

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

(21) **PI 0617563-5 A2**

(22) Data de Depósito: 13/09/2006
(43) Data da Publicação: 02/01/2013
(RPI 2191)



(51) *Int.Cl.:*
B60G 17/0165
B60G 3/04
B60G 3/20
F16F 9/46

(54) **Título:** DISPOSITIVO DE COMANDO DE SUSPENSÃO, VEÍCULO COMPREENDENDO O REFERIDO DISPOSITIVO, MÉTODO DE PRODUÇÃO E PROGRAMA ASSOCIADO AO MESMO

(30) **Prioridade Unionista:** 22/09/2005 FR 0509702

(73) **Titular(es):** Peugeot Citroën Automobiles SA.

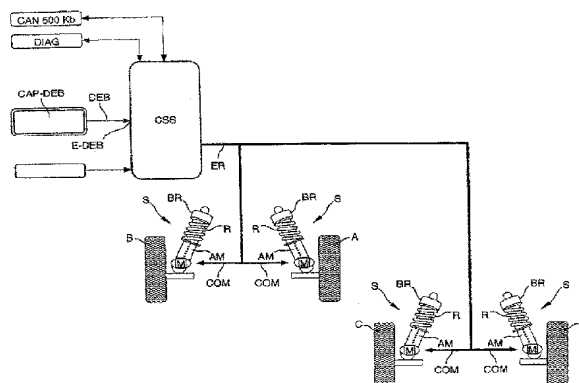
(72) **Inventor(es):** François Poilbout

(74) **Procurador(es):** Nascimento Advogados

(86) **Pedido Internacional:** PCT FR2006050886 de 13/09/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/034102 de 29/03/2007

(57) **Resumo:** DISPOSITIVO DE COMANDO DE SUSPENSÃO, VEÍCULO COMPREENDENDO O REFERIDO DISPOSITIVO, MÉTODO DE PRODUÇÃO E PROGRAMA ASSOCIADO AO MESMO. A presente invenção relata um dispositivo para comandar e controlar a suspensão da carroceria de um veículo automotivo. O dispositivo inventivo compreende um calculador (CSS) que pode calcular um valor de controle (ER) para um acionador (M) de um amortecedor (AM) da suspensão (S) como uma função de ao menos uma velocidade modal da carroceria calculada a partir de uma aceleração modal da carroceria. A invenção é caracterizada por compreender um sensor (CAP-DEB) para controlar o percurso das rodas, que é conectado a um primeiro meio (CALL) para calcular a aceleração modal da carroceria a partir de uma medição do percurso (DEB) provida pelo sensor (CAP-DEB).



"DISPOSITIVO DE COMANDO DE SUSPENSÃO, VEÍCULO COMPREENDENDO O REFERIDO DISPOSITIVO, MÉTODO DE PRODUÇÃO E PROGRAMA ASSOOCIADO AO MESMO"

5 A invenção se refere à um dispositivo de comando de uma suspensão de um veículo automotivo. O campo da aplicação da invenção concerne aos veículos automotivos tendo uma suspensão com molas espirais, uma suspensão hidropneumática ou uma suspensão de outro tipo. Essas suspensões compreendem sobre cada roda um amortecedor para uma regra de amortecimento variável, podendo ser regulada por um acionador comandado por

10 um calculador embutido no veículo. O calculador recebe na entrada as medidas fornecidas pelos sensores e calcula à partir das mesmas ou das extensões de comando os acionadores dos amortecedores. O calculador leva em conta, notadamente as acelerações submetidas à carroceria do veículo ao curso do trajeto, tais como por exemplo, a aceleração modal de bombeamento na direção

15 vertical, a aceleração modal na oscilação em torno de um eixo longitudinal e a aceleração modal de tangência em torno de um eixo transversal. Por integração, o calculador calcula as velocidades modais correspondentes da carroceria. São conhecidos então os dispositivos nos quais o calculador aciona uma regulação para estender à zero a velocidade modal vertical no bombeamento, a velocidade

20 modal angular na oscilação e a velocidade modal angular na tangência sendo comumente denominada "Skyhook" e devendo melhorar o conforto das pessoas no interior do carro. São ainda conhecidos dispositivos como que usam três acelerômetros para medira as três acelerações modais. Esses acelerômetros medem cada um uma aceleração seguindo uma direção determinada e devendo

25 serem implantados de maneira muito precisa no veículo, para fornecer uma medida confiável das acelerações modais e não alterar os comandos enviados pelo calculador aos acionadores. Ainda, cada acelerômetro implantado sobre o veículo é relativamente oneroso. A invenção visa à obter um dispositivo de comando de uma suspensão que supra os inconvenientes conhecidos pelo

30 estado da técnica e que dispense os acelerômetros para calcular ao menos uma velocidade modal da carroceria de uma maneira confiável. Assim, um primeiro objetivo da invenção é um dispositivo de comando de uma suspensão de amortecimento variável de uma carroceria de veículo automotivo sobre suas

- rodas, compreendendo um computador adaptado para calcular uma extensão de comando de um acionador de ao menos um amortecedor com amortecimento variável da suspensão em função de ao mesmo uma velocidade modal da carroceria calculada à partir de ao menos uma aceleração modal da carroceria
- 5 determinada sobre o veículo, caracterizado por o dispositivo compreender ao menos um sensor de percurso de uma roda em relação à carroceria do veículo, conectado à um primeiro meio de cálculo da aceleração modal da carroceria, à partir da medida de percurso fornecida pelo sensor de percurso de rodagem. A invenção permite assim utilizar os sensores de percurso presentes sobre as
- 10 rodas para estimar as acelerações modais da carroceria em tempo real. A invenção gera não somente uma economia de três acelerômetros, mas elimina igualmente os inconvenientes ligados à esses três acelerômetros montados na carroceria do veículo nos locais predeterminados do mesmo. São ainda outras características da invenção:
- 15 - um primeiro meio de cálculo de aceleração modal da carroceria compreendendo um avaliador de ao menos um esforço exercido pela suspensão da referida roda sobre a carroceria em função de ao menos a medida de percurso fornecida pelo sensor de percurso, e de um segundo meio de cálculo da aceleração modal da carroceria em função ao menos do esforço de
- 20 suspensão fornecido pelo referido avaliador do esforço de suspensão. O avaliador do esforço de suspensão compreende:
- um módulo derivador calculando uma velocidade de percurso a partir da medida de percurso fornecida pelo sensor de percurso;
- um avaliador de uma força de amortecimento do amortecedor em função da
- 25 velocidade de percurso fornecida pelo módulo derivador e da regra atual memorizada de amortecimento do amortecedor;
- um avaliador de uma força de fricção seca da velocidade de percurso de rodagem;
- um avaliador de uma força de flexão de modas espirais e de dispositivos de
- 30 suspensão em função do valor de percurso e de uma posição estática determina da carroceria;

- o avaliador da força de fricção seca tendo uma função tangente hiperbólica (tanh) ou tangente circular (lg) da velocidade de percurso dividida por um valor fixo, essa função sendo multiplicada por um fator multiplicativo prescrito;
- o avaliador da força de flexão das molas espirais e os dispositivos de suspensão compreendendo:
 - 5 - um módulo de cálculo da posição estática do veículo em função do valor de percurso;
 - um adicionador de cálculo de um valor somado ao valor de percurso e da posição estática;
- 10 - um módulo de cálculo de uma força de flexão das molas espirais e dos dispositivos da suspensão absoluta em função do referido valor somado;
- um módulo de cálculo de um esforço estático de flexão sobre a referida roda em função da posição estática;
- um subtrator fornecendo a referida força de flexão das molas espirais e dos dispositivos de suspensão por subtração do esforço estático de flexão à força de flexão das molas espirais e dos dispositivos da suspensão absoluta;
- 15 - a previsão de um sensor de percurso para cada das duas rodas dianteiras e das duas rodas traseiras, e o módulo de cálculo da posição estática compreendendo um meio de cálculo da posição estática dianteira e da posição estática traseira do veículo, como sendo o percurso médio dos percursos das rodas dianteiras, respectivamente traseiras, filtrado por um filtro passa-baixo, o percurso médio filtrado ao qual é em seguida acrescida uma constante de deslocamento da posição dianteira, e respectivamente traseira;
- 20 - o primeiro meio de cálculo compreendendo ainda um avaliador de um torque de oscilação e/ou um avaliador de um torque de tangência;
- 25 - o primeiro meio de cálculo compreendendo:
 - um meio de cálculo de um valor de recuperação RECT de aceleração transversal;
 - um sensor de aceleração transversal ACCT da carroceria do veículo;
- 30 - o avaliador do torque de oscilação calculando o referido torque c_0 de oscilação de acordo com a fórmula:

$$c_0 = (ACCT-RECT).(MTOT)d(G,CR)$$

onde MTOT é a massa do veículo, e $d(G, CR)$ é a distância predeterminada entre o centro de gravidade da carroceria e o centro de oscilação da mesma. O primeiro meio (CAL) de cálculo compreende:

- 5 - um meio de cálculo de um valor de recuperação RECL de aceleração longitudinal;
- um sensor de aceleração longitudinal ACCL da carroceria do veículo;
- o avaliador do torque de tangência calculando o referido torque c_ϕ de tangência de acordo com a fórmula:

10 $c_\phi = (ACCL - RECL) \cdot (MTOT) \cdot h \cdot G + c_{\phi B}$, onde MTOT é a massa do veículo, hG é a altura predeterminada entre o centro de gravidade da carroceria e o centro de tangência da mesma; e $c_{\phi B}$ sendo o componente do torque de tangência devido ao efeito Brouilhet;

- o componente $c_{\phi B}$ de tangência devido ao efeito Brouilhet sendo calculado em função de uma informação de frenagem fornecida por um módulo de determinação em função de um valor de pressão do cilindro mestre, fornecido
- 15 por um sensor de pressão do mestre cilindro;

- o dispositivo compreendendo um primeiro filtro eliminando ao menos as baixas frequências da aceleração modal da carroceria fornecida pelo primeiro meio de cálculo e um terceiro meio de cálculo da velocidade modal da carroceria a partir
- 20 da aceleração modal da carroceria filtrada fornecida pelo primeiro filtro;

- a frequência de corte baixo do primeiro filtro sendo superior ou igual a ~ 1 Hz;
- o primeiro meio de cálculo da aceleração modal da carroceria compreendendo um segundo filtro eliminando ao menos as baixas frequências da medida de percurso fornecida pelo sensor de percurso de rodagem;
- 25 - a frequência de corte baixo do segundo filtro sendo superior ou igual a 0.2 Hz;
- a extensão de comando sendo uma regra de amortecimento determinada entre uma pluralidade de regras de amortecimento diferentes impondo a força do amortecedor em função de sua velocidade de percurso.

Um segundo objetivo da invenção é um veículo automotivo compreendendo uma

30 carroceria, rodas, uma suspensão da carroceria sobre as rodas e um dispositivo de comando da suspensão tal como descrito a seguir. Um terceiro objetivo da invenção é um método de produção de um veículo automotivo, o veículo automotivo sendo munido de rodas, de uma carroceria, de uma suspensão tendo

ao menos um amortecedor variável da carroceria sobre as rodas, e de um dispositivo de comando da suspensão, o dispositivo de comando tendo ao menos um calculador habilitado para calcular uma extensão de comando de um acionador do referido ao menos um amortecedor da suspensão, o método de produção compreendendo uma etapa de montagem do calculador sobre o veículo, caracterizado por o método de produção compreender ao menos uma etapa de programação do calculador segundo ao menos um programa compreendendo as instruções do programa acionando os meios de cálculo do dispositivo de comando da suspensão tal como descrito mais abaixo. Um quarto objetivo da invenção é um programa de informática de controle de um calculador, compreendendo as instruções do programa para o cálculo da aceleração modal da carroceria, a partir da medida de percurso fornecida pelo sensor de percurso da roda, para o cálculo da velocidade modal da carroceria em função de ao menos essa aceleração modal da carroceria e para o cálculo da extensão de comando do acionador em função dessa velocidade modal da carroceria, no momento em que é acionado em um dispositivo de comando de suspensão tal como descrito a seguir.

A invenção será melhor compreendida com relação à detalhada descrição dos desenhos ilustrativos em anexo, apresentados me caráter exemplificativo e não limitativo, nos quais:

- A Figura 1 é uma vista esquemática em perspectiva de um dispositivo de conexão ao solo de um eixo dianteiro de um veículo;
- A Figura 2 é um esquema funcional mostrando o dispositivo de comando de suspensão;
- A Figura 3 é uma vista esquemática em perspectiva da carroceria de um veículo, mundo da suspensão sobre as rodas;
- A Figura 4 é um sinótico modular de uma unidade de cálculo de velocidades modais do dispositivo de comando de acordo com a invenção;
- A Figura 5 é um sinótico modular de um avaliador previsto no dispositivo de comando de acordo com a Figura 4;
- A Figura 6 é um sinótico modular de uma unidade de cálculo dos esforços modais do tipo Skyhook;

- A Figura 7 é um sinótico modular de uma unidade de cálculo de uma massa suspensa para a dianteira e para a traseira;
- A Figura 8 é um organograma do método de cálculo das massas suspensas de uma unidade de acordo com a Figura 7;
- 5 - A Figura 9 é um sinótico modular de uma unidade de cálculo do nível de movimento e de sobressalto da carroceria;
- A Figura 10 é um sinótico modular de uma unidade de cálculo dos esforços modais do tipo Roadhook;
- A Figura 11 é um sinótico modular de uma unidade de cálculo dos limites dos esforços modais antecipados;
- 10 - A Figura 12 é um sinótico modular de uma unidade de cálculo dos esforços de instrução das rodas, compreendendo a unidade de cálculo dos esforços modais do tipo Skyhook e a unidade de cálculo dos esforços modais do tipo Roadhook;
- A Figura 13 é representa os cronogramas dos sinais de detecção de solicitações e de um coeficiente de ponderação intermediário calculado em função das mesmas, intervindo na unidade de cálculo de acordo com a Figura 12;
- 15 - A Figura 14 mostra os cronogramas do ângulo do volante ao curso de uma curva simples e de um coeficiente de ponderação entre os esforços Skyhook e os esforços Roadhook, intervindo na unidade de cálculo de acordo com a Figura 12;
- 20 - A Figura 15 representa as regras de amortecimento dos amortecedores variáveis da suspensão;
- A Figura 16 é um sinótico modular de uma unidade de cálculo de uma regra de amortecimento de instrução no caso de detecção de um impacto;
- 25 - A Figura 17 mostra uma unidade de cálculo de uma regra de amortecimento de instrução no caso de detecção de uma grande amplitude de movimento da carroceria;
- A Figura 18 é um esquema em corte transversal mostrando a conexão de um sensor de percurso de rodagem à carroceria e a uma roda dianteira ou traseira.
- 30 Nas Figuras 1 a 3, o veículo 1 compreende uma carroceria 2 montada sobre quatro rodas, a saber uma roda dianteira esquerda A, uma roda dianteira direita B, uma roda traseira direita C e uma roda traseira esquerda D. Cada roda A, B,

C, D é ligada à carroceria 2 por seu próprio sistema S de suspensão por mola espiral R entre os dispositivos, mas podendo igualmente ser uma suspensão hidropneumática. Cada sistema S de suspensão compreende um amortecedor AM munido de um acionador M comandado por um calculador CCS embutido.

5 Esse acionador M é por exemplo um motor que permite modificar a passagem de óleo no amortecedor AM. Ele corresponde portanto a cada seção de passagem de óleo no amortecedor, uma regra de amortecimento diferente da outra. As regras de amortecimento, igualmente denominadas estados de amortecimento, são memorizadas sob a forma de curvas, de tabelas de valores, de fórmulas

10 matemáticas ou outros. A Figura 15 representa essas regras ER de amortecimento, onde cada regra de amortecimento é uma curva predeterminada da força exercida pelo amortecedor contra a carroceria em função da velocidade VDEB de percurso de rodagem desse amortecedor AM, as regras cada vez mais firmes e estáveis tendo, em velocidades de percurso constante, forças maiores.

15 Os estados ER de amortecimento são por exemplo numerados em ordem crescente pelos estados de amortecimento cada vez mais firmes e estáveis, ou seja , correspondentes a uma força do amortecedor cada vez maior para a velocidade VDEB de percurso constante. Assim um estado de amortecimento mínimo corresponde a um estado de amortecimento dianteiro de firmeza mínima,

20 ou seja, correspondente a uma força do amortecedor superior ou igual a um valor mínimo para cada velocidade VDEB de percurso de rodagem. O calculador CSS é conectado ao ressalto CAN do veículo para recuperar uma grande parte dos sinais úteis (velocidade do veículo, regulagem ABS, acelerações laterais e longitudinais fornecidas pelo sistema de frenagem, esportividade requerida pelo

25 condutor fornecida por uma interface com o usuário (caixa de câmbio inteligentes), etc...). Ele utiliza igualmente seus próprios sensores (ligações filarias diretas com os sensores) para conhecer os movimentos do carro a cada instante. Ele é enfim conectado aos acionadores o que assegura a pilotagem. O motor poderá ser passo a passo, ao qual no caso de amortecedor possuir um

30 número determinado N de regras de amortecimento discretas ou um motor de corrente contínua submetido na posição, à qual caso o amortecedor possua uma infinidade de regras de amortecimento. Por exemplo, o acionador a motor passo a passo poderá ter novas posições estáveis distintas, que lhe permite obter nove

regras de amortecimento, da flexível à firme e estável. Com efeito, a maior parte da seção de passagem do óleo será pequena, mais esforço do amortecedor será importante, e mais o amortecedor será firme. Ele poderá conter as regras estáveis e as regras instáveis. Para as regras estáveis, será suficiente controlar e pilotar o motor passo a passo para que ele tome sua instrução angular. Uma vez a pilotagem é terminada, o acionador para a regra estável permanece nessa mesma posição se ele não mais for alimentado. Ao inverso, para as regras de amortecimento instáveis, o motor deverá ser mantido alimentado para permanecer nessa regra. Por exemplo, em um modo de realização, existem as fases de regra estável e das regras instáveis, as regras instáveis sendo por exemplo posicionadas entre as regras estáveis consecutivas. Por exemplo, na Figura 15, se mostra nove regras estáveis e oito regras instáveis. Em um outro modo de realização, todas as regras são estáveis, por exemplo com 16 regras estáveis. Cada acionador M possui uma entrada COM de comando conectada ao calculador CSS para receber dele uma extensão ER de comando selecionando uma posição do acionador M entre várias para impor uma regra de amortecimento predeterminada, correspondente a esta posição. Segundo a invenção, é previsto um sensor CAP-DEB de percurso sobre ao menos uma das rodas A, B, C, D do veículo, e de preferência sobre cada roda A, B, C, D. Cada sensor CAP-DEB mede portanto o percurso DEB de sua roda associada em relação à carroceria 2. Os sensores CAP-DEB de percurso da roda são por exemplo angulares e dão o valor instantâneo do ângulo compreendido entre o eixo de rotação e a roda e a carroceria 2. Por exemplo nas Figuras 1 e 18, cada sensor CAP-DEB de percurso compreende uma parte fixa CAPF, tal como uma caixa, fixada à carroceria 2, e uma parte móvel CAPM, conectada a um elemento fixado à roda. Uma pequena biela BIEL de conexão ligada à parte móvel CAPM e à parte fixa CAPF e para virar um membro MES de medida angular contendo na parte fixa CAPF, quando a roda sobe ou desce em relação à carroceria 2. A parte móvel CAPM é por exemplo fixada sobre um elemento SUP de suporte do eixo AX de rotação da roda. Esse elementos SUP de suporte é móvel em torno de um eixo sensivelmente longitudinal SUPL em relação à carroceria 2. A parte móvel CAPM é fixada sobre um elemento SUP de suporte à distância de seu eixo SUPL de rotação. AS medidas DEB de percurso das rodas A, B, C, D são

enviadas aos sensores CAP-DEB, ao calculador CSS, que compreende as entradas E-DEB correspondentes.

Acelerações modais

- 5 O calculador CSS calcula à partir das medidas DEB de percurso das rodas a aceleração modal $\ddot{z}_G$ no bombeamento da carroceria, a aceleração modal angular $\ddot{\theta}$ na oscilação e a aceleração modal angular $\ddot{\phi}$ na tangência, de acordo com as fórmulas:

$$\begin{cases} \ddot{z}_G = \frac{FA + FB + FC + FD}{M} \\ \ddot{\theta} = \frac{\frac{v}{2}(FB + FC - FA - FD) + C_{BAD} + C_{\theta}}{I_{\theta}} \\ \ddot{\phi} = \frac{(e - l_g)(FC + FD) - l_g(FA + FB) + C_{\phi}}{I_{\phi}} \end{cases}$$

- 10 Onde G é o centro de gravidade da carroceria 2, z_G é a altitude de G seguindo uma direção vertical ascendente Z, e θ é o ângulo de oscilação da carroceria 2 em torno de um eixo longitudinal X passando por G e dirigido da traseira para a dianteira, ϕ sendo o ângulo de tangência da carroceria 2 em torno de um eixo transversal passando por G e dirigido em torno da direita para a esquerda, os eixos X, Y, Z formando um sinal de referência ortonormal. FA, FB, FE, FD são as
- 15 forças exercidas pelas rodas respectivas A, B, C, D sobre a carroceria 2 por intermédio de sua suspensão S. v é a via carroceria 2, ou seja, a distância entre as rodas direitas e as rodas esquerdas no sentido transversal, e é a parte mais larga do veículo, l_g é a distância longitudinal entre o centro de gravidade G e o eixo transversal das rodas dianteiras A, B, M é a massa predeterminada da
- 20 carroceria 2 sem a ocupação do veículo, I_{θ} é o momento de inércia na oscilação, e I_{ϕ} é o momento de inércia na tangência. CDAB é um torque exercido pela barra anti-inclinação BAD sobre a carroceria 2. C_{θ} é um torque de oscilação, e C_{ϕ} é um torque de tangência. Abaixo serão descritos os diferentes meios de cálculo acionado o método de comando segundo a invenção. O modo de cálculo das
- 25 acelerações modais no calculador CSS é por exemplo acionado pelo módulo 10 representado nas Figuras 4 e 5. Os blocos modulares descritos nas Figuras são acionados no calculador CSS por todo meio automático apropriado, notadamente lógico. O módulo 10 compreende um primeiro meio CAL de cálculo das

acelerações modais $\ddot{z}_G$, $\ddot{\theta}$, e $\ddot{\phi}$, recebendo na entrada as medidas DEB de percurso das rodas. O meio CAL compreende:

- um avaliador 11 do torque C_{BAD} gerado pela barra BAD anti-inclinação;
- um avaliador 12 das forças F_A , F_B , F_C , F_D exercidas pelas rodas respectivas A, B, C, D sobre a carroceria 2;
- um filtro 13 da medida de percurso DEB fornecida na entrada sobre o meio CAL.

O filtro 13 elimina as baixas frequências da medida DEB de percurso fornecida pelos sensores CAP-DEB. Esse filtro compreende por exemplo um filtro passa-alto tendo uma frequência de corte baixa superior ou igual à 0.2 Hz. O filtro 13 é por exemplo feito por um filtro passa-banda tendo portanto mais de uma frequência de corte alto, por exemplo superior ou igual à 8 Hz, que permite manter uma fase suficientemente constante na banda passante. O percurso da roda filtrada DEBF fornecido na saída do filtro 13 a partir da medida DEB de percurso da roda é enviado à entrada do avaliador 11, bem como à uma outra entrada do avaliador 12. À partir dessas quatro medidas DEB(A), DEB(B), DEB(C), DEB(D) de percurso fornecidas pelos sensores CAP-DEB sobre as rodas respectivas A, B, C, D, o filtro 13 fornece quatro medidas de percurso filtradas DEBF(A), DEBF(B), DEBF(C), DEBF(D).

Barra anti-inclinação

O avaliador 11 calcula o torque C_{BAD} da barra anti-inclinação em função dos valores de percurso filtrados DEBF fornecidos pelo filtro 13 da seguinte maneira:

- para a roda dianteira esquerda:

$$C_{BAD}(A) = (DEBF(A) - DEBF(B)) \cdot (K_{badav})/v^2,$$

- para a roda dianteira direita:

$$C_{BAD}(B) = -C_{BAD}(A),$$

- para a roda traseira esquerda:

$$C_{BAD}(D) = (DEBF(D) - DEBF(C)) \cdot (K_{badar})/v^2,$$

- para a roda traseira direita:

$C_{BAC}(C) = -C_{BAD}(D)$, onde K_{badav} é um parâmetro predeterminado correspondente à rigidez da barra anti-inclinação BAD, K_{badar} é um parâmetro predeterminado correspondente à rigidez da barra anti-inclinação traseira, não representada.

Esforço de Suspensão

O avaliador 12 do esforço de suspensão compreende uma entrada para os percursos filtrados DEBF, uma entrada para os percursos não filtrados DEB, uma entrada para o estado real ER do acionador, ou seja, a regra ER de amortecimento que entra atualmente em ação, esse estado real e suas alterações sendo por exemplo memorizadas, uma entrada DEAV do esforço estático sobre as rodas dianteiras e um entrada DEAR do esforço estático sobre as rodas traseiras. Se verá a seguir, que esse avaliador 12 está descrito na Figura 5 à título de exemplo para o cálculo do esforço da suspensão FA sobre a roda dianteira esquerda A. Deverá ser entendido que o cálculo é análogo para ou outros esforços FB, FC, FD, no que se refere especificamente à roda A pelos valores correspondentes às rodas B, C ou D. No avaliador 12, o percurso (DEB(A) medido pelo sensor CAP-DEB sobre a roda A é enviado à um filtro PB passa-baixo limitando a banda passante do percurso de rodagem DEB(A), seguindo de um módulo derivador DER para a obtenção da velocidade de percurso VDEB para a roda. AS velocidades VDEB de percurso das rodas são fornecidos sobre uma saída do avaliador 12 e do módulo 10. Um módulo MFAM de cálculo da força FAM de amortecimento exercida pelo amortecedor AM sobre a carroceria 2 recebe na entrada o estado real ER e a velocidade de percurso VDEB da roda concernente. As regras de amortecimento dos amortecedores AM são por exemplo memorizadas antecipadamente, ou podendo serem recalculadas uma vez os estado ER especificado. Cada uma das regras de amortecimento permite calcular ou determinar a velocidade VDEB de rodagem um função da força FAM de amortecimento exercida pelo amortecedor AM e inversamente. O módulo MFAM determina à parti do estado ER a regra de amortecimento atualmente em vigor para o amortecedor AM da roda A e determina à partir da velocidade de percurso VDEB(A) da roda A para essa regra selecionada, por exemplo pela leitura da curva dessa regra, a força FAM de amortecimento da roda A. Um outro módulo MFSEC de cálculo de uma força FSEC de fricção seca do amortecedor AM da roda A recebe na entrada igualmente a velocidade VDEB de percurso da mesma e calcula a força FSEC de fricção seca pela seguinte fórmula:

$F_{sec} = (F_{sAv}) \cdot \tanh(V_{DEB}/10^{-2})$, onde V_{DEB} está em cm/s, e F_{sAv} é um coeficiente de fricção seca das rodas dianteiras, tendo sido calculado previamente sobre um banco ensaio e sendo por exemplo igual à aproximadamente 200 Newton. Esse coeficiente de fricção é substituído por um

5 coeficiente F_{sAr} de fricção para as rodas traseiras.

Avaliador de características estáticas

Um módulo MAS de cálculo da posição estática AS recebe na entrada os percursos DEB das quatro rodas A, B, C, D e calcula à partir dessa posição

10 estática AS que representa a posição estática de equilíbrio da suspensão S quando o veículo se encontra imóvel sobre um solo horizontal. Esse módulo MAS calcula uma posição estática dianteira AS_{av} e uma posição estática traseira AS_{ar} . A posição estática dianteira AS_{av} é por exemplo calculada como sendo o percurso médio $DEBAVMOY$ (meia-soma) dos percursos DEB das rodas

15 dianteiras A, B, filtradas por um filtro passa-baixo, por exemplo do tipo Butterworth de segunda ordem, o percurso médio filtrado ao qual é em seguida acrescida uma constante de deslocamento da posição dianteira. A posição estática traseira AS_{ar} é por exemplo calculada como sendo o percurso médio $DEBARMOY$ (meia-soma) dos percursos DEB das rodas traseiras C, D, filtradas

20 por um filtro passa-baixo, por exemplo do tipo Butterworth de segunda ordem, o percurso médio filtrado ao qual é em seguida acrescida uma constante de deslocamento da posição traseira. Se supõe que o sensor de percurso CAP-DEB é calibrado para medir o percurso em relação à essa posição estática AS. Um adicionador AD1 adiciona o percurso filtrado $DEBF-A$ da roda A à posição

25 estática AS calculada pela roda A, ou seja, à posição estática dianteira, para obter o comprimento real RL da mola espiral R associada à roda A. O módulo MAS de cálculo da posição estática AS feito por exemplo, à partir de um avaliador 20 de características estáticas representado na Figura 6, recebendo na

30 entrada os percursos DEB das quatro rodas A, B, C, D, uma pressão estática dianteira e uma pressão estática traseira no caso de uma suspensão hidropneumática, a velocidade V_{VH} do veículo, uma informação do painel IO. A velocidade V_{VH} do veículo, é por exemplo fornecida por um sensor de velocidade ou qualquer outro meio de cálculo. O avaliador 20 de características compreende:

- um meio de cálculo de uma massa dinâmica aparente traseira MDAAR, em função dos percursos DEB;
 - um meio de cálculo de um viés aerodinâmico dianteiro BAAV e de um viés aerodinâmico traseiro BAAR, em função da velocidade do veículo VVH;
 - 5 - um meio de cálculo da massa suspensa MSUS do veículo e de um valor de repartição de massa RMAvAr entre a dianteira e a traseira do veículo, em função da massa dinâmica aparente dianteira MDAAV, da massa dinâmica aparente traseira MDDAR, do viés aerodinâmico dianteiro BAAV e do viés aerodinâmico traseiro BAAR;
 - 10 - um meio de cálculo do momento de inércia na oscilação I_θ e do momento de inércia na tangência I_ϕ em função da massa suspensa MSUS e da massa suspensa traseira MSUSAR;
 - um meio de cálculo do comprimento l_g separando o centro de gravidade G do eixo das rodas dianteiras A, B ;
 - 15 - um meio de cálculo de uma rigidez modal no bombeamento k_z , de uma rigidez modal na tangência k_ϕ e de uma rigidez modal na oscilação k_θ em função da posição estática AS e do valor de repartição de massa RMAvAr entre a dianteira e a traseira.
- A massa dinâmica aparente dianteira MDAAV é calculada em :
- 20 - se calculando o percurso de rodagem relativo dianteiro, igual ao percurso médio (meia-soma) dos percursos DEB das rodas dianteiras A, B, ao qual sendo em seguida acrescida uma constante de deslocamento dianteiro;
 - se extraindo um esforço dinâmico dianteiro de flexão da modal espiral EDFFAV à partir de uma tabela ou curva registrada devido à esse esforço EDFAV em
 - 25 função do percurso de rodagem relativo dianteiro;
 - se calculando a massa dinâmica aparente dianteira MDAAV pela fórmula:
- $$MDDAV = (EDFAV.2/g) + \text{constante dianteira, onde } g \text{ é a constante de aceleração do peso} = 9.81 \text{ m.s}^{-2}.$$
- A massa dinâmica aparente traseira MDAAR é calculada em :
- 30 - se calculando o percurso de rodagem relativo traseiro igual ao percurso médio (meia-soma) dos percursos DEB das rodas traseiras C, D, ao qual é acrescida uma constante de deslocamento traseiro;

- se extraindo um esforço dinâmico traseiro de flexão da mola espiral EDFAR à partir de uma tabela ou curva registrada devido à esse esforço EDFAR em função do percurso relativo traseiro;
- se calculando a massa dinâmica aparente traseira MDAAR pela fórmula:

5
$$MDAAR = (EDFAR.2/g) + \text{constante traseira.}$$

O esforço dinâmico de flexão da mola espiral é nulo na posição de equilíbrio da mola espiral correspondente à sua posição estática, e o percurso de rodagem relativo dianteiro sendo o percurso em relação à posição de equilíbrio estático, a extração de fazendo por exemplo pela interpolação da tabela mais podendo igualmente ser efetuada à partir de uma curva registrada de EDFAV. EDFAR. No caso de uma suspensão hidropneumática, a massa MDAAR e a massa MDAAV são calculadas se utilizando a pressão estática dianteira e a pressão estática traseira. O viés aerodinâmico dianteiro BAAV, homogêneo à uma massa em Kg é calculado pela fórmula:

15
$$BAAV = (CAV.VVH^2)/g, \text{ onde CAV é um coeficiente predeterminado aerodinâmico dianteiro. O viés aerodinâmico traseiro BAAR é homogêneo à uma massa em Kg, sendo calculada pela fórmula:}$$

$$BAAR = (CAR.VVH^2)/g, \text{ onde CAR é um coeficiente predeterminado aerodinâmico traseiro.}$$

20 Cálculo da massa suspensa MSUS do veículo e do valor de repartição de massa RMAvAr

Se calcula a chegada de uma massa suspensa do eixo dianteiro MSUSEAV. Para tal assim como representado nas Figuras 7 e 8, se filtra então a etapa S1 a soma (massa dinâmica aparente dianteira MDAAV + viés aerodinâmico dianteiro BAAV) por um filtro passa-baixo PB1 para obter uma massa suspensa do eixo dianteiro filtrado MSUSEAVF. Após, se examina:

- na etapa S2, se a velocidade VVH do veículo sendo compreendida entre um valor limiar baixo predeterminado VVH1 e um valor limiar alto predeterminado VVH2;
- na etapa S3, se a informação do painel IO está em << inacessível >> ou a velocidade VVH do veículo é superior à um valor limiar prescrito VVH3;
- na etapa S4, se o afastamento entre a massa suspensa do eixo dianteiro filtrado MSUSEAVF(n) e seu valor MSUSEAVF(n-1) precedentemente registrado

na memória é suficiente (superior em valor absoluto à um afastamento prescrito Δ).

No caso onde essas condições são encontradas, a massa suspensa do eixo dianteiro MSUSEAV é tomada como igual à massa suspensa do eixo dianteiro filtrado MSUSEAVF e sendo registrado na memória MEM, na etapa S5 e na
5 posição do comutador lógico COMLOG representado pela Figura 7. No caso onde, uma, várias ou todas essas condições não são realizadas, a massa suspensa do eixo dianteiro MSUSEAV(n) é inalterada e se mantém ao valor MSUSEAV(n-1) precedentemente registrado na memória MEM, na etapa S6 e na
10 outra posição do comutador lógico COMLOG. Após isso, na etapa S7, se calcula uma massa suspensa dianteira MSUSAV se filtrando a massa suspensa do eixo dianteiro MSUSEAV e por um filtro passa-baixo PB2, e eventualmente se saturando os valores obtidos por essa filtragem abaixo de um valor limiar alto e abaixo de um valor limiar baixo. Os filtros passa-baixo PB1 e PB2 são por
15 exemplo de ordem 1 tendo cada um uma frequência de corte de 0.02 Hz. A sucessão é análoga para o cálculo da massa suspensa do eixo traseiro MSUSEAR e da massa suspensa traseira MSUSAR, na substituição de MDDAV+BAAV por MDAAR+BAAR e na substituição de MSUSEAVF por MSUSEARF. A massa suspensa do veículo MSUS é portanto calculada se
20 fazendo a soma da massa suspensa dianteira MSUSAV e da massa suspensa traseira MSUSAR

$$MSUS = MSUSAV + MSUSAR$$

O valor de repartição de massa dianteira – traseira RMAvAr é então calculada se dividindo a massa suspensa dianteira MSUSAV pela massa suspensa do veículo
25 MSUS

$$RMAvAr = MSUSAV / MSUS$$

Cálculo dos momentos de inércia

O momento de inércia na oscilação $|_{\theta}$ é calculado em função da massa suspensa traseira MSUSAR pela fórmula]

$$30 \quad |_{\theta} = A_y \cdot MSUSAR + B_y$$

com $MSUSAR = (1 - RMAvAr) \cdot MSUS$, onde A_y e B_y são os parâmetros predeterminados. O momento de inércia na tangência $|_{\varphi}$ é calculado em função da massa suspensa MSUS pela fórmula

$|\varphi| = A_x \cdot MSUS + B_x$, onde A_y e B_y são os parâmetros predeterminados.

Cálculo do comprimento e das rigidezes modais

Se calcula uma rigidez de suspensão dianteira k_{AV} e uma rigidez de suspensão traseira k_{AR} . A rigidez da suspensão dianteira k_{AV} é obtida se extraindo da tabela ou curva pré-registrada devido à rigidez da suspensão dianteira em função da posição estática dianteira, o valor da rigidez dianteira correspondente à posição estática dianteira $ASav$, por exemplo por interpolação linear. A rigidez da suspensão traseira k_{AR} é obtida se extraindo da tabela ou curva pré-registrada devido à rigidez da suspensão traseira em função da posição estática traseira, o valor da rigidez traseira correspondente à posição estática traseira $ASar$, por exemplo por interpolação linear. O comprimento lg é calculado pela seguinte fórmula:

$$lg = (1 - RMAvAr) \cdot e$$

O módulo CGI da Figura 4 aciona esse cálculo do comprimento lg fazendo por exemplo parte do avaliador 20. A rigidez modal no bombeamento k_z , é calculada como sendo a soma da rigidez da suspensão dianteira k_{AV} e da rigidez da suspensão traseira

$$K_z = k_{AV} + k_{AR}$$

A rigidez modal na tangência k_φ é calculada pela fórmula

$$k_\varphi = k_{AV} \cdot (lg)^2 + k_{AR} \cdot (e - lg)^2$$

A rigidez modal na oscilação k_θ é calculada pela fórmula

$$k_\theta = K_{badav} + K_{badar} + v^2 \cdot (k_{AV} + k_{AR})/4$$

Cálculo das acelerações modais da carroceria

Na Figura 5, um módulo MLR calcula, à partir de uma tabela ou curva registrada devida à uma força de flexão em função do comprimento da mola espiral R , a força de flexão absoluta FLEX-ABS correspondente ao valor real RL na entrada desse comprimento. Essa curva registrada de flexão, leva igualmente em conta os dispositivos da suspensão, que são por exemplo feitos de borracha e que exercem um esforço muito importante sobre a carroceria quando a mola espiral se apóia sobre esses dispositivos ao final do curso do amortecedor AM . Em outro, um módulo MDEA recebe na entrada a posição estática AS e calcula em função da mesma, o esforço estático correspondente $DEAV$ de flexão sobre as rodas dianteiras, e o esforço estático correspondente $DEAR$ de flexão sobre as

rodas traseiras. Um subtrador SOUS subtrai a força FLEX-ABS de flexão absoluta calculando o esforço estático DEAV ou DEAR, à saber o esforço DEAV no caso da roda dianteira direita, para obter um força FLB de flexão de molas espirais e dos dispositivos de suspensão, correspondentes à força exercida pela mola espiral R e dos dispositivos da extremidade sobre a carroceria 2. Um

5 adicionador AD2 adiciona a força FAM de amortecimento, a força FSEC de fricção seca e a força de flexão das molas espirais e dos dispositivos de suspensão para obter a força FA de acordo com a seguinte fórmula:

$$FA = FAM + FSEC + FLB.$$

- 10 Um módulo CAL-ACC recebe na entrada o torque C_{BAD} calculado para o módulo 11, as forças FA, FB, FC, FD de suspensão calculadas pelo avaliador 12, assim que a massa M da carroceria, o momento de inércia I_θ na oscilação e o momento de inércia I_φ na tangência, que são pré-registrados, para calcular em
- 15 função dos mesmos as acelerações modais $\ddot{z}_G$, $\ddot{\theta}$ e $\ddot{\varphi}$, se negligenciando a influência dos torques C_θ e C_φ , ou seja se tomando $C_\theta = 0$ e $C_\varphi = 0$, em um módulo de realização. Nos aperfeiçoamentos abaixo descritos serão levados em conta os torques C_θ e C_φ nos cálculos das acelerações modais. Um módulo CGI de cálculo da extensão inercial calcula em função de M, I_θ , I_φ assim que um valor de entrada de repartição de massa RMAvAr entra na dianteira e na traseira do
- 20 veículo, uma massa total MTOT – MREF do veículo levando em conta um carregamento norma do veículo, como por exemplo quatro pessoas de 67 kg na cabine do veículo e 28 kg de bagagens no porta-malas traseiro, e o comprimento l_g separando o centro de gravidade G do eixo das rodas dianteiras A,B que é a entrada no módulo CAL-ACC. O valor de repartição de massa
- 25 RMAvAr é estimado em permanência com o auxílio dos valores de percurso de rodagem DEB fornecidos pelos sensores CAP-DEB de percurso e da comparação de cada um desses valores para uma média calculada dos percursos DEB. Um acelerômetro CAP-ACCT é previsto no veículo para fornecer uma aceleração transversal ACCT à um avaliador 14 do torque de oscilação C_θ
- 30 recebendo igualmente na entrada a massa total MTOT e um valor RECT de recuperação da aceleração transversal ACCT. Um acelerômetro transversal CAP-ACCT é posicionado sobre o centro de gravidade G e não sobre o cento

CR de oscilação. O valor RECT de recuperação da aceleração transversal é calculada pelo módulo CAL-ACC da seguinte maneira:

RECT(n) = ACCT(n) – $\tilde{\theta}$ (n-1).(HCdG – hOscilação), onde $\tilde{\theta}$ é a aceleração modal de oscilação, e onde n designa o valor da variável ao ciclo atual e (n-1) designa o valor da variável ao ciclo precedente. O avaliador 14 calcula o torque de oscilação C_{θ} pela fórmula seguinte:

$C_{\theta} = (ACCT - RECT) \cdot (MTOT) \cdot D(g, CR)$, onde $d(G, CR) = HCdG - hOscilação$ é a distância entre o centro de gravidade G e o centro CR de oscilação, e sendo pré-registrado. Um avaliador 15 do torque C_{ϕ} de tangência recebe na entrada o comprimento l_g , a massa total MTOT, uma aceleração longitudinal ACCL fornecida pelo acelerômetro longitudinal CAPL disposto na carroceria do veículo, uma informação IF de frenagem e um valor RECL de recuperação da aceleração longitudinal calculada pelo módulo CAL-ACC. O valor RECL de recuperação da aceleração longitudinal é calculada pelo módulo CAL-ACC da seguinte maneira:

RECL(n) = ACCL(n) – $\tilde{\phi}$ (n-1).(HCdG), onde $\tilde{\phi}$ é a aceleração modal da tangência não filtrada. O avaliador 15 calcula o torque C_{ϕ} de tangência de acordo com a seguinte fórmula:

$$C_{\phi} = (ACCL - RECL) \cdot (MTOT) \cdot h_g + C_{\phi B}$$

$h_g = HCdG$ representa a altura seguinte ao eixo Z do centro de gravidade G em relação ao centro CT de tangência, e sendo pré-registrado. O componente $C_{\phi B}$ é o componentes do torque de tangência devido ao efeito Brouilhet e sendo calculado em função da informação IF de frenagem. Um módulo 16 de determinação fornece essa informação IF de frenagem em função de um valor de pressão P_{MC} do cilindro mestre, ele mesmo fornecido por um sensor CAP-P de pressão do cilindro mestre dos freios. Os valores calculados dos torques C_{θ} e C_{ϕ} e do valor das outras entradas e fornecido na saída da aceleração $\ddot{z}_G$ modal no bombeamento, a aceleração modal $\tilde{\theta}$ na oscilação, a aceleração modal $\tilde{\phi}$ na tangência, e os valores de recuperação RECT e RECL. A aceleração modal $\tilde{\theta}$ na oscilação e a aceleração modal $\tilde{\phi}$ na tangência são enviados respectivamente à dois conversores C1 e C2 de nível irradiante por segundo para em seguida ser fornecido com $\ddot{z}_G$ sobre uma saída SACC para as três acelerações modais filtradas e para a saída SACC2 do módulo 10 verso o exterior. Em outro caso, essas três acelerações modais presentes sobre a saída SACC do módulo 10 são

5 cada uma enviadas à um filtro 17 eliminando as baixas frequências abaixo de
 uma frequência de corte baixo de por exemplo 0.1 Hz, 0.2 Hz ou 0.3 Hz. O filtro
 17 apresenta por exemplo em mais desse componente passa-alto um
 componente passa-baixo para formar um filtro passa-banda. A frequência de
 corte baixo do filtro 17 poderá ser diferente de acordo com a aceleração modal
 $\dot{z}_G$, $\ddot{\theta}$ ou $\ddot{\phi}$. As acelerações modais filtradas na saída do filtro 17 são em seguida
 enviadas à um módulo 18 integrador compreendendo na saída um filtro passa-
 alto, fornecendo na saída as velocidades modais da carroceria estimadas, à
 10 saber a velocidade modal $\dot{z}_G$ no bombeamento da carroceria, a velocidade
 modal $\dot{\theta}$ na oscilação da carroceria, e a velocidade modal $\dot{\phi}$ na tangência da
 carroceria, sobre uma saída do módulo 10. Essas velocidades modais da
 carroceria, $\dot{z}_G$ no bombeamento, $\dot{\theta}$ na oscilação, $\dot{\phi}$ na tangência são as
 velocidades absolutas em relação à um sinal de referência Galileu e são
 denominadas primeiras velocidades modais da carroceria pela lógica Skyhook de
 15 conforto. O calculador CSS calcula em seguida a extensão ER de comando do
 acionador M do amortecedor AM da roda A e das outras rodas B, C, D em
 função dessas velocidades modais calculadas $\dot{z}_G$, $\dot{\theta}$ e $\dot{\phi}$, e fornecidas pela
 extensão ER de comando assim calculadas aos acionadores M correspondentes
 sobre sua entrada COM de comando.

20 Comando do tipo << Skyhook >>

Será descrito a seguir o cálculo de um ganho modal b_{mod} de amortecimento
 variável e de um primeiro esforço F_{mod} modal de instrução do amortecedor para o
 comando do amortecedor do tipo << Skyhook >>. Essa lógica do tipo Skyhook
 utiliza as primeiras velocidades modais absolutas da carroceria $\dot{z}_G$ no
 25 bombeamento, $\dot{\theta}$ na oscilação, $\dot{\phi}$ na tangência produzidos pelo módulo 10,
 simbolizados pelo sinal geral V_{mod} no mesmo.

Nível de movimento da carroceria e nível de sobressalto da carroceria

Um avaliador 24 é previsto pelo calculador, em função dos percursos DEB das
 rodas, um nível NMC de movimento da carroceria e um nível NTC de sobressalto
 30 da carroceria. Na Figura 9, o nível NMC de movimento da carroceria e o nível
 NTC de sobressalto da carroceria sendo obtidos no avaliador 24 para:

- o cálculo da média DEBAVMOY dos percursos da rodas dianteiras A, B;

- a filtragem da média DEBAVMOY dos percursos de rodagem dianteiro por um filtro passa-banda PB3, para obter uma grande extensão filtrada DEBAVMOYF no módulo reparador RED, para obter uma grande reparação |DEBAVMOPYF|;
- a manutenção dos valores máximos da extensão reparada |DEBAVMOYF| em um módulo MMAX de manutenção, fornecendo o nível NMC de movimento da carroceria.

Para o cálculo do nível NMC de movimento da carroceria, o filtro passa-banda PB3 é regulado para fazer passar as frequências dos movimentos da carroceria, que são relativamente baixos. O filtro passa-banda PB3 dos movimentos da carroceria é por exemplo regulado de 0.5 à 2.5 Hz e sendo próximo da frequência de ressonância da suspensão. Ele poderá por exemplo ser escolhido entre dois declives para obter um nível NMC de movimento atenuado e um nível NMC de movimento não atenuado. Para o cálculo do nível NTC de sobressalto da carroceria, o filtro passa-banda PB3 é regulado para fazer passar as frequências dos sobressaltos da carroceria, que são relativamente grandes. O filtro passa-banda PB3 dos sobressaltos da carroceria é por exemplo regulado com uma frequência de corte baixo de 3 Hz e uma frequência de corte alto de 8 Hz ou mais. Ele poderá por exemplo ser escolhido entre dois declives para obter um nível NTC de sobressalto atenuado e um nível NTC de sobressalto não atenuado. O módulo MMAX de manutenção poderá ter um declive de parâmetro de descendente a uma temporização de parâmetro de manutenção dos valores máximos. A temporização de manutenção dos valores máximos é escolhida mais curta para a obtenção do nível NTC de sobressalto da carroceria para a obtenção do nível NMC de movimento da carroceria.

25 Esforços modais de instrução Skyhook e ganhos modais

Um avaliador 21 é previsto para calcular os ganhos modais b_{mod} de amortecimento variável e os primeiros esforços modais F_{mod} de instrução de amortecimento de acordo com a fórmula $F_{mod} = b_{mod} \cdot V_{mod}$. Haverá portanto:

- um ganho modal do bombeamento b_z para calcular o primeiro esforço modal de bombeamento $F_{z1} = -b_z \cdot \dot{z}_G$;
- um ganho modal de oscilação b_θ para calcular o primeiro esforço modal da oscilação $F_{\theta1} = -b_\theta \cdot \dot{\theta}$;

- um ganho modal de tangência b_ϕ para calcular o primeiro esforço modal de tangência $F_{\phi 1} = -b_\phi \cdot \ddot{\phi}$.

Os ganhos modais b_z , b_θ , b_ϕ são variáveis em função dos percursos DEB das rodas A, B, C, D e sendo calculados pelo avaliador 21 em função das extensões que foram calculadas precedentemente em função dos percursos DEB das rodas A, B, C, D. Os ganhos modais b_z , b_θ , b_ϕ poderão compreender um ou vários coeficientes multiplicativos como por exemplo os coeficientes multiplicativos seguintes:

10 - um coeficiente multiplicativo de referência b_{zREF} , $b_{\theta REF}$, $b_{\phi REF}$ respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência;

- um coeficiente multiplicativo de recuperação b_{zREC} , $b_{\theta REC}$, $b_{\phi REC}$, respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência;

- um coeficiente multiplicativo do tipo de conduto b_{zTYP} , $b_{\theta TYP}$, $b_{\phi TYP}$, respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência.

15 No modo de realização representado pela Figura 6, o avaliador 21 recebe na entrada as seguintes extensões:

- o nível NMC de movimento da carroceria fornecido pelo avaliador 24.

- o nível NTC de sobressalto da carroceria fornecido pelo avaliador 24;

- a velocidade VVH do veículo;

20 - as rigidezes modais fornecidas pelo avaliador 24: a rigidez modal no bombeamento k_z , a rigidez modal na tangência k_ϕ e a rigidez modal na oscilação k_θ ;

- as velocidades modais V_{mod} fornecidas pelo módulo 10: a velocidade modal $\dot{z}_G$ no bombeamento da carroceria, a velocidade modal $\dot{\theta}$ na oscilação da carroceria, e a velocidade modal $\dot{\phi}$ na tangência da carroceria;

25 - os momentos modais de inércia fornecidos pelo avaliador 20: o momento de inércia na oscilação I_θ e o momento de inércia na tangência I_ϕ ;

- a massa suspensa MSUS fornecida pelo avaliador;

30 - uma informação IS de esportividade, podendo estar em um estado binário 0 de ausência de esportividade, em um outro estado binário 1 de esportividade, de acordo com o acionamento de um botão correspondente do painel de bordo do veículo por seu condutor em uma posição respectivamente de conduta esportiva ou de ausência de conduta esportiva.

- Para cada um dos ganhos modais b_z , b_θ , b_ϕ , o coeficiente multiplicativo de referência b_{zREF} , $b_{\theta REF}$, $b_{\phi REF}$, respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência, é obtido se extraindo de uma tabela ou curva de referência pré-registrada devido ao coeficiente de referência em função da velocidade do veículo, o valor b_{zREF} , $b_{\theta REF}$, $b_{\phi REF}$ do coeficiente multiplicativo de referência, que
- 5 corresponde ao valor de entrada VVH da velocidade do veículo, por exemplo, por interpolação linear. Para cada um dos ganhos modais b_z , b_θ , b_ϕ , o coeficiente multiplicativo de atenuação b_{zATT} , $b_{\theta ATT}$, $b_{\phi ATT}$, respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência, é obtido:
- 10 - se calculando uma resistência R_z , R_θ , R_ϕ , respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência em função do nível NMC de movimento da carroceria e do nível NTC de sobressalto da carroceria, pela fórmula:
- $$R_z = NTC - \beta_z.NMC$$
- $$R_\theta = NTC - \beta_\theta.NMC$$
- 15 $R_\phi = NTC - \beta_\phi.NMC$, onde β_z , β_θ , β_ϕ são os parâmetros pré-registrados permitindo regular o apoio entre os dois níveis NMC e NTC, esses parâmetros β_z , β_θ , β_ϕ sendo por exemplo regulados entre 0.5 e 1;
- se extraído de uma tabela ou curva pré-registrada devido ao coeficiente multiplicativo de atenuação b_{zATT} , $b_{\theta ATT}$, $b_{\phi ATT}$, em função da resistência
- 20 respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência, o valor b_{zATT} , $b_{\theta ATT}$, $b_{\phi ATT}$ do coeficiente multiplicativo de atenuação, que corresponde ao valor calculado da resistência R_z , R_θ , R_ϕ , respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência, por exemplo por interpolação linear. O coeficiente multiplicativo b_{zATT} , $b_{\theta ATT}$, $b_{\phi ATT}$ no bombeamento, na oscilação e na tangência é
- 25 por exemplo dado pela fórmula:
- $$b_{zATT} = 1/(1+a_z.R_z)$$
- $$b_{\theta ATT} = 1/(1+a_\theta.R_\theta)$$
- $$b_{\phi ATT} = 1/(1+a_\phi.R_\phi)$$
- onde a_z , a_θ e a_ϕ são os parâmetros pré-registrados. O valor obtido de b_{zATT} , $b_{\theta ATT}$,
- 30 $b_{\phi ATT}$ não é por exemplo retido se a resistência R_z , R_θ e R_ϕ associada for superior à um valor limiar prescrito. Se a resistência R_z , R_θ , R_ϕ associada for inferior ou igual à esse valor limiar prescrito, se toma 1 como o coeficiente multiplicativo de atenuação b_{zATT} , $b_{\theta ATT}$, $b_{\phi ATT}$. Para cada um desses ganhos modais b_z , b_θ , b_ϕ , o

coeficiente multiplicativo de recuperação b_{zREC} , $b_{\theta REC}$, $b_{\phi REC}$, respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência, é obtido pela fórmula

$$b_{zREC} = \sqrt{\frac{k_z \cdot MSUS}{k_{zREF} \cdot MREF}}$$

$$b_{\theta REC} = \sqrt{\frac{k_{\theta} \cdot I_{\theta}}{k_{\theta REF} \cdot I_{\theta REF}}}$$

$$b_{\phi REC} = \sqrt{\frac{k_{\phi} \cdot I_{\phi}}{k_{\phi REF} \cdot I_{\phi REF}}}$$

onde k_{zREF} é uma rigidez de referência no bombeamento constante;

5 $k_{\theta REF}$ é uma rigidez de referência na oscilação constante,

$k_{\phi REF}$ é uma rigidez de referência na tangência constante,

$I_{\theta REF}$ é um momento de inércia de referência na oscilação constante,

$I_{\phi REF}$ é um momento de inércia de referência na tangência constante.

K_{zREF} , $k_{\theta REF}$, $k_{\phi REF}$, $MREF$, $I_{\theta REF}$, $I_{\phi REF}$ são os parâmetros pré-registrados,

10 correspondentes à um carregamento normal do veículo, como por exemplo quatro pessoas de 67 kg na cabine do veículo, e 27 kg de bagagens no porta-malas traseiro. Para cada um desses ganhos modais b_z , b_{θ} , b_{ϕ} , o coeficiente multiplicativo do tipo de conduto b_{zTYP} , $b_{\theta TYP}$, $b_{\phi TYP}$, respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência, é igual à um ganho pré-registrado

15 de esportividade GS_z , GS_{θ} , GS_{ϕ} de informação IS de esportividade estado no estado binário 1 de esportividade e sendo igual à 1, se a informação IS de esportividade estiver em um estado binário 0 de ausência de esportividade. Os ganhos modais b_z , b_{θ} , b_{ϕ} são calculados em função dos coeficientes multiplicativos de acordo com as fórmulas:

20
$$b_z = b_{zREF} \cdot b_{zATT} \cdot b_{zTYP}$$

$$b_{\theta} = b_{\theta REF} \cdot b_{\theta ATT} \cdot b_{\theta TYP}$$

$$b_{\phi} = b_{\phi REF} \cdot b_{\phi REC} \cdot b_{\phi TYP}$$

O primeiro esforço modal de bombeamento F_{z1} , o primeiro esforço modal de oscilação $F_{\theta 1}$, o primeiro esforço modal de tangência $F_{\phi 1}$ são calculados e são

25 igualmente denominados esforços modais de conforto ou < Skyhook >. O primeiro esforço modal de bombeamento F_{z1} , o primeiro esforço modal de

oscilação $F_{\theta 1}$, o primeiro esforço modal de tangência $F_{\varphi 1}$ são fornecidos sobre uma a saída do avaliador 21.

Lógica Roadhook

5 Abaixo será descrita a lógica Roadhook, ou seja que seja o perfil da rota, essa lógica sendo igualmente denominada lógica de durabilidade da carroceria ou lógica de comportamento. O princípio dessa lógica de durabilidade da carroceria é de estender à zero ou de minimizar uma ou várias das acelerações modais da carroceria em relação ao plano das rodas: aceleração modal no bombeamento, aceleração modal na oscilação, aceleração modal na tangência. Na Figura 10, o

10 dispositivo compreende um avaliador 31 das velocidades modais V_{mod2} da carroceria em relação ao plano médio das rodas em função dos percursos DEM medidos das rodas A, B, C, D. Essas velocidades modais V_{mod2} em relação ao plano médio das rodas são denominadas velocidades relativas e compreendendo a velocidade relativa $\dot{z}_c$ da carroceria no bombeamento, a

15 velocidade relativa $\dot{\varphi}_1$ na tangência e a velocidade modal relativa $\dot{\theta}_1$ da carroceria na oscilação. Esse avaliador 31 das velocidades modais relativas V_{mod2} recebe na entrada:

- os percursos DEB medidos sobre as rodas A, B, C, D;
- a via v ;
- 20 - ao menos dois parâmetros seguintes: o valor de repartição de massa $RMAvAr$ entre a dianteira e a traseira, o comprimento lg separando o centro de gravidade G do eixo das rodas dianteiras A, B, e a parte mais larga do veículo e .

Os percursos DEB são na chegada filtrados em um filtro passa-baixo, por exemplo de ordem 2 e do tipo Butterworth, para não obter os percursos de baixa

25 frequência de eliminar em uma larga medida os sobressaltos de altas frequências. Após isso, um derivador deriva os percursos DEB assim filtrados para obter as velocidades de percurso Roadhook da rodas A, B, C, D. As velocidades modais relativas V_{mod2} são calculadas de acordo com as seguintes fórmulas:

- 30 - velocidade modal relativa da carroceria no bombeamento em relação ao plano médio das rodas :

$$\dot{z}_{G2} = \frac{(e - lg) \dot{d}_A + \dot{d}_B}{e} + \frac{lg \dot{d}_C + \dot{d}_D}{e}$$

- velocidade modal relativa da carroceria na tangência em relação ao plano médio das rodas :

$$\phi_2 = \frac{\dot{d}_A + \dot{d}_B - \dot{d}_C - \dot{d}_D}{2e}$$

- 5 - velocidade modal relativa da carroceria na oscilação em relação ao plano médio das rodas:

$$\theta_2 = \frac{\dot{d}_A - \dot{d}_B - \dot{d}_C + \dot{d}_D}{2v}$$

Com

$\dot{d}_A$ = velocidade de percurso VDEB da roda A dianteira esquerda,

- 10 $\dot{d}_B$ = velocidade de percurso VDEB da roda B dianteira direita,

$\dot{d}_C$ = velocidade de percurso VDEB da roda C traseira direita,

$\dot{d}_D$ = velocidade de percurso VDEB da roda D traseira esquerda.

Golpe transversal antecipado

- 15 Um avaliador 32 é previsto para calcular um golpe transversal antecipado $\ddot{Y}$ (terceira derivada da coordenada Y em relação ao tempo) à partir da velocidade VVH medida do veículo e da velocidade de rotação $\dot{\delta}$ do volante de direção do veículo, onde δ é o ângulo de rotação medida desse volante, medida por qualquer sensor ou outro meio apropriado. Esse avaliador 32 recebe na entrada:

- a massa suspensa MSUS;
- 20 - o valor de repartição de massa RMAvAr entre a dianteira e a traseira;
- a velocidade VVH do veículo;
- a velocidade de rotação $\dot{\delta}$ do volante de direção.

O golpe transversal antecipado $\ddot{Y}$ estimado de acordo com a fórmula:

$$\ddot{Y} = \frac{D \dot{\delta} VVH^2}{e(1 + K VVH^2)}$$

- 25 onde D é a desmultiplicação do volante de direção e K é uma constante de ganho de sobrecarga, calculada em função do valor de repartição de massa RMAvAr entre a dianteira e a traseira e da massa suspensa MSUS. O ganho K de sobrecarga é uma extensão do veículo, determinado pelas medidas do veículo.

Torque do motor antecipado às rodas

Um avaliador 40 é previsto para calcular esse torque do motor antecipado às rodas, designado por C_R . Para tal, se estima o número i da relação engrenada $R_{EMBR}(i)$ da caixa de câmbio do veículo, que irá por exemplo de 1 à 5. Se calcula a velocidade V_{VH1} que levará o veículo à uma velocidade de rotação prescrita ω_{MOT1} do motor, que não dependa da posição engrenada da relação R_{EMBR} engajada de acordo com a fórmula

$V_{VH1} = V_{VH} \cdot \omega_{MOT1} / \omega_{MOT}$, onde ω_{MOT} é a velocidade de rotação do motor à velocidade V_{VH} do veículo. Se calcula para cada relação i da embreagem, os parâmetros $P_i = 0.5 \cdot (V_{VH1}(i) + V_{VH1}(i+1))$. Se comparando V_{VH1} à P_i e se retendo o valor P_i o mais próximo de V_{VH1} , se deduz a relação i da embreagem. O torque do motor antecipado C_R às rodas é então:

$$C_R = C_M \cdot R_{EMBR}(i),$$

com $R_{EMBR}(i) = \omega_{MOT} / \omega_{RODA}$, onde $R_{EMBR}(i)$ é a relação da embreagem tendo o número i ,

C_M é o torque do motor determinado por qualquer meio apropriado, por exemplo ou um calculador do controle motor. ω_{RODA} é a velocidade de rotação das rodas.

Golpe longitudinal antecipado

Um avaliador 33 é previsto para calcular um golpe longitudinal antecipado $\ddot{X}$ (terceira derivada da coordenada X em relação ao tempo) à partir da derivada do torque do motor antecipado e da derivada $\dot{P}_{MC}$ da pressão P_{MC} do cilindro mestre. Esse avaliador 33 recebe na entrada:

- a massa suspensa $MSUS$;
- a pressão P_{MC} do cilindro mestre;
- o torque do motor antecipado às rodas C_R .

O cálculo é efetuado da seguinte maneira. Se extrai na chegada de uma tabela ou curva pré-registrada devido à um esforço de frenagem do cilindro mestre em função da pressão do cilindro mestre, o valor E_{FR} desse esforço de frenagem correspondente à pressão P_{MC} do cilindro mestre, por exemplo por interpolação linear. Se aplica em seguida, um filtro passa-baixo, por exemplo de ordem 1 do tip Butterworth, à esse esforço de frenagem, se derivando em um derivador o esforço E_{FR} de frenagem então filtrado para obter a derivada $\dot{E}_{FR}$ do esforço E_{FR} filtrado. Se calcula o esforço antecipado do motor às rodas EMR , igual ao

torque do motor antecipado às rodas C_R , dividido por um quociente médio R_{moy} das rodas, predeterminado e pré-registrado. Se aplica em seguida um filtro passa-baixo, por exemplo de ordem 1 do tipo Butterworth, à esse esforço EMR antecipado do motor às rodas, se derivando em um derivador o esforço EMR antecipado do motor então filtrado para obter a derivada $\dot{E}_{MRF}$ do esforço filtrado. O golpe longitudinal antecipado $\ddot{X}$ é então igual à soma das derivadas $\dot{E}_{FRF}$, $\dot{E}_{MRF}$, dividido pela massa total MTOT:

$$\ddot{X} = \frac{\dot{E}_{FRF} + \dot{E}_{MRF}}{MTOT}$$

Nesta fórmula, a massa total MTOT inclui a massa suspensa MSUS, podendo incluir a massa das rodas e podendo ser limitada entre dois valores limiares. Esses golpes $\ddot{Y}$ e $\ddot{X}$ são estimados e não provêm de uma derivação dos acelerômetros, muito adiantado de muito atrasado.

Limites dos esforços modais antecipados

Um módulo 34 é previsto para calcular os limites dos esforços modais antecipados, a saber:

- um torque modal antecipado na tangência, designado por $C_{\phi 2ant}$;
- um torque modal antecipado na oscilação, designado por $C_{\theta 2ant}$.

Ele não calcula o esforço modal antecipado no bombeamento, sendo dado que somente um esforço modal correto Roadhool agita no bombeamento, assim como será descrito a seguir. Em um modo de realização representado pela Figura 11, o avaliador 34 recebe na entrada as seguintes extensões:

- o golpe transversal antecipado $\ddot{Y}$ fornecido pelo avaliador 32;
- o golpe longitudinal antecipado $\ddot{X}$ fornecido pelo avaliador 33;
- a velocidade VVH do veículo;

- as rigidezes modais fornecidas pelo avaliador 24: a rigidez modal no bombeamento k_z , a rigidez modal na tangência k_{ϕ} , e a rigidez modal na oscilação k_{θ} ;

- as velocidades modais relativas V_{mod2} em relação ao plano médio das rodas, fornecidas pelo módulo 31: a velocidade modal relativa $\dot{z}_{ca}$ no bombeamento da carroceria, a velocidade modal relativa $\dot{\theta}_2$ na oscilação da carroceria, a velocidade modal relativa $\dot{\phi}_2$ da tangência da carroceria;

- os momentos modais de inércia fornecidos pelo avaliador 20: o momento de inércia na oscilação I_θ e o momento de inércia na tangência I_φ ;
- a massa suspensa MSUS fornecida pelo avaliador 20;
- a informação IS de esportividade.

- 5 Assim como representado na Figura 11, cada um desses limites dos esforços modais antecipados na tangência $C_{\varphi 2ant}$ e na oscilação $C_{\theta 2ant}$ são calculados por tratamento respectivamente do golpe longitudinal antecipado tratado $\ddot{X}_T$ e do golpe transversal antecipado $\ddot{Y}_T$, mais a multiplicação respectivamente por um ganho na solicitação longitudinal G_{SX} para obter o torque modal antecipado na
- 10 tangência $C_{\varphi 2ant}$ e por um ganho na solicitação longitudinal G_{SY} para obter o torque modal antecipado na oscilação $C_{\theta 2ant}$ de acordo com as fórmulas:

$$C_{\varphi 2ant} = G_{SX} \cdot \ddot{X}_T$$

$$C_{\theta 2ant} = G_{SY} \cdot \ddot{Y}_T$$

- O ganho na solicitação longitudinal G_{SX} e o ganho na solicitação transversal G_{SY} são os parâmetros predeterminados de acionamento ao ponto, determinados pelas experiências sobre o veículo para obter as boas prestações de durabilidade da carroceria sob solicitação do condutor. Esse acionamento é descrito abaixo para o cálculo do torque modal antecipado na tangência, designado por $C_{\varphi 2ant}$ partir do golpe longitudinal antecipado $\ddot{X}$:
- 15

- 20 - na passagem do golpe longitudinal antecipado $\ddot{X}$ em um filtro 341 de anulação das frágeis amplitudes, possuindo um valor limiar alto positivo SHJL de ativação do golpe longitudinal e um valor limiar baixo negativo SBJL de ativação do golpe longitudinal antecipado $\ddot{X}$ situados entre o valor limiar alto de ativação do golpe longitudinal SHJL e o valor limiar baixo de ativação do golpe transversal SBJL ao curso do tempo;
- 25

- na passagem do golpe longitudinal antecipado $\ddot{X}$ filtrado, procedente do filtro 341, em um módulo 342 de manutenção dos valores máximos, podendo ter uma temporização de parâmetro de manutenção dos valores máximos, para obter um golpe filtrado e mantido em seus valores máximos, designado por $\ddot{X}_{max}$;

- 30 - na passagem do golpe $\ddot{X}_{max}$ filtrado e mantido em seus valores máximos, procedente do módulo 342, em um módulo 343 limitador do declive, limitando em valor absoluto da descendente do golpe $\ddot{X}_{max}$ filtrado e mantido em seus valores

máximos, para obter o golpe longitudinal antecipado tratado $\ddot{X}_T$, após a multiplicação respectivamente pelo ganho na solicitação longitudinal G_{SX} para obter o torque modal antecipado na tangência $C_{\phi 2ant}$.

A temporização deverá ser suficientemente longa para que o limite correto

- 5 Roadhook (ver acima) seja o tempo de tornar-se significativo sobre a ação simples (acionamento em uma curva simples, frenagem ou aceleração) e ser suficientemente curta para não perturbar o funcionamento Roadhook e para não requerer amortecimento inútil. A passagem do golpe transversal antecipado $\ddot{Y}$ no filtro 341 de anulação, tendo seu valor limiar alto positivo SHJT de ativação do
- 10 golpe transversal e seu valor limiar baixo SBJT de ativação do golpe transversal, após no módulo 342 de manutenção dos valores máximos produzindo um golpe filtrado e mantido em seus valores máximos, designado por $\ddot{Y}_{fmax}$ que é enviado ao módulo 343 limitador do declive tendo o ganho na solicitação transversal G_{SY} para fornecer na saída o torque modal antecipado na oscilação $C_{\theta 2ant}$. Os valores
- 15 limiares altos SHJT e SHJL poderão ser iguais e opostos aos valores limiares baixos iguais SBJT e SBJL. Esses valores limiares são os parâmetros e são um compromisso entre a limitação das ações intempestivas e o não tratamento das pequenas solicitações. De preferência, cada um dos valores limiares SHJT, SHJL, SBJT e SBJL é compreendido entre 1 e 10 m.s⁻³. O fato de utilizar os
- 20 limites antecipados permite o ganho em tempo de resposta para colocar os acionadores no bom estado dianteiro de modo que a carroceria tenha tempo de tomar a velocidade. Isto resulta em uma melhora notável da durabilidade da carroceria.

Limites dos esforços modais corretivos

- 25 O módulo 34 calcula igualmente, em função da velocidade modal relativa $V_{mod2} = \dot{z}_{G2}, \dot{\phi}_2, \dot{\theta}_2$ em relação ao plano médio das rodas, ao menos um segundo limite do esforço modal corretivo F_{2COR} de acordo com a fórmula geral

$$F_{2COR} = -b_{mod2} \cdot V_{mod2}$$

a saber:

- 30 - uma segunda força modal corretiva no bombeamento, designada por F_{z2cor} ;
- um segundo torque modal corretivo na tangência, designado por $C_{\phi 2cor}$;
- um segundo torque modal corretivo na oscilação, designado por $C_{\theta 2cor}$, de acordo com as fórmulas:

$$F_{z2cor} = -b_{z2} \cdot \dot{z}_{G2}$$

$$C_{\phi2cor} = -b_{\phi2} \cdot \dot{\phi}_2$$

$$C_{\theta2cor} = -b_{\theta2} \cdot \dot{\theta}_2, \text{ onde } b_{mod2} \text{ é um segundo ganho modal corretivo, } b_{z2} \text{ é um}$$

segundo ganho modal corretivo no bombeamento para calcular a segunda força modal corretiva no bombeamento F_{z2cor} , $b_{\theta2}$ é um segundo ganho modal corretivo de oscilação para calcular o segundo torque modal corretivo na oscilação $C_{\theta2cor}$, $b_{\phi2}$ é um segundo ganho modal corretivo na tangência $C_{\phi2cor}$.

Os segundos ganhos modais corretivos b_{z2} , $b_{\theta2}$, $b_{\phi2}$ poderão compreender um o vários coeficientes multiplicativos, como por exemplo os seguintes coeficientes multiplicativos:

- um segundo coeficiente multiplicativo de referência b_{ZREF2} , $b_{\theta REF2}$, $b_{\phi REF2}$, respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência;
- um segundo coeficiente multiplicativo de recuperação b_{ZREC2} , $b_{\theta REC2}$, $b_{\phi REC2}$, respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência;
- um segundo coeficiente multiplicativo do tipo conduto b_{ZTYP} , $b_{\theta TYP}$, $b_{\phi TYP}$, respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência.

Para cada um dos segundos ganhos modais b_{z2} , $b_{\theta2}$, $b_{\phi2}$, o segundo coeficiente multiplicativo de referência b_{ZREF} , $b_{\theta REF}$, $b_{\phi REF}$, respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência, é obtido se extraído de uma segunda tabela ou curva de referência, pré-registrada pela lógica Roadhook, devido ao segundo coeficiente multiplicativo de referência em função da velocidade do veículo, o valor b_{ZREF2} , $b_{\theta REF2}$, $b_{\phi REF2}$ do segundo coeficiente multiplicativo de referência, que corresponde ao valor de entrada VVH da velocidade do veículo, por exemplo por interpolação linear. Para cada um dos segundos ganhos modais b_{z2} , $b_{\theta2}$, $b_{\phi2}$, o segundo coeficiente multiplicativo de recuperação b_{ZREC2} , $b_{\theta REC2}$, $b_{\phi REC2}$, é por exemplo igual ao primeiro coeficiente multiplicativo de recuperação b_{ZREC} , $b_{\theta REC}$, $b_{\phi REC}$, respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência, como abaixo descrito:

$$b_{ZREC2} = b_{ZREC}, b_{\theta REC2} = b_{\theta REC}, b_{\phi REC2} = b_{\phi REC}.$$

Para cada um dos segundos ganhos modais b_z , b_{θ} , b_{ϕ} , o segundo coeficiente multiplicativo do tipo conduto b_{zTYP2} , $b_{\theta TYP2}$, $b_{\phi TYP2}$, respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência, é por exemplo igual ao primeiro

coeficiente multiplicativo do tipo conduto b_{zTYP} , $b_{\theta TYP}$, $b_{\phi TYP}$, como abaixo descrito:

$$b_{zTYP2} = b_{zTYP}, b_{\theta TYP2} = b_{\theta TYP}, b_{\phi TYP2} = b_{\phi TYP}.$$

Os segundos ganhos modais corretivos b_{z2} , $b_{\theta2}$, $b_{\phi2}$ são calculados em função dos segundos coeficientes multiplicativos de acordo com as fórmulas:

5

$$b_{z2} = b_{ZREF2} \cdot b_{ZREC2} \cdot b_{zTYP2}$$

$$b_{\theta2} = b_{\theta REF2} \cdot b_{\theta REC2} \cdot b_{\theta TYP2}$$

$$b_{\phi2} = b_{\phi REF2} \cdot b_{\phi REC2} \cdot b_{\phi TYP2}$$

10 Esforços modais Roadhook

O avaliador 34 realiza em seguida:

- a síntese entre o torque modal antecipado na tangência $c_{\phi2ant}$ e o segundo torque modal corretivo na tangência $c_{\phi2cor}$, para obter na saída o segundo torque ou esforço modal $c_{\phi2}$ de tangência;

15

- a síntese entre o torque modal antecipado na oscilação $c_{\theta2ant}$, e o segundo torque modal corretivo na oscilação $c_{\theta2cor}$, para obter na saída o segundo torque ou esforço modal $c_{\theta2}$ de oscilação.

A segunda força modal corretiva no bombeamento, designado por F_{z2cor} é acionado na saída como segunda força ou esforço modal F_{z2} de bombeamento

20

$F_{z2} = F_{z2cor}$. Esses segundos esforços $c_{\phi2}$, $c_{\theta2}$ e F_{z2} são denominados esforços modais de comportamento ou de durabilidade de rota ou << Roadhook >>. A síntese é efetuada por escolha do limite antecipado ou do limite corretivo em função de seus valores, da maneira descrita na Tabela abaixo:

Limite Antecipado ->	Pequeno	Grande
Limite Corretivo ↑		
Pequeno	Caso 1: Limite corretivo	Caso 3: Limite antecipado
Grande	Caso 2: Limite corretivo	Caso 4: - máximo de 2 se do mesmo gênero - Limite corretivo se

		gêneros opostos
--	--	-----------------

Para a obtenção do segundo esforço modal $c_{\phi 2}$ de tangência, ele será igual:

- ao segundo torque modal corretivo na tangência $c_{\phi 2 \text{cor}}$, quando o valor absoluto do torque antecipado na tangência $c_{\phi 2 \text{ant}}$ for inferior ou igual à um primeiro valor prescrito de tangência $V1\phi$, (caso 1 e 2 na Tabela, correspondente ao limite antecipado pequeno);
- ao torque modal antecipado na tangência $c_{\phi 2 \text{ant}}$, quando o valor absoluto do torque antecipado da tangência $V1\phi$, e quando o valor absoluto do torque modal corretivo na tangência $c_{\phi 2 \text{cor}}$ for inferior ou igual à um segundo valor prescrito de tangência $V2\phi$ (caso 3 na Tabela, correspondente ao limite corretivo pequeno e ao limite antecipado grande).
- se o valor absoluto do torque antecipado na tangência $c_{\phi 2 \text{ant}}$ for superior ao primeiro valor prescrito de tangência $V1\phi$ e se o valor absoluto do torque modal de tangência $V2\phi$ (caso 4 na Tabela, correspondente ao limite corretivo grande e ao limite antecipado grande);
- se o torque modal corretivo na tangência $c_{\phi 2 \text{cor}}$ e o torque antecipado na tangência $c_{\phi 2 \text{ant}}$ forem do mesmo gênero, o segundo esforço modal $c_{\phi 2}$ de tangência será igual ao valor máximo ($|c_{\phi 2 \text{cor}}|, |c_{\phi 2 \text{ant}}|$). $\text{Sgn}(c_{\phi 2 \text{ant}})$; onde sgn designa a função do gênero e o valor máximo da função máxima, e
- se o torque modal corretivo na tangência $c_{\phi 2 \text{cor}}$.

A obtenção do segundo esforço modal $c_{\theta 2}$ de oscilação é análogo à esse que precede, à partir de $c_{\theta 2 \text{cor}}$ e $c_{\theta 2 \text{ant}}$ na ligação de $c_{\phi 2 \text{cor}}$ e $c_{\phi 2 \text{ant}}$, com um primeiro valor prescrito de oscilação $V1\theta$ em na ligação de $V1\phi$, e um segundo valor prescrito de oscilação $V2\theta$ na ligação com $V2\phi$.

25 Síntese entre Skyhook e Roadhook

- O primeiro esforço modal de bombeamento F_{z1} , o primeiro esforço modal de oscilação $F_{\theta 1}$ e o primeiro esforço modal de tangência $F_{\phi 1}$ fornecidos pelo avaliador 21 (esforços modais de conforto pela lógica Skyhookm designados de uma maneira geral pelos primeiros esforços modais $F1$ de instrução), assim que
- o segundo esforço modal F_{z2} de bombeamento, o segundo esforço modal $c_{\theta 2}$ de oscilação e o segundo esforço modal $c_{\phi 2}$ de tangência fornecidos pelo avaliador 34 (esforços modais de comportamentos pela lógica Roadhook, designados de

uma maneira geral pelos segundos esforços modais F_2 de instrução), sendo enviados a um avaliador 22 de uma força de instrução para cada amortecedor, seja pelas rodas A, B, C, D ou pelas forças de instrução FA_1 , FB_1 , FC_1 , FD_1 . Para cada modo, o avaliador 22 pondera o primeiro esforço F_1 de conforto e o

5 segundo esforço F_2 de comportamento para calcular o esforço modal F de instrução. O avaliador 22 calcula:

- um esforço modal $F = F_z$ de instrução no bombeamento, em função do primeiro esforço do bombeamento F_{z1} de conforto, do segundo esforço de bombeamento F_{z2} de comportamento e de um coeficiente α de ponderação, de acordo com a

10 fórmula:

$$F_z = \alpha \cdot F_{z2} + (1-\alpha) \cdot F_{z1}$$

- um esforço modal $F = F_\phi$ de instrução na tangência, em função do primeiro esforço modal da tangência $F_{\phi1}$ de conforto, do segundo esforço modal $c_{\phi2}$ de tangência de comportamento e do coeficiente α de ponderação, de acordo com a

15 fórmula:

$$F_\phi = \alpha \cdot c_{\phi2} + (1-\alpha) \cdot F_{\phi1}$$

- um esforço modal $F = F_\theta$ de instrução na oscilação, em função do primeiro esforço modal de oscilação $F_{\theta1}$ de conforto, do segundo esforço modal $c_{\theta2}$ da oscilação de comportamento e do coeficiente α de ponderação, de acordo com a

20 fórmula:

$$F_\theta = \alpha \cdot c_{\theta2} + (1-\alpha) \cdot F_{\theta1}$$

A determinação desse coeficiente α de ponderação em função de solicitações detectadas será descrito abaixo. O coeficiente de ponderação é normalmente à 0 para dar seqüência aos esforços modais de instrução os primeiros esforços de

25 conforto F_{z1} , $F_{\theta1}$ e $F_{\phi1}$ da lógica Skyhook.

Aceleração longitudinal correta

A aceleração longitudinal correta $\ddot{x}_{cor}$ é calculada por um avaliador 25 a partir da aceleração longitudinal medida $ACCL$, fornecida pelo acelerômetro longitudinal CAPL. O avaliador 25 recebe na entrada:

- 30
- a velocidade V_{VH} medida do veículo;
 - a massa suspensa $MSUS$, fornecida pelo avaliador 20;
 - a aceleração longitudinal medida $ACCL$;
 - a pressão P_{MC} do cilindro mestre dos freios, fornecida pelo sensor CAP-P;

- o torque do motor antecipado às rodas C_R , fornecido pelo avaliador 40.

O cálculo é efetuado da seguinte maneira. Se extrair na chegada da tabela ou curva pré-registrada devido ao esforço de frenagem do cilindro mestre em função da pressão do cilindro mestre, o valor EFR desse esforço de frenagem correspondente à pressão P_{MC} do cilindro mestre, por exemplo, por interpolação linear. Se calcula o esforço antecipado do motor às rodas EMR, igual ao torque do motor antecipado às rodas C_R , dividido por um quociente médio R_{moy} das rodas, predeterminado e pré-registrado. Se calcula o esforço de traço longitudinal ETR em função da velocidade do veículo VVH de acordo com a fórmula:

$ETR = COEF. (VVH)^2 + DEC$, onde COEF é um coeficiente predeterminado e pré-registrado e DEC sendo um deslocamento predeterminado e pré-registrado. O esforço longitudinal total ELT é portanto igual à soma do esforço EFR de frenagem, do esforço EMR antecipado do motor às rodas e do esforço ETR do traço longitudinal:

$$ELT = EFR + EMR = ETR$$

Se calcula a massa total MTOT, que inclui a massa suspensa MSUS, podendo incluir a massa das rodas, e podendo ser limitada entre dois valores limiares. A aceleração longitudinal antecipada $\ddot{x}_{ANT}$ é calculada se dividindo o esforço longitudinal total ELT pela massa total MTOT:

$$\ddot{x}_{ANT} = ELT / MTOT$$

A aceleração longitudinal antecipada $\ddot{x}_{ANT}$ é eventualmente em seguida delimitada entre dois valores limiares. A aceleração longitudinal correta $\ddot{x}_{COR}$ é em seguida calculada em:

- se calculando a evolução EVAL da aceleração longitudinal, igual à aceleração longitudinal $\ddot{x}_{ANT}$ antecipada àquela que é subtraída da aceleração longitudinal medida ACCL;

$$EVAL = \ddot{x}_{ANT} - ACCL$$

- se aplicando à essa evolução EVAL da aceleração longitudinal um filtro passa-alto PH, por exemplo do tipo Butterworth de ordem 1, para obter a evolução longitudinal EVAL filtrada, igual à $PH(\ddot{x}_{ANT} - ACCL)$;

- se adicionando a evolução longitudinal EVAL filtrada para a aceleração longitudinal medida ACCL, para obter a aceleração longitudinal correta $\ddot{x}_{COR}$;

$$\ddot{x}_{COR} = CCL + PH(\ddot{x}_{ANT} - ACCL)$$

A frequência de corte do filtro passa-alto PH permite a regulação da velocidade de recuperação da estimativa sobre a medida;

5

Aceleração transversal correta

A aceleração transversal correta $\ddot{y}_{COR}$ é calculada por um avaliador 26 à partir da aceleração transversal medida ACCT, fornecida pelo acelerômetro transversal CAP-ACCT. O avaliador 26 recebe na entrada:

10

- a massa suspensa MSUS;
- o valor de repartição de massa RMAvAr entre a dianteira e a traseira;
- a velocidade VVH do veículo;
- o ângulo de rotação δ do volante de direção;
- a aceleração transversal medida ACT.

15

A aceleração transversal antecipada $\ddot{y}_{ANT}$ é estimada de acordo com a fórmula:

$$\ddot{y}_{ANT} = \frac{D\delta VVH^2}{e(1 + K.VVH^2)}$$

onde D é a desmultiplicação do volante de direção e K é a constante de ganho de sobrecarga, calculada em função do valor de repartição de massa RMAvAr entre a dianteira e traseira e da massa suspensa MSUS. A constante K de ganho de sobrecarga é uma extensão do veículo, determinada pelas medidas do veículo. A aceleração longitudinal antecipada $\ddot{y}_{ANT}$ é eventualmente em seguida delimitada entre dois valores limiares. A aceleração longitudinal correta $\ddot{y}_{ANT}$ é em seguida calculada em se:

20

- calculando uma evolução EVAT da aceleração transversal, igual à aceleração transversal antecipada $\ddot{y}_{ANT}$ à qual é subtraída da aceleração transversal medida ACCT:

25

$$EVAT = \ddot{y}_{ANT} - ACCT$$

- aplicando à essa evolução EVAT da aceleração transversal um filtro passa-alto PH2, por exemplo do tipo Butterworth de ordem 1, para obter a evolução transversal EVAT filtrada, igual à $PH(\ddot{y}_{ANT} - ACCT)$;

30

- adicionando a evolução transversal EVAT filtrada à aceleração transversal medida ACCT, para obter a aceleração transversal correta $\ddot{Y}_{COR}$:

$$\ddot{Y}_{COR} = ACCT + PH(\ddot{Y}_{ANT} - ACCT)$$

A frequência de corte do filtro passa-alto PH2 permite a regulação da velocidade de recuperação da estimativa sobre a medida.

5

Deteção de solicitações e coeficiente de ponderação dos esforços Skyhook e dos esforços Roadhook

Na Figura 12, um avaliador 23 calcula o coeficiente α de ponderação dos primeiros esforços e dos segundos esforços de comportamento. O avaliador 23 recebe na entrada:

10

- o golpe longitudinal antecipado $\ddot{X}$, fornecido pelo avaliador;
- o golpe transversal antecipado $\ddot{Y}$, fornecido pelo avaliador 32;
- a aceleração longitudinal correta $\ddot{X}_{COR}$, fornecida pelo avaliador 25;
- a aceleração transversal correta $\ddot{Y}_{COR}$, fornecida pelo avaliador 26;
- a informação IS de esportividade.

15

Por defeito, os primeiros esforços de conforto F_{z1} , $F_{\theta1}$, $F_{\phi1}$ da lógica Skyhook são acionados pelos esforços modais de instrução, ou seja, que o coeficiente α de ponderação esteja à 0. As solicitações são detectadas sobre os valores acionados por essas entradas. Uma vez que uma solicitação é detectada. O coeficiente α de ponderação passa para o << comportamento total >> ou Roadhook, ou seja à 1, para seleccionar os segundos esforços F_{z2} , $c_{\theta2}$ e $c_{\phi2}$ de comportamento como esforços modais de instrução. Se for detectada uma estabilização ao centro de uma solicitação, tipicamente uma grande curva de uma auto pista como mostrado na Figura 14, haverá a possibilidade de repassar o coeficiente α de ponderação progressivamente à 0 na lógica Skyhook para favorecer o conforto. Se no centro desta estabilização se detecta uma variação das extensões acelerométricas, a repartição repassa imediatamente para o << comportamento total >>, ou seja à 1. Se cria um sinal binário "solicitação condutora lateral" (SSOLT) e um sinal binário "solicitação condutora longitudinal" (SSOLL) sobre a transposição dos valores limiares de parâmetro da aceleração correta ou do golpe antecipado. O coeficiente de ponderação passa à 1 e se reinicia a temporização logo que os seguintes eventos são detectados:

20

25

30

- inclinação ascendente de solicitação condutora longitudinal;
- inclinação ascendente de solicitação condutora lateral;
- ultrapassagem do valor limiar sobre o golpe longitudinal na solicitação condutora longitudinal;

- 5
- ultrapassagem do valor limiar sobre o golpe lateral na solicitação condutora lateral;
 - ultrapassagem do valor limiar sobre a variação da aceleração lateral na solicitação condutora lateral.

- 10
- O avaliador 23 determina em função da informação IS de esportividade uma modulação de um valor limiar MODL longitudinal e uma modulação do valor limiar MODT transversal. Se a informação IS de esportividade for igual à 1, a modulação do valor limiar MODL longitudinal será igual à um valor prescrito longitudinal menor que 1 e a modulação do valor limiar MODT transversal será igual à um valor prescrito transversal menor que 1. Se a informação IS de
- 15
- esportividade for igual à 0, a modulação do valor limiar MODL longitudinal será igual à 1, e a modulação do valor limiar MODT transversal será igual à 1. Se determina em seguida os sinais de detecção das solicitações: um sinal lógico longitudinal SSOLL de solicitação, um segundo sinal lógico longitudinal SL2, um
- 20
- terceiro sinal lógico longitudinal SL3, um sinal lógico transversal SSOLT de solicitação, um quarto sinal lógico transversal ST4 e um quinto sinal lógico transversal ST5, da seguinte maneira:

- se $|\ddot{x}_{cor}| > THAL_1 \cdot MODL$

ou

$|\ddot{x}| > THJL_1 \cdot MODL$

- 25
- então SSOLL = 1,
senão SSOLL = 0.

- se SSOLL = 1 $|\ddot{x}| > THJL_2$

então SL2 = 0.

- a aceleração longitudinal γ_L sendo iniciada à 0.

- 30
- se $|\ddot{x}_{cor} - \gamma_L| > THAL_2 \cdot |\gamma_L|$
então

• $\gamma_L = \ddot{x}_{cor}$ é registrado para o próximo cálculo de SL3,

- se SSOLL = 1 então SL3 = 1 e senão SL3 = 0,

- se $|\dot{X}_{COR} - \gamma_L| \leq THAL_2 \cdot |\gamma_L|$ então $SL3 = 0$.
- se $|\dot{Y}_{COR}| > THAT_1 \cdot MODT$
- ou
- $|\ddot{Y}| > THJT_1 \cdot MODT$
- 5 então $SSOLT = 1$,
- senão $SSOL = 0$.
- se $SSOLT = 1$ e $|\ddot{Y}| > THJT_2$
- então $ST4 = 1$,
- senão $ST4 = 0$.
- 10 - a aceleração transversal γ_T é iniciada à 0.
- se $|\dot{Y}_{COR} - \gamma_T| \cdot |\gamma_T|$
- então
- $\gamma_T = \dot{Y}_{COR}$ é registrado para o próximo cálculo de $ST5$,
- se $SSOLT = 1$ então $ST5 = 1$ senão $ST5 = 0$,
- 15 - se $|\dot{Y}_{COR} - \gamma_T| \leq THAT_2 \cdot |\gamma_T|$ então $ST5 = 0$.

$THAL_1$ é um primeiro valor limiar da aceleração longitudinal,

$THAL_2$ é um segundo valor limiar de variação da aceleração longitudinal,

$THJL_1$ e $THJL_2$ são os primeiro e segundo valores limiares do golpe longitudinal,

20 $THAT_1$ é um primeiro valor limiar da aceleração transversal,

$THAT_2$ é um segundo valor limiar de variação da aceleração transversal.

$THJT_1$ e $THJT_2$ são os primeiro e segundo valores limiares do golpe transversal, sendo esses valores pré-registrados.

Os estados 1 dos sinais de detecção correspondentes à esses estados de

25 presença de uma solicitação e os estado 0 correspondentes aos estados de ausência de solicitações. Um sinal lógico $SSOL$ de solicitação do condutor é determinado como sendo igual à 1 se o primeiro sinal lógico longitudinal $SSOLL$ de solicitação estiver à 1 e/ou se o sinal lógico transversal $SSOLT$ de solicitação estiver à 1 (Operador lógico OU não exclusivo). Um primeiro sinal lógico $SL1$ é

30 dado igual ao sinal lógico $SSOL$ de solicitação do condutor. Se determina, em função da informação IS de esportividade, um tempo $TMOD$ de modulação entre os primeiros esforços Skyhook e os segundos esforços Roadhook:

- se $IS = 1$ então o tempo $TMOD$ de modulação será igual à

$$T_{MOD} = T_{PER} \cdot MODSPORT,$$

- senão $T_{MOD} = T_{PER}$

onde T_{PER} é um tempo de regime permanente predeterminado e pré-registrado, que representa o tempo de passagem da lógica Roadhook contra a

5 lógiuca Skyhook em regime estável, e $MODSPORT$ sendo um fator multiplicativo de tempo de modulação no caso de escolha de conduta esportiva, que é maior que 1 e que é predeterminada e pré-registrada. Na Figura 13, são representados os cronogramas em função do tempo t , um coeficiente α_{INTER} de ponderação intermediária sendo em seguida calculado da seguinte maneira:

- 10 - iniciação à 0 (estado S10),
- acionamento à 1 do coeficiente α_{INTER} de ponderação superior intermediário sobre cada inclinação ascendente detectada de um, vários ou todos os primeiro, segundo, terceiro, quarto, quinto sinais lógicos $SL1 = SSOL$, $SL2$, $SL3$, $ST4$, $ST5$ (estado S11),
- 15 - manutenção à 1 do coeficiente α_{INTER} de ponderação intermediária durante um tempo morto T_{MORT} predeterminado e pré-registrado antes de cada uma dessas inclinações detectadas (estado S12),
- decréscimo do coeficiente α_{INTER} de ponderação intermediária, por exemplo, linear, durante o tempo T_{MOD} de modulação antes desse tempo morto T_{MORT}
- 20 (estado S13), até mesmo quando à 0,
- se uma nova inclinação ascendente for detectada, o coeficiente α_{INTER} de ponderação intermediária é re-estabelecido à 1 segundo o estado S11 e os processos S11, S12, S13, descritos abaixo e reiniciados.

Se calcula um sinal lógico limitado $SSOL_{LIMIT}$ de solicitação do condutor, se

25 filtrando o sinal $SSOL$ de solicitação do condutor em um limitador de declive negativo, para que ele passe de 1 à 0 ao mínimo tempo T_{MOD} de modulação. O coeficiente α de ponderação é igual ao coeficiente α_{INTER} de ponderação intermediária, multiplicado pelo sinal lógico limitado $SSOL_{LIMIT}$ de solicitação do condutor:

30
$$\alpha = \alpha_{INTER} \cdot SSOL_{LIMIT}$$

A Figura 14 mostra os cronogramas do ângulo δ do volante ao curso de uma curva simples, que provoca a passagem do coeficiente α de ponderação à 1 (Roadhook) no início e no final do percurso da curva, quando o coeficiente α de

ponderação estiver à 0 (Skyhook) após a curva, antes da curva e ao meio da curva.

Forças de instrução para as rodas

- Se extrai da tabela ou curva pré-registrada devido ao coeficiente de repartição do esforço sobre a dianteira, em função do valor de repartição de massa entre a dianteira e a traseira, o valor do coeficiente CAV de repartição do esforço sobre a dianteira correspondente ao valor de repartição de massa RMAVAr entre a dianteira e a traseira, por exemplo, por interpolação linear. Esse coeficiente CAV de repartição do esforço sobre a dianteira é superior ou igual à 0 e inferior ou igual à 1. Um quociente anti-inclinação RAD, superior ou igual à 0 e inferior ou igual à 1, é calculado em função da velocidade VVH do veículo. Por exemplo, se extrai da tabela ou curva pré-registrada devido ao quociente anti-inclinação em função da velocidade do veículo, o valor do quociente anti-inclinação RAD correspondente à velocidade VVH do veículo, por exemplo por interpolação linear. O avaliador 22 calcula as forças de instrução dos amortecedores AM às rodas A, B, C, D em função dos esforços modais F_{z1} , $F_{\phi 1}$ e $F_{\psi 1}$ de instrução, de acordo com as seguintes fórmula:

- a força FA1 de instrução para a roda dianteira esquerda A:

$$FA1 = \frac{F_z \cdot CAV}{2} - \frac{F_{\psi}}{2 \cdot e} - \frac{F_{\phi} \cdot RAD}{v}$$

- a força FB1 de instrução para a roda dianteira direita B:

$$FB1 = \frac{F_z \cdot CAV}{2} - \frac{F_{\psi}}{2 \cdot e} + \frac{F_{\phi} \cdot RAD}{v}$$

- a força FC1 de instrução para a roda traseira direita C:

$$FC1 = \frac{F_z \cdot (1 - CAV)}{2} + \frac{F_{\psi}}{2 \cdot e} + \frac{F_{\phi} \cdot (1 - RAD)}{v}$$

- a força FD1 de instrução para a roda traseira esquerda D:

$$FD1 = \frac{F_z \cdot (1 - CAV)}{2} + \frac{F_{\psi}}{2 \cdot e} - \frac{F_{\phi} \cdot (1 - RAD)}{v}$$

O avaliador determina em seguida à partir das forças FA1, FB1, FC1, FD1 de instrução dos amortecedores AM às rodas A, B, C, D e da velocidade VDEB de percurso válido respectivamente para essas rodas A, B, C, D, a regra $ER_C = ER_{CA}$,



ER_{CB} , ER_{CD} de amortecimento de instrução que deverá levar o amortecedor AM da roda A, B, C, D, por exemplo no posicionamento do ponto (VDEB(A); FA1) sobre o gráfico da Figura 15 e procurando a regra de amortecimento mais próxima.

5 Estados mínimos

Um avaliador 27 calcula os estados mínimos de amortecimento. Essa função permite impedir à suspensão de ocupar os estados de amortecimento mais flexíveis, se impondo os estados ER_M mínimos, ou seja as regras ER_M mínimas de amortecimento, e isso em função de 4 fluxos diferentes na entrada:

- 10 - a velocidade do veículo para a obtenção do primeiro estado mínimo ER_{M1} : esse critério é utilizado para as situações de via do veículo parado, ou à velocidade muito brandas (para descidas íngremes por exemplo), ou para velocidade muito elevada para a segurança e manutenção da carroceria;
- a aceleração longitudinal correta para a obtenção do segundo estado mínimo
- 15 ER_{M2} : esse critério sendo utilizado para a segurança sobre solicitações longitudinais muito importantes, no caso onde a lógica Roadhook não oferece satisfação, e para as situações ou de frenagens estabilizadas, em oposição às fases longitudinais transitórias;
- a aceleração transversal correta para a obtenção do terceiro estado mínimo
- 20 ER_{M3} : esse critério sendo utilizado para a segurança sobre solicitações laterais muito importantes, no caso onde a lógica Roadhook não ofereça satisfação, e para as situações de curvas estabilizadas, durante as quais a lógica de síntese privilegia a lógica Skyhook;
- o golpe transversal antecipado para a obtenção do quarto estado mínimo ER_{M4} :
- 25 esse critério trabalha em paralelo com a lógica Roadhook com limites antecipados, permitindo assegurar um frágil acionamento do ângulo no controle do acionador por antecipação, e igualmente, de acordo com o parâmetro de utilização dos estados mínimos do tipo sobre-virador ou sub-virador afim de intervir sobre a prontidão do veículo no momento da curva.
- 30 Esses estados mínimos são por exemplo calculados separadamente para cada roda. O primeiro estado mínimo ER_{M1} é obtido se extraído da tabela ou curva pré-registrada devido ao segundo estado mínimo em função da velocidade do veículo, o valor do primeiro estado mínimo ER_{M1} correspondente à velocidade

VVH medida do veículo, por exemplo por interpolação linear. O primeiro estado mínimo poderá ser calculado separadamente para as rodas dianteiras e para as rodas traseiras.

- 5 O segundo estado mínimo ER_{M2} é obtido se extraído da tabela ou curva pré-registrada devido ao segundo esforço mínimo em função da velocidade do veículo, e da aceleração longitudinal correta, o valor do segundo estado mínimo ER_{M2} correspondente à velocidade VVH medida do veículo e à aceleração longitudinal correta $\ddot{x}_{cor}$, por exemplo por interpolação linear. O terceiro estado
- 10 mínimo ER_{M3} é obtido se extraído da tabela ou curva pré-registrada devido ao terceiro estado mínimo em função da velocidade do veículo e da aceleração transversal correta, o valor do terceiro estado mínimo ER_{M3} correspondente à velocidade VVH medida do veículo e à aceleração transversal correta $\ddot{y}_{cor}$, por exemplo por interpolação linear. O quarto estado mínimo ER_{M4} é obtido se
- 15 extraído da tabela ou curva pré-registrada devido ao quarto estado mínimo em função do golpe transversal antecipado, o valor do quarto estado mínimo ER_{M4} correspondente ao golpe transversal antecipado $\ddot{y}$, por exemplo por interpolação linear. Para cada roda, o estado mínimo ER_M global de amortecimento fornecido pelo avaliador 27 é então igual ao máximo dos estados mínimos ER_{M1} , ER_{M2} , ER_{M3} , ER_{M4} . Se obtendo assim um estado mínimo global ER_{MA} , ER_{MB} , ER_{MC} ,
- 20 ER_{MD} de amortecimento respectivamente para as rodas A, B, C, D. Cada uma das duas funções Roadhook e Skyhook tem como fluxo principal na entrada a informação dos quatro sensores de percurso de rodagem. Por exemplo, para um veículo rodando à menos de 20 km/h sem solicitação condutora, a função Skyhook demandará um amortecimento o mais flexível possível visto que as
- 25 velocidades modais absolutas serão muito brandas. Entretanto, nessa situação de via, o veículo se arrisca de realizar subidas ou descidas de forma muito vagarosa, que são as solicitações penosas e por isso será preferível que o veículo se encontre em um estado de amortecimento mais firme. Assim, para uma velocidade do veículo muito elevada (sobre auto-pista por exemplo), sem
- 30 solicitações condutoras e sobre boa rota, a lógica Skyhook requererá um estado flexível. Ela poderá representar um problema para as grandes velocidades, visto que o amortecimento está sujeito de passar à um estado muito firme em pouco tempo, o que não será possível com os acionadores utilizados. De outra parte, a

lógica Roadhook poderá se encontrar ligeiramente atrasada com relação às solicitações condutoras: os esforços antecipados estimados pela lógica Roadhook não sendo acionados com atraso, para que uma passagem na regra firme seja aplicada, fazendo com que a roda já esteja acionada à velocidade de percurso. Logo, quando a roda toma a velocidade de percurso, já é muito tarde. Isso resulta em não assegurar um amortecimento suficientemente firme, independentemente da velocidade de percurso das rodas, se integrando os estados de amortecimento mínimos sobre acelerações longitudinais laterais, assim que o golpe lateral (em avanço com relação às acelerações). Para melhorar o conforto do veículo, é preferível repassar na lógica Skyhook nas situações de via com curvas estabilizadas, ou acelerações longitudinais estabilizadas. Isto permite de reduzir as velocidades absolutas da carroceria. Entretanto, se deverá valer dessas situações de via para não amortecer muito o veículo visto que essas situações são potencialmente perigosas (curvas derrapantes, degradação do pavimento no curso da curva, etc.). Se aplicará então os estados mínimos sobre as acelerações estabilizadas para permitir a utilização da função Skyhook de maneira segura. Enfim, os estados mínimos sobre o golpe permanente de acrescentar à síntese uma margem de manobra sobre a prontidão e aprovação de conduta no momento da curva.

20 Comando da regra de amortecimento

Um módulo 28 de comando recebe na entrada a regra ER_{CA} , ER_{CB} , ER_{CC} , ER_{CD} de amortecimento de instrução, fornecida pelo avaliador 22 e o estado mínimo global ER_{MA} , ER_{MB} , ER_{MC} , ER_{MD} de amortecimento, fornecido pelo avaliador 27, respectivamente pelas rodas A, B, C, D e calculado a partir desses estados o estado ER_A , ER_B , ER_C , ER_D de comando dos amortecedores das rodas A, B, C, D e levando para cada roda o máximo da regra de amortecimento de instrução e do estado mínimo global de amortecimento:

$$\begin{aligned} ER_A &= \max (ER_{CA}, ER_{MA}) \\ ER_B &= \max (ER_{CB}, ER_{MB}) \\ ER_C &= \max (ER_{CC}, ER_{MC}) \\ ER_D &= \max (ER_{CD}, ER_{MD}) \end{aligned}$$

Esses estados ER_A , ER_B , ER_C , ER_D de comando determinam a regra de amortecimento acionado para cada amortecedor AM e são as extensões ER de comando enviadas sobre a entrada COM de comando ao acionador de cada amortecedor AM para cada roda A, B, C, D. Os estados ER_A , ER_B , ER_C , ER_D ,
 5 são ainda enviados à entrada do avaliador 12 pelo estado real do acionador. Abaixo serão descritos as funções suplementares, podendo ser previstas no dispositivo para calcular os estados ER_A , ER_B , ER_C , ER_D de comando dos amortecedores das rodas.

Acionamento do controle dos impactos

10 Uma detecção dos impactos se efetua sobre as rodas dianteiras. Não será possível antecipar um obstáculo. Se detectará então um obstáculo quando as rodas dianteiras se transpuserem. A detecção de um impacto é a importante velocidade de percurso que gera ao nível das rodas. O obstáculo poderá ser de frágil amplitude (buraco de rua não profundo por exemplo) mas ele gerará um
 15 choque, visto as rodas de percurso estarem à grande velocidade. Na Figura 16, um avaliador 50 é previsto para calcular um estado de instrução ou regra de amortecimento de instrução ERP no caso de detecção de um impacto. Esse avaliador recebe na entrada:

- os percursos DEB(A), DEB(B) das rodas dianteira A, B, fornecidos pelos
- 20 sensores CAP-DEB dos percursos;
- as velocidades de percurso (VDEB(A), VDEB(B) das rodas dianteiras A, B;
- a velocidade medida do veículo;
- a aceleração transversal correta $\ddot{Y}_{cor}$;
- o coeficiente α de ponderação dos primeiros esforços F_{z1} , $F_{\theta1}$ e $F_{\phi1}$ de conforto
- 25 e os segundos esforços sobre as rodas esquerdas ou direitas do veículo. Se um impacto não for detectado sobre a roda dianteira direita, quando o do tratamento dos impactos são estiver ativado sobre as rodas do lado direito. Se um impacto não for detectado sobre a roda dianteira esquerda, quando o tratamento dos impactos não estiver ativado sobre as rodas do lado esquerdo. O avaliador
- 30 compreende:
- um módulo 51 de detecção dos impactos em função dos percursos DEB e das velocidades VDEB de percurso;

- um módulo 52 de cálculo de um atraso na ativação e de um sinal de inibição do tratamento em função da velocidade VVH do veículo, da aceleração transversal correta $\ddot{Y}_{cor}$ e do coeficiente α de ponderação;
- um módulo 53 de tratamento dos impactos do lado esquerdo;
- 5 - um módulo 54 de tratamento dos impactos do lado direito,

Deteccção dos impactos

- Um valor limiar SDP de detecção de impacto é predefinida no módulo 51. Quando de um lado do veículo, por exemplo o lado esquerdo, a velocidade de percurso (BDEB(A) da roda dianteira for superior em um valor absoluto ao valor
- 10 limiar SDP de detecção de percurso, um sinal lógico binário P de detecção provável de percurso é acionado à 1, no momento que a velocidade de percurso VDEB(A) da roda dianteira for inferior ou igual em valor absoluto ao valor limiar SDP de detecção de percurso, o sinal P de detecção provável de impacto
- 15 estando à 0. Afim de otimizar a regulação, esse valor limiar SDP de detecção de impacto será o parâmetro em função da velocidade VVH do veículo. Se extrai da tabela, curva ou cartografia pré-registrada devido ao valor limiar de detecção de impacto correspondente à velocidade VVH do veículo, por exemplo, por
- 20 interpolação linear. As velocidades VVH muito elevadas por exemplo, não importante qual obstáculo capaz de gerar uma velocidade de percurso importante. Nas velocidades elevadas, será necessário aumentar o valor limiar SDP de detecção dos impactos, afim de não realizar o tratamento intempestivo sobre as solicitações de rota não correspondentes aos impactos propriamente
- 25 ditos. As velocidades de percurso, antes de choque poderão oscilar durante quaisquer instantes correndo o risco de ultrapassarem várias vezes o valor limiar SDP no caso de um choque de partida. Uma temporização TEMP desbloqueada na primeira ultrapassagem do valor limiar SDP permite então de se evitar a detecção de vários impactos par uma mesma transposição do obstáculo. Por exemplo, um impacto detectado não é valido se ele for detectado durante mais
- 30 de um tempo prescrito DDP de detecção de impacto, por exemplo de 15 milésimos de segundo.

Inibição da detecção do impacto

Um sinal S = SIDP de inibição de detecção de impacto é gerado como sendo igual à 1 para inibir a detecção do impacto, quando ao menos um dos percursos

de rodagem dianteiros DEB(A), DEB(B) deverão ser inferiores à um primeiro valor limiar SDEB1 disposto, ou superior à um segundo valor limiar SDEB2 disposto, e sendo senão igual à 0. Como efeito, quando dos fortes movimentos da carroceria, o percurso poderá ser tal que o comboio irá ao contato de seus dispositivos. O esmagamento desses dispositivos gera uma velocidade de percurso importante, suscetível de ativar a função do tratamento dos impactos. Se essa função for ativada nessa situação de via, ela imporá os estados de amortecimento flexíveis para a traseira durante um determinado tempo. O problema é que se o estado de amortecimento passar para o estado flexível quando o comboio estiver em contato com esses dispositivos, os movimentos da carroceria não serão de todo freados, e os fenômenos de bombeamento excessivo do eixo traseiro aparecerão. Se inibirá então os impactos nessa situação de via. Para tal, se vigiará o valor dos percursos da roda. Quando esses percursos ultrapassarem um valor de parâmetro SDEB1 e SDEB2 (que correspondem ao curso de percurso possível da roda, previamente no contato com os dispositivos de ataque ou de defesa), a detecção dos impactos será inibida. O módulo 51 gera um sinal W de validação de impacto à partir do sinal P de detecção provável de impacto, da seguinte maneira. Um sinal Q de impacto válido e o sinal W de validação de impacto são gerados ao ciclo n do cálculo em função de seus valores ao ciclo n-1 precedente de um sinal T de temporização TEMP passado, calculado em função do sinal P de detecção provável de impacto. O sinal Q de impacto válido é iniciado à 1. Um sinal T de temporização TEMP passado é acionado à 1, se o sinal P de detecção provável de impacto permanece à 0 após sua última inclinação descendente durante um tempo superior à temporização TEMP. O sinal T de temporização TEMP passado é acionado à 0. O sinal Q de impacto válido é igual à:

$$Q' = \overline{Q} \cdot W \cdot T + \overline{Q} \cdot W \cdot \overline{T} + Q \cdot \overline{W} \cdot \overline{T} + Q \cdot \overline{W} \cdot T$$

Onde Q' designa o estado ao ciclo seguinte, e – designa o complemento. O sinal W de validação de impacto é então acionado à 1, significando que um impacto foi bem detectado, uma vez que:

- o sinal P de detecção provável de impacto estiver à 1 durante um número prescrito de ciclos consecutivos, por exemplo 3 ciclos formando a duração DDP;

- o sinal Q de impacto válido se encontra à 1;
- o sinal S = SIDP de inibição de detecção de impacto se encontra à 0m indicando nenhuma inibição;
- a aceleração transversal correta $\ddot{Y}_{cor}$ for inferior em valor absoluto à um valor limiar prescrito SY de inibição da aceleração transversal correta: $|\ddot{Y}_{cor}| < SY$, sendo

$$W = P \cdot Q \cdot S, (|\ddot{Y}_{cor}| < SY)$$

Atraso na transposição e inibição para as velocidades frágeis

- Afim de melhorar a passagem do impacto sobre as rodas traseiras, é imperativo que elas transpassem o obstáculo com um estado de amortecimento flexível. Para tal, a função do tratamento dos impactos deverá estimar no instante preciso da transposição das rodas traseiras. No momento de que o impacto é detectado sobre as rodas dianteiras, ou seja, logo que o sinal W de validação de impacto estiver acionado à 1, o módulo 52 calcula o atraso DEL de transposição das rodas traseiras em relação às rodas dianteiras de uma maneira geral da seguinte maneira:

- $DEL = (e / V_{VH}) - TR$, onde TR é um tempo prescrito de reação correspondente ao tempo necessário aos acionadores passarem para o estado flexível. Se a velocidade V_{VH} do veículo for muito frágil (inferior ou igual à um valor limiar SV_{VH} do veículo) ou se o coeficiente α de ponderação dos primeiros esforços F_{z1} , $F_{\theta 1}$ e $F_{\phi 1}$ de conforto e dos segundos esforços F_{z2} , $c_{\theta 2}$ e $c_{\phi 2}$ de comportamento for muito grande (superior ou igual à um valor limiar SCOEFF do coeficiente de ponderação), um sinal de inibição SINV para as velocidades frágeis será acionado à 1, e o atraso DEL de transposição será igual à um valor prescrito máximo DELMAX.

Tratamento das rodas traseiras

- Uma vez que o impacto é detectado sobre a roda dianteira esquerda, uma temporização é lançada durante o atraso DEL de transposição no módulo 53 de tratamento das rodas esquerdas. Ao fim dessa temporização, um estado ERP de amortecimento de instrução flexível e prescrito é imposto para a roda traseira esquerda do veículo durante um tempo de tratamento prescrito, para que o impacto seja convenientemente amortecido pelo amortecedor da roda traseira

esquerda. O estado de amortecimento a ser aplicado e a duração do tratamento são os dados do acionamento ao ponto de parâmetro.

Tratamento das rodas dianteiras

5 Uma vez que o impacto é detectado sobre a roda dianteira esquerda, o tratamento sobre a roda dianteira esquerda não poderá ser um pós-tratamento. Isto porque ele tem por objetivo delimitar as vibrações do comboio e frear os movimentos e ressaltos da roda justamente antes do obstáculo. O pós-tratamento das rodas dianteiras consiste em impor um estado ERP de amortecimento de instrução firme e estável e prescrito durante um tempo de

10 tratamento prescrito. O estado de amortecimento a ser aplicado e a duração do tratamento são os dados do acionamento ao ponto de parâmetro.

Pós-tratamento das rodas dianteiras e traseiras

Ao fim do tratamento das rodas traseiras, se efetua então um pós-tratamento do impacto, sobre as rodas dianteiras e sobre as rodas traseiras. Para frear os

15 movimentos da roda durante a passagem de um obstáculo, se impõe um estado ERP de amortecimento de instrução fechado e estável e prescrito para as rodas traseiras durante um tempo de pós-tratamento prescrito. O estado de amortecimento a ser aplicado e a duração do pós-tratamento das rodas dianteiras e traseiras são os dados do acionamento ao ponto de parâmetro.

Inibição do tratamento

Os módulos 53, 54 de tratamento dos impactos produzem os estados impostos ERP de amortecimento dos impactos, que poderão ser preponderantes em relação aos estados ER de amortecimento requeridos pelas funções Skyhook e Roadhook. Em certas situações de via, esses estados impostos ERP de

25 amortecimento dos impactos poderão vir degradar o conforto do veículo, ou seja de tornar perigosa a sua segurança. Isto porque, o tratamento dos impactos pe submetido à eventuais inibições. Quando o veículo se desloca sobre uma rota muito degradada com as solicitações à alta frequência (tipo rota pavimentada), as velocidades de percurso das rodas atenderão os níveis elevados, suscetíveis

30 de ativar a função de tratamento dos impactos. Se essa função for ativada, ela imporá os estados ERP de instrução de amortecimento dos impactos, que serão firmes, estáveis e seguros durante um tempo determinado sobre as quatro rodas. Sobre uma roda pavimentada, esses estados ERP de amortecimento firmes

- gerarão o desconforto durante todo o pós-tratamento. A estratégia ideal sobre esses pavimentos não geram movimentos da carroceria no sentido de permanecer na regra mais flexível possível. Se inibirá então o tratamento dos impactos à partir de um número determinado, por exemplo três, e os impactos
- 5 serão detectados em um curto lapso de tempo determinado, por exemplo sobre o sinal W de validação de impacto. A inibição resultante será uma duração de parâmetro. Em outro caso possível de inibição do tratamento são as velocidades VVH mais frágeis do veículo. De outra parte, quando a lógica de síntese do AMVAR se encontra no modo de << comportamento >>, ou seja quando a lógica
- 10 Roadhook estiver ativada e o coeficiente α de ponderação for igual à 1 ou próxima de 1, se inibe igualmente os impactos (ver acima SINV). Um outro caso de inibição do tratamento poderá ser previsto para a segurança do veículo. No momento das fortes solicitações pode parte do condutor, ou no momento em que o veículo se encontra em uma curva estabilizada, impor um estado de
- 15 amortecimento flexível poderá se tornar perigoso para a continuidade da rota. Nessas condições de rodagem, a lógica Roadhook otimizando o comportamento do veículo não deverá sobretudo ser desativada por outras funções. Ela aumenta a segurança das pessoas. Se vigia portanto, de uma parte a aceleração transversal do veículo: quando ela ultrapassa um determinado valor limiar de
- 20 parâmetro, se inibe o tratamento dos impactos, assim como previsto abaixo, quando a aceleração transversal correta $\ddot{Y}_{COR}$ for superior ou igual em valor absoluto ao valor limiar prescrito SY de inibição da aceleração transversal correta: $|\ddot{Y}_{COR}| \geq SY$. O módulo 52 gera um sinal INHIB de inibição do tratamento dos impactos, igual à 1 para inibir o tratamento dos impactos para os
- 25 módulos 53 e 54, quando ao menos um e/ou outra das condições seguintes é realizada:
- um número predeterminado de impactos, representados pela inclinação ascendente do sinal W de validação de impacto sendo detectada uma duração predeterminada;
- 30 - o sinal de inibição SINV para as velocidades frágeis sendo acionado à 1, para indicar que a velocidade VVH do veículo for muito frágil ou que o coeficiente α de ponderação dos primeiros esforços F_{z1} , $F_{\theta 1}$ e $F_{\phi 1}$ de conforto e os segundos

esforços F_{z2} , $C_{\theta 2}$ e $C_{\varphi 2}$ de comportamento for muito grande, para indicar que a lógica Roadhook se encontra em vigor;

$$-|\ddot{Y}_{COR}| \geq SY.$$

5 O atraso DEL de transposição e o sinal INHIB de inibição do tratamento dos impactos são enviados à duas entradas de cada um dos módulos 53, 54 de tratamento. Cada um dos módulos 53, 54 compreende igualmente uma entrada CLK de relógio, combinadas por um operador lógico ET com respectivamente a entrada W(A) do sinal W de validação de impacto da roda A dianteira esquerda e a entrada W(B) do sinal W de validação de impacto da roda B dianteira direita,
10 para indicar a frequência do cálculo dos módulos 53 e 54. Uma entrada de relógio é igualmente prevista para cada um dos blocos, avaliadores e módulos representados pelas Figuras. No caso onde o avaliador 50 é previsto, ele fornece os estados de instrução ERP no caso de detecção de um impacto, ou seja para as rodas A, B, C, D, os estados de instrução ERP_A , ERP_B , ERP_C , ERP_D para
15 uma outra entrada do módulo 28 de comando. O módulo 28 de comando calcula à partir desses estados os estados ER_A , ER_B , ER_C , ER_D de comando dos amortecedores das rodas A, B, C, D se levando para cada roda o máximo dos estados ER_{CM} ERP de amortecimento de instrução e do estado mínimo global ERM de amortecimento:

$$\begin{aligned} 20 \quad ER_A &= \text{Max} (ER_{CA}, ERP_A, ER_{MA}) \\ ER_B &= \text{Max} (ER_{CB}, ERP_B, ER_{MB}) \\ ER_C &= \text{Max} (ER_{CC}, ERP_C, ER_{MC}) \\ ER_D &= \text{max} (ER_{CD}, ERP_D, ER_{MD}) \end{aligned}$$

25 Acionamento do controle de grandes amplitudes de movimento (lógica de grandes percursos)

Uma detecção de grandes percursos e de grandes velocidades de percurso das rodas dianteiras ou das rodas traseiras é prevista. O objetivo é detectar ao máximo todos os obstáculos que poderão gerar as grandes amplitudes de movimento da carroceria, em marcha dianteira e/ou em marcha ré. A detecção
30 dessas situações de via é prevista para tratar os obstáculos solicitando simultaneamente as rodas direita e esquerda do comboio dianteiro ou traseiro. Esses obstáculos poderão ser detectados na compressão dos burrinhos do freio

ou na detecção para o sangramento importante. Na marcha dianteira, esse gênero de obstáculos irá gerar sobre as rodas dianteiras fortes amplitudes de percursos e das velocidades de percurso. Na Figura 17, um avaliador 60 é previsto para calcular um estado de instrução ou regra de amortecimento de instrução ERGD no caso de detecção de uma grande amplitude de movimento da roda. Esse avaliador recebe na entrada :

- 5 - os percursos dianteiros DEB(A), DEB(B) das rodas dianteiras A, B, e os percursos DEB(C), DEB(D) das rodas traseiras C, D, que são por exemplo seus filtros DEBF(A), DEBF(B), DEBF(C), DEBF(D), fornecidos pelo filtro 13 à partir
- 10 dos percursos DEB(A), DEB(B), DEB(C), DEB(D) fornecidos pelos sensores CAP-DEB dos percursos;
- as velocidades de percurso dianteiras VDEB(A), VDEB(B) das rodas dianteiras A, B, e as velocidades de percurso DEB(C), DEB(D) das rodas traseiras C, D, fornecidas pelo módulo derivador DER;
- 15 - a velocidade VVH medida do veículo;
- o nível NTC de sobressalto da carroceria, fornecido pelo avaliador 24.

O avaliador 60 aciona uma lógica de detecção e de tratamento das grandes amplitudes de movimento, compreendendo:

- um módulo 61 de detecção das grandes amplitudes de movimento da roda;
- 20 - um módulo 62 de validação e de inibição da detecção das grandes amplitudes de movimento da roda;
- um módulo 63 de cálculo do estado de instrução ou regra de amortecimento de instrução ERGD para as grandes amplitudes de movimento da roda.

Detecção das grandes amplitudes de movimento da roda

- 25 Um primeiro valor limiar SDGD de detecção de grandes percursos e um segundo valor limiar SVDG de detecção de grandes velocidades de percurso são predefinidos no módulo 61. Logo que a vez do percurso da DEBF(A) da roda dianteira esquerda ultrapassa o primeiro valor limiar SDGD de detecção de grandes percursos, o percurso DEBF(B) da roda dianteira direita ultrapassa o primeiro valor limiar SDGD de detecção de grandes percursos, a velocidade de
- 30 percurso VDEB(A) da roda dianteira esquerda ultrapassa o segundo valor limiar SVDG de detecção das grandes velocidades de percurso e a velocidade de percurso VDEB(B) da roda dianteira ultrapassa o segundo valor limiar SVDG de

detecção das grandes velocidades de percurso, quando um primeiro sinal SDGDAV de detecção de grandes movimentos dianteiros é acionado à 1 para indicar a detecção de uma grande amplitude de movimento da roda sobre as rodas dianteiras. Isto também ocorre para um segundo sinal SDGSDAR de

5 detecção de grandes movimentos traseiros, que é acionado à 1 para indicar a detecção de uma grande amplitude de movimento da roda sobre as rodas traseiras, logo que as quatro condições de ultrapassagem da vez forem preenchidas com os percursos DEBF(D) e DEBF(C) e as velocidades de percurso VDEB(D) e VDEB(C) para as rodas traseiras. O primeiro e o segundo

10 valores limiares SDGD e SVGD poderão ser diferentes para a dianteira e a traseira. A ultrapassagem dos primeiros e/ou segundos valores limiares SDGD, SVGD poderá ser a passagem do percurso e/ou da velocidade de percurso sob os valores limiares SDGD, SVGD inferior, por exemplo na distensão dos amortecedores, e/ou a passagem do percurso e/ou da velocidade de percurso

15 abaixo de um outro valor limiar SDGD superior ao valor limiar SDGD, SVDG inferior, por exemplo no ataque dos amortecedores. Um sinal SGD de detecção dos grandes movimentos é acionado à 1 para indicar a detecção de uma grande amplitude de movimento de roda sobre as rodas, logo que o primeiro sinal SDGDAV de detecção de grandes movimentos dianteiros e/ou o segundo sinal

20 SDGDAR de detecção de grandes movimentos for fornecido pelo módulo 61 de detecção ao módulo 62 de validação e de inibição. Para maior precisão e evitar os tratamentos intempestivos, o primeiro valor limiar SDGD de detecção de grandes percursos e o segundo valor limiar SVGD de grandes velocidades de percurso são parâmetros em função da velocidade VVH do veículo. Por exemplo,

25 para cada um desses valores limiares SDGD, SVDG, se extrai da tabela, curva ou cartografia pré-registrada devido ao valor limiar de detecção em função da velocidade do veículo, o valor dos valores limiares SDGD, SVGD de detecção correspondente à velocidade VVH do veículo, por exemplo por interpolação linear.

30 Inibição da detecção dos grandes movimentos da roda

Um sinal INSGD de validação ou inibição de detecção de grande amplitude de movimento das rodas é gerado pelo módulo 62, como sendo igual à 0 para inibir a detecção, logo que uma ou várias das condições seguintes são realizadas:

- o coeficiente α de ponderação dos primeiros esforços F_{z1} , $F_{\theta 1}$ e $F_{\varphi 1}$ de conforto e dos segundos esforços F_{z2} , $c_{\theta 2}$ e $c_{\varphi 2}$ de comportamento sendo muito grande (superior à um valor limiar SCOEFF2 de coeficiente de ponderação, por exemplo nulo) para indicar que a lógica Roadhook esteja ao menos parcialmente em vigor;
 - 5 - o nível NTC de sobressalto for superior à um valor limiar SNTC prescrito do nível de sobressalto.
- Se nenhuma das condições de inibição não for realizada e se o sinal de detecção de grandes movimentos estiver à 1 para indicar a detecção de uma
- 10 grande amplitude de movimento das rodas, o sinal INSGD toma o estado 1 de validação da detecção de grande amplitude de movimento das rodas. No primeiro caso de inibição (coeficiente α de ponderação), sob solicitações do condutor, ele será mais seguro de manter a lógica Roadhook agir e reagir às solicitações rotineiras para aperfeiçoar a durabilidade da carroceria e
 - 15 notadamente para maximizar o contato da roda com o solo. Se a lógica Roadhook venha a transmitir uma instrução de passagem dos estados de amortecimentos flexíveis, ela nada fará para impedir. Isto porque se inibe a detecção e o tratamento das grandes amplitudes de movimento quando a lógica Roadhook é ativada. No segundo caso de inibição (nível NTC de sobressalto), o
 - 20 tratamento das grandes amplitudes de movimento poderá ser penalizado pelo conforto vibratório, visto que um estado de amortecimento muito firme irá transferir para o interior da carroceria as irregularidades da rota, e não filtrará então os sobressaltos e as trepidações produzidas por essa rota. Isto se deve ao fato de se preferir inibir a lógica de tratamento das grandes amplitudes de
 - 25 movimento, quando a rota estiver degradada. Se utiliza uma lógica de reconhecimento do estado da rota, baseada sobre as filtragens passa-banda dos percursos DEB. Assim que ela é indicada abaixo para o cálculo no nível NMC de baixas frequências do nível NTC de sobressalto, uma filtragem em torno do modo da carroceria (em torno de Hertz) e uma filtragem na banda dos
 - 30 sobressaltos (entre e 8 Hz) são utilizadas para caracterizar o estado da rota (boa rota, rota com bom pavimento, mas gerando os movimentos da carroceria, rota com revestimento degradado, mas plana, rota com revestimento degradado mas gerando os movimentos da carroceria). Para inibição, se utiliza o nível de

sobressalto calculado a partir da filtragem entre 3 e 8 Hz. O valor limiar SNTC prescrito do nível de sobressalto será o parâmetro. Assim, o compromisso entre a durabilidade da carroceria e o conforto vibratório é otimizado.

Tratamento dos grandes movimentos das rodas

- 5 O avaliador 63 calcula, à partir do sinal INSGD de validação ou da inibição de detecção de grande amplitude de movimento das rodas, o coeficiente χ de tratamento de grandes amplitudes de movimento da roda. O coeficiente χ de tratamento é uma variável superior ou igual à 0. Logo que o sinal passa do estado 0 de inibição de detecção de grande amplitude do movimento das rodas
- 10 ao estado 1 de validação de grande amplitude do movimento das rodas, o coeficiente χ de tratamento aumenta de 0 à 1 com um declive de ascendência prescrita, por exemplo do parâmetro para uma primeira temporização TEMP1 na entrada do módulo 63. O coeficiente χ de tratamento é em seguida mantido em seu valor máximo 1 durante um tempo prescrito, por exemplo do parâmetro para
- 15 uma segunda temporização TEMP2 na entrada do módulo 63, e voltando a descer à 0 com um declive descendente prescrito, por exemplo do parâmetro para uma terceira temporização TEMP3 na entrada do módulo 63.

Estados mínimos no caso de detecção de grandes movimentos das rodas

- 20 O módulo 64 recebe o coeficiente χ de tratamento de grandes amplitudes de movimento da roda e da velocidade VVH do veículo e calcula em função da mesma a regra de amortecimento de instrução mínima. Os diferentes parâmetros intervindo no cálculo do coeficiente χ de tratamento permite de governar exatamente o instante e o tempo durante o qual os estados ERGD de amortecimento mínimos serão aplicados pelo módulo 64. Esse estados mínimos
- 25 ERGD são os parâmetros em função da velocidade VVH do veículo para otimizar o compromisso entre a durabilidade da carroceria e o conforto vibratório qual seja a velocidade do veículo: os estados mínimos a serem utilizados por exemplo menos elevados à 30 km/h para a passagem dos burrinhos do freio do que à uma velocidade mais elevada onde uma solicitação da rota onde se crie um
- 30 grande percurso irá necessitar os estados mínimos elevados. Os estados mínimos ERGD poderão igualmente ser calculados separadamente para as rodas dianteiras e para as rodas traseiras. O cálculo dos estados ERGD de amortecimento de instrução é por exemplo, efetuado da seguinte maneira:

- um estado intermediário ERGD-INTER de grande amplitude de movimento das rodas (número da regra de amortecimento intermediário) sendo extraído de uma tabela ou curva pré-registrada devido à esse estado intermediário em função da velocidade do veículo, o valor ERGD-INTER do estado intermediário de grande amplitude de movimento das rodas, correspondente à velocidade VVH do veículo, por exemplo por interpolação linear;
- 5 - o estado ERGD de amortecimento de instrução de grande amplitude de movimento das rodas é então igual ao estado intermediário ERGD-INTER de amortecimento, multiplicado pelo coeficiente χ de tratamento das grandes amplitudes de movimento da roda, arredondado por exemplo ao número da regra de amortecimento mais próxima.

- No caso onde o avaliador 60 é previsto, ele fornece os estados de amortecimento de instrução ERGD no caso de detecção de uma grande amplitude de movimento da roda, ou seja para as rodas A, B, C, D, os estados de instrução ERP_A , ERP_B , ERP_C , ERP_D para uma outra entrada do módulo 28 de comando. O módulo 28 de comando calcular à partir desses estados os estados
- 15 $ERGD_A$, $ERGD_B$, $ERGD_C$, $ERGD_D$ de comando dos amortecedores das rodas A, B, C, D se levando para cada roda o máximo dos estados ER_C , ERGD (e eventualmente ERP para acionar controle dos impactos) de amortecimento de
- 20 instrução e do estado mínimo global ERM de amortecimento:

$$ER_A = \max (ER_{CA}, ERGD_A, ER_{MA})$$

$$ER_B = \max (ER_{CB}, ERGD_B, ER_{MB})$$

$$ER_C = \max (ER_{CC}, ERGD_C, ER_{MC})$$

$$ER_D = \max (ER_{CD}, ERGD_D, ER_{MD})$$

REIVINDICAÇÕES

1. **"DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO"**, para o amortecimento variável de uma carroceria (2) de um veículo automotivo sobre suas rodas, compreendendo um calculador (CSS) adaptado para
5 calcular uma extensão (ER) de comando de um acionador (M) de ao menos um amortecedor (AM) para o amortecimento variável da suspensão (S) em função de ao menos uma velocidade modal da carroceria calculada à partir de ao menos uma aceleração modal da carroceria determinada sobre o veículo, caracterizado por o dispositivo compreender
10 dentre outros, ao menos um sensor (CAP-DEB) de percurso de uma roda (A, B, C, D) com relação à carroceria (2) do veículo, conectada à um primeiro meio (CAL) de cálculo de aceleração modal da carroceria à partir da medição (DEB) de percurso fornecida pelo sensor (CAP-DEB) de percurso.
- 15 2. **"DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO"**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o primeiro meio (CAL) de cálculo de aceleração modal da carroceria compreender um avaliador (12) de ao menos um esforço (FA, FB, FC, FD) exercido pela suspensão (S) da referida roda (A, B, C, D) sobre a carroceria (2) em função de ao menos a medição (DEB) de percurso
20 fornecida pelo sensor (CAP-DEB) de percurso, e um segundo meio (CAL-ACC) de cálculo de aceleração modal da carroceria em função de ao menos o esforço (FA, FB, FC, FD) da suspensão fornecido pelo referido avaliador (12) de esforço da suspensão.
- 25 3. **"DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO"**, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por o avaliador (12) de esforço da suspensão compreender:
- um derivador modal (DER) calculando uma velocidade (VDEB) de percurso à partir da medição (DEB) de percurso fornecida pelo sensor (CAP-DEB) de percurso,
30 - um avaliador (MFAM) de uma força (FAM) de amortecimento do amortecedor (AM) em função da velocidade (VDEB) de percurso fornecida pelo módulo derivador (DER) e da regra atual memorizada do amortecimento (ER) do amortecedor (AM),

- um avaliador (MFSEC) de uma força de atrito seco (FSEC) em função da velocidade (VDEB) de percurso,
 - um avaliador (AD1, MLR, SOUS) de uma FLB de flexão de molas espirais e de dispositivos de suspensão do amortecedor (AM) em função do valor (DEBF) de percurso e de uma posição estática (AS) determinada da carroceria (2).
- 5 4. **"DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO"**, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por o avaliador (MFSEC) da força de atrito seco (FSEC) ser uma função tangencial hiperbólica (tanh) ou tangencial circular (tg) da velocidade (VDEB) de percurso dividida por um valor fixo, essa função sendo
- 10 multiplicada por um fator multiplicativo prescrito (FsAv, FsAr).
5. **"DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO"**, de acordo com as reivindicações 3 e 4, caracterizado por o avaliador (AD1, MLR, SOUS) da força de flexão das molas e dos dispositivos de suspensão compreender:
- um módulo (MAS) de cálculo da posição estática (AS) do veículo em função do
- 15 valor de percurso (DEBF),
- um adicionador (AD1) de cálculo de um valor somatório de valor de percurso (DEBF) e da posição estática (AS),
 - um módulo (MLR) de cálculo de uma força de flexão de molas espirais e dos dispositivos de suspensão absoluta (FLEX-ABS) do amortecedor (AM) em
- 20 função do referido valor somatório,
- um módulo (MDEA) de cálculo de um esforço estático de flexão (DEAR, DEAV) sobre a referida roda em função da posição estática (AS),
 - um subtrator (SOUS) fornecendo a força de flexão das molas espirais e dos dispositivos de suspensão por subtração de esforço (DEAV, DEAR) estática de
- 25 flexão à força de flexão das molas espirais e dispositivos da suspensão absoluta (FLEX-ABS).
6. **"DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO"**, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por o dispositivo prever um sensor (CAP-DEB) de percurso para cada uma das rodas dianteiras e traseiras, e o módulo (MAS) de
- 30 cálculo da posição estática (AS) compreendendo um meio (20) de cálculo da posição estática dianteira (ASav) e da posição estática traseira (ASar) do veículo, como sendo o percurso médio (DEBAVMOY) dos percursos (DEB) das rodas dianteira (A, B) e respectivamente traseiras (C, D) filtrado por um filtro

passa-baixo, o percurso médio filtrado ao qual é logo em seguida adicionada uma constante de deslocamento da posição dianteira, e respectivamente traseira.

5 7. "DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO", de acordo com as reivindicações 1, 2, 3, 4, 5 e 6, caracterizado por o primeiro meio (CAL) de cálculo compreender dentre outros, um avaliador (14) de um par (C_θ) de uma união de um acoplador e/ou um avaliador (15) de um acoplamento (C_ϕ) das oscilações.

10 8. "DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO", de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por o primeiro meio (CAL) de cálculo compreender:

- um meio de cálculo de um valor de receptação RECT de aceleração transversal,

15 - um sensor (CAP-ACCT) de aceleração transversal ACCT da carroceria (2) do veículo,

- o avaliador (14) da união (C_θ) de acopladores calculando o referida união ou acoplamento (C_θ) das oscilações de acordo com a fórmula:

$$C_\theta = (ACCT-RECT).(MTOT).d(G,CR)$$

20 onde MTOT é a massa do veículo, e d(G, CR) é a distância predeterminada entre o centro de gravidade (G) da carroceria e o centro (CR) de oscilações da mesma.

9. "DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO", de acordo com as reivindicações 7 e 8, caracterizado por o primeiro meio (CAL) de cálculo compreender:

25 - um meio de cálculo de um valor de receptação RECL de aceleração longitudinal,

- um sensor (CAPL) de aceleração longitudinal ACCL da carroceria (2) do veículo, o avaliador (15) do acoplamento (C_ϕ) de tangência calculando o referido acoplamento C_ϕ de tangência de acordo com a fórmula:

30
$$C_\phi = (ACCL-RECL).(MTOT).hG + c_{\phi B},$$

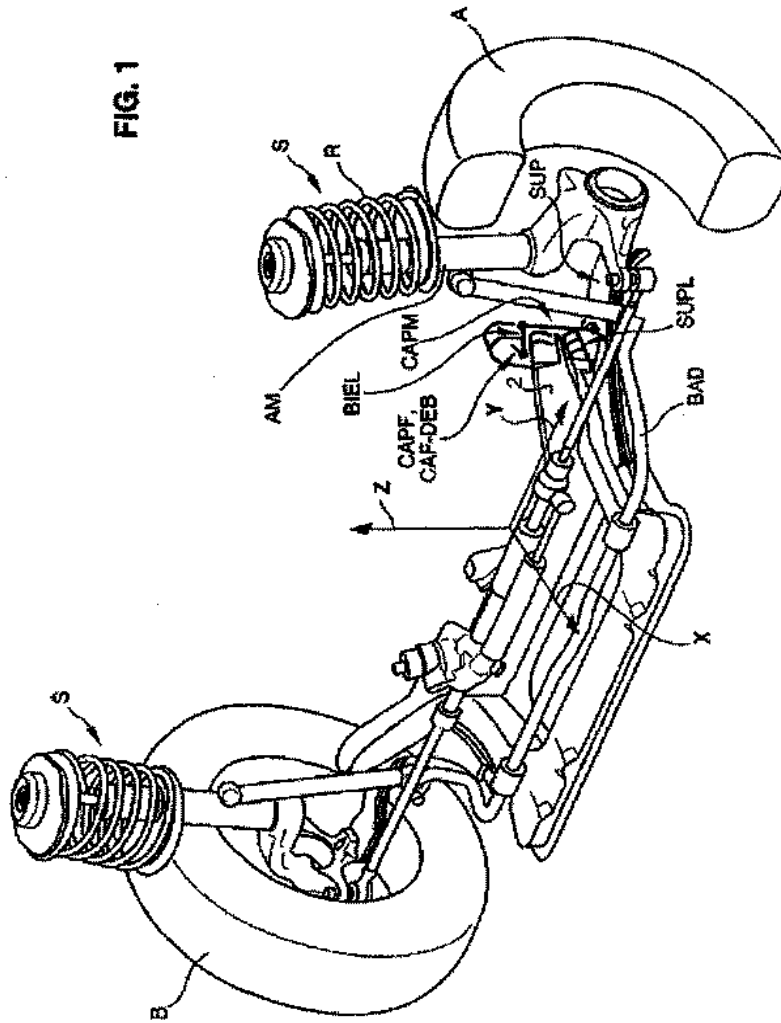
onde MTOT é a massa do veículo, hG é a altura predeterminada entre o centro de gravidade (G) e a carroceria e o centro (CT) de tangência da mesma, e $c_{\phi B}$ é o componente do acoplamento de tangência devido ao efeito Brouilhet.

10. **"DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO"**, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por o componente $c_{\phi B}$ do acoplamento de tangência devido ao efeito Brouilhet ser calculado em função de uma informação (IF) de frenagem fornecida por um módulo (16) de determinação em função de um valor de pressão de cilindro mestre, fornecida por um sensor (CAP-P) de pressão do cilindro mestre.
11. **"DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO"**, de acordo com as reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10, caracterizado por o dispositivo compreender um primeiro filtro (17) eliminando ao menos as baixas frequências de aceleração modal fornecidas pelo primeiro meio (CAL) de cálculo e um terceiro meio (18) de cálculo da velocidade modal da carroceria à partir da aceleração modal da carroceria filtrada fornecida pelo primeiro filtro (17).
12. **"DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO"**, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado por a frequência de corte baixo do primeiro filtro (17) ser superior ou igual à 0.1 Hz.
13. **"DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO"**, de acordo com as reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12, caracterizado por o primeiro meio (CAL) de cálculo de aceleração modal da carroceria compreender um segundo filtro (13) eliminando ao menos as baixas frequências da medição (DEB) de percurso fornecidas pelo sensor (CAP-DEB) de percurso.
14. **"DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO"**, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por a frequência de corte baixo do segundo filtro (13) ser superior ou igual à 0.2 Hz.
15. **"DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO"**, de acordo com as reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14, caracterizado por a extensão (ER) de comando ser uma regra de amortecimento determinada entre uma pluralidade de regras (ER) de amortecimentos diferentes impondo a força (FA) do amortecedor em função de sua velocidade (DEB) de percurso ou rodagem.
16. **"VEÍCULO AUTOMOTIVO"**, caracterizado por compreender uma carroceria (2), rodas (A, B, C, D), uma suspensão (S) da carroceria (2) sobre as rodas (A, B, C, D) e um dispositivo de comando da suspensão (S) de acordo com as reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15.

17. **"MÉTODO DE PRODUÇÃO DE UM VEÍCULO AUTOMOTIVO"**, o veículo automotivo sendo munido de rodas, de uma carroceria, de uma suspensão tendo ao menos um amortecedor para o amortecimento variável da carroceria sobre as rodas, e de um dispositivo de comando da suspensão, o dispositivo de comando tendo ainda ao menos um calculador (CSS) adaptado para calcular uma extensão (ER) de comando de um acionador (M) do referido ao menos um amortecedor (AM) da suspensão, o método de produção compreendendo uma etapa de montagem do calculador (CSS) sobre o veículo, caracterizado por o método de produção compreender ao menos uma etapa de programação do calculador seguindo ao menos um programa compreendendo as instruções do programa acionando os meios de cálculo do dispositivo de comando da suspensão de acordo com as reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15.
18. **"PROGRAMA DE INFORMÁTICA DE PILOTAGEM DE UM CALCULADOR (CSS)"**, caracterizado por compreender as instruções do programa para o cálculo de aceleração modal da carroceria à partir da medição (DEB) de percurso fornecida pelo sensor (CAP-DEB) de percurso da roda, para o cálculo da velocidade modal da carroceria em função de ao menos essa aceleração modal da carroceria para o cálculo da extensão de comando do acionador (M) em função dessa velocidade modal da carroceria, quando é acionado em um dispositivo de comando de suspensão, de acordo com as reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15.

88

FIG. 1



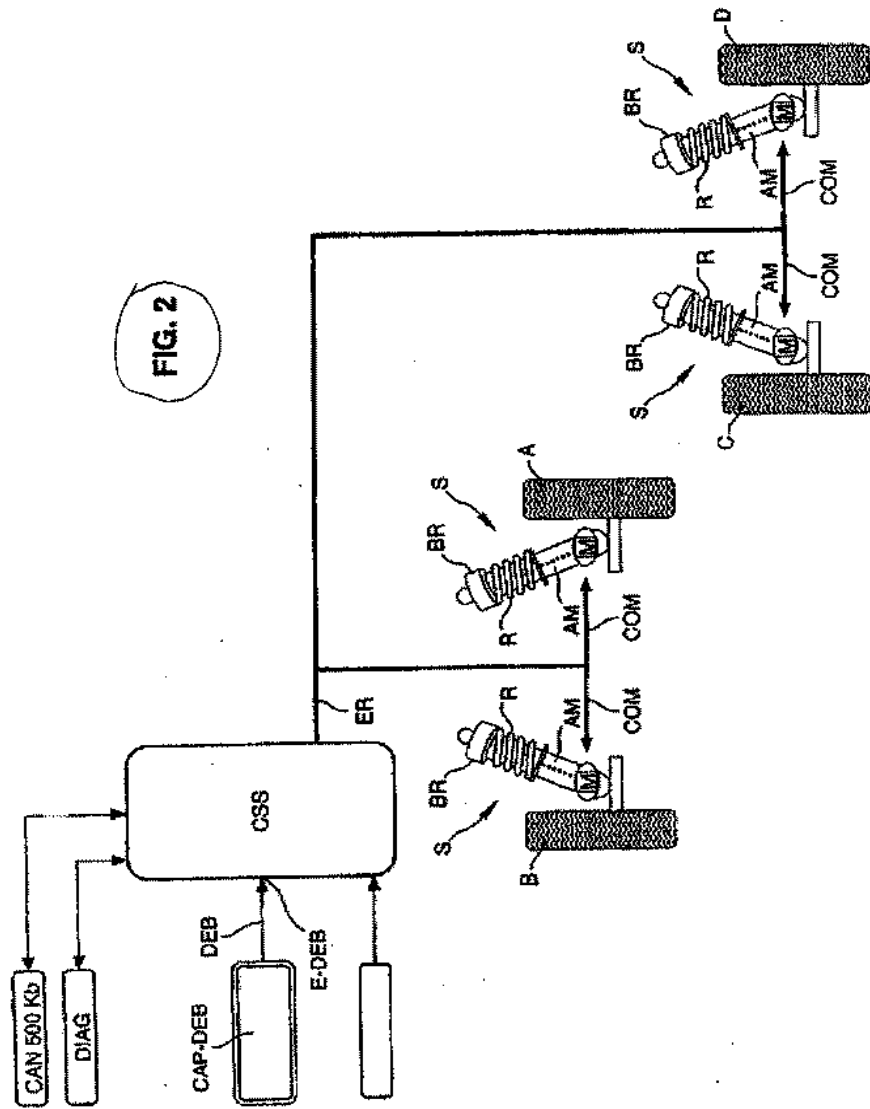


FIG. 3

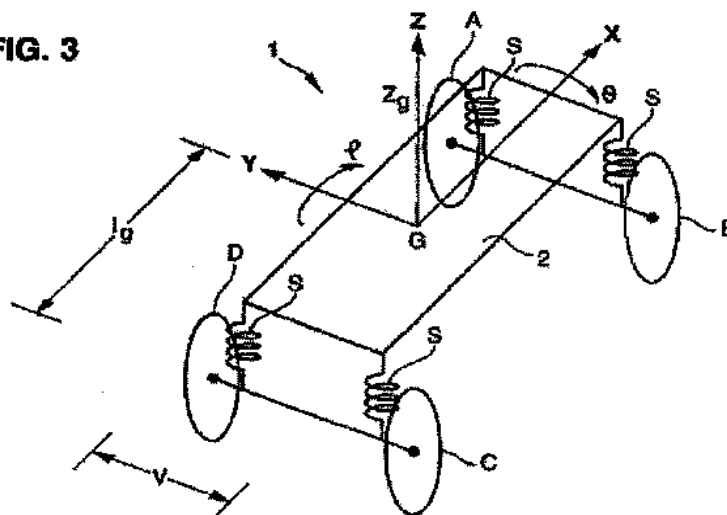
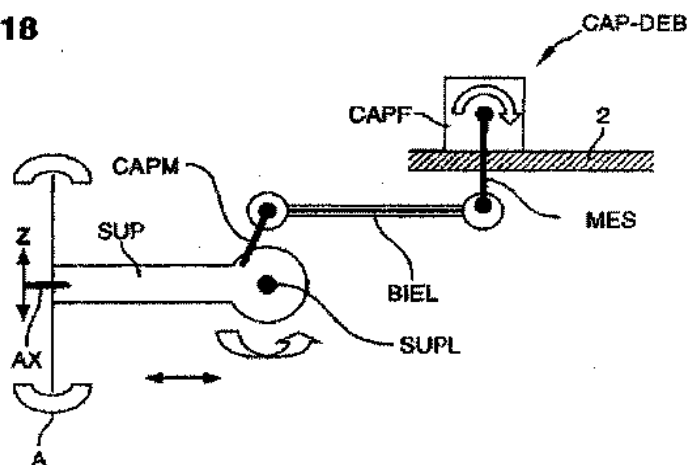


FIG. 18



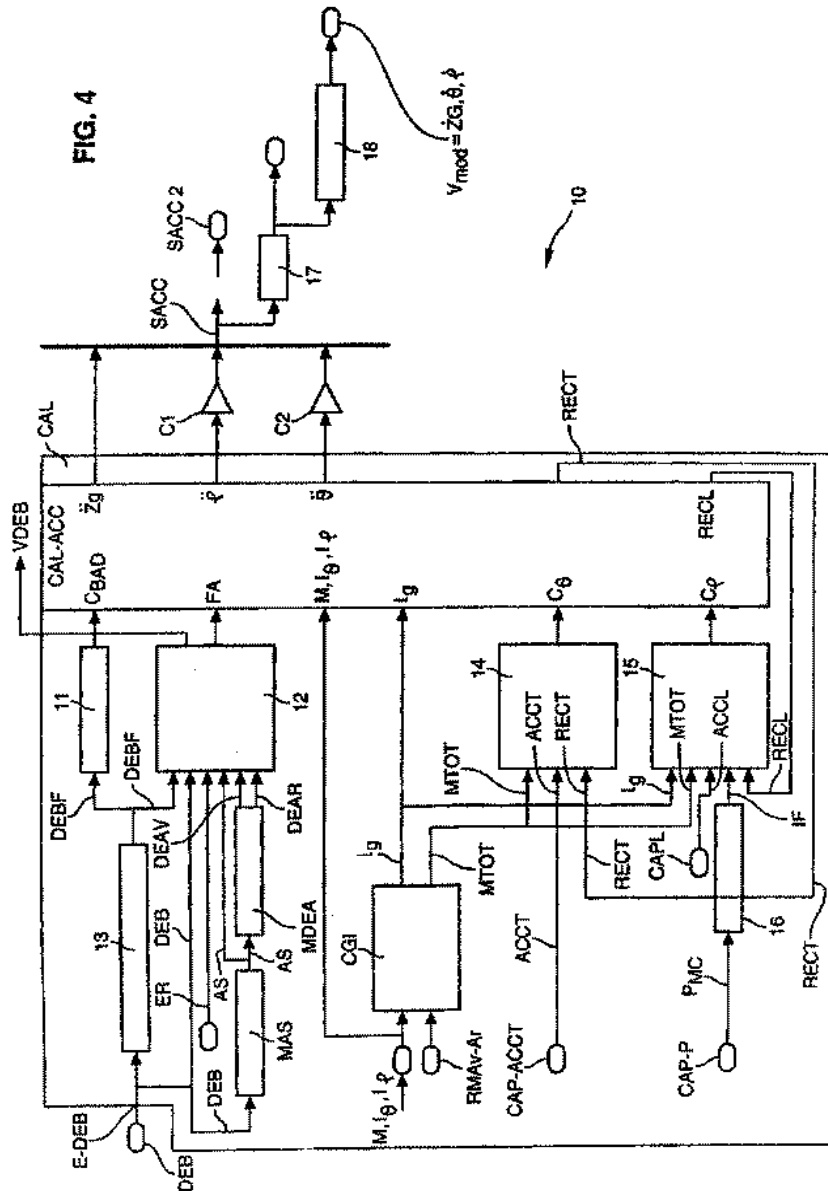
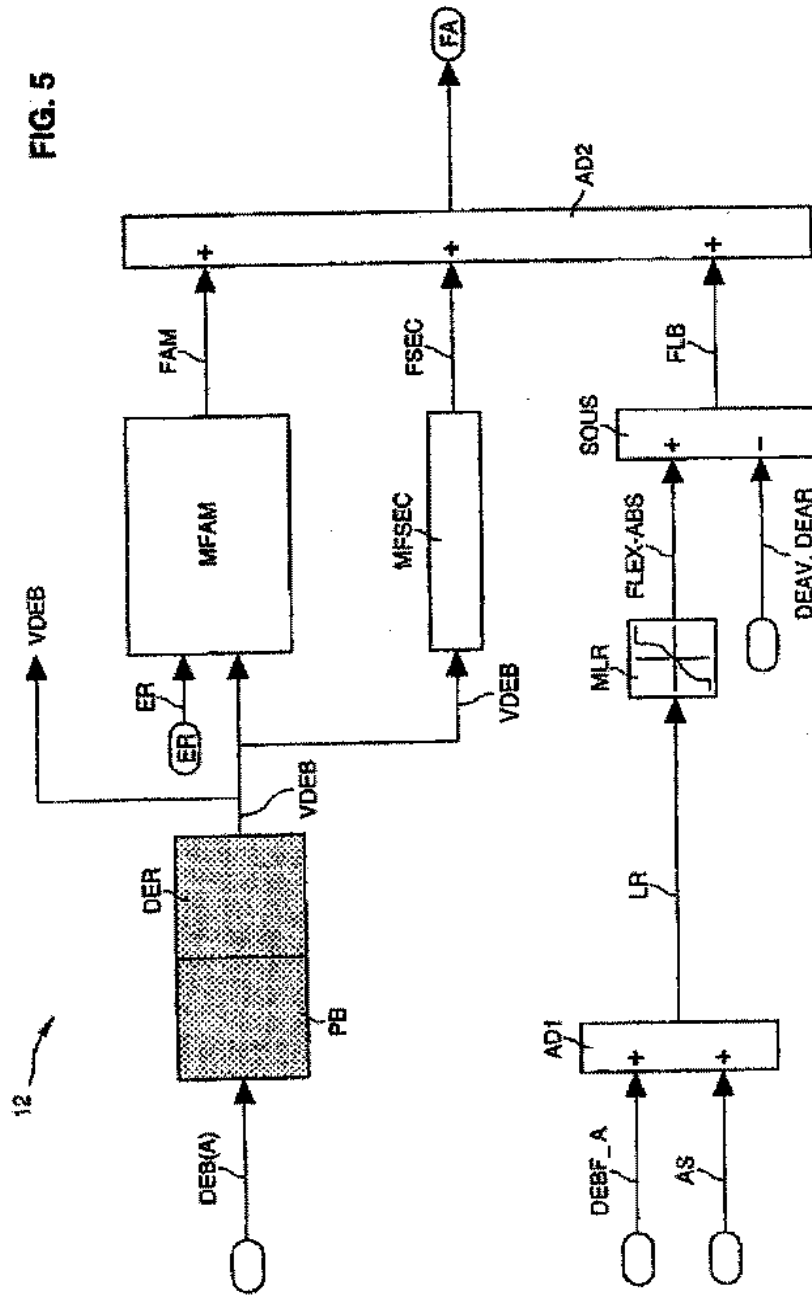
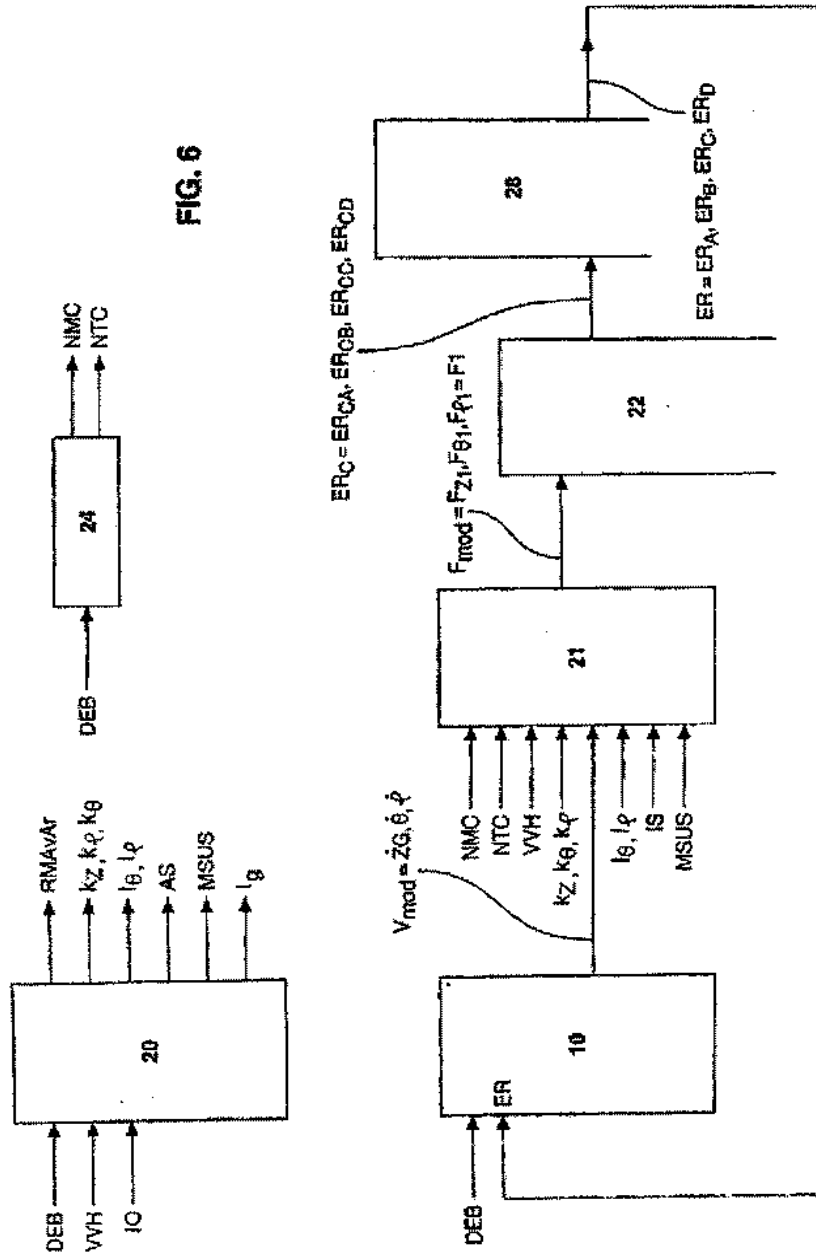


FIG. 5





7/14

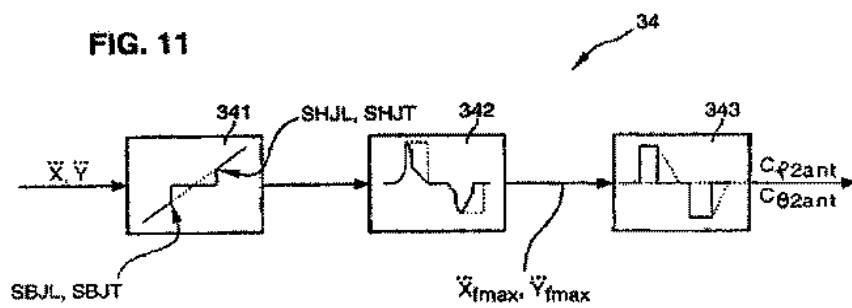
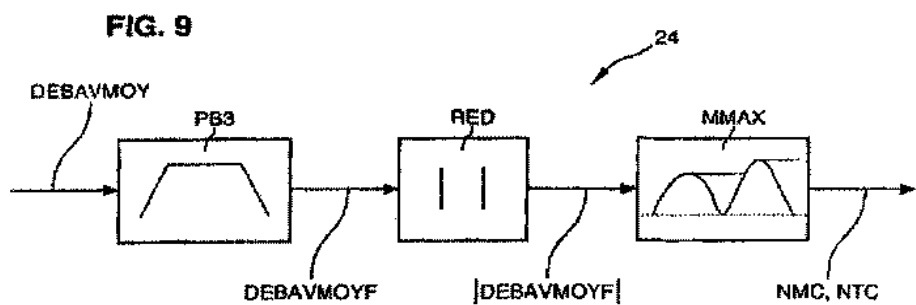
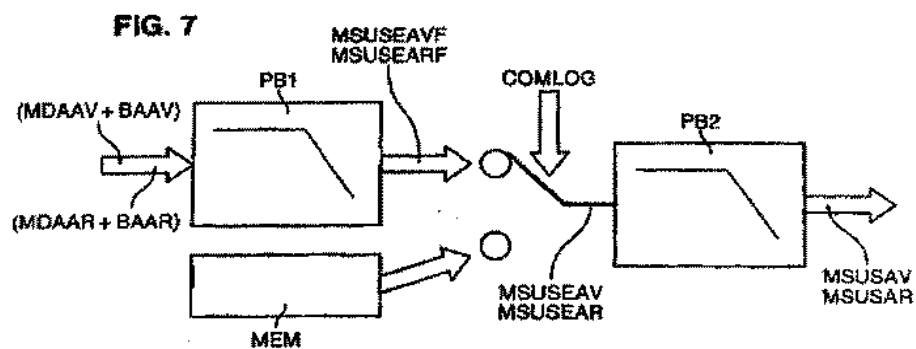
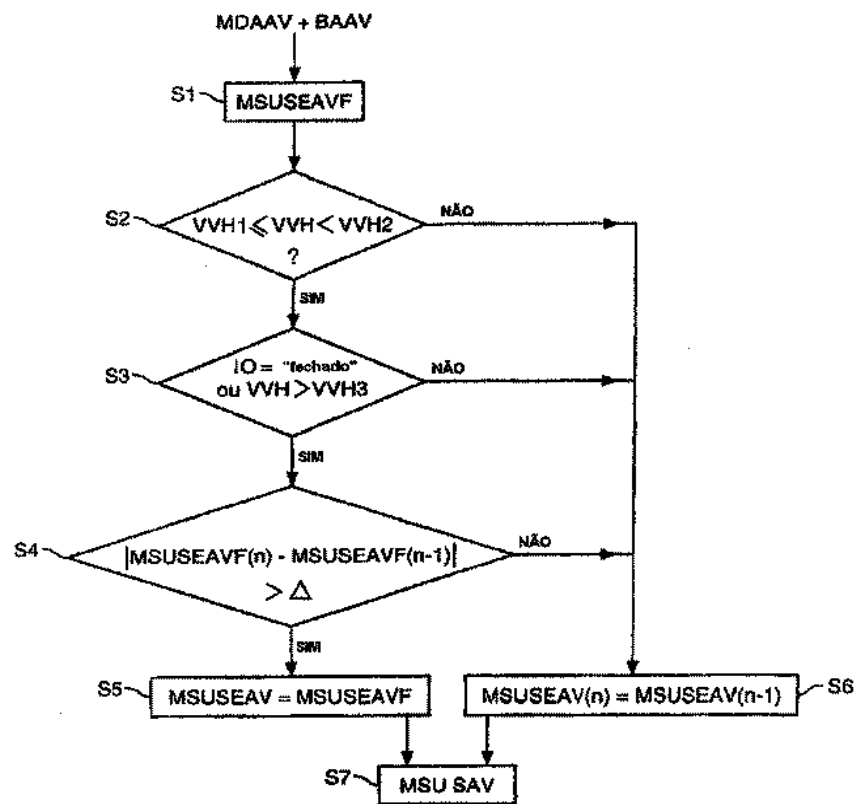
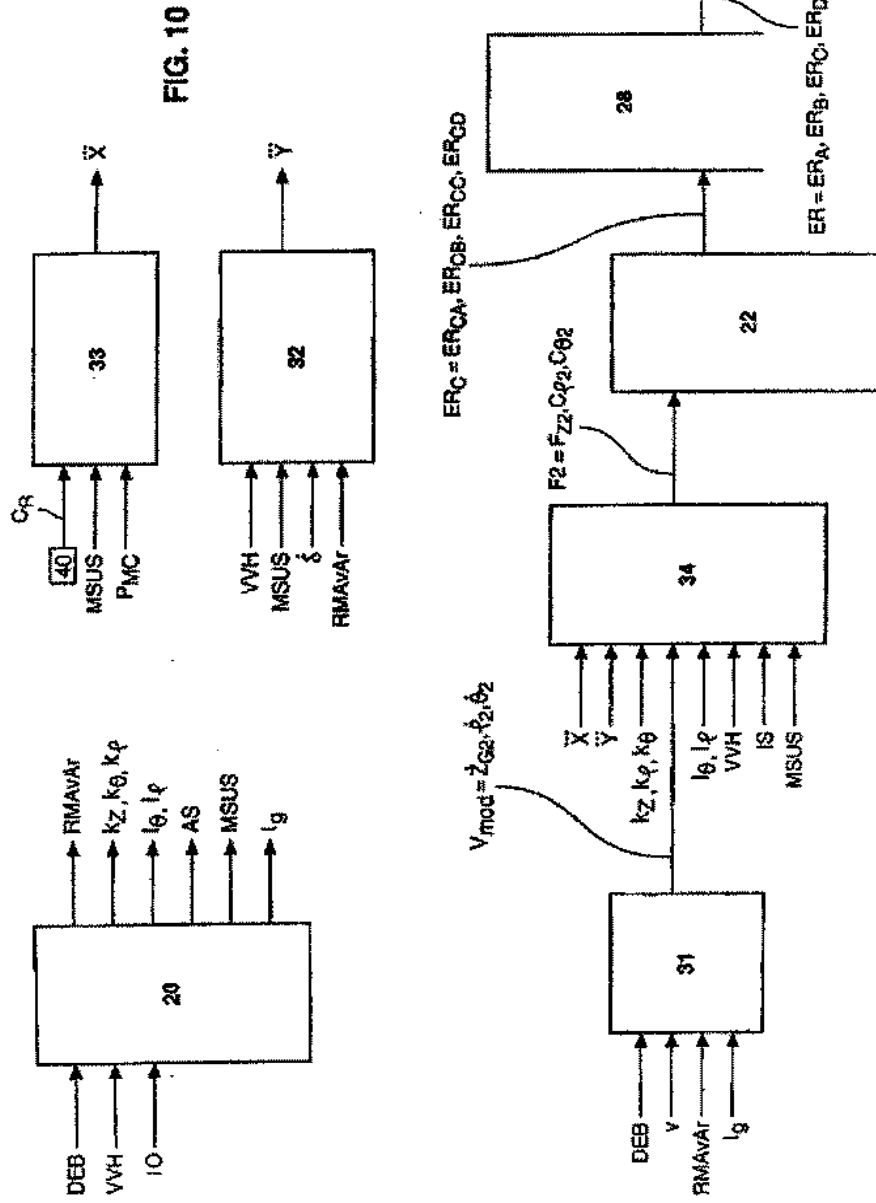


FIG. 8





82
8

10/14

FIG. 13

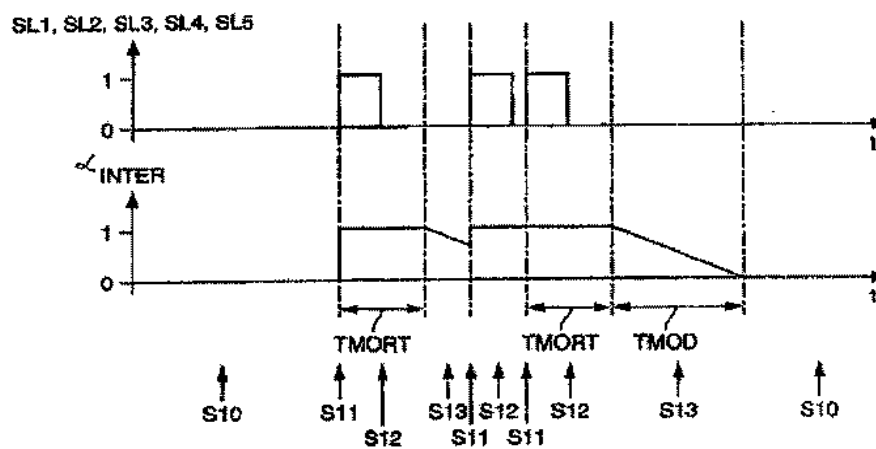


FIG. 14

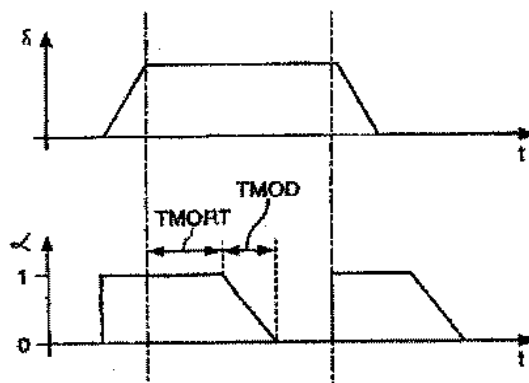


FIG. 13

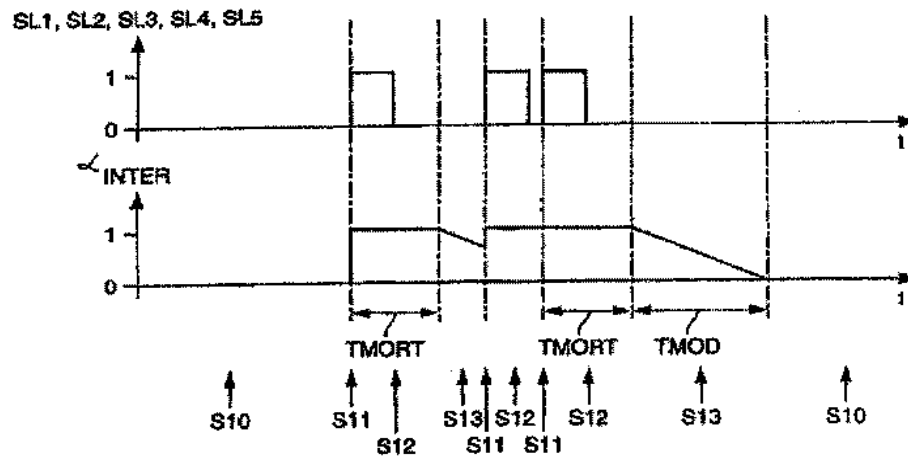


FIG. 14

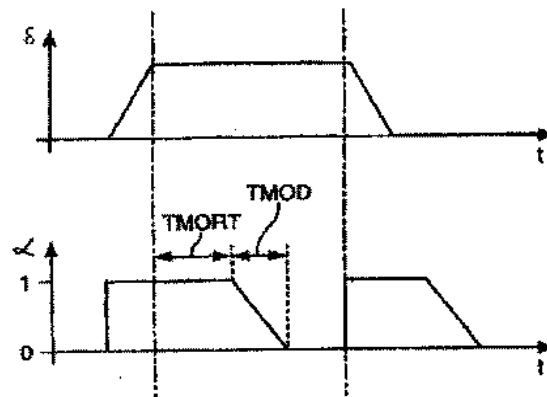


FIG. 15

regras de amortecimento

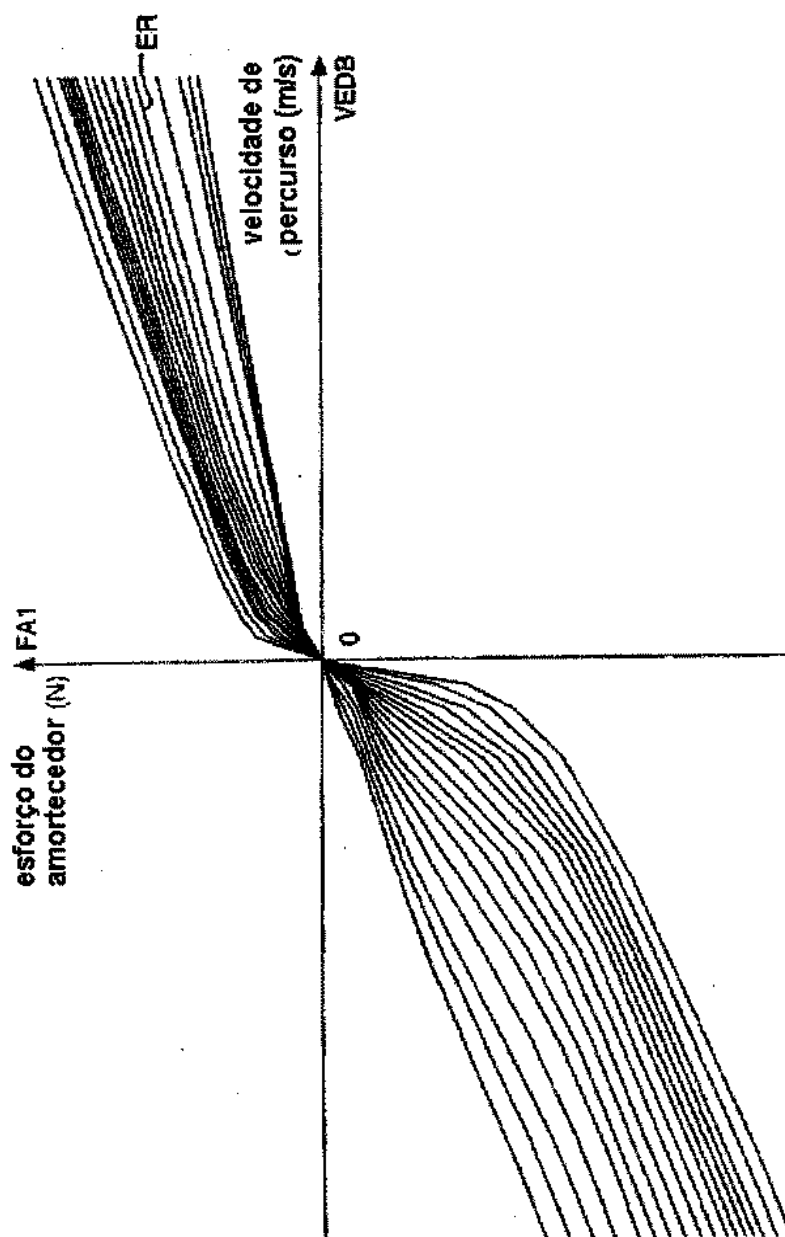
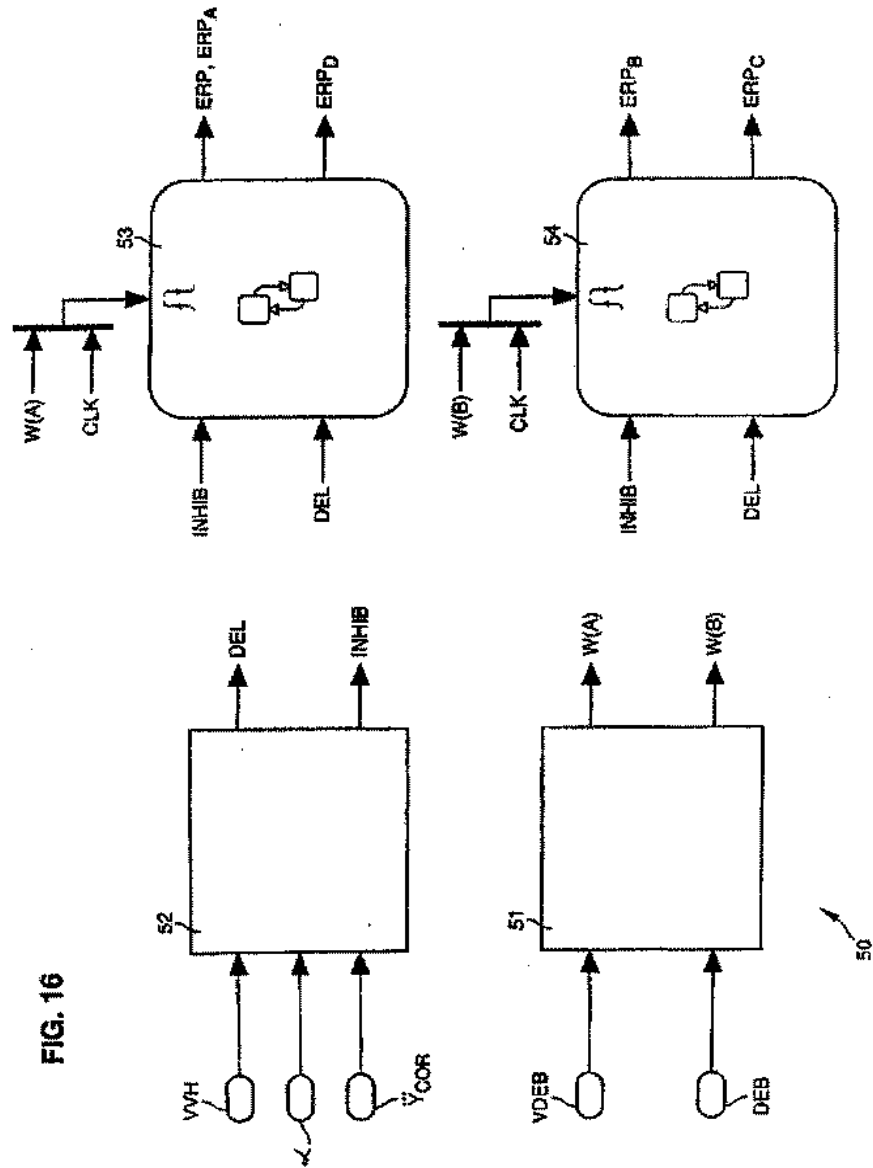
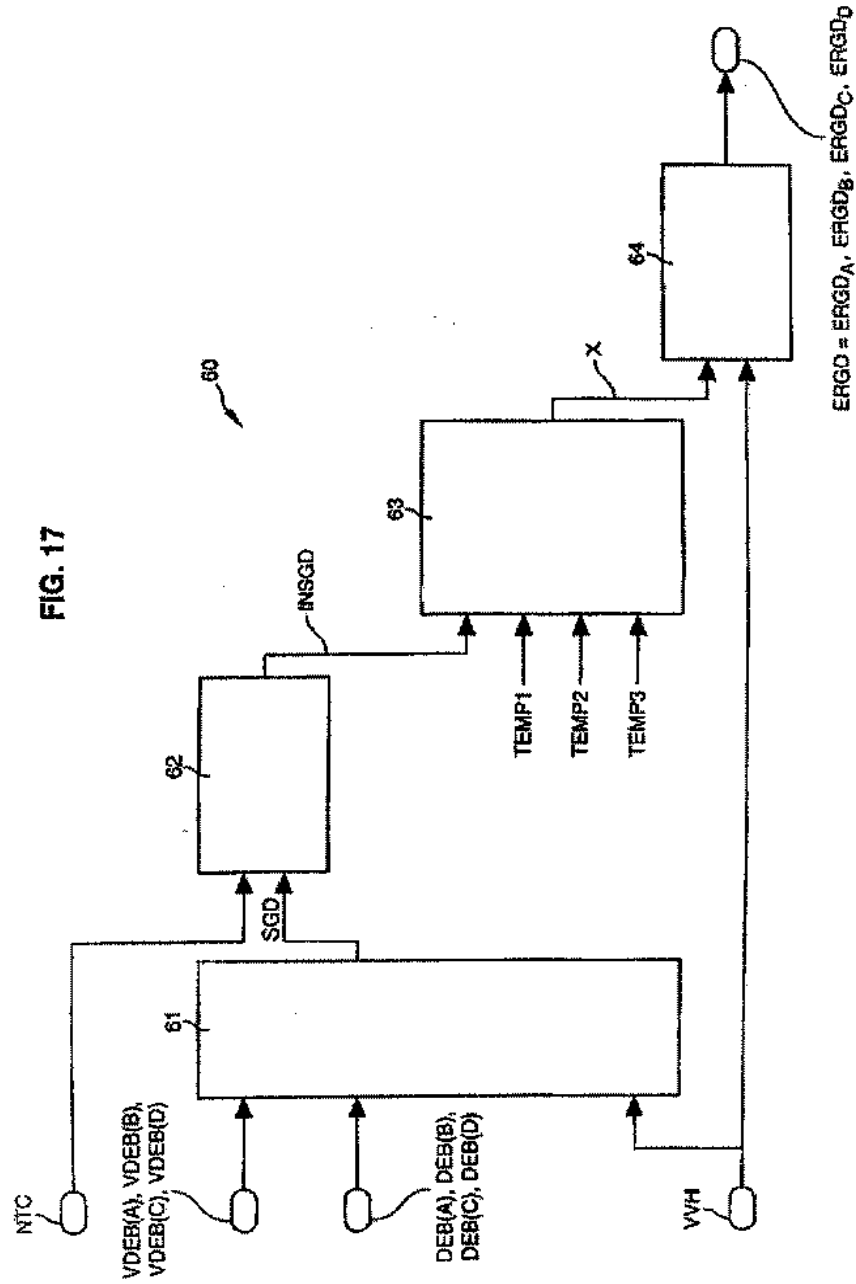


FIG. 16





RESUMO

"DISPOSITIVO DE COMANDO DE SUSPENSÃO, VEÍCULO COMPREENDENDO O REFERIDO DISPOSITIVO, MÉTODO DE PRODUÇÃO E PROGRAMA ASSOCIADO AO MESMO"

- 5 A presente invenção relata um dispositivo para comandar e controlar a suspensão da carroceria de um veículo automotivo. O dispositivo inventivo compreende um calculador (CSS) que pode calcular um valor de controle (ER) para um acionador (M) de um amortecedor (AM) da suspensão (S) como uma função de ao menos uma velocidade modal da carroceria calculada a partir de
- 10 uma aceleração modal da carroceria. A invenção é caracterizada por compreender um sensor (CAP-DEB) para controlar o percurso das rodas, que é conectado a um primeiro meio (CAL) para calcular a aceleração modal da carroceria a partir de uma medição do percurso (DEB) provida pelo sensor (CAP-DEB).