



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

(11) PI 0704859-9 B1



(22) Data do Depósito: 20/12/2007

(45) Data de Concessão: 06/11/2018

(54) Título: MÉTODO DE CONTROLE DE FRENAGEM PARA UM VEÍCULO E COMPUTADOR DE FRENAGEM

(51) Int.Cl.: B60T 8/1761; G05B 13/04; G05B 23/02.

(30) Prioridade Unionista: 21/12/2006 FR 06/11227.

(73) Titular(es): MESSIER-BUGATTI-DOWTY.

(72) Inventor(es): JEAN-PIERRE GARCIA; DAVID FRANK; GÉRARD LÉON GISSINGER; MICHEL BASSET; YANN CHAMAILLARD; ARNAUD JACQUET.

(57) Resumo: "MÉTODO DE CONTROLE DE FRENAGEM PARA UM VEÍCULO E COMPUTADOR DE FRENAGEM". A invenção fornece um método de controle de frenagem para um veículo tendo uma pluralidade de rodas (1) providas com pneus (2) e com freios (4), o método de controle incluindo geração de ponto de ajuste de frenagem ($C \sim f_{set}$) para cada roda em resposta a uma instrução de frenagem, e incluindo as seguintes etapas para cada roda: atualizar regularmente um modelo de aderência $C \sim a/C \sim O = f \sim q_1, \dots \sim q_n$ (); representativo de uma relação entre um coeficiente de fricção ($109>$) e uma taxa de deslizamento da roda (); usar o modelo de aderência regularmente estabelecido e sua forma característica para estabelecer, em um dado horizonte de prognóstico, a variação para o ponto de ajuste de frenagem que, enquanto cumprindo com a instrução de frenagem e variação previsível aqui durante o horizonte previsível, também cumpre com uma restrição de cálculo dada (); e reter como o valor para o ponto de ajuste de frenagem um valor da variação como determinado desta maneira que corresponde a um primeiro ciclo de cálculo no horizonte de prognóstico.

“MÉTODO DE CONTROLE DE FRENAGEM PARA UM VEÍCULO E COMPUTADOR DE FRENAGEM”

[0001] A invenção se refere a um método de controlar adaptativamente frenagem para um veículo.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[0002] Métodos de controlar de frenagem para um veículo, tendo uma pluralidade de rodas, provido com pneus e freios são conhecidos, com o método para controle gerando um ponto de ajuste de frenagem para cada roda em resposta a uma instrução de frenagem. O método de controle inclui proteção anti-travamento, e.g. incluindo as seguintes etapas para cada roda:

estimar a taxa de deslizamento da roda como sendo igual a $\tau = 1 - R\omega/v$ onde R é o raio de rolamento da roda, ω a velocidade angular da citada roda, e v a velocidade longitudinal da aeronave; e

se a taxa de deslizamento é maior do que a taxa de deslizamento ótima, reduzir o ponto de ajuste de frenagem para uma roda de forma que a taxa de deslizamento volte a ser menor do que a taxa de deslizamento ótima, a taxa de deslizamento ótima sendo aquela para a qual o pneu provido na roda coopera com a pista para desenvolver um coeficiente máximo de fricção.

[0003] O ponto de ajuste de frenagem pode ser igualmente bem constituído por uma pressão hidráulica aplicada a pistões quando o freio é um freio hidráulico, ou uma força aplicada pelos impulsores de atuadores eletromecânicos quando o freio é um freio elétrico, ou ainda um torque de frenagem a ser desenvolvido pelo freio em questão.

[0004] Esse método de controle serve para limitar travamento de roda, melhorando assim consideravelmente o desempenho de frenagem e habilitando o veículo a ser parado em pequenas distâncias.

[0005] Em geral a taxa de deslizamento ótima é pré-determinada, e.g. a um valor de 8%. Não obstante, é sabido que as características de fricção entre rodas e uma pista são essencialmente variáveis e que a taxa de deslizamento ótima pode variar em função de condições encontradas pelas rodas no solo (pista seca, molhada,

coberta de neve, com gelo,...), de modo que a taxa de deslizamento ótima pré-determinada não pode corresponder a todas as condições citadas.

