



**“DISPOSITIVO DE COMANDO DE SUSPENSÃO, VEÍCULO COMPREENDENDO O REFERIDO DISPOSITIVO, MÉTODO DE PRODUÇÃO DO MESMO E PROGRAMA ASSOCIADO”**

5 A invenção se refere a 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 a 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. Um dos problemas desses dispositivos é que eles não garantem sempre a aderência do veículo à rota. Com efeito em determinadas circunstâncias, como as fortes solicitações, as suspensões comandadas por uma

25 lógica do tipo Skyhook jogam em detrimento do esforço vertical sobre o pneu. Por exemplo sobre uma lombada, a lógica Skyhook comandará na chegada uma flexibilidade do amortecedor para favorecer o conforto em detrimento do esforço vertical. Igualmente, as solicitações impostas pelo condutor do veículo não conduzem ou pouco levam os esforços vindos do solo contra a carroceria do

30 veículo, que se ressentem como pouco aliviando o conforto da carroceria ou dando a impressão ao condutor que suas ações não são acionadas ao veículo. Existe portanto uma necessidade em uma lógica que siga à carroceria o perfil da rota para privilegiar a durabilidade da carroceria, sem anular o conforto com relação à

lógica Skyhook. Com efeito, uma lógica que não faça seguir à carroceria o perfil da rota será incompatível com as exigências no conforto de uma suspensão, visto que no caso todas as irregularidades da rota serão diretamente retransmitidas à carroceria e ao condutor. A invenção visa à obter um dispositivo de comando de uma suspensão que supra os inconvenientes conhecidos pelo estado da técnica e que se comprometa entre a lógica Skyhook e uma lógica de durabilidade da carroceria. Em particular, a lógica utilizada no dispositivo de comando de acordo com a invenção deverá tratar ao menos um modo da carroceria, que são o bombeamento, a oscilação e a tangência. Assim, um primeiro objetivo da invenção é um dispositivo de comando de uma suspensão de uma carroceria de veículo automotivo sobre suas rodas, compreendendo um calculador compreendendo um meio de cálculo de uma extensão de comando de um acionador de ao menos um amortecedor variável da suspensão em função de um esforço modal de instrução do amortecedor, calculado em função de ao menos uma velocidade modal da carroceria estimada sobre o veículo, caracterizado por compreender:

- um primeiro meio de cálculo de um primeiro esforço modal F1 de instrução do amortecedor em função de ao menos uma velocidade modal absoluta da carroceria, estimada sobre o veículo;
- um segundo meio de cálculo de um segundo esforço modal F2 de instrução do amortecedor em função de ao menos uma velocidade modal relativa da carroceria em relação ao plano médio das rodas, estimada sobre a carroceria;
- um meio de detecção de ao menos uma solicitação sobre o veículo;
- um meio de cálculo de um coeficiente  $\alpha$  de ponderação do primeiro esforço F1 de instrução e do segundo esforço F2 de instrução, para o cálculo do referido esforço modal de instrução do amortecedor de acordo com a fórmula:

$$F = (1 - \alpha).F1 + \alpha.F2$$
, onde o coeficiente  $\alpha$  de ponderação for superior ou igual à 0 e inferior ou igual à 1, sendo normalmente à 0 e tomando o valor 1 ao menos quando a solicitação detectada ultrapassar um valor limiar prescrito.

De acordo com a invenção, o primeiro meio de cálculo aciona uma primeira lógica Skyhook, ou seja de conforto. O segundo meio de cálculo aciona uma segunda lógica do tipo Roadhook, ou que seja o perfil da rota, essa lógica sendo igualmente denominada lógica de durabilidade da carroceria ou lógica de

comportamento. A primeira lógica de conforto é utilizada por ausência, e portanto a maior parte do tempo. A segunda lógica de durabilidade da carroceria leva temporariamente a mão sobre a primeira lógica de conforto quando solicitações importantes são detectadas.

- 5 Um segundo objetivo da invenção é um veículo automotivo compreendendo uma 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
- 10 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
- 15 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,
- 20 compreendendo as instruções do programa para o cálculo de uma extensão de instrução de um acionador de um amortecedor de rodas, quando um impacto é detectado, para o cálculo de uma extensão de comando em função de ao menos a extensão de instrução, quando é acionada em um dispositivo de comando da suspensão tal como descrito a seguir. Um quarto objetiva da invenção é um
- 25 programa de informática de controle de um calculador, compreendendo as instruções de programa para o cálculo de ao menos um primeiro esforço modal  $F_1$  de instrução do amortecedor em função de ao menos uma velocidade modal absoluta da carroceria, para um cálculo de um segundo esforço modal relativo da carroceria em relação ao plano médio das rodas, para a detecção de ao menos
- 30 uma solicitação sobre o veículo, para o cálculo de um coeficiente  $\alpha$  de ponderação do primeiro esforço  $F_1$  de instrução e do segundo esforço  $F_2$  de instrução para o cálculo de um esforço modal  $F$  de instrução do amortecedor de acordo com a fórmula:

$F = (1 - \alpha) \cdot F1 + \alpha \cdot F2$ , onde o coeficiente  $\alpha$  de ponderação é superior ou igual à 0 e inferior ou igual à 1, e normalmente estando à 0, e tomando o valor 1 ao menos quando a solicitação detectada ultrapassar um valor limiar descrito, e para o cálculo de uma extensão de comando do acionador de ao menos um amortecedor variável de uma suspensão em função do referido esforço modal de instrução do amortecedor, quando ele for acionado em um dispositivo de comando de suspensão como descrito a seguir.

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

10 - A Figura 1 é uma vista esquemática em perspectiva de um dispositivo de conexão ao solo de um eixo dianteiro de um veículo;

15 - 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;

20 - 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;

25 - 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;

- A Figura 9 é um sinótico modular de uma unidade de cálculo do nível de movimento e de sobressalto da carroceria;

30 - A Figura 10 é um sinótico modular de uma unidade de cálculo dos esforços modais dom tipo Roadhook;

- A Figura 11 é um sinótico modular de uma unidade de cálculo dos limites dos esforços modais antecipados;

- 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;
  - 5 - A Figura 13 é representada 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;
  - 10 - 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;
  - A Figura 15 representa as regras de amortecimento dos amortecedores variáveis da suspensão;
  - 15 - 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;
  - 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;
  - 20 - A Figura 18 é um esquema em corte transversal mostrando a conexão de um sensor de percurso de rodagem à carroceria e à uma roda dianteira ou traseira.
- Nas Figuras 1 à 3, o veículo 1 compreende uma carroceria 2 montada sobre quatro rodas, à 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
- 25 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. Esse acionador M é por exemplo um motor que permite modificar a passagem de
- 30 óleo no amortecedor AM. Ele corresponde portanto à 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 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.

5 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 à uma força do amortecedor cada vez maior para a velocidade VDEB de percurso constante. Assim um estado de amortecimento mínimo corresponde à um estado de amortecimento dianteiro de firmeza mínima,

10 ou seja, correspondente à uma força do amortecedor superior ou igual à 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

15 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 à cada instante. Ele é enfim conectado aos acionadores o que assegura a pilotagem. O motor poderá ser passo à passo, ao qual no caso de amortecedor possuir um

20 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 à motor passo à passo poderá ter novas posições estáveis distintas, que lhe permite obter novas regras de amortecimento, da flexível à firme e estável. Com efeito, a maior

25 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 à passo para que ele tome sua instrução angular. Uma vez a pilotagem é terminada, o acionador para a regra

30 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 computador 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 à 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 à 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 computador CSS, que compreende as entradas E-DEB correspondentes.

