma diferença entre uma taxa atual
- 25 de movimento de guinada do veículo e uma taxa alvo pré-determinada de movimento de guinada do veículo.
3. Sistema de controle, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do controlador de tração (64) ser configurado para engatar o aparelho de acoplamento de
- 30 acordo com um desejado sinal de torque aplicado ao engate que é baseado em um sinal de torque normal modificado aplicado ao engate.
4. Sistema de controle, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato do desejado sinal de torque
- 35 aplicado ao engate ser igual ao sinal de torque normal aplicado ao engate multiplicado por um modificador, o modificador incluindo em seu numerador a diferença entre

uma diferença máxima pré-determinada de taxa de movimento de guinada e a multiplicação de uma faixa-morta e a diferença entre a taxa atual de movimento de guinada do veículo e a taxa alvo pré-determinada de movimento de guinada do veículo, e o modificador incluindo em seu denominador a diferença máxima pré-determinada de taxa de movimento de guinada.

5
10 5. Sistema de controle, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que no primeiro estado de operação do veículo, a taxa atual de movimento de guinada do veículo é menor que, ou substancialmente igual à, taxa alvo pré-determinada de movimento de guinada do veículo e, no segundo estado de operação do veículo, a taxa atual de movimento de guinada do veículo é maior que a taxa
15 alvo pré-determinada de movimento de guinada do veículo.

6. Sistema de controle, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de incluir ainda um controlador de estabilidade (66) para controlar o engrenamento do aparelho de acoplamento a, ou acima da, velocidade pré-determinada do veículo.
20