[0006] Métodos de estimação são conhecidos e servem para atualizar algumas características de fricção entre a roda e a pista. Por exemplo, documento DE 10 2005 001 770 descreve um método de regular a taxa de deslizamento em um sistema antitravamento, o método incluindo a etapa de atualizar um modelo de aderência parametrizado que é representativo de uma relação entre um coeficiente de fricção e uma taxa de deslizamento, e de deduzir a partir da mesma daí uma taxa de deslizamento ótima atualizada.

[0007] De forma semelhante o documento EP 1 372 049 descreve como determinar uma taxa de deslizamento ótima, levando em conta estimativas ou medições, e como regular frenagem em torno dessa taxa de deslizamento ótima.

[0008] O documento US 2003/0154012 também divulga controle antitravamento por prognóstico o qual prevê uma taxa de deslizamento futura baseada em um modelo de aderência não parametrizado, a fim de detectar qualquer tendência de travamento e modificar adequadamente o ponto de ajuste de frenagem a fim de evitar tal travamento.

OBJETIVO DA INVENÇÃO

[0009] Um objetivo da invenção é fornecer um método melhorado de controle de frenagem.

BREVE SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0010] Para alcançar este objetivo, a invenção fornece um método para controle de frenagem para um veículo tendo uma pluralidade de rodas providas com pneus e com freios, o método para controle incluindo a geração de um ponto de ajuste de frenagem para cada roda em resposta a uma instrução de frenagem, e incluindo as seguintes etapas para cada roda:

atualizar regularmente um modelo de aderência representativo da relação entre o coeficiente de fricção e uma taxa de deslizamento de roda;

usar o modelo de aderência atualizado regularmente e sua forma característica para estabelecer, em um dado horizonte de prognóstico, a variação

para o ponto de ajuste de frenagem que, enquanto cumprindo com a instrução de frenagem e variação prognosticável na mesma, durante o horizonte de prognóstico, também cumpre com uma restrição de cálculo dada; e

reter como o valor para o ponto de ajuste de frenagem um valor da variação como determinado desta maneira que corresponde a um primeiro ciclo de cálculo no horizonte de prognóstico.

[0011] Atualizar regularmente todo o modelo de aderência torna possível trabalhar com dinâmicas que são representativas do estado atual das pistas. Em particular, não há mais nenhuma necessidade de fazer suposições sobre estado da pista ou raios de rolamento, uma vez que eles são automaticamente levados em conta pela atualização regular do modelo de aderência.

[0012] Assim, o comportamento futuro do sistema de frenagem é previsto, não mais com base em modelos de aderência invariáveis como no documento US 2003/0154012, que pode conduzir a travamento de roda se o modelo de aderência invariável não corresponde ao estado atual da pista (e.g. se o modelo de aderência é aplicável a uma pista seca, enquanto a pista esteja molhada ou coberta de neve), mas sim, com base em um modelo de aderência que é atualizado regularmente, levando em conta o estado atual da pista.

[0013] De preferência, a restrição do cálculo consiste em assegurar que a roda não trave dentro do horizonte de prognóstico, e de preferência assegurar que a taxa de deslizamento não excede uma taxa de deslizamento ótima para a qual a aderência está em um máximo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0014] A invenção pode ser mais bem entendida à luz da seguinte descrição com referência às figuras dos desenhos anexos, nos quais:

[0015] Figura 1 é uma vista lateral diagramática de uma roda de aeronave;

[0016] Figura 2 é um diagrama de bloco de controle em uma implementação particular da invenção;

[0017] Figura 3 é um gráfico de um modelo de aderência plotando torque de aderência em função de taxa de deslizamento e atualizada de acordo com a

invenção; e

[0018] Figura 4 é um gráfico análogo ao gráfico da Figura 3, mostrando a operação do regulador de prognóstico incluído no método para controle de uma implementação particular da invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0019] A invenção é descrita abaixo em uma aplicação para uma aeronave. Com referencia à Figura 1, uma roda da aeronave 1 é provida com um pneu 2 que está em contato com uma pista 3. A roda 1 é provida com um freio 4 adaptado para aplicar seletivamente um torque de frenagem C_f em resposta a um ponto de ajuste de frenagem. A roda leva uma carga vertical Z e está sujeita a uma força de fricção X na interface entre o pneu e o solo, cuja força de fricção é relacionada com a carga vertical pela relação $X = \mu \cdot Z$, onde μ é um coeficiente de fricção entre o pneu 2 e a pista 3, cujo coeficiente ele mesmo depende de uma taxa de deslizamento igual a : $\tau = 1 - R\omega/v$ onde R é o raio de rolamento da roda 1, ω é a velocidade angular da roda, e v é a velocidade longitudinal da aeronave. A força de fricção X pode de maneira equivalente ser associada com um torque de aderência dado por $C_a = R \cdot X = R \cdot \mu \cdot Z$. Deve ser observado que o torque de aderência é representativo de variações no coeficiente de fricção com taxa de deslizamento na medida em que torque de aderência e coeficiente de fricção apresentam um máximo substancialmente na mesma taxa de deslizamento ótima.

[0020] O comportamento dinâmico da roda 1 é dado pela equação diferencial $I\dot{\omega} = C_a(\tau) - C_f$, onde I é a inércia da roda 1.

[0021] O método de controle da invenção inclui primeiramente a etapa de atualizar regularmente o modelo de aderência. Aqui trata-se de um modelo de aderência associando variações em torque de aderência C_a com taxa de deslizamento a qual foi decidido atualizar. Para esta finalidade proposta se faz uso de:

a velocidade da rotação medida ω da roda como liberada por um tacômetro;

uma velocidade estimada v da aeronave, e.g. como provida pelas

unidades de inércia da aeronave. Em uma variante, a velocidade da aeronave v poderia ser reconstruída usando medições das velocidades de rotação das rodas da aeronave; e

uma medida do torque de frenagem C_f aplicado pelo freio 4 à roda 1. Aqui o freio 4 é impedido de girar por uma barra de compensação 5 com uma conexão para o freio 4 que pode ser provida com instrumentos para fornecer uma medição do torque aplicado pelo freio 4.

[0022] Medindo ω e v é possível estimar a taxa de deslizamento τ . Medindo o torque de frenagem C_f , o torque de aderência pode ser deduzido usando uma equação dinâmica $C_a(\tau) = I\omega + C_f$. O torque da aderência C_a é normalizado dividindo por um torque de referencia C_o , obtendo assim em cada ciclo de cálculo um ponto $(C_a/C_o, \tau)$ onde k é o índice para o ciclo de cálculo.

[0023] Uma vez que um modelo de aderência parametrizado tenha sido selecionado, e.g. o bem conhecido modelo de aderência Pacejka dando uma relação característica entre o torque de aderência e a taxa de deslizamento, os parâmetros do modelo de aderência são atualizados por um método de regressão, e. g. pelo método dos mínimos quadrado. Figura 3 é um gráfico ilustrando esta atualização. A relação $C_a/C_o = f_{q_1, \dots, q_n}(\tau)$ representada pela curva em negrito é atualizada em relação a vinte pontos $(C_a/C_o, \tau)_k$ estabelecidos durante os últimos vinte ciclos de cálculo, com os parâmetros $q_1, \dots, q_n$ sendo estimados por regressão.

[0024] Esta atualização regular serve para assegurar que um modelo de aderência realista está disponível e é representativo do estado atual da pista. Na prática, o modelo de aderência é atualizado com frequência suficiente para evitar qualquer mudança súbita no estado da pista (e.g. passando por uma poça) dando origem ao travamento da roda. Simulações mostraram que atualizar uma vez a cada 50 milissegundos (ms) a 100 ms com um tamanho de ciclo de cálculo de 5 ms pode ser adequado, i. e., atualizar pelo menos uma vez para cada vinte ciclos de cálculo. Se uma grande quantidade de capacidade de cálculo está disponível, é naturalmente vantajoso atualizar o modelo de aderência a cada ciclo de cálculo.

[0025] A curva como obtida desta maneira habilita que a taxa de deslizamento

ótima τ_{opt} seja determinada, como mostrado na Figura 3. Esta é a taxa de deslizamento para a qual o torque de aderência está em um máximo. A taxa de deslizamento ótima τ_{opt} pode ser determinada usando os parâmetros atualizados $q_i, \dots, q_n$ que são injetados em uma fórmula analítica dando a taxa de deslizamento ótima τ_{opt} , ou ainda procurando repetidamente pela taxa de deslizamento na qual a curva do modelo da aderência apresente um declive de zero. Isto significa que uma taxa de deslizamento ótima τ_{opt} atualizada regularmente está disponível levando em conta o estado atual da pista. Entretanto, como toda a curva é atualizada, toda a faixa dinâmica de frenagem está também disponível, para taxas de deslizamento estendendo-se na faixa de 0 a 1, com esta faixa dinâmica sendo dada pela forma característica da relação em cada ponto de operação ($C_a/C_o, \tau$).

[0026] De acordo com a invenção, o modelo de aderência atualizado regularmente torna possível promover um controle de prognóstico sobre frenagem, tornando assim possível reduzir consideravelmente qualquer risco de travamento de roda.

[0027] Com referência à Figura 2, o método para controle da invenção é realizado em um computador de frenagem da aeronave, que recebe uma instrução de frenagem na forma de um ponto de ajuste, aqui uma velocidade de referência ω_{ref} que é fornecida a um regulador de prognóstico 11 descrito abaixo em maiores detalhes. O regulador de prognóstico 11 gera um ponto de ajuste de frenagem, aqui na forma de um ponto de ajuste de torque de frenagem $C_{f.set}$. Um controlador 12 usa o ponto de ajuste de torque de frenagem $C_{f.set}$ e o torque de frenagem medido C_f para calcular um comando U para aplicação ao membro atuador de freio. Este membro pode ser uma servo-válvula para fornecer pressão para o freio, em cujo caso o comando U é uma corrente alimentada à servo válvula. O membro pode ser igualmente bem um atuador de frenagem eletromecânico, em cujo caso o comando U é uma um ponto de ajuste de posição ou força para um inversor servindo para ligar o motor elétrico do atuador.

[0028] Em resposta ao comando U , o freio aplica uma força de frenagem sobre a roda, que responde como uma função de seu próprio comportamento dinâmico, do

comportamento dinâmico da aeronave, e do estado atual da pista.

[0029] O método de controle também inclui um estimador 13 para estimar o torque de aderência que fornece um torque de aderência estimado $\hat{C}_a$ com base no torque de frenagem medido C_f e na velocidade de rotação da roda ω . O torque de aderência estimado $\hat{C}_a$ é fornecido tanto para o regulador de prognóstico 11 quanto para um módulo de atualização 14 para atualizar o modelo de aderência, que, como explicado acima, atualiza regularmente parâmetros $q_1, \dots, q_n$ do modelo de aderência $C_a/C_o = f_{q_1, \dots, q_n}(\tau)$. Os parâmetros de atualização $q_1, \dots, q_n$ são fornecidos ao regulador de prognóstico 11 de forma que ele pode fazer uso do comportamento dinâmico deduzido do modelo de aderência atualizado que leva em consideração as condições atuais da pista.

[0030] Em cada ciclo de cálculo, i.e. uma vez a cada 5 ms neste exemplo, o regulador de prognóstico 11 calcula um novo valor de ponto de ajuste para o torque de frenagem $C_{f, \text{set}}$ cujo valor é determinado como se segue. Considera-se um horizonte de prognóstico fugitivo, aqui tomado para ser igual a vinte ciclos de cálculo a partir do presente ciclo de cálculo. Usando o modelo de aderência atualizado e levando em conta seu estado característico, o regulador de prognóstico 11 determina como o ponto de ajuste de torque de frenagem $C_{f, \text{set}}$ poderia variar de forma que, sob as atuais condições da pista como dado pela mais recente atualização do modelo de aderência, ele cumpre com a instrução de frenagem, ou para calcular como a instrução de frenagem é passível de variar no mesmo horizonte de prognóstico.

[0031] Entre todas as variações possíveis, é preferido aqui reter variação no ponto de ajuste do torque de frenagem, para a qual, sob uma dada restrição de cálculo, a taxa de deslizamento não excede a taxa de deslizamento ótima τ_{opt} determinada usando-se o modelo de aderência atualizado. Na prática, e de maneira conhecida, tal variação é determinada por um processo iterativo que minimiza uma função de custo J sob a restrição $\tau < \tau_{\text{opt}}$.

[0032] A Figura 4, mostra em forma gráfica o resultado de ciclos de cálculo executados pelo regulador, e isso pode ser visto diagramaticamente como,

começando a partir de um ponto de operação inicial 20 no modelo de aderência atualizado, o regulador de prognóstico 11 calcula uma primeira variação no ponto de ajuste de torque de frenagem $C_{f, \text{set}}$ que traz o ponto de operação ao fim do horizonte de prognóstico para o ponto 21 na curva representando o modelo para o qual a taxa de deslizamento excede a taxa de deslizamento ótima τ_{opt} , e em seguida pelo processo iterativo acima mencionado, calcula variações no ponto de ajuste de torque de frenagem $C_{f, \text{set}}$ que serve para trazer o ponto de ajuste de operação no fim do horizonte de prognóstico para o ponto 22 em que a taxa de deslizamento permanece abaixo da taxa de deslizamento ótima τ_{opt} .

[0033] Uma vez que tal variação no ponto de ajuste de torque de frenagem $C_{f, \text{set}}$ tenha sido determinada, o valor correspondente ao primeiro ciclo de cálculo do horizonte de prognóstico é retido e usado como valor de ponto de ajuste para o torque de frenagem $C_{f, \text{set}}$.

[0034] Em uma variante basta implementar um prognóstico simplificado durante o qual é assumido que a instrução de frenagem permanece constante pelo horizonte de prognóstico. Uma busca é então feita, por um valor de tal modo que, no fim do horizonte de prognóstico, ele dará um ponto de operação próximo da taxa de deslizamento ótima, mas sem excedê-la.

[0035] Para fazer um bom prognóstico, é importante primeiramente ter um modelo de aderência que seja regularmente atualizado (ao contrário do documento US 2003/0154012 que ensina a fazer prognóstico em um modelo de aderência que não é atualizado), e também fazer uso do comportamento dinâmico não linear do modelo de aderência dado por sua forma característica. Deveria ser observado que o modelo de aderência é altamente não linear, particularmente na vizinhança da taxa de deslizamento ótima. É, portanto importante trabalhar com o comportamento dinâmico real do modelo de aderência, como mostrado na Figura 4. Para um horizonte de vinte ciclos de cálculo, o ponto de operação pode mover-se enormemente de modo que ele se afasta bem do ponto de operação inicial. Na Figura 4, se apenas a tangente 23 à curva do ponto de operação inicial tiver sido retida, então um ponto de operação 24 no final do horizonte de prognóstico teria sido

prognosticado que corresponde a um torque de aderência não realista, mas sem a taxa de deslizamento correspondente excedendo a taxa de deslizamento ótima. Fazer um prognóstico linearizando o modelo de aderência ao redor do ponto de operação inicial torna assim o prognóstico mais aleatório, particularmente quando o ponto de operação está próximo da taxa de deslizamento ótimo, e pode então conduzir a uma super estimativa da capacidade do pneu de aderir na pista, o que pode levar ao travamento da roda. (Deve ser observado que no documento DE 10 2005 001 770, o comportamento dinâmico do modelo, i.e. especificamente o valor do declive c_1 , não é usado para calcular o ponto de ajuste de frenagem. É apenas o seu sinal que é usado para determinar a posição da taxa de deslizamento ótima).

[0036] É, portanto, preferível trabalhar com o comportamento dinâmico não linear do modelo da aderência e então levar em conta suas formas características como atualizadas, pelo menos em torno do ponto de operação atual.

[0037] Tendo assim decidido usar um modelo de aderência que é regularmente atualizado e um prognóstico que leva em consideração o comportamento dinâmico do modelo da aderência em uma ampla faixa de taxas de deslizamento, e não apenas na vizinhança imediata do ponto de operação, qualquer risco da roda travar é considerado como reduzido.

[0038] Na prática, o regulador de prognóstico 11 e o estimador do modelo de aderência 14 operam em paralelo, e constituem vantajosamente dois módulos distintos, cada um capaz de ser modificado sem envolver o outro. Assim, com o mesmo regulador de prognóstico 11, é possível trocar o estimador do modelo de aderência, ou reciprocamente, enquanto se mantém o mesmo modelo de aderência, é possível trocar o regulador de prognóstico, e.g. modificando seu horizonte de prognóstico ou o critério de custo J.

[0039] A invenção não é limitada à descrição acima, mas ao contrário, cobre qualquer variante vindo dentro do âmbito definido pelas reivindicações.

[0040] Em particular, apesar de ter sido estabelecido aqui que o prognóstico é executado com um horizonte de vinte ciclos de cálculos, é possível usar horizontes que sejam mais afastados ou mais próximos. Em particular é possível usar um

horizonte que seja limitado a um ciclo de cálculo, implementando assim o chamado controle ótimo.

[0041] É possível também fazer uso de uma restrição de cálculo diferente de não exceder a taxa de deslizamento ótimo. É possível aceitar tais excedentes, desde que eles não conduzam muito frequentemente ao travamento de roda. Por exemplo, como a restrição, é possível usar uma taxa de deslizamento pré-determinada, ou uma função da taxa de deslizamento ótima, e.g. 1,1 vez a taxa de deslizamento ótima. Reciprocamente, é possível usar uma taxa de deslizamento que uma função da taxa de deslizamento ótima e igual a 0,9 vez a taxa de deslizamento ótima a fim de melhorar a aderência lateral dos pneus em baixa velocidade.

[0042] Deve ser observado que isto é equivalente a trabalhar não com a taxa de deslizamento, mas com a velocidade de rotação da roda. Isto é deduzido da taxa de deslizamento pela seguinte fórmula:

$$\omega = \frac{v}{R}(1 - \tau).$$

[0043] Assim ao invés de trabalhar com um modelo de aderência que é uma função da taxa de deslizamento, é possível trabalhar com um modelo de aderência que é uma função da velocidade de rotação da roda.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de controle de frenagem para um veículo tendo uma pluralidade de rodas (1) providas com pneus (2) e com freios (4), o método para controle incluindo gerar um ponto de ajuste de frenagem ($C_{f, \text{set}}$) para cada roda em resposta a uma instrução de frenagem, e compreendendo as seguintes etapas para cada roda:

- atualizar regularmente um modelo de aderência $C_a/C_o = f_{q1, \dots, qn}(\tau)$ representativo de uma relação entre um coeficiente de fricção (μ) e uma taxa de deslizamento da roda (τ); o método de controle de frenagem para um veículo sendo caracterizado pelas ditas etapas para cada roda que compreende ainda:

- usar o modelo de aderência atualizado regularmente e sua forma característica para estabelecer, em um dado horizonte de prognóstico, a variação para o ponto de ajuste de frenagem que, enquanto cumprindo com a instrução de frenagem e variação previsível na mesma durante o horizonte de prognóstico, também cumpre com uma restrição de cálculo dada (τ); e

- reter como o valor para o ponto de ajuste de frenagem um valor da variação como determinado desta maneira que corresponde a um primeiro ciclo de cálculo no horizonte de prognóstico.

2. Método de controle de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a atualização do modelo de aderência é realizada pelo menos uma vez a cada 20 ciclos de cálculo do método.

3. Método de controle de acordo com reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que atualização do modelo de aderência é realizada uma vez a cada ciclo de cálculo do método.

4. Método de controle de acordo com reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que a restrição de cálculo consiste em exigir que a taxa de deslizamento no horizonte de prognóstico permaneça inferior à taxa de deslizamento determinada a partir de uma taxa de deslizamento ótima determinada (τ_{opt}) derivada do modelo de aderência atualizado regularmente.

5. Método de controle de acordo com reivindicação 4, caracterizado pelo

fato de que taxa de deslizamento determinada é igual à taxa de deslizamento ótima.

6. Método de controle de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a atualização do modelo de aderência e o prognóstico são executados em paralelo em dois módulos distintos.

7. Método de controle de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o horizonte de prognóstico é limitado a um ciclo de cálculo.

8. Computador de frenagem, caracterizado pelo fato de que implementa o método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes.

FIG.1

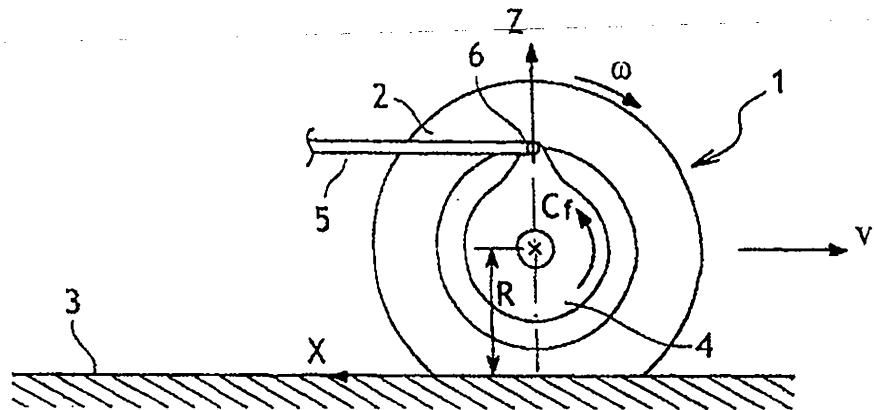


FIG.2

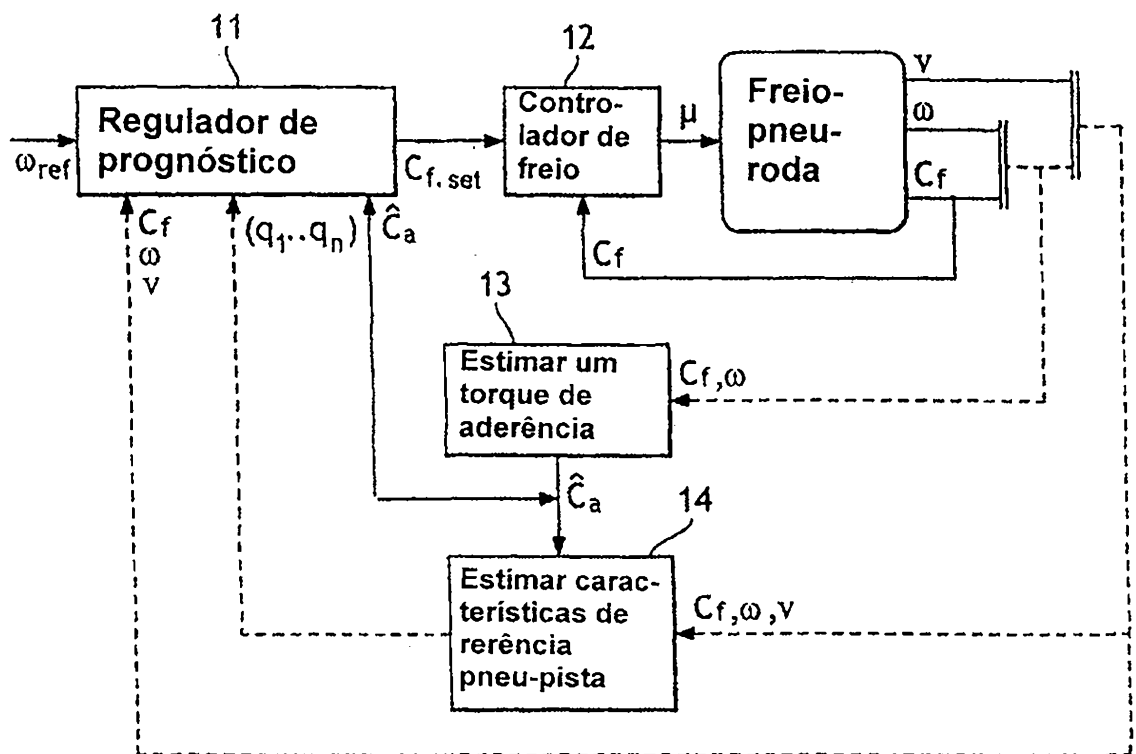


FIG.3

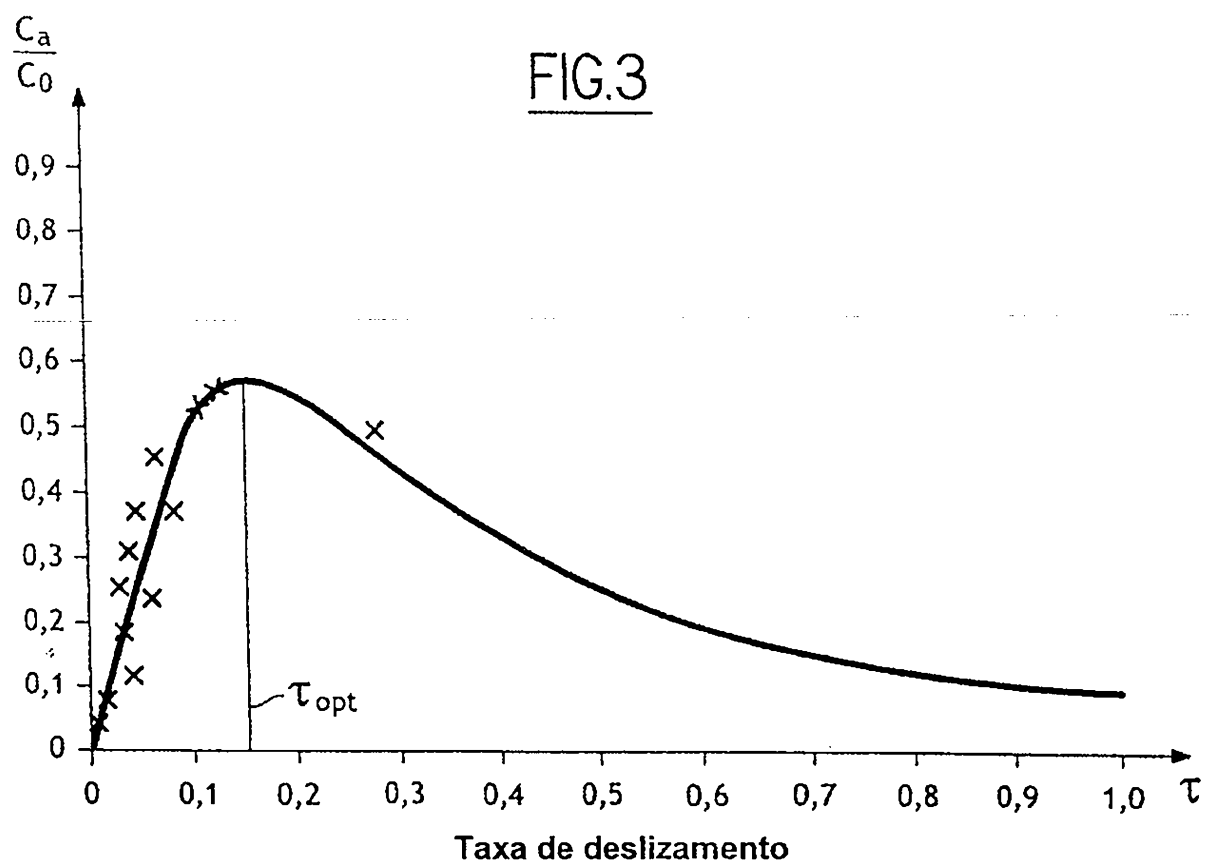


FIG.4