#### Acelerações modais

O computador 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  $\ddot{\varphi}$  na tangência, de acordo com as fórmulas:

$$\left\{ \begin{aligned} zG &= \frac{FA + FB + FC + FD}{M} \\ \ddot{\theta} &= \frac{v (FB + FC - FA - FD) + C_{BAD} + C_{\theta}}{I_{\theta}} \\ \ddot{\phi} &= \frac{(e \cdot lg)(FC + FD) - lg(FA + FB) + C_{\phi}}{I_{\phi}} \end{aligned} \right.$$

- Onde G é o centro de gravidade da carroceria 2, zG é a altitude de G seguindo uma direção vertical ascendente Z, e  $\theta$  é o ângulo de oscilação da carroceria 2 em torno de um eixo longitudinal X passando por G e dirigido da traseira para a
- 5 dianteira,  $\phi$  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 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
- 10 as rodas direitas e as rodas esquerdas no sentido transversal, e é a parte mais larga do veículo, lg 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 carroceria 2 sem a ocupação do veículo,  $I_{\theta}$  é o momento de inércia na oscilação, e  $I_{\phi}$  é o momento de inércia na tangência. CDAB é um torque exercido pela barra anti-inclinação BAD sobre a carroceria 2.  $C_{\theta}$  é um torque de oscilação, e  $C_{\phi}$  é um
- 15 torque de tangência. Abaixo serão descritos os diferentes meios de cálculo acionado o método de comando segundo a invenção. O modo de cálculo das acelerações modais no calculador CSS é por exemplo acionador pelo módulo 10 representado nas Figuras 4 e 5. Os blocos modulares descritos nas Figuras são
- 20 acionados no calculador CSS por todo meio automático apropriado, notadamente lógico. O módulo 10 compreende um primeiro meio CAL de cálculo das acelerações modais  $\ddot{zG}$ ,  $\ddot{\theta}$ , e  $\ddot{\phi}$ , recebendo na entrada as medidas DEB de percurso das rodas. O meio CAL compreende:
- um avaliador 11 do torque  $C_{BAC}$  gerado pela barra BAD anti-inclinação;
  - 25 - um avaliador 12 das forças FA, FB, FC, FD 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

5 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 DEDF fornecido na saída do filtro 13 à partir da medida DEB de percurso da roda é enviado à entrada do avaliador 11, bem como à uma outra

10 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

15 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:

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

20 - para a roda traseira esquerda:

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

- para a roda traseira direita:

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

25

#### 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

30 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:

$$F_{sec} = (F_{sAv}) \cdot \tanh(VDEB/10^{-2})$$
, onde VDEB 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 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

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 ASav e uma posição estática traseira ASar. A posição estática dianteira ASav é por exemplo calculada como sendo o

5 percurso médio DEBAVMOY (meia-soma) dos percursos DEB das rodas 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

10 estática traseira ASar é por exemplo calculada como sendo o percurso médio DEBARMOY (meia-soma) dos percursos DEB das rodas traseiras C, D, 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 traseira. Se supõe que o sensor de percurso CAP-DEB é calibrado para medir o percurso em relação à essa posição estática AS.

15 Um adicionador AD1 adiciona o percurso filtrado DEBF-A da roda A à posição 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

20 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 VVH do veículo, uma informação do painel IO. A velocidade VVH do veículo, é por exemplo fornecida por um sensor de velocidade ou qualquer outro meio de cálculo. O avaliador 20 de características

25 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;
- 30 - 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 vóies aerodinâmico dianteiro BAAV e do vóies aerodinâmicos traseiro BAAR;

- um meio de cálculo do momento de inércia na oscilação  $|\theta$  e do momento de inércia na tangência  $|\varphi$  em função da massa suspensa MSUS e da massa suspensa traseira MSUSAR;
- um meio de cálculo do comprimento  $lg$  separando o centro de gravidade  $G$  do eixo das rodas dianteiras A, B ;
- um meio de cálculo de uma rigidez modal no bombeamento  $k_z$ , de uma rigidez modal na tangência  $k_\varphi$  e de uma rigidez modal na oscilação  $k_\theta$  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 :

- 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 função do percurso de rodagem relativo dianteiro;
- se calculando a massa dinâmica aparente dianteira MDAAV pela fórmula:

$$MDDA = (EDFAV.2/g) + \text{constante dianteira, onde } g \text{ é a constante de aceleração do peso} = 9.81 \text{ m.s}^{-2}.$$

A massa dinâmica aparente traseira MDAAR é calculada em :

- 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:

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

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

5 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:

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

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

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

15 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:

20 - 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;

25 - 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  $\Delta$ ).

30 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 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 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 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 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 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]

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

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

$$|_{\varphi} = A_x \cdot MSUS + B_x, \text{ onde } A_x \text{ e } B_x \text{ são os parâmetros predeterminados.}$$

#### 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 extraído 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 extraído 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:

$$5 \quad l_g = (1 - RMAvAr).e$$

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 kAV e da rigidez da suspensão traseira

$$10 \quad K_z = kAV + kAR$$

A rigidez modal na tangência  $k_\varphi$  é calculada pela fórmula

$$k_\varphi = kAV.(l_g)^2 + kAR.(e-l_g)^2$$

A rigidez modal na oscilação  $k_\theta$  é calculada pela fórmula

$$k_\theta = Kbadav + Kbadar + v^2 .(kAV+kAR)/4$$

### 15 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 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:

30

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

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  $I_{\theta}$  na oscilação e o momento de inércia  $I_{\varphi}$  na tangência, que são pré-registrados, para calcular em função dos mesmos as acelerações modais  $\ddot{z}_G$ ,  $\ddot{\theta}$  e  $\ddot{\varphi}$ , se negligenciando a influência dos torques  $C_{\theta}$  e  $C_{\varphi}$ , 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  $C_{\theta}$  e  $C_{\varphi}$  nos cálculos das acelerações modais. Um módulo CGI de cálculo da extensão inercial calcula em função de M,  $I_{\theta}$ ,  $I_{\varphi}$  assim que um valor de entrada de repartição de massa RMAvAr entra na dianteira e na traseira do 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 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  $C_{\theta}$  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 centro CR de oscilação. O valor RECT de recuperação da aceleração transversal é calculada pelo módulo CAL-ACC da seguinte maneira:

$RECT(n) = ACCT(n) - \ddot{\theta}(n-1) \cdot (HCdG - hOscilação)$ , onde  $\ddot{\theta}$  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  $C_{\theta}$  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  $C_{\varphi}$  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

5 aceleração longitudinal é calculada pelo módulo  $CAL-ACC$  da seguinte maneira:

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

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

10  $h_g = HCdG$  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  $C_{\varphi B}$  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

15 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  $C_\theta$  e  $C_\varphi$  e do valor das outras entradas e fornecido na saída da aceleração  $\ddot{z}_G$  modal no bombeamento, a aceleração modal  $\ddot{\theta}$  na oscilação, a aceleração modal  $\ddot{\varphi}$  na tangência, e os valores de recuperação  $RECT$  e  $RECL$ . A aceleração modal  $\ddot{\theta}$

20 na oscilação e a aceleração modal  $\ddot{\varphi}$  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 uma saída  $SACC2$  do módulo 10 verso o exterior. Em outro caso, essas três acelerações modais presentes sobre a saída  $SACC$  do módulo 10 são

25 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

30  $\ddot{z}_G$ ,  $\ddot{\theta}$  ou  $\ddot{\varphi}$ . 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 saber a velocidade modal  $\dot{z}_G$  no bombeamento da carroceria, a velocidade

modal  $\dot{\theta}$  na oscilação da carroceria, e a velocidade modal  $\dot{\psi}$  na tangência da carroceria, sobre uma saída do módulo 10. Essas velocidades modais da carroceria,  $\dot{z}_G$  no bombeamento,  $\dot{\theta}$  na oscilação,  $\dot{\psi}$  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 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  $\dot{\psi}$ , e fornecidas pela extensão ER de comando assim calculadas aos acionadores M correspondentes sobre sua entrada COM de comando.

#### 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 bombeamento,  $\dot{\theta}$  na oscilação,  $\dot{\psi}$  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 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 das 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

freqüência 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

**5** freqüências dos sobressaltos da carroceria, que são relativamente grandes. O filtro passa-banda PB3 dos sobressaltos da carroceria é por exemplo regulado com uma freqüência de corte baixo de 3 Hz e uma freqüência 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

**10** 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.

**15** 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  $b_\theta$  para calcular o primeiro esforço modal da oscilação  $F_{\theta1} = -b_\theta \cdot \dot{\theta}$ ;
- um ganho modal de tangência  $b_\phi$  para calcular o primeiro esforço modal de tangência  $F_{\phi1} = -b_\phi \cdot \dot{\phi}$ .

**25** Os ganhos modais  $b_z$ ,  $b_\theta$ ,  $b_\phi$  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 da rodas A, B, C, D. Os ganhos modais  $b_z$ ,  $b_\theta$ ,  $b_\phi$  poderão compreender um ou vários coeficientes multiplicativos como por exemplo os coeficientes multiplicativos

**30** seguintes:

- 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.

**5** 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;

**10** - as rigidezes modais fornecidas pelo avaliador 24: a rigidez modal no bombeamento  $k_z$ , a rigidez modal na tangência  $k_\phi$  e a rigidez modal na oscilação  $k_\theta$ ;

- 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;

**15** - os momentos modais de inércia fornecidos pelo avaliador 20: o momento de inércia na oscilação  $I_\theta$  e o momento de inércia na tangência  $I_\phi$ ;

- a massa suspensa MSUS fornecida pelo avaliador;

- 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.

**20** Para cada um dos ganhos modais  $b_z$ ,  $b_\theta$ ,  $b_\phi$ , 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 corresponde ao valor de entrada VVH da velocidade do veículo, por exemplo, por

**25** interpolação linear. Para cada um dos ganhos modais  $b_z$ ,  $b_\theta$ ,  $b_\phi$ , o coeficiente multiplicativo de atenuação  $b_{ZATT}$ ,  $b_{\theta ATT}$ ,  $b_{\phi ATT}$ , respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência, é obtido:

**30**

- se calculando uma resistência  $R_z$ ,  $R_\theta$ ,  $R_\varphi$ , 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:

$$R_z = NTC - \beta_z \cdot NMC$$

5  $R_\theta = NTC - \beta_\theta \cdot NMC$

$R_\varphi = NTC - \beta_\varphi \cdot NMC$ , onde  $\beta_z$ ,  $\beta_\theta$ ,  $\beta_\varphi$  são os parâmetros pré-registrados permitindo regular o apoio entre os dois níveis NMC e NTC, esses parâmetros  $\beta_z$ ,  $\beta_\theta$ ,  $\beta_\varphi$  sendo por exemplo regulados entre 0.5 e 1;

10 - se extraído de uma tabela ou curva pré-registrada devido ao coeficiente multiplicativo de atenuação  $b_{zATT}$ ,  $b_{\theta ATT}$ ,  $b_{\varphi ATT}$ , em função da resistência respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência, o valor  $b_{zATT}$ ,  $b_{\theta ATT}$ ,  $b_{\varphi ATT}$  do coeficiente multiplicativo de atenuação, que corresponde ao valor calculado da resistência  $R_z$ ,  $R_\theta$ ,  $R_\varphi$ , respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência, por exemplo por interpolação linear. O coeficiente multiplicativo  $b_{zATT}$ ,  $b_{\theta ATT}$ ,  $b_{\varphi ATT}$  no bombeamento, na oscilação e na tangência é

15 por exemplo dado pela fórmula:

$$b_{zATT} = 1/(1+a_z \cdot R_z)$$

$$b_{\theta ATT} = 1/(1+a_\theta \cdot R_\theta)$$

$$b_{\varphi ATT} = 1/(1+a_\varphi \cdot R_\varphi)$$

20 onde  $a_z$ ,  $a_\theta$  e  $a_\varphi$  são os parâmetros pré-registrados. O valor obtido de  $b_{zATT}$ ,  $b_{\theta ATT}$ ,  $b_{\varphi ATT}$  não é por exemplo retido se a resistência  $R_z$ ,  $R_\theta$  e  $R_\varphi$  associada for superior à um valor limiar prescrito. Se a resistência  $R_z$ ,  $R_\theta$ ,  $R_\varphi$  associada for inferior ou igual à esse valor limiar prescrito, se toma 1 como o coeficiente multiplicativo de atenuação  $b_{zATT}$ ,  $b_{\theta ATT}$ ,  $b_{\varphi ATT}$ . Para cada um desses ganhos modais  $b_z$ ,  $b_\theta$ ,  $b_\varphi$ , o

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- 5  $K_{zREF}$ ,  $k_{\theta REF}$ ,  $k_{\varphi REF}$ ,  $MREF$ ,  $I_{\theta REF}$ ,  $I_{\varphi REF}$  são os parâmetros pré-registrados, 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  $b_z$ ,  $b_{\theta}$ ,  $b_{\varphi}$ , o coeficiente multiplicativo do tipo de conduto  $b_{zTYP}$ ,  $b_{\theta TYP}$ ,  $b_{\varphi TYP}$ , respectivamente no
- 10 bombeamento, na oscilação e na tangência, é igual à um ganho pré-registrado de esportividade  $GS_z$ ,  $GS_{\theta}$ ,  $GS_{\varphi}$  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  $b_z$ ,  $b_{\theta}$ ,  $b_{\varphi}$  são calculados em função dos coeficientes
- 15 multiplicativos de acordo com as fórmulas:

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

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

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

- 20 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 calculados e são 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.

## 25 Lógica Roadhook

- 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
- 30 carroceria em relação ao plano das rodas: aceleração modal no bombeamento, aceleração modal na oscilação, aceleração modal na tangência. Na Figura 10, o 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  $V_{\text{mod}2}$  em relação ao plano médio das rodas são denominadas velocidades relativas e compreendendo a velocidade relativa  $\dot{z}_{G2}$  da carroceria no bombeamento, a velocidade relativa  $\dot{\phi}_2$  na tangência e a velocidade modal relativa  $\dot{\theta}_2$  da carroceria na oscilação. Esse avaliador 31 das velocidades modais relativas  $V_{\text{mod}2}$  recebe na entrada:

- 5 - os percursos DEB medidos sobre as rodas A, B, C, D;
- a via  $v$ ;
- 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 frequência de eliminar em uma larga medida os sobressaltos de altas

- 15 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  $V_{\text{mod}2}$  são calculadas de acordo com as seguintes fórmulas:

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

20

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

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

$$\dot{\phi}_2 = \frac{\dot{d}_A + \dot{d}_B - \dot{d}_C - \dot{d}_D}{2e}$$

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

$$\dot{\theta}_2 = \frac{\dot{d}_A - \dot{d}_B - \dot{d}_C + \dot{d}_D}{2v}$$

Com

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

- 30  $\dot{d}_B$  = 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

- Um avaliador 32 é previsto para calcular um golpe transversal antecipado  $\bar{Y}$  (terceira derivada da coordenada Y em relação ao tempo) à partir da velocidade VVH medida do veículo e da velocidade de rotação  $\delta$  do volante de direção do veículo, onde  $\delta$  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;
  - 10 - o valor de repartição de massa RMAvAr entre a dianteira e a traseira;
  - a velocidade VVH do veículo;
  - a velocidade de rotação  $\delta$  do volante de direção.

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

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

- 15 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

- 20 Um avaliador 40 é previsto para calcular esse torque do motor antecipado à roda, 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 VVH1 que levará o veículo à uma velocidade de rotação prescrita  $\omega_{MOT1}$  do motor, que não dependa da posição engrenada da relação  $R_{EMBR}$  engajada de acordo com a fórmula
- 25  $VVH1 = VVH \cdot \omega_{MOT1} / \omega_{MOT}$ , onde  $\omega_{MOT}$  é a velocidade de rotação do motor à velocidade VVH do veículo. Se calcula para cada relação i da embreagem, os parâmetros  $P_i = 0.5 \cdot (VVH1(i) + VVH1(i+1))$ . Se comparando VVH1 à  $P_i$  e se retendo o valor  $P_i$  o mais próximo de VVH1, se deduz a relação i da embreagem.
- 30 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.  $\Omega_{RODA}$  é a velocidade de rotação das rodas.

### 5 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:

- 10 - 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

- 15 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 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

- 20 esforço EFR de frenagem então filtrado para obter a derivada  $\dot{E}_{FRF}$  do esforço EFR 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  $EMR$

- 25 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  $MTOT$ :

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

- 30 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 provém 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:

5

- 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:

10

- 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;

15

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

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

20

- os momentos modais de inércia fornecidos pelo avaliador 20: o momento de inércia na oscilação  $I_{\theta}$  e o momento de inércia na tangência  $I_{\phi}$ ;
- a massa suspensa MSUS fornecida pelo avaliador 20;

25

- a informação IS de esportividade.

Assim como representado na Figura 11, cada um desses limites dos esforços modais antecipados na tangência  $C_{\phi 2ant}$  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 tangência  $C_{\phi 2ant}$  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:

30

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

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

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  $C_{\phi 2ant}$  partir do golpe longitudinal antecipado  $\ddot{X}$ :

- 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;

- 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  $\ddot{X}_{max}$ ,

- 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 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 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  $\ddot{Y}_{max}$  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 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 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

O módulo 34 calcula igualmente, em função da velocidade modal relativa  $V_{mod2} = \dot{z}_{G2}, \dot{\varphi}_2, \dot{\theta}_2$  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:

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

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

$$C_{\varphi 2cor} = -b_{\varphi 2} \cdot \dot{\varphi}_2$$

$$C_{\theta 2cor} = -b_{\theta 2} \cdot \dot{\theta}_2, \text{ onde } b_{mod2} \text{ é um segundo ganho modal corretivo, } b_{z2} \text{ é um}$$

segundo ganho modal corretivo no bombeamento para calcular a segunda força modal corretiva no bombeamento  $F_{z2cor}$ ,  $b_{\theta 2}$  é um segundo ganho modal corretivo de oscilação para calcular o segundo torque modal corretivo na oscilação  $C_{\theta 2cor}$ ,  $b_{\varphi 2}$  é um segundo ganho modal corretivo na tangência  $C_{\varphi 2cor}$ .

Os segundos ganhos modais corretivos  $b_{z2}$ ,  $b_{\theta 2}$ ,  $b_{\varphi 2}$  poderão compreender um o vários coeficientes multiplicativos, como por exemplo os seguintes coeficientes multiplicativos:

- um segundo coeficiente multiplicativo de referência  $b_{ZREF2}$ ,  $b_{\theta REF2}$ ,  $b_{\varphi REF2}$ , 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.

- 5** Para cada um dos segundos ganhos modais  $b_{z2}$ ,  $b_{\theta 2}$ ,  $b_{\phi 2}$ , 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 extraindo 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
- 10** 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  $b_{z2}$ ,  $b_{\theta 2}$ ,  $b_{\phi 2}$ , o segundo coeficiente multiplicativo de recuperação  $b_{zREC2}$ ,  $b_{\theta REC2}$ ,  $b_{\phi REC2}$ , é por exemplo igual ao primeiro coeficiente multiplicativo de recuperação  $b_{zREC}$ ,  $b_{\theta REC}$ ,
- 15**  $b_{\phi REC}$ , 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  $b_{z}$ ,  $b_{\theta}$ ,  $b_{\phi}$ , o segundo coeficiente multiplicativo do tipo conduto  $b_{zTYP2}$ ,  $b_{\theta TYP2}$ ,  $b_{\phi TYP2}$ , respectivamente no
- 20** 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  $b_{z2}$ ,  $b_{\theta 2}$ ,  $b_{\phi 2}$  são calculados em função
- 25** dos segundos coeficientes multiplicativos de acordo com as fórmulas:

$$b_{z2} = b_{zREF2} \cdot b_{zREC2} \cdot b_{zTYP2}$$

$$b_{\theta 2} = b_{\theta REF2} \cdot b_{\theta REC2} \cdot b_{\theta TYP2}$$

$$b_{\phi 2} = b_{\phi REF2} \cdot b_{\phi REC2} \cdot b_{\phi TYP2}$$

**30** Esforços modais Roadhook

O avaliador 34 realiza em seguida:

- a síntese entre o torque modal antecipado na tangência  $c_{\varphi 2ant}$  e o segundo torque modal corretivo na tangência  $c_{\varphi 2cor}$ , para obter na saída o segundo torque ou esforço modal  $c_{\varphi 2}$  de tangência;

- a síntese entre o torque modal antecipado na oscilação  $c_{\theta 2ant}$ , e o segundo torque modal corretivo na oscilação  $c_{\theta 2cor}$ , para obter na saída o segundo torque ou esforço modal  $c_{\theta 2}$  de oscilação.

5

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  $F_{z2} = F_{z2cor}$ . Esses segundos esforços  $c_{\varphi 2}$ ,  $c_{\theta 2}$  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:

10

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  $c_{\varphi 2}$  de tangência, ele será igual:

15

- ao segundo torque modal corretivo na tangência  $c_{\varphi 2cor}$ , quando o valor absoluto do torque antecipado na tangência  $c_{\varphi 2ant}$  for inferior ou igual à um primeiro valor prescrito de tangência  $V1\varphi$ , (caso 1 e 2 na Tabela, correspondente ao limite antecipado pequeno);

20

- ao torque modal antecipado na tangência  $c_{\varphi 2ant}$ , quando o valor absoluto do torque antecipado da tangência  $V1\varphi$ , e quando o valor absoluto do torque modal corretivo na tangência  $c_{\varphi 2cor}$  for inferior ou igual à um segundo valor prescrito de tangência  $V2\varphi$  (caso 3 na Tabela, correspondente ao limite corretivo pequeno e ao limite antecipado grande).

- se o valor absoluto do torque antecipado na tangência  $c_{\varphi 2ant}$  for superior ao primeiro valor prescrito de tangência  $V1\varphi$  e se o valor absoluto do torque modal de tangência  $V2\varphi$  (caso 4 na Tabela, correspondente ao limite corretivo grande e ao limite antecipado grande);

- 5 - se o torque modal corretivo na tangência  $c_{\varphi 2cor}$  e o torque antecipado na tangência  $c_{\varphi 2ant}$  forem do mesmo gênero, o segundo esforço modal  $c_{\varphi 2}$  de tangência será igual ao valor máximo ( $|c_{\varphi 2cor}|, |c_{\varphi 2ant}|$ ).  $Sgn(c_{\varphi 2ant})$ ; onde  $sgn$  designa a função do gênero e o valor máximo da função máxima, e
- se o torque modal corretivo na tangência  $c_{\varphi 2cor}$ .

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

#### Síntese entre Skyhook e Roadhook

- 15 O primeiro esforço modal de bombeamento  $F_{z1}$ , o primeiro esforço modal de oscilação  $F_{\theta 1}$  e o primeiro esforço modal de tangência  $F_{\varphi 1}$  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  $c_{\varphi 2}$  de tangência fornecidos pelo avaliador
- 20 34 (esforços modais de comportamentos pela lógica Roadhook, designados de uma maneira geral pelos segundos esforços modais  $F2$  de instrução), sendo enviados à um avaliador 22 de uma força de instrução para cada amortecedor, seja pelas rodas A, B, C, D ou pelas forças de instrução  $FA1, FB1, FC1, FD1$ .
- 25 Para cada modo, o avaliador 22 pondera o primeiro esforço  $F1$  de conforto e o segundo esforço  $F2$  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  $\alpha$  de ponderação, de acordo com a
- 30 fórmula:

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

- um esforço modal  $F = F_{\varphi}$  de instrução na tangência, em função do primeiro esforço modal da tangência  $F_{\varphi 1}$  de conforto, do segundo esforço modal  $c_{\varphi 2}$  de tangência de comportamento e do coeficiente  $\alpha$  de ponderação, de acordo com a fórmula:

$$5 \quad F_{\varphi} = \alpha \cdot c_{\varphi 2} + (1-\alpha) \cdot F_{\varphi 1}$$

- um esforço modal  $F = F_{\theta}$  de instrução na oscilação, em função do primeiro esforço modal de oscilação  $F_{\theta 1}$  de conforto, do segundo esforço modal  $c_{\theta 2}$  da oscilação de comportamento e do coeficiente  $\alpha$  de ponderação, de acordo com a fórmula:

$$10 \quad F_{\theta} = \alpha \cdot c_{\theta 2} + (1-\alpha) \cdot F_{\theta 1}$$

A determinação desse coeficiente  $\alpha$  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 conforto  $F_{z1}$ ,  $F_{\theta 1}$  e  $F_{\varphi 1}$  da lógica Skyhook.

#### 15 Aceleração longitudinal correta

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

- a velocidade VVH medida do veículo;

20 - 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 extraído 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:

25

30

ETR = COEF. (VVH)<sup>2</sup> + 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:

- 15 - 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;

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

- 20 - 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  $\ddot{x}_{COR}$ ;

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

- 25 A freqüência de corte do filtro passa-alto PH permite a regulagem da velocidade de recuperação da estimativa sobre a medida;

#### 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:

- 30 - 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  $\delta$  do volante de direção;
- a aceleração transversal medida ACT.

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

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

5

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  $\ddot{Y}_{COR}$  é em seguida calculada em se:

10

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

15

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

- 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  $PH(\ddot{Y}_{ANT} - ACCT)$ ;

20

- 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.

25

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

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

30

- 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.

- 5 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  $\alpha$  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  $\alpha$  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
- 10 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  $\alpha$  de ponderação progressivamente à 0 na lógica Skyhook para favorecer o conforto. Se no centro desta estabilização se detecta uma variação
- 15 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
- 20 reinicia a temporização logo que os seguintes eventos são detectados:
- inclinação ascendente de solicitação condutora longitudinal;
  - inclinação ascendente de solicitação condutora lateral;
  - ultrapassagem do valor limiar sobre o golpe longitudinal na solicitação condutora longitudinal;
  - 25 - 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.

- 30 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 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 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:

- 5
- se  $|\ddot{x}_{COR}| > THAL_1 \cdot MODL$
- 10
- ou
  - $|\ddot{x}| > THJL_1 \cdot MODL$
  - então SSOLL = 1,
  - senão SSOLL = 0.
- se SSOLL = 1  $|\ddot{x}| > THJL_2$
- 15
- então SL2 = 0.
  - a aceleração longitudinal  $\gamma_L$  sendo iniciada à 0.
  - 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,
- 20
- se SSOLL = 1 então SL3 = 1 e senão SL3 = 0,
  - se  $|\ddot{x}_{COR} - \gamma_L| \leq THAL_2 \cdot |\gamma_L|$  então SL3 = 0.
  - se  $|\ddot{y}_{COR}| > THAT_1 \cdot MODT$
- ou
- $|\ddot{y}| > THJT_1 \cdot MODT$
- 25
- então SSOLT = 1,
  - senão SSOLT = 0.
  - se SSOLT = 1 e  $|\ddot{y}| > THJT_2$
  - então ST4 = 1,
  - senão ST4 = 0.
- 30
- a aceleração transversal  $\gamma_T$  é iniciada à 0.
  - se  $|\ddot{y}_{COR} - \gamma_T| > \gamma_T$
  - então

- $\gamma_T = \ddot{Y}_{COR}$  é registrado para o próximo cálculo de ST5,
- se SSOLT = 1 então ST5 = 1 senão ST5 = 0,
- se  $|\ddot{Y}_{COR} - \gamma_T| \leq THAT_2 \cdot |\gamma_T|$  então ST5 = 0.

- 5** THAL<sub>1</sub> é um primeiro valor limiar da aceleração longitudinal, THAL<sub>2</sub> é um segundo valor limiar de variação da aceleração longitudinal, THJL<sub>1</sub> e THJL<sub>2</sub> são os primeiro e segundo valores limiares do golpe longitudinal, THAT<sub>1</sub> é um primeiro valor limiar da aceleração transversal, THAT<sub>2</sub> é um segundo valor limiar de variação da aceleração transversal.
- 10** THJT<sub>1</sub> e THJT<sub>2</sub> 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 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 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
- 15** os primeiros esforços Skyhook e os segundos esforços Roadhook:
- se IS = 1 então o tempo TMOD de modulação será igual à
- $$TMOD = TPER \cdot MODSPORT,$$
- senão TMOD = TPER
- onde TPER é um tempo de regime permanente predeterminado e pré-registrado, que representa o tempo de passagem da lógica Roadhook contra a
- 25** lógica 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  $\alpha_{INTER}$  de ponderação intermediária sendo em seguida calculado da seguinte maneira:
- 30**
- iniciação à 0 (estado S10),
  - acionamento à 1 do coeficiente  $\alpha_{INTER}$  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),

- manutenção à 1 do coeficiente  $\alpha_{\text{INTER}}$  de ponderação intermediária durante um tempo morto TMORT predeterminado e pré-registrado antes de cada uma dessas inclinações detectadas (estado S12),

5

- decréscimo do coeficiente  $\alpha_{\text{INTER}}$  de ponderação intermediária, por exemplo, linear, durante o tempo TMOD de modulação antes desse tempo morto TMORT (estado S13), até mesmo quando à 0,

- se uma nova inclinação ascendente for detectada, o coeficiente  $\alpha_{\text{INTER}}$  de ponderação intermediária é re-estabelecido à 1 segundo o estado S11 e os processos S11, S12, S13, descritos abaixo e reiniciados.

10

Se calcula um sinal lógico limitado SSOL<sub>LIMIT</sub> de solicitação do condutor, se 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 TMOD de modulação. O coeficiente  $\alpha$  de ponderação é igual ao coeficiente  $\alpha_{\text{INTER}}$  de ponderação intermediária, multiplicado pelo sinal lógico limitado SSOL<sub>LIMIT</sub> de solicitação do condutor:

15

$$\alpha = \alpha_{\text{INTER}} \cdot \text{SSOL}_{\text{LIMIT}}$$

A Figura 14 mostra os cronogramas do ângulo  $\delta$  do volante ao curso de uma curva simples, que provoca a passagem do coeficiente  $\alpha$  de ponderação à 1 (Roadhook) no início e no final do percurso da curva, quando o coeficiente  $\alpha$  de ponderação estiver à 0 (Skyhook) após a curva, antes da curva e ao meio da curva.

20

#### 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

30

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  $F_{z1}$ ,  $F_{\theta 1}$  e  $F_{\phi 1}$  de instrução, de acordo com as seguintes fórmula:

5

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

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

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

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

10

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

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

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

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

15

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.

20

#### 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:

25

- 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  $ER_{M2}$ : esse critério sendo utilizado para a segurança sobre solicitações

**5** 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  $ER_{M3}$ : esse critério sendo utilizado para a segurança sobre solicitações laterais

**10** 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  $ER_{M4}$ : esse critério trabalha em paralelo com a lógica Roadhook com limites

**15** 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.

Esses estados mínimos são por exemplo calculados separadamente para cada

**20** 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

**25** rodas traseiras.

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

**30** longitudinal correta  $\ddot{x}_{COR}$ , por exemplo por interpolação linear. O terceiro estado 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  $V_{VH}$  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 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  $ER_{MA}$ ,  $ER_{MB}$ ,  $ER_{MC}$ ,  $ER_{MD}$  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 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 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 atrasas 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.

#### Comando da regra de amortecimento

- 10 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:

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

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

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

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

- 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  $ER_A$ ,  $ER_B$ ,  $ER_C$ ,  $ER_D$ , 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

- 30 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 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:

- 5**
- os percursos DEB(A), DEB(B) das rodas dianteira A, B, fornecidos pelos sensores CAP-DEB dos percursos;
  - as velocidades de percurso (VDEB(A), VDEB(B) das rodas dianteiras A, B;
  - a velocidade medida do veículo;
- 10**
- a aceleração transversal correta  $\ddot{Y}_{COR}$ ;
  - o coeficiente  $\alpha$  de ponderação dos primeiros esforços  $F_{z1}$ ,  $F_{\theta 1}$  e  $F_{\phi 1}$  de conforto 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 não estiver ativado sobre as rodas do lado direito. Se um impacto
- 15**
- não for detectado sobre a roda dianteira esquerda, quando o tratamento dos impactos não estiver ativado sobre as rodas do lado esquerdo. O avaliador compreende:
- um módulo 51 de detecção dos impactos em função dos percursos DEB e das velocidades VDEB de percurso;
- 20**
- 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  $\alpha$  de ponderação;
  - um módulo 53 de tratamento dos impactos do lado esquerdo;
  - um módulo 54 de tratamento dos impactos do lado direito,
- 25**
- Detecção 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 limiar SDP de detecção de percurso, um sinal lógico binário P de detecção
- 30**
- 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 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 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 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 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 à igual à:

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

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  $\ddot{V}_{COR}$  for inferior em valor absoluto à um valor limiar prescrito SY de inibição da aceleração transversal correta:  $|\ddot{V}_{COR}| < SY$ , sendo

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

#### 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 =  $(e / VVH) - TR$ , onde TR é um tempo prescrito de reação correspondente ao tempo necessário aos acionadores passarem para o estado flexível. Se a velocidade VVH do veículo for muito frágil (inferior ou igual à um valor limiar SVVH do veículo) ou se o coeficiente  $\alpha$  de ponderação dos primeiros esforços  $F_{z1}$ ,  $F_{\theta1}$  e  $F_{\phi1}$  de conforto e dos segundos esforços  $F_{z2}$ ,  $C_{\theta2}$  e  $C_{\phi2}$  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

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 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 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.

#### 5 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 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  
10 submisso 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  
15 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  
20 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 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  
25 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 Roadhook estiver ativada e o coeficiente  $\alpha$  de ponderação for igual à 1 ou próxima de 1, se inibe igualmente os impactos (ver acima SINV). Um outro caso  
30 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 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 parâmetro, se inibe o tratamento dos impactos, assim como previsto abaixo,
- 5** 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 módulos 53
- 10** 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;
  - o sinal de inibição SINV para as velocidades frágeis sendo acionado à 1, para
- 15** indicar que a velocidade VVH do veículo for muito frágil ou que o coeficiente  $\alpha$  de ponderação dos primeiros esforços  $F_{z1}$ ,  $F_{\theta1}$  e  $F_{\phi1}$  de conforto e os segundos esforços  $F_{z2}$ ,  $c_{\theta2}$  e  $c_{\phi2}$  de comportamento for muito grande, para indicar que a lógica Roadhook se encontra em vigor;
- $|\ddot{Y}_{COR}| \geq SY$ .
- 20** 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
- 25** 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, para indicar a freqüência 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
- 30** 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 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:

$$ER_A = \text{Max} (ER_{CA}, ERP_A, ER_{MA})$$

$$ER_B = \text{Max} (ER_{CB}, ERP_B, ER_{MB})$$

$$5 \quad ER_C = \text{Max} (ER_{CC}, ERP_C, ER_{MC})$$

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

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

- 10 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 dessas situações de via é prevista para tratar os obstáculos solicitando
- 15 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
- 20 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 :
- os percursos dianteiros DEB(A0), DEB(B) das rodas dianteiras A, B, e os percursos DEB(C), DEB(D) das rodas traseiras C, D, que são por exemplo seus
  - 25 filtros DEBF(A), DEBF(B), DEBF(C), DEBF(D), fornecidos pelo filtro 13 à partir 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,
  - 30 fornecidas pelo módulo derivador DER;
  - 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;  
- um módulo 62 de validação e de inibição da detecção das grandes amplitudes de movimento da roda;

5

- 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

10

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

15

percurso VDEB(A) da roda dianteira esquerda ultrapassa o segundo valor limiar SVGD de detecção das grandes velocidades de percurso e a velocidade de percurso VDEB(B) da roda dianteira ultrapassa o segundo valor limiar SVGD de detecção das grandes velocidades de percurso, quando um primeiro sinal SDGDAV de detecção de grandes movimentos dianteiros é acionado à 1 para

20

indicar a detecção de uma grande amplitude de movimento da roda sobre as rodas dianteiras. Isto também ocorre para um segundo sinal SDGSDAR de 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

25

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 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

30

os valores limiares SDGD, SVGD inferior, por exemplo na distensão dos amortecedores, e/ou a passagem do percurso e/ou da velocidade de percurso 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 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, para cada um desses valores limiares SDGD, SVGD, 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.

#### Inibição da detecção dos grandes movimentos da roda

- 15 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  $\alpha$  de ponderação dos primeiros esforços  $F_{z1}$ ,  $F_{\theta1}$  e  $F_{\phi1}$  de conforto e dos segundos esforços  $F_{z2}$ ,  $C_{\theta2}$  e  $C_{\phi2}$  de comportamento sendo muito grande
- 20 (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;
- o nível NTC de sobressalto for superior à um valor limiar SNTC prescrito do nível de sobressalto.
- 25 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 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  $\alpha$  de ponderação), sob solicitações do
- 30 condutor, ele será mais seguro de manter a lógica Roadhook agir e reagir às solicitações rotineiras para aperfeiçoar a durabilidade da carroceria e 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 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 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 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 à 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

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  $\chi$  de tratamento de grandes amplitudes de movimento da roda. O coeficiente  $\chi$  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 ao estado 1 de validação de grande amplitude do movimento das rodas, o coeficiente  $\chi$  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  $\chi$  de tratamento é em seguida mantido em seu valor máximo 1 durante um tempo prescrito, por exemplo do parâmetro para 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

- 5 O módulo 64 recebe o coeficiente  $\chi$  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  $\chi$  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
- 10 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
- 15 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:
- 20 - 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;
  - 25 - 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  $\chi$  de tratamento das grandes amplitudes de movimento da roda, arredondado por exemplo ao número da regra de amortecimento mais próxima.
- 30 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<sub>A</sub>, ERP<sub>B</sub>, ERP<sub>C</sub>, ERP<sub>D</sub> para uma outra entrada do módulo 28 de

comando. O módulo 28 de comando calcular à partir desses estados os estados  $ERGD_A$ ,  $ERGD_B$ ,  $ERGD_C$ ,  $ERGD_D$  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 instrução e do estado mínimo global  $ERM$  de amortecimento:

5

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

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

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

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

## REIVINDICAÇÕES

1. **"DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO"**, de uma carroceria (2) de um veículo automotivo sobre suas rodas (A), compreendendo um calculador (CSS) compreendendo um meio de cálculo de uma extensão (ER) de comando de um acionador (M) de ao menos um amortecedor (AM) variável da suspensão (S) em função de um esforço modal (F) de instrução do amortecedor, calculado em função de ao menos uma velocidade modal da carroceria estimada sobre o veículo, caracterizado por o calculador (CSS) compreender:
- 5
- 10 - um primeiro meio (21) de cálculo de um primeiro esforço modal F1 de instrução do amortecedor em função de ao menos uma velocidade modal absoluta ( $V_{mod}$ ) da carroceria, estimada sobre o veículo,
- um segundo meio (34) de cálculo de um segundo esforço modal F2 de instrução do amortecedor em função de ao menos uma velocidade modal ( $V_{mod2}$ ) da carroceria em relação ao plano médio das rodas, estimada sobre o veículo,
- 15 - um meio (22) de detecção de ao menos uma solicitação sobre o veículo,
- um meio (23) de cálculo de um coeficiente  $\alpha$  de ponderação do primeiro esforço F1 de instrução e do segundo esforço F2 de instrução, para o cálculo do referido esforço modal F de instrução do amortecedor de acordo com a fórmula
- 20 
$$F = (1 - \alpha).F1 + \alpha.F2$$
, onde o coeficiente  $\alpha$  de ponderação é superior ou igual à zero e inferior ou igual à 1, sendo normalmente à 0 e levando o valor 1 ao menos quando a solicitação detectada ultrapassa um valor limiar prescrito.
2. **"DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO"**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o dispositivo compreender um sensor (CAP-DEB) de percurso de rodagem da roda com relação à carroceria (2), um meio (10) de cálculo da velocidade (VDEB) de percurso do amortecedor em função do percurso de rodagem da roda correspondente, um meio (22) de cálculo de uma força (FA1) de instrução do amortecedor (AM) em função do referido ao menos um esforço modal (F) de instrução, e um meio (22) de cálculo da extensão (ER) de comando do acionador (M) do amortecedor em função dessa força (FA1) de instrução e da velocidade (VDEB) de percurso da roda.
- 25
- 30
3. **"DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO"**, de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado por a extensão (ER) de comando ser uma

regra ou valor de controle de amortecimento determinada entre uma pluralidade de regras (ER) de amortecimentos diferentes impondo a força (FA) do amortecedor em função de sua velocidade (VDEB) de percurso de rodagem.

4. **“DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO”**, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por o dispositivo compreender um meio (27) de cálculo de ao menos uma regra ou valor de controle mínimo (ERM) de amortecimento em função ao menos de um entre a velocidade (VVH) do veículo, a aceleração longitudinal correta, a aceleração transversal correta, o choque transversal antecipado, e um meio (28) de cálculo da extensão (ER) de comando no recebimento do máximo da regra (ER) de amortecimento estabelecida e de ao menos uma regra mínima (ERM) de amortecimento.
- 5
6. **“DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO”**, de acordo com as reivindicações 1, 2, 3, 4 e 5, caracterizado por o meio (23) de cálculo do coeficiente  $\alpha$  de ponderação ser adaptado para calcular o coeficiente  $\alpha$  de ponderação em função de ao menos de um entre um impacto longitudinal antecipado ( $\ddot{X}$ ), um impacto transversal antecipado ( $\ddot{Y}$ ), uma aceleração longitudinal correta ( $\ddot{X}_{COR}$ ) e uma aceleração transversal correta ( $\ddot{Y}_{COR}$ ), uma informação (IS) de esportividade imposta pela posição de um botão de comando de condução esportiva sobre o painel de bordo do veículo, podendo ser feita em uma posição de condução esportiva, ou feita em uma posição de ausência de condução esportiva.
- 10
7. **“DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO”**, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por o dispositivo compreender um meio (25) de cálculo de aceleração longitudinal correta ( $\ddot{X}_{COR}$ ) sendo adaptada para calcular uma aceleração longitudinal correta ( $\ddot{X}_{ANT}$ ) em função da velocidade (VVH) medida do veículo, da massa suspensa (MSUS) do veículo, da pressão ( $P_{MC}$ ) do cilindro mestre de frenagem e do acoplamento motor antecipado às rodas ( $C_R$ ) e para calcular a aceleração longitudinal correta ( $\ddot{X}_{COR}$ ) de acordo com a fórmula  $\ddot{X}_{COR} = ACCL + PH(\ddot{X}_{ANT} - ACCL)$ , onde ACCL é a aceleração longitudinal medida, e  $PH(\ddot{X}_{ANT} - ACCL)$  é a diferença  $\ddot{X}_{ANT} - ACCL$ , filtrada por um filtro passa-alto (PH) do meio (25) de cálculo de aceleração longitudinal correta ( $\ddot{X}_{COR}$ ).
- 15
- 20
- 25
- 30

8 "DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO", de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por o meio (25) de cálculo da aceleração longitudinal ( $\ddot{X}_{COR}$ ) ser adaptado para calcular a aceleração longitudinal antecipada  $\ddot{X}_{ANT}$ :

- 5 - na extração de uma mesa lisa ou curvada pré-assentada devido ao esforço de frenagem do cilindro mestre em função da pressão do cilindro mestre, o valor (EFR)0 desse esforço de frenagem correspondente à pressão medida ( $P_{MC}$ ) do cilindro mestre,
- 10 - se calculando o esforço antecipado do motor às rodas (EMR), igual ao acoplamento motor antecipado às rodas ( $C_R$ ) dividido por um raio médio pré-registrado ( $R_{moy}$ ) das rodas,
- se calculando um esforço de rastro longitudinal ETR em função da velocidade VVH de acordo com a fórmula:  

$$ETR = COEF.(VVH)^2 + DEC,$$
 onde COEF é um coeficiente pré-registrado e DEC é um deslocamento pré-registrado,
- 15 - se calculando o esforço longitudinal total (ELT) igual à soma do esforço (EFR) de frenagem, do esforço (EMR) antecipado do motor às rodas e o esforço (ETR) do traço longitudinal,
- se calculando uma massa total (MTOT) do veículo à partir da massa suspensa (MSUS),
- 20 - se dividindo o esforço longitudinal total (ELT) pela massa total (MTOT) para obter a aceleração longitudinal antecipada ( $\ddot{X}_{ANT}$ ).

19. "DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO", de acordo com as reivindicações 4, 5, 6, 7 e 8, caracterizado por o dispositivo compreender um

25 meio de medição da velocidade (VVH) do veículo, um meio de medição (CAP-ACCT) da aceleração transversal (ACCT) do veículo, e um meio (26) de cálculo de uma aceleração transversal correta  $\ddot{Y}_{COR}$ , e um meio (26) de cálculo de uma aceleração transversal  $\ddot{Y}_{COR}$ , em função de uma aceleração transversal antecipada  $\ddot{Y}_{ANT}$ , calculada em função de uma massa suspensa (MSUS) do

30 veículo, de um valor de repartição de massa (RMArAr) entre a dianteira e a traseira do veículo, da velocidade VVH medida do veículo, de um ângulo  $\delta$  de rotação do volante de direção, e da aceleração transversal medida (ACCT) do veículo, de acordo com a fórmula>

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

onde D é a desmultiplicação predeterminada do volante de direção do veículo, e sendo a parte mais larga predeterminada do veículo e K sendo uma constante de ganho adicional, calculada em função do valor de repartição de massa (RMAvAr) entre a dianteira e a traseira e da massa suspensa (MSUS).

5

10. “**DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO**”, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por o meio (26) de cálculo da aceleração transversal correta  $\ddot{Y}_{COR}$  ser adaptado para calcular a aceleração transversal correta  $\ddot{Y}_{COR}$  de acordo com a fórmula:

10

$\ddot{Y}_{CON} = ACCT + PH2(\ddot{Y}_{ANT} - ACCT)$ , onde ACCT é a aceleração longitudinal medida, e PH2 ( $\ddot{Y}_{ANT} - ACCT$ ) é a diferença  $\ddot{Y}_{ANT} - ACCT$ , filtrada por um filtro passa-alto (PH2) do meio (26) de cálculo da aceleração transversal correta  $\ddot{Y}_{COR}$ .

15

11. “**DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO**”, de acordo com as reivindicações 4, 5, 6, 7 e 8, 9 e 10, caracterizado por o meio (26) de detecção de solicitações estando adaptado para calcular ao menos um sinal de detecção de solicitação recebendo um estado de presença de uma solicitação quando ao menos um entre o impacto longitudinal antecipado ( $\ddot{X}$ ), o impacto transversal antecipado ( $\ddot{Y}$ ), a aceleração longitudinal correta ( $\ddot{X}_{COR}$ ) e a aceleração transversal correta ( $\ddot{Y}$ ) ultrapassam um valor limiar prescrito, o meio (23) de cálculo do coeficiente  $\alpha$  de ponderação estando adaptado para fazer passar à 1 o coeficiente  $\alpha$  de ponderação quando o sinal de detecção de solicitação estiver em um estado de presença de uma solicitação.

20

12. “**DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO**”, de acordo com as reivindicações 5, 6, 7 8, 9 e 10, caracterizado por o meio (22) de detecção de solicitações ser adaptado para calcular ao menos um sinal de detecção de solicitação entre:

25

- um sinal (SSOLL) principal de detecção de solicitações longitudinais, recebendo um estado de presença de uma solicitação quando o módulo do impacto longitudinal antecipado ( $\ddot{X}$ ) ultrapassa um valor limiar prescrito em função da informação (IS) de esportividade ou quando a aceleração longitudinal

30

correta ( $\ddot{X}_{COR}$ ) ultrapassa um valor limiar prescrito em função da informação (IS) de esportividade, e um estado de ausência de solicitações, exceto,

- um segundo sinal (SL2) de detecção de solicitações longitudinais, recebendo um estado de presença de uma solicitação quando o sinal principal (SSOLL) de detecção de solicitações longitudinais estando em um estado de presença de uma solicitação e quando o módulo do impacto longitudinal antecipado, ( $\ddot{X}$ ) ultrapassa um outro valor limiar pré-registrado, e um estado de ausência de solicitações, exceto,
- 5 - um terceiro sinal (SL3) de detecção de solicitações longitudinais, recebendo um estado de presença de solicitações quando o sinal principal (SSOLL) de detecção e quando a variação da aceleração longitudinal correta ( $\ddot{X}_{COR}$ ) ultrapassa um valor limiar determinado, e um estado de ausência de solicitações, exceto,
- 10 - um sinal principal (SSOLT) de detecção de solicitações transversais, recebendo um estado de presença de uma solicitação quando o módulo do impacto transversal antecipado ( $\ddot{Y}$ ) ultrapassa um valor limiar prescrito em função da informação (IS) de esportividade ou quando a aceleração transversal correta ( $\ddot{Y}_{COR}$ ) ultrapassa um valor limiar prescrito em função da informação (IS) de esportividade, e um estado de ausência de solicitações, exceto,
- 15 - um quarto sinal (ST4) de detecção de solicitações transversais, recebendo um estado de presença de uma solicitação quando o sinal principal (SSOLT) de detecção de solicitações transversais se encontra em um estado de presença de uma solicitação e quando o módulo do impacto transversal antecipado ( $\ddot{Y}$ ) ultrapassa um valor limiar pré-registrado, e um estado de ausência de solicitações, exceto,
- 20 - um quinto sinal (ST5) de detecção de solicitações transversais, recebendo um estado de ausência de solicitações quando o sinal principal (SSOLT) de detecção de solicitações transversais se encontra em um estado de ausência de solicitações, exceto, o meio (23) de cálculo do coeficiente  $\alpha$  de ponderação sendo adaptado para aumentar à partir de 0 o coeficiente  $\alpha$  de ponderação, quando o referido sinal de detecção de solicitação passa do estado de ausência de solicitações à um estado de presença de uma solicitação.
- 25
- 30

13. “**DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO**”, de acordo com a reivindicações 12, caracterizado por o meio (23) de cálculo do coeficiente  $\alpha$  de ponderação ser adaptado para calcular um coeficiente ( $\alpha_{\text{INTER}}$ ) de ponderação intermediária para

- 5
- inicialização (S10) à 0;
  - o acionamento (S11) à 1 do coeficiente  $\alpha_{\text{INTER}}$  de ponderação intermediária

sobre cada passagem do sinal (SSOL, SL2, SL3, ST4, ST5) de detecção de solicitação do estado de ausência de solicitações em um estado de presