



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

(11) PI 0925076-0 B1



(22) Data do Depósito: 29/06/2009

(45) Data de Concessão: 19/05/2020

(54) Título: MÉTODO E SISTEMA PARA ASSISTÊNCIA A UM MOTORISTA DE UM VEÍCULO DURANTE OPERAÇÃO

(51) Int.Cl.: B62D 5/00; B62D 6/00.

(73) Titular(es): VOLVO LATS VAGNAR AB.

(72) Inventor(es): POHL, JOCHEN; RANGNHULT, STEN; HULTÉN, JOHAN.

(86) Pedido PCT: PCT SE2009000338 de 29/06/2009

(87) Publicação PCT: WO 2011/002347 de 06/01/2011

(85) Data do Início da Fase Nacional: 29/12/2011

(57) Resumo: MÉTODO E SISTEMA PARA ASSISTÊNCIA A UM MOTORISTA DE UM VEÍCULO DURANTE OPERAÇÃO A presente invenção se refere a um método para assistência a um motorista de um veículo durante operação por provisão do motorista com um reconhecimento de direção desejada, em que o método compreende as etapas de: - determinação de uma força de guia de dispositivo de direção desejada compreendendo uma parte representando uma fricção desejada em uma disposição de direção; e - provisão do motorista com o reconhecimento de direção desejada fundamentado sobre a força de guia de dispositivo de direção determinada.

MÉTODO E SISTEMA PARA ASSISTÊNCIA A UM MOTORISTA DE UM VEÍCULO DURANTE OPERAÇÃO

CAMPO TÉCNICO

[001] A presente invenção se refere a um método e um sistema para assistência a um motorista de um veículo durante operação por provisão do motorista com um reconhecimento de direção desejada.

PANORAMA DO ESTADO DA TÉCNICA

[002] É conhecido proporcionar o motorista com um reconhecimento de direção desejada por aplicação de uma força de guia para o dispositivo de direção fundamentada sobre diferentes parâmetros de entrada, tal como deflexão de dispositivo de direção, aceleração lateral, taxa de guinada (golpe) de direção e velocidade de veículo.

[003] A força de guia exercida em cima do dispositivo de direção é resistente se contraria/contrapõe para a força aplicada pelo motorista em cima do dispositivo de direção, ou de apoio/suporte se atua na mesma direção como a força aplicada pelo motorista em cima do dispositivo de direção, por consequência, por exemplo, reduzindo o efeito de, por exemplo, forças de fricção atuando sobre as rodas e os assemelhados que são experimentadas pelo motorista como resistência quando operando o dispositivo de direção.

[004] O dispositivo de direção é normalmente formado por um volante de direção convencional no caso de um veículo. Entretanto, a presente invenção é aplicável para outros dispositivos de direção, tais como um *joystick* (leme, timão) botão (*nipple*) deslizante ou qualquer outro dispositivo de direção adequado para direção do veículo. Por exemplo, no caso em que o dispositivo de direção é um volante de direção, a força de guia irá aparecer como um torque de guia exercido em cima do volante de direção. Por consequência, neste caso, a expressão reconhecimento de direção simboliza o torque de volante de direção experimentado pelo motorista durante

operação do veículo.

[005] A patente europeia número **EP 1.431.160** apresenta um sistema para estimativa de um torque de resistência de volante de direção fundamentado sobre o ângulo de rotação de volante de direção, velocidade de veículo e aceleração lateral ou taxa de guinada de direção. O volante de direção é conectado para as rodas de estrada por intermédio de uma disposição de eixo de direção e o torque de resistência de volante de direção entregue é mensurado e comparado com o torque de resistência de volante de direção estimado, onde por intermédio do que o torque de resistência de volante de direção entregue é adaptado por utilização de um controlador de resposta (de retorno) para ser substancialmente o mesmo como o torque de resistência de volante de direção estimado. Foi estabelecido que este sistema em determinadas operações pode ser considerado como instável. Adicionalmente, foi estabelecido que o reconhecimento de direção é reduzido quando tracionando/dirigindo em curvas longas.

RESUMO DA INVENÇÃO

[006] Um objetivo da presente invenção é o de conseguir um método para assistência a um motorista que cria condições para um reconhecimento de direção aperfeiçoado.

[007] Este objetivo da presente invenção é conseguido pelo método definido na reivindicação independente 1 posteriormente. Por consequência, o objetivo da presente invenção é conseguido pelo método que compreende as etapas de:

- determinação de uma força de guia de dispositivo de direção desejada compreendendo uma parte representando uma fricção desejada em uma disposição de direção; e
- provisão do motorista com o reconhecimento de direção desejada fundamentado sobre a força de guia de

dispositivo de direção determinada.

[008] A presente invenção é fundamentada sobre a compreensão de que um determinado reconhecimento de fricção é desejado, ver adicionalmente mais abaixo. Preferivelmente, a força de guia de dispositivo de direção desejada representa uma fricção nominal, desejada. Referida expressão "disposição de direção" pode ser uma disposição de direção nominal.

[009] A força de guia de dispositivo de direção desejada determinada pode ser fundamentada sobre informação adicional, tais como adicionais características de direção desejada em adição para o componente de fricção. Por consequência, a força de guia de dispositivo de direção desejada determinada pode ser uma soma de forças desejadas (tais como componentes de torque).

[010] Preferivelmente, o veículo compreende uma disposição de direção efetiva compreendendo um dispositivo de direção manual, pelo menos um par de membros de engate ao solo e uma interconexão mecânica entre o dispositivo de direção manual e referidos membros de engate ao solo.

[011] Em concordância com uma concretização exemplificativa da presente invenção, o método compreende a etapa de provisão do motorista com o reconhecimento de direção desejado por aplicação de uma força de guia de dispositivo de direção final fundamentada sobre a força de guia de dispositivo de direção desejada para um dispositivo de direção manualmente operado. Referido dispositivo de direção manualmente operado é preferivelmente formado por um volante de direção. A expressão "final" levando-se em consideração a força de guia de dispositivo de direção define neste caso que a força de guia de dispositivo de direção ativamente suprida não necessariamente se iguala para a força de guia de dispositivo de direção desejada determinada. Por

exemplo, o método compreende a etapa de determinação de uma força efetiva para o dispositivo de direção resultante a partir da disposição de direção de veículo efetiva durante operação, e de determinação de um valor de uma força de guia de dispositivo de direção final para ser aplicada para o dispositivo de direção por subtração de um valor da força efetiva determinada a partir de um valor da força de guia de dispositivo de direção desejada determinada.

[012] Preferivelmente, a força efetiva é formada por um torque efetivo para o volante de direção, que é determinada por intermédio de um elemento elástico, tal como uma barra de torção, na disposição de direção.

[013] Preferivelmente, um torque de direção é determinado por mensuração da torção da barra de torção na disposição de direção. Mais precisamente, um primeiro sensor angular é disposto em uma primeira extremidade da barra de torção e um segundo sensor angular é disposto em uma segunda extremidade da barra de torção (oposta para a primeira extremidade). O torque de direção pode ser determinado fundamentado sobre a movimentação angular relativa (torção) da barra de torção e sobre a rigidez da barra de torção. Em concordância com uma alternativa, uma ou diversas bitolas (graduações) de tensão podem ser utilizadas.

[014] Em concordância com uma concretização exemplificativa da presente invenção, o método compreende a etapa de pelo menos supressão de um reconhecimento de direção de motorista a partir da influência de fricção em uma disposição de direção no veículo, que é configurada para dirigir (girar, virar) pelo menos um membro de engate ao solo.

[015] A supressão do reconhecimento de direção de motorista a partir da influência de fricção na disposição de direção é preferivelmente realizada por intermédio de uma

assim chamada função de gerador de referência ou de qualquer outro recurso conhecido de dispositivo ou função de compensação de fricção.

[016] A supressão do reconhecimento de direção de motorista a partir da influência de fricção na disposição de direção é preferivelmente realizada simultaneamente como a aplicação da força de guia de dispositivo de direção. Preferivelmente, um reconhecimento de direção de motorista é desacoplado a partir da influência de fricção na disposição de direção. Por consequência, a influência de fricção na disposição de direção é preferivelmente completamente removida.

[017] Esta concretização da presente invenção cria condições para utilização de um sistema de Direção Assistido por Energia Elétrica (**EPAS**) [*Electrical Power Assisted Steering (EPAS) system*]. Especialmente, o método é aplicável em sistemas de direção onde existe uma conexão mecânica entre o dispositivo de direção e o solo, mas onde a reconhecimento de direção inerente resultante a partir da conexão mecânica durante operação é eliminado ou pelo menos suprimido.

[018] Por exemplo, a fricção mecânica inerente na disposição de direção efetiva depende de diferentes condições operacionais, tais como tolerâncias de manufatura, desgaste, temperatura, idade, etc. Por consequência, a fricção mecânica na conexão mecânica é diferente para diferentes veículos individuais e varia ao longo do tempo. Por consequência, esta concretização da presente invenção cria condições para desacoplamento do *hardware* (conexão mecânica) a partir do reconhecimento de direção de fricção. Em outras palavras, a concretização da presente invenção cria condições de um reconhecimento de direção de fricção independente de aplicação (independente de *hardware*).

[019] Preferivelmente, o método compreende a etapa de determinação de uma força de guia de dispositivo de

direção desejada fundamentada sobre um estado de veículo, tal como ângulo de direção. O ângulo de direção é preferivelmente definido por uma deflexão de volante de direção.

[020] Preferivelmente, o método compreende a etapa de aplicação da força de guia de dispositivo de direção determinada para a disposição de direção e simultaneamente pelo menos supressão de perturbações de dispositivo de direção resultantes a partir da interconexão mecânica.

[021] Preferivelmente, uma força de guia de dispositivo de direção entregue é mensurada e comparada com uma força de guia de dispositivo de direção desejada e estimada, em que a força de guia de dispositivo de direção desejada é adaptada por utilização de um controlador de resposta/retorno para ser substancialmente a mesma como a força de guia de dispositivo de direção desejada através de adaptação da quantidade de referida força de guia.

[022] Em concordância com uma concretização exemplificativa adicional da presente invenção, o método compreende a etapa de determinação da força de guia de dispositivo de direção por intermédio de pelo menos um modelo de fricção pré-determinado da fricção desejada na disposição de direção de veículo. Preferivelmente, o método compreende a etapa de aplicação da força de guia de dispositivo de direção para a disposição de direção por intermédio de um acionador.

[023] Em concordância com uma concretização exemplificativa adicional da presente invenção, o modelo de fricção representa a fricção entre um elemento flexível e o dispositivo de direção na disposição de direção, em que o elemento flexível é configurado para um deslocamento relativo em uma direção circunferencial em torno de um eixo geométrico de direção, deslocamento que é gerado entre um eixo superior e um eixo inferior da disposição de direção. Esta

concretização da presente invenção é fundamentada sobre a compreensão de que esta fricção especificamente definida é vantajosa para o reconhecimento de direção.

[024] O deslocamento na direção circunferencial é gerado entre um eixo superior e um eixo inferior da disposição de direção em concordância com giro (volta, virada) do volante de direção com torção do elemento flexível (barra de torção) interposto entre o eixo superior e o eixo inferior da disposição de direção.

[025] Fricção na coluna de direção superior é desejada devida para o fato de que:

- fricção dissipa energia e, por consequência, adiciona amortecimento (de uma maneira não linear) para o sistema;
- uma determinada quantidade de fricção reduz o torque do motorista em curvas longas, o motorista pode, por assim dizer, "descansar seus braços em fricção"; e
- um sistema de direção sem fricção é experimentado como uma mola pura.

[026] Em concordância com uma concretização exemplificativa adicional da presente invenção, o modelo de fricção é configurado para não representar a fricção entre um acionador por aplicação da força de guia de dispositivo de direção para o dispositivo de direção e para o elemento flexível na disposição de direção, mas com mais probabilidade representa a quantidade desejada de fricção entre volante de direção e o dispositivo flexível. Esta concretização da presente invenção é fundamentada sobre a compreensão de que somente esta fricção especificamente definida é vantajosa para o reconhecimento de direção.

[027] Por consequência, fricção em um sistema de direção assistido por energia elétrica é distinguida em duas categorias separadas, a saber:

- fricção acima da barra de torção, que (em um

determinado grau) é desejada; e

- fricção entre o acionador elétrico e a barra de torção, que é indesejada a partir de um ponto de vista de controle e de estabilidade.

[028] Um objetivo adicional da presente invenção é o de conseguir um sistema para assistência a um motorista que cria condições para um reconhecimento de direção aperfeiçoado.

[029] Este objetivo da presente invenção é conseguido pelo método definido na reivindicação independente 11 posteriormente. Por consequência, este objetivo da presente invenção é conseguido por um sistema de assistência a um motorista de um veículo durante operação por provisão do motorista com o reconhecimento de direção desejado, caracterizado pelo fato de que compreende um recurso para determinação de uma força de guia de dispositivo de direção desejada compreendendo uma parte representando uma fricção desejada em uma disposição de direção, e recurso para provisão do motorista com o reconhecimento de direção desejado fundamentado sobre a força de guia de dispositivo de direção determinada.

[030] Em concordância com uma concretização exemplificativa da presente invenção, o sistema compreende um recurso para supressão de um reconhecimento de direção de motorista a partir da influência de fricção em uma disposição de direção no veículo, que é configurado para dirigir (girar, virar) pelo menos um membro de engate ao solo.

[031] Em concordância com uma concretização exemplificativa adicional da presente invenção, referido recurso para determinação de uma força de guia de dispositivo de direção compreende pelo menos um modelo de fricção pré-determinado da fricção desejada na disposição de direção de veículo.

[032] Em concordância com uma concretização

exemplificativa adicional da presente invenção, o modelo de fricção representa a fricção entre um elemento flexível e o dispositivo de direção na disposição de direção, em que o elemento flexível é configurado para um deslocamento relativo em uma direção circunferencial em torno de um eixo geométrico de direção, deslocamento que é gerado entre um eixo superior e um eixo inferior da disposição de direção.

[033] Concretizações exemplificativas adicionais e vantagens das mesmas emergem a partir da descrição a seguir, desenhos e reivindicações acompanhantes.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[034] A presente invenção irá ser descrita em maiores detalhes subseqüentemente com referência para a concretização mostrada nos **Desenhos** acompanhantes, nos quais:

Figura 1 esquematicamente mostra um sistema para desempenho do método inventivo em concordância com uma concretização da presente invenção; e

Figuras 2 - 3 mostra uma concretização para um modelo de fricção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE CONCRETIZAÇÕES PREFERIDAS DA INVENÇÃO

[035] A presente invenção é a seguir descrita para aplicação em um caminhão. Entretanto, a presente invenção não deveria ser considerada como limitada para caminhões, mas a mesma pode ser aplicada também em outros veículos, tais como carros/automóveis. A **Figura 1** esquematicamente mostra um sistema **(1)** para desempenho de um método de controle em concordância com uma concretização da presente invenção. O sistema **(1)** compreende uma disposição de direção mecânica **(2)**, que pode ser de um tipo convencional. A disposição de direção mecânica **(2)** compreende um dispositivo de direção **(3)** na forma de um volante de direção, pelo menos um membro de engate ao solo **(4)** na forma de uma roda e uma conexão

mecânica (5) entre o volante de direção (3) e as rodas (4) para transmissão mecânica dos sinais de direção a partir do volante de direção (3) para as rodas (4).

[036] O volante de direção (3) é disposto em um compartimento de veículo de passageiros e operado manualmente pelo motorista do veículo para direcionar as rodas (4). A disposição de direção (2) compreende um recurso de ligação/conexão de direção (6) se estendendo a partir do volante de direção (3) para baixo para um Sistema Assistido por Energia Hidráulica (*HPAS*) (7) [*Hydraulic Power Assisted System (HPAS)*] para conversão de rotação angular na ligação/conexão de direção (6) para uma movimentação linear por intermédio de um membro de direção (8). O recurso de ligação de direção (6) compreende uma engrenagem de direção elétrica. O *HPAS* pode ser de tipo convencional compreendendo um cilindro hidráulico (não mostrado) e barra de torção (não mostrada). O membro de direção (8) é acoplado sobre extremidades opostas para uma roda esquerda e direita (4) e configurado para direcionar (virar) as rodas (4) em resposta para sinais de direção a partir do volante de direção (3).

[037] O sistema (1) adicionalmente compreende um acionador (9) para proporcionar ajustamento suportado do ângulo de direção. O acionador (9) é preferivelmente formado por um motor elétrico. O acionador (9) proporciona uma força de guia, e mais especificamente um torque de guia, ou torque de assistência, para a montagem de direção para assistência a um motorista no volante de direção. O motor elétrico pode ser disposto ao redor de uma coluna de direção na disposição de direção (2), em que o campo magnético atua diretamente na coluna de direção. Alternativamente, o motor elétrico pode ser disposto além da coluna de direção e atuar na coluna de direção por intermédio de uma ligação mecânica, preferivelmente por intermédio de engrenagens de pinhão.

[038] O sistema (1) adicionalmente compreende um

dispositivo de mensuração de torque, ou sensor, **(10)** para mensuração de um torque manual aplicado pelo motorista para o volante de direção. O dispositivo de mensuração de torque **(10)** é de constituição elástica e preferivelmente compreende uma barra de torção. Em outras palavras, um ângulo de volante de direção é mensurado por intermédio da barra de torção. Mais especificamente, a engrenagem de direção elétrica compreende referida barra de torção. Em outras palavras, o sensor de torque **(10)** detecta, na medida em que o torque de direção é aplicado para o volante de direção, um deslocamento relativo em uma direção circunferencial que é gerado entre o eixo superior e o eixo inferior do eixo de direção virando sobre o eixo do volante de direção em concordância para virar o volante de direção com torção da barra de torção interposta entre o eixo superior e o eixo inferior da disposição de direção.

[039] O sistema **(1)** adicionalmente compreende um sistema de Direção Assistido por Energia Elétrica (**EPAS**) [*Electrical Power Assisted Steering (EPAS) system*] **(11)**. O **EPAS (11)** compreende um circuito (*loop*) de regulação **(12)** (controlador de resposta), que é configurado para conseguir uma direção livre de torque. O circuito de regulação **(12)** é configurado para receber um sinal de entrada indicativo de um torque de direção corrente no volante de direção **(3)**. O sinal de entrada é recebido a partir do dispositivo de mensuração de torque **(10)**. Fundamentalmente, o circuito de regulação **(12)** é configurado para dar saída para um sinal para o acionador **(9)** de maneira que referida direção livre de torque é conseguida.

[040] O circuito de regulação **(12)** compreende um controlador, ou regulador, **(27)** que compreende uma função de filtro. A função de filtro pode ser fundamentada sobre um modelo inverso das dinâmicas de direção do presente veículo. Adicionalmente, o regulador **(27)** pode ser configurado para

reduzir erros no modelo e para reduzir perturbações e ruído de mensuração de maneira a reduzir o risco de instabilidade no sistema.

[041] O regulador (27) é configurado para receber um sinal indicativo de um torque para ser aplicado para a disposição de direção por intermédio do motor elétrico e em resposta para o mesmo produz um sinal de saída. O circuito de regulagem (12) adicionalmente compreende um recurso de controle de motor elétrico (28), que é configurado para receber o sinal de saída indicativo de um torque a partir do regulador (27) e produz um sinal com um correspondente valor de corrente para o motor elétrico. Em concordância com uma alternativa, o regulador (27) e o recurso de controle de motor elétrico (28) são combinados em um controlador único.

[042] O *EPAS* adicionalmente compreende uma função de controle (13), abaixo referenciada como um gerador de referência, que é configurado para determinar um torque desejado para ser aplicado para o volante de direção de maneira a proporcionar o motorista com um reconhecimento de direção desejado. Em outras palavras, o gerador de referência descreve um veículo nominal.

a. Adicionalmente, o gerador de referência (13) é operativamente conectado para o circuito de regulagem (12) e dá saída para um sinal indicativo de um torque de direção desejado. O circuito de regulagem é configurado para comparar o torque de direção desejado para o torque de direção corrente, efetivo, e continuamente adaptar o sinal de saída para o acionador de maneira que o torque de direção desejado é transmitido para o motorista. Em outras palavras, o acionador é controlado de maneira que o mesmo aplica a diferença em torque entre o valor de torque desejado a partir do gerador de referência e o torque efetivo, corrente, na montagem de direção de maneira que o torque efetivo é controlado para substancialmente igualar o torque desejado.

[043] O gerador de referência **(13)** compreende pelo menos um modelo de operação de força de guia de dispositivo de direção e no exemplo na **Figura 1** uma pluralidade de modelos de operação de força de guia **(14, 15, 16, 17, 18)**. O modelo de operação de força de guia preferivelmente compreende um modelo matemático. O/s modelo/s é/são projetado/s de uma maneira para conseguir um reconhecimento de direção desejado no dispositivo de direção. Por consequência, o/s modelo/s pode/m ser projetado/s de diferentes maneiras para diferentes tipos de veículo e/ou para diferentes reconhecimentos de direção desejados.

[044] Adicionalmente, o/s modelo/s compreende/m pelo menos um parâmetro de característica de direção desejado. Mais especificamente, cada modelo é configurado para produzir um valor de torque de guia (**T**) para um desejado e pré-determinado parâmetro de característica de direção fundamentado sobre pelo menos uma entrada **(19)**. Em outras palavras, o parâmetro de característica de direção é uma força de guia influenciando parâmetro operacional. Cada modelo compreende uma função matemática, em que o valor de torque é determinado como uma função de um valor da entrada, ver exemplos ilustrados das funções na **Figura 1**.

[045] Os valores de torques individuais resultantes a partir dos modelos são somados para uma soma de torque, que forma uma saída **(20)** a partir do gerador de referência. Em concordância com a concretização mostrada da presente invenção, o gerador de referência compreende modelos para os seguintes parâmetros de característica de direção: aceleração lateral de veículo, amortecimento de movimentações de dispositivo de direção, fricção de pneu, alinhamento próprio do dispositivo de direção para uma posição neutra e fricção na conexão mecânica entre o dispositivo de direção e as rodas.

[046] A entrada de sinais para o gerador de

referência compreende pelo menos um sinal indicativo de uma intenção de direção do motorista, tal como um ângulo de volante de direção (δ) e uma taxa de mudança do ângulo de volante ($d\delta/dt$). Em concordância com uma alternativa para O ângulo de volante de direção, o sinal indicativo de uma intenção de direção pode ser um ângulo de motor elétrico ou um ângulo de roda. Em concordância para uma alternativa a taxa de mudança do ângulo do volante de direção, o sinal indicativo de uma intenção de direção pode ser uma taxa de mudança do ângulo de motor elétrico ou uma taxa de mudança do ângulo de roda.

[047] A entrada de sinais para o gerador de referência compreende pelo menos um sinal indicativo de uma movimentação de carroceria de veículo, tal como aceleração lateral (A_y) e/ou taxa de guinada (de direção). Uma tal movimentação de carroceria de veículo pode ser sensorizada por um sensor disposto no veículo.

[048] O modelo de aceleração lateral de veículo **(14)** representa um relacionamento pré-determinado entre um valor de torque de guia e a aceleração lateral corrente para consecução de um reconhecimento de direção desejado. Por conseqüência, o modelo **(14)** recebe um sinal indicativo de uma aceleração lateral corrente como um sinal de entrada. Em concordância com a função de exemplo mostrada na **Figura 1**, o valor de torque aumenta dramaticamente para pequenos valores de entrada da aceleração lateral. Adicionalmente, o valor de torque aumenta substancialmente menos para maiores valores de entrada da aceleração lateral. Em outras palavras, a curva se achata. O modelo de aceleração lateral de veículo **(14)** é preferivelmente um mapeamento estatístico puro. Em concordância com um exemplo preferido, a aceleração lateral de veículo é o parâmetro de característica de direção o mais importante.

[049] O modelo de amortecimento **(15)** representa um

relacionamento pré-determinado entre um valor de torque de guia e a velocidade de direção corrente para consecução de um reconhecimento de direção desejado. Por consequência, o modelo de amortecimento **(15)** preferivelmente recebe um sinal indicativo de uma velocidade de volante de direção (taxa de mudança da posição de coluna de direção). Em concordância com a função de exemplo mostrada na **Figura 1**, o valor de torque aumenta dramaticamente para pequenos valores de entrada da velocidade de volante de direção. Adicionalmente, o valor de torque aumenta substancialmente menos para maiores valores de entrada da velocidade de volante de direção. Em outras palavras, a curva se achata. O modelo de amortecimento **(15)** é preferivelmente um mapeamento estatístico puro. A saída de valor de torque a partir do modelo de amortecimento é configurada para atuar em uma direção oposta levando-se em consideração a velocidade de volante de direção corrente. O modelo de amortecimento é preferivelmente projetado de maneira que o torque resultante é menor para velocidades de volante de direção mais altas e mais alto para velocidades de volante de direção menores. Desta maneira, o torque de amortecimento é proporcional para a velocidade de volante de direção durante tração normal e limitado para um valor máximo durante manobras de estacionamento ou evasivas.

[050] Por consequência, o modelo de aceleração lateral de veículo **(14)** e o modelo de amortecimento **(15)** são ligados/conectados um para o outro.

[051] O modelo de alinhamento próprio **(17)** representa um relacionamento pré-determinado entre um valor de torque de guia e o ângulo de volante de direção corrente para consecução de um reconhecimento de direção desejado. Por alinhamento próprio do dispositivo de direção para uma posição neutra se quer significar um retorno ativo, isto é, o retorno do volante de direção liberado para um ajustamento central. O modelo de alinhamento próprio **(17)** preferivelmente

recebe um sinal indicativo do ângulo de volante de direção e um sinal indicativo de velocidade de veículo como sinais de entrada. O propósito do sinal de entrada de velocidade de veículo é para se ter capacidade para modular o torque de alinhamento desejado com a velocidade de veículo corrente de uma maneira que o torque de alinhamento próprio pode ser reduzido durante tração/direção em alta velocidade.

[052] Levando-se em consideração os modelos de fricção **(16, 18)**; uma determinada quantidade de reconhecimento de fricção no volante de direção é desejada. Por exemplo, fricção de *Coulomb* é desejada durante uma manipulação centrada de maneira a conseguir uma construção de torque desejada para pequenos desvios de ângulo de volante de direção. Adicionalmente, fricção de *Coulomb* é como tal desejada enquanto curvas longas de tração/direção, de maneira que as forças de direção sejam reduzidas, em que o motorista pode "descansar" o volante de direção sobre a fricção.

[053] O modelo de pneu **(16)** compreende uma curva de histerese, que representa um modelo de pneu. Preferivelmente, o modelo **(16)** é um modelo dinâmico de um pneu sem rolagem levando-se em consideração torque de direção. A relação entre o ângulo de volante de direção e o torque é dada por um relacionamento físico, onde a deflexão de elementos de borracha individuais é modelada dependendo do ângulo diferencial do volante de direção e a torção e relaxamento dos elementos de borracha devido para o fato do pneu em rolagem. O modelo resultante fornece, por consequência, um efeito de histerese menor com velocidade de veículo crescente e frequência de ângulo de direção constante.

[054] O método inventivo cria condições para cancelamento do efeito de fricção efetivo no volante de direção resultante a partir da disposição de direção efetiva e ao invés disso aplicando um torque de resistência desejado para o volante de direção, que representa um reconhecimento

de fricção nominal para o motorista. Por consequência, o *hardware* (disposição de direção mecânica) é desacoplado a partir do reconhecimento de direção de fricção. Em outras palavras, a concretização cria condições de um reconhecimento de direção de fricção independente de aplicação (independente de *hardware*).

[055] O modelo de fricção de pneu (16) e o modelo de fricção de conexão mecânica (18) são em princípio similares um para o outro. O modelo de fricção de pneu (16) representa a fricção entre o pneu e o solo enquanto o modelo de fricção de conexão mecânica (18) representa a fricção na montagem de coluna de direção de volante de direção superior. Por consequência, uma rigidez de fricção inchada no modelo de fricção de conexão mecânica (18) é mais alto do que no modelo de fricção de pneu (16). O modelo de fricção de pneu (16) preferivelmente recebe um sinal indicativo de um ângulo de direção e um sinal indicativo de velocidade de veículo. O modelo de fricção de conexão mecânica (18) preferivelmente recebe um sinal indicativo de um ângulo de volante de direção.

[056] As Figuras 2 - 3 mostram em maiores detalhes um exemplo do modelo de fricção (16, 18). O valor do ângulo de direção (δ) é entrada para uma primeira caixa (501) representando uma rigidez (K), que corresponde para uma rigidez de mola inchada em *Nm/Rad*. O valor resultante a partir da primeira caixa (501) é entrada para uma segunda caixa (503) representando uma derivada como indicada pelo operador de Laplace (s). O sinal de ângulo de volante de direção derivado, isto é, a velocidade de ângulo de volante de direção multiplicada com a rigidez (K) é passada para uma terceira caixa (505) representando uma função de integração com funcionalidade antiterminação (*Anti Windup*), indicada através dos limites integradores e o inverso do transformador de Laplace. Os valores limites são escolhidos de maneira a

limitar o torque de fricção para os valores máximos e mínimos desejados. A funcionalidade antiterminação mencionada é intencionada para cessar integração, uma vez que os limites integradores são alcançados. O relacionamento entre o ângulo de volante de direção (δ) e o valor de torque de saída é mostrado na **Figura 2**.

[057] O/s modelo/s de característica de direção (**14, 15, 16, 17, 18**) é/são preferivelmente projetado/s de maneira que um diferente parâmetro de característica de direção toma precedência sobre os outros em diferentes cenários de tração/direção. Em concordância com um exemplo, a aceleração lateral é configurada para tomar precedência sobre os outros parâmetros de característica de direção durante tração/direção em alta velocidade. Em concordância com um exemplo adicional, fricção de sistema de direção e fricção de pneu são configuradas para tomar precedência sobre os outros parâmetros de característica de direção durante tração/direção em baixa velocidade. O torque de amortecimento é igualmente ativo independentemente de velocidade de veículo. Em concordância com um exemplo adicional, o alinhamento próprio é configurado para tomar precedência sobre os outros parâmetros de característica de direção durante tração/direção em um intervalo de velocidade intermediário entre a alta velocidade e a baixa velocidade.

[058] A presente invenção diz respeito a um método para assistência ao motorista do veículo durante operação. Em concordância com uma concretização preferida da presente invenção, o método de controle é configurado para possibilitar um controle da característica de direção experimentada por um motorista do veículo durante deslocamento/viagem. Em outras palavras, o método de controle é configurado para proporcionar o operador com um reconhecimento de direção (ou sensibilidade de direção ou resposta tátil) através do volante de direção.

[059] Levando-se em consideração reconhecimento de fricção, em concordância com uma concretização exemplificativa da presente invenção, o método compreende a etapa de determinação do torque de resistência desejado fundamentado sobre uma entrada representando um ângulo de direção. Por determinação de uma direção do ângulo de direção efetivo (sentido horário ou sentido anti-horário) e instantaneamente aplicação de um torque na mesma direção, o efeito da fricção na disposição de direção pode ser efetivamente cancelado.

[060] O ângulo de direção é preferivelmente determinado por mensurar uma deflexão de volante de direção. Alternativamente, o ângulo de direção pode ser determinado por mensurar um ângulo de roda ou qualquer lugar entre o volante de direção e a roda de engate ao solo na disposição de direção mecânica.

[061] O gerador de referência **(13)** e o circuito de regulagem **(12)**, compreendendo os controladores **(27, 28)**, são preferivelmente implementados em *software*.

[062] Um valor da aceleração lateral de veículo pode ser estimado a partir de uma taxa de guinada (de direção) de veículo mensurada.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para assistência a um motorista de um veículo durante operação por provisão do motorista com um reconhecimento de direção desejada, **caracterizado pelo fato** de que compreende as etapas de:

- determinar uma força de guia de dispositivo de direção desejada compreendendo uma parte representando uma fricção desejada em uma disposição de direção; e
- prover o motorista com o reconhecimento de direção desejada fundamentado sobre a força de guia de dispositivo de direção determinada.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato** de que compreende prover o motorista com o reconhecimento e direção desejada por aplicação de uma força de guia de dispositivo de direção final fundamentada sobre a força de guia de dispositivo de direção desejada para um dispositivo de direção manualmente operado.

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato** de que compreende as etapas de:

- determinar uma força efetiva para o dispositivo de direção resultante a partir de uma disposição de direção de veículo efetiva durante operação; e
- determinar um valor de uma força de guia de dispositivo de direção final para ser aplicada para o dispositivo de direção por subtração de um valor da força efetiva determinada a partir de um valor da força de guia de dispositivo de direção desejada determinada.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato** de que compreende pelo menos suprimir um reconhecimento de direção de motorista a partir da influência de fricção em uma disposição de direção no veículo, que é configurado para dirigir pelo menos um membro de engate ao solo.

5. Método, de acordo com qualquer uma das

reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato** de que compreende a etapa de determinar a força de guia de dispositivo de direção desejada fundamentada sobre uma entrada representando um estado de veículo.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato** de que a compreende etapa de determinar a força de guia de dispositivo de direção fundamentada sobre uma entrada representando um ângulo de direção.

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato** de que a compreende etapa de determinar a força de guia de dispositivo de direção por intermédio de pelo menos um modelo de fricção pré-determinado da fricção desejada na disposição de direção de veículo.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato** de que o modelo de fricção representa a fricção entre um elemento flexível e o dispositivo de direção na disposição de direção, em que o elemento flexível é configurado para um deslocamento relativo em uma direção circunferencial em torno de um eixo geométrico de direção, deslocamento que é gerado entre um eixo superior e um eixo inferior da disposição de direção.

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo fato** de que o modelo de fricção é configurado para não representar a fricção entre um acionador para aplicação da força de guia de dispositivo de direção para o dispositivo de direção e para o elemento flexível na disposição de direção.

10. Método, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo fato** de que o elemento flexível forma uma barra de torção.

11. Sistema para assistência a um motorista de um veículo durante operação por provisão do motorista com um

reconhecimento de direção desejada, **caracterizado pelo fato** de que compreende um recurso (13) para determinação de uma força de guia de dispositivo de direção desejada compreendendo uma parte representando uma fricção desejada em uma disposição de direção, e recurso (9) para provisão do motorista com o reconhecimento de direção desejada fundamentado sobre a força de guia de dispositivo de direção determinada.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado pelo fato** de que compreende um recurso (12) para supressão de um reconhecimento de direção de motorista a partir da influência de fricção em uma disposição de direção (2) no veículo, que é configurado para dirigir (girar, virar) pelo menos membro de engate ao solo (4).

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 11 ou 12, **caracterizado pelo fato** de que referido recurso (13) para determinação de uma força de guia de dispositivo de direção desejada compreende pelo menos um modelo de fricção pré-determinado (18) da fricção desejada na disposição de direção de veículo.

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado pelo fato** de que o modelo de fricção representa a fricção entre um elemento flexível (10) e o dispositivo de direção (3) na disposição de direção (2), em que o elemento flexível (10) é configurado para um deslocamento relativo em uma direção circunferencial em torno de um eixo geométrico de direção, deslocamento que é gerado entre um eixo superior e um eixo inferior da disposição de direção (2).

15. Sistema para assistência a um motorista de um veículo durante operação por provisão do motorista com um reconhecimento de direção desejada, **caracterizado pelo fato** de que o sistema compreende um controlador para determinação de uma força de guia de dispositivo de direção desejada compreendendo uma parte representando uma fricção desejada

em uma disposição de direção, e um acionador para provisão do motorista com o reconhecimento de direção desejada fundamentado sobre a força de guia de dispositivo de direção determinada.

16. Sistema, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado pelo fato** de que o sistema compreende um circuito de resposta para supressão de um reconhecimento de direção de motorista a partir da influência de fricção em uma disposição de direção no veículo, que é configurada para dirigir pelo menos um membro de engate ao solo.

17. Sistema, de acordo com a reivindicação 15 ou 16, **caracterizado pelo fato** de que referido controlador para determinação de uma força de guia de dispositivo de direção desejada compreende pelo menos um modelo de fricção pré-determinado da fricção desejada na disposição de direção de veículo.

18. Sistema, de acordo com a reivindicação 17, **caracterizado pelo fato** de que o modelo de fricção representa a fricção entre um elemento flexível e o dispositivo de direção na disposição de direção, em que o elemento flexível é configurado para um deslocamento relativo em uma direção circunferencial em torno de um eixo geométrico de direção, deslocamento que é gerado entre um eixo superior e um eixo inferior da disposição de direção.

DESENHO

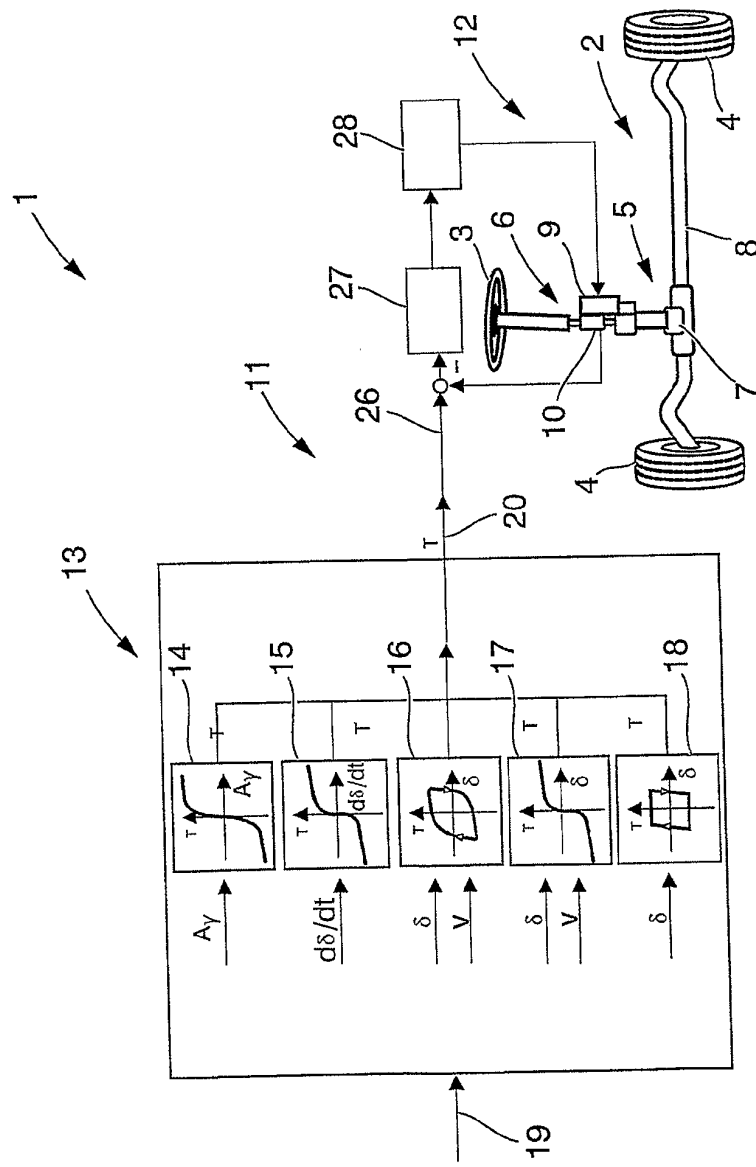
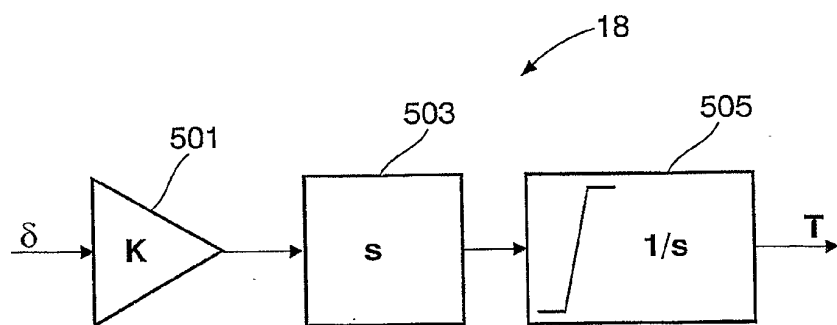
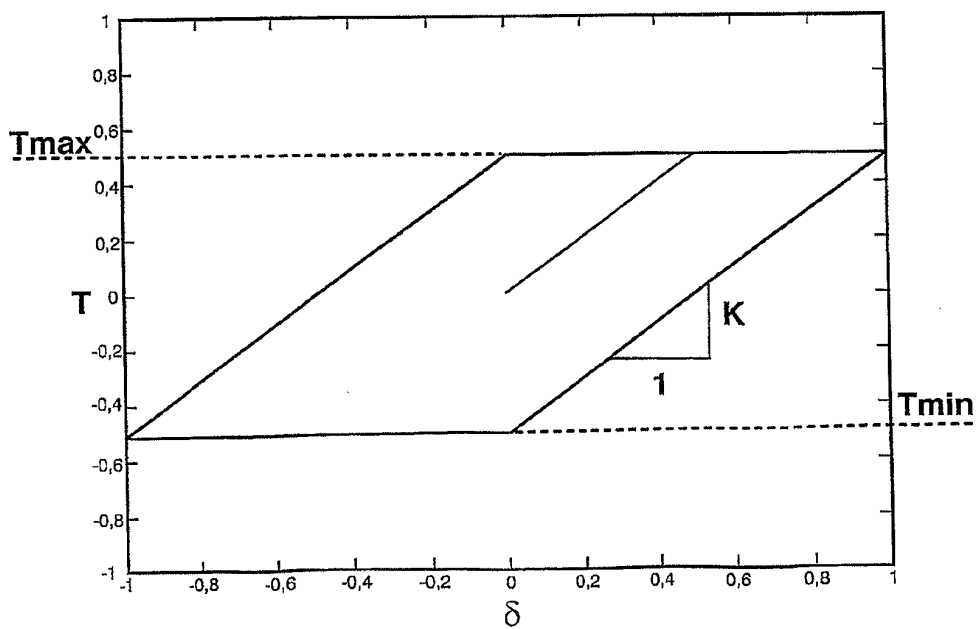


Fig.1

**Fig.2****Fig.3**