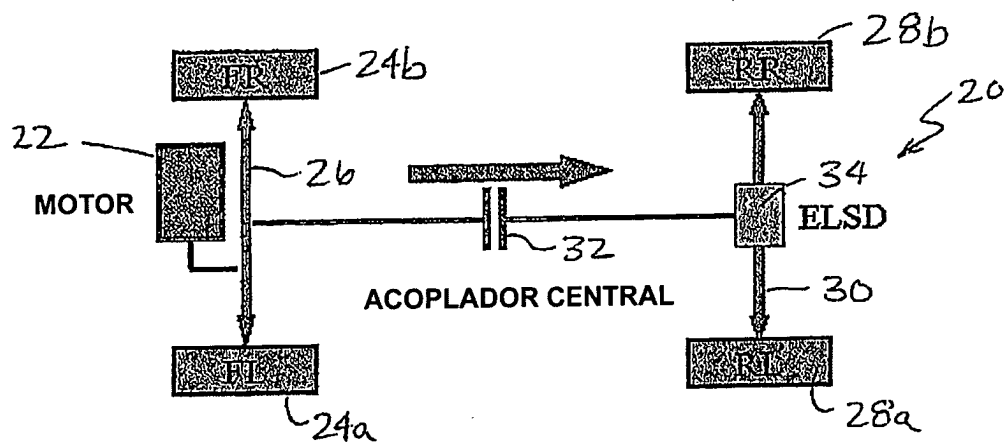


FIG.1

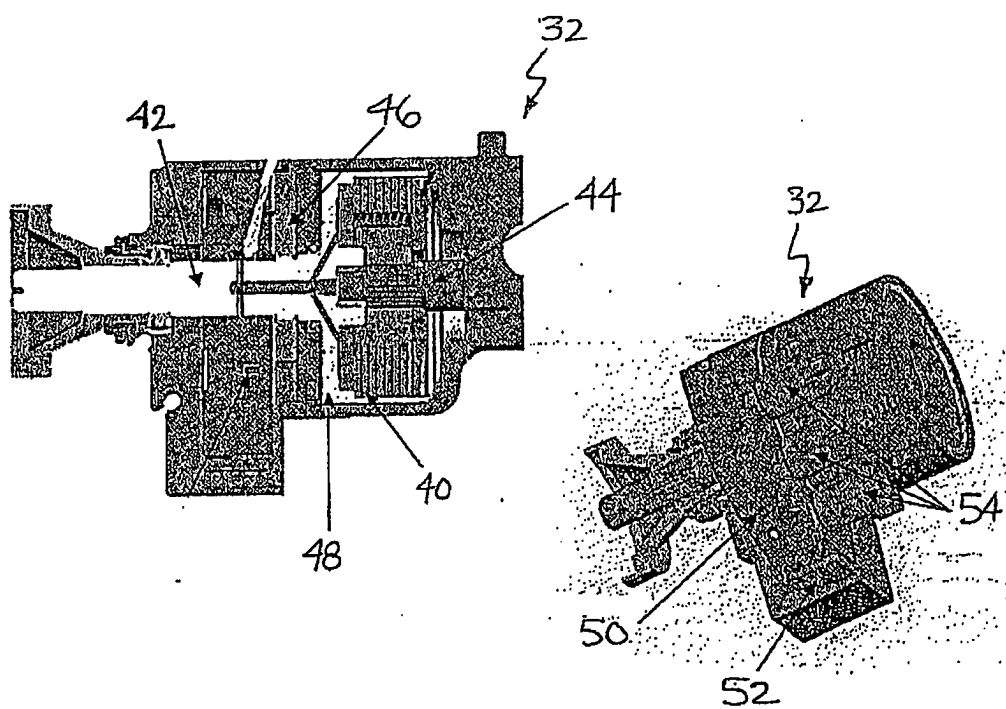


FIG.2

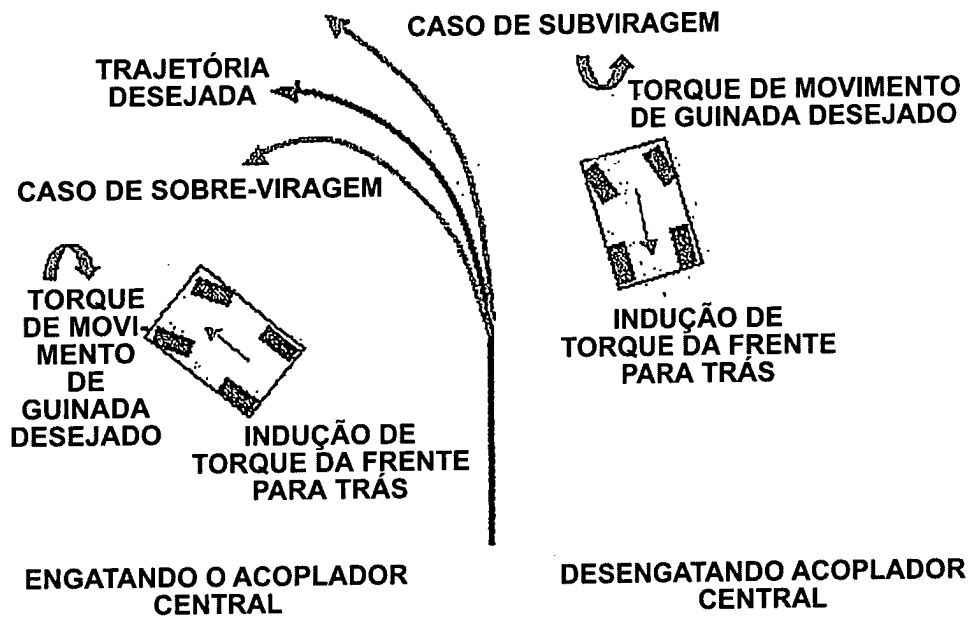


FIG.3

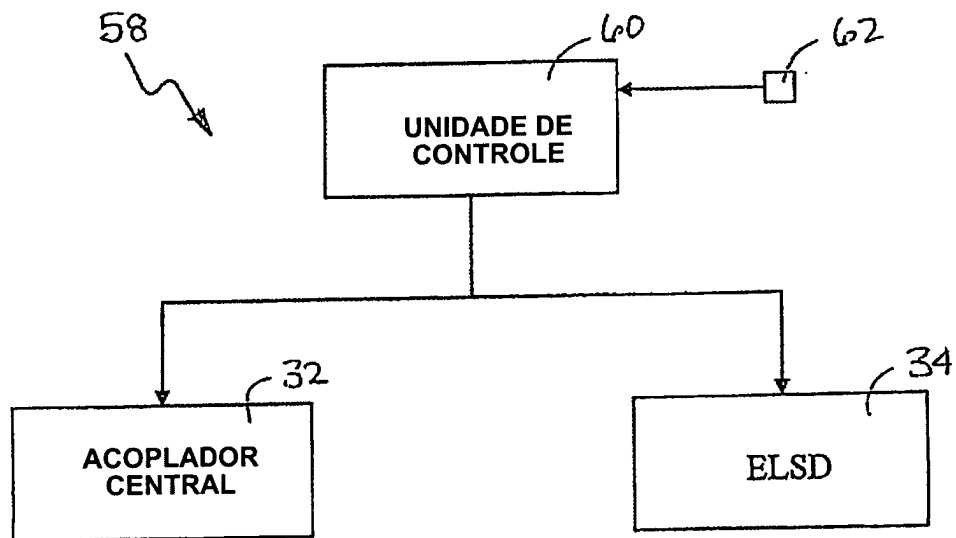


FIG.4

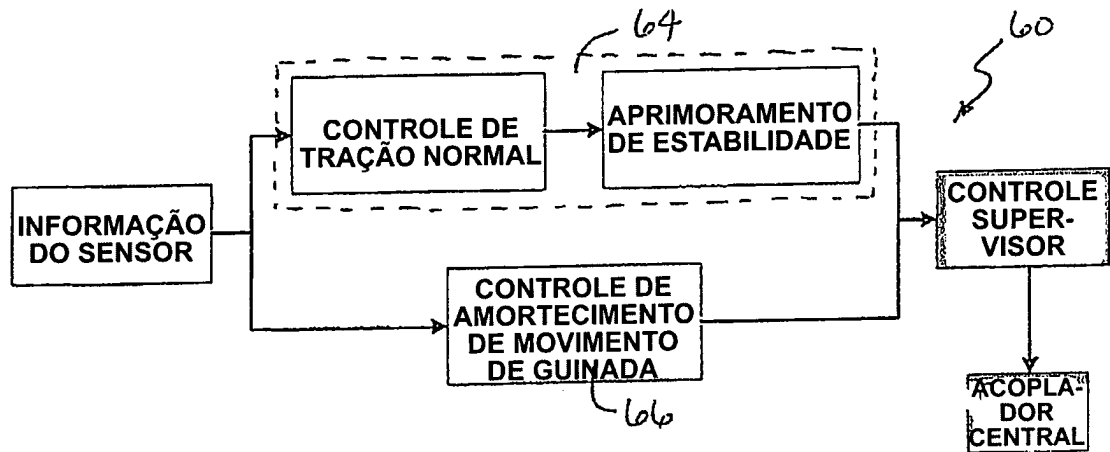


FIG.5

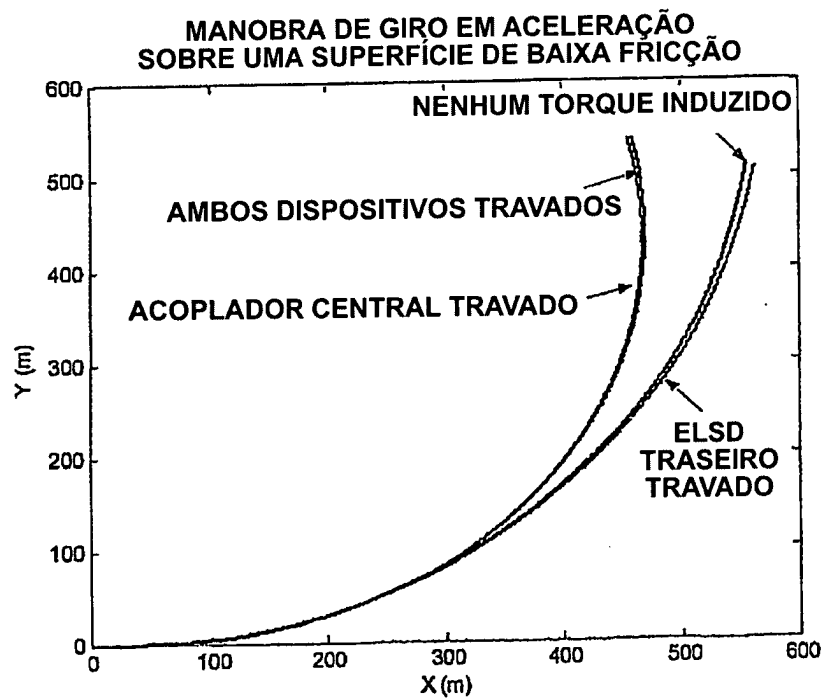


FIG.6

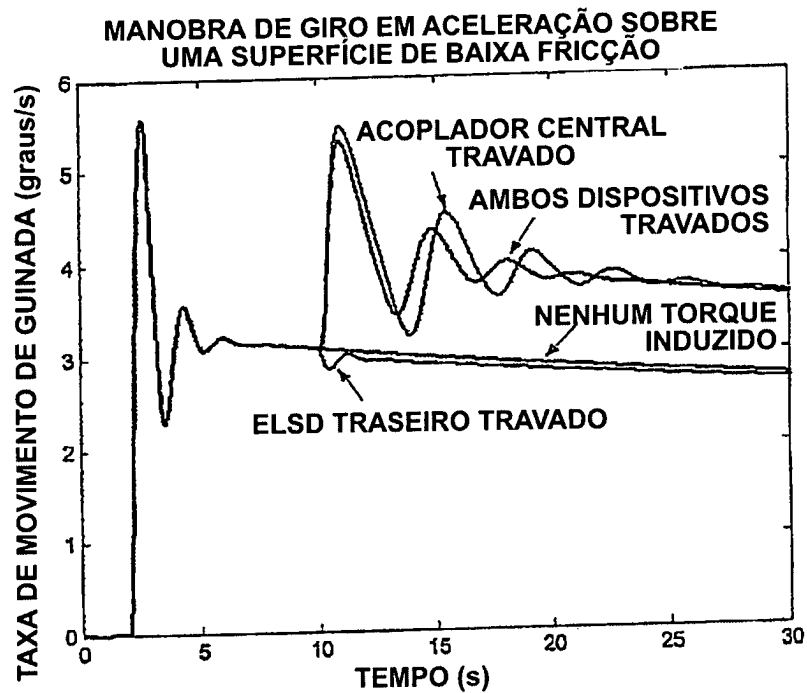


FIG.7

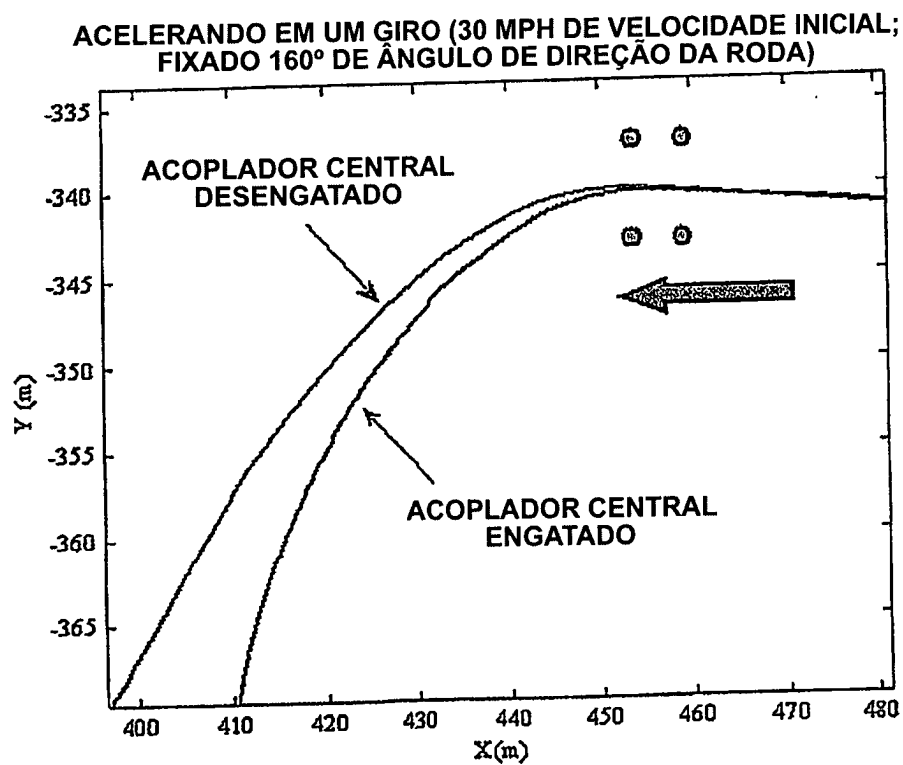


FIG.8

COMPARAÇÃO DE TAXA DE MOVIMENTO DE GUINADA;
ACELERANDO EM UM GIRO

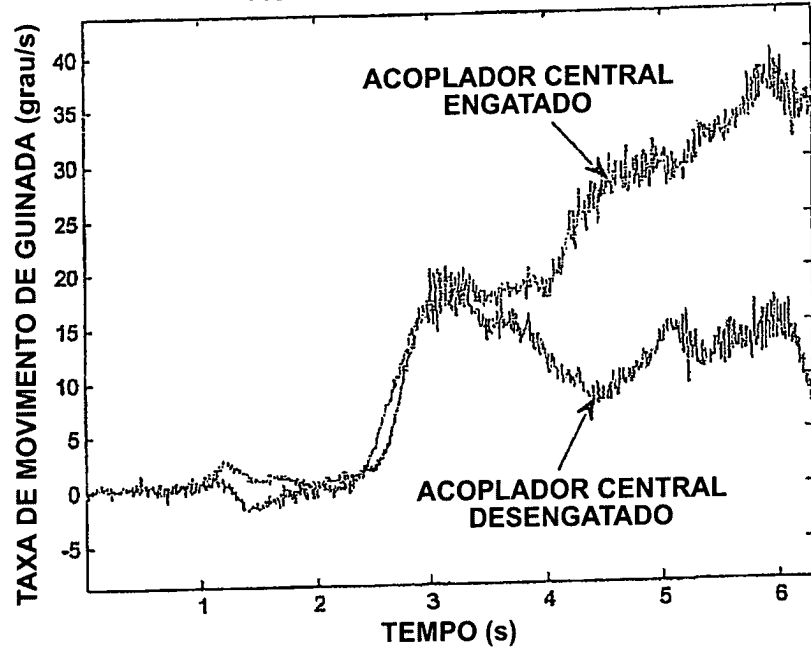


FIG.9

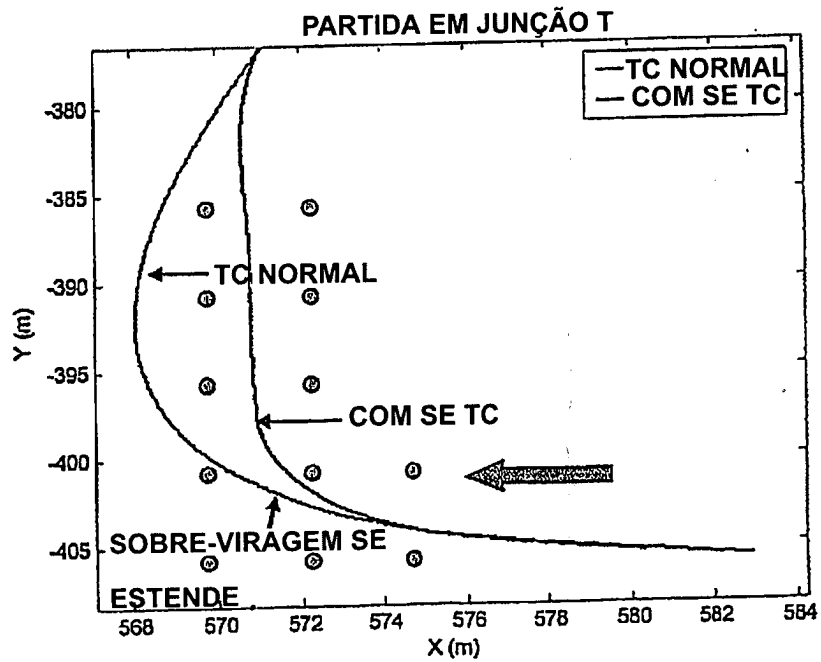


FIG.10

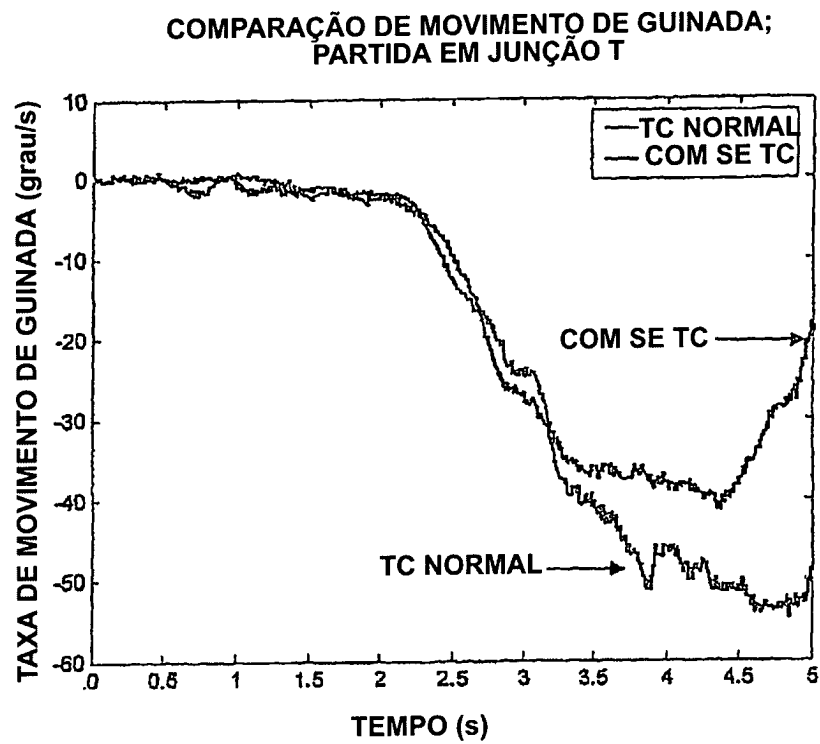


FIG.11

RESUMO

"SISTEMA DE CONTROLE PARA UM VEÍCULO".

Um sistema de controle para um veículo, tendo primeiro e segundo eixos, é provido, o qual inclui um aparelho de acoplamento adaptado para distribuir torque entre o primeiro e o segundo eixo e um controlador de tração para controlar a operação do aparelho diferencial desde a partida do veículo até uma velocidade pré-determinada do veículo. O controlador de tração é configurado para engatar o aparelho de acoplamento em um primeiro estado de operação de acordo com pelo menos um primeiro parâmetro de veículo indicativo de uma condição de operação de baixa tração e para também controlar o engrenamento do aparelho de acoplamento em um segundo estado de operação do veículo durante a condição de operação de baixa tração de acordo com uma diferença entre uma taxa atual de movimento de guinada do veículo e uma taxa alvo pré-determinada de movimento de guinada do veículo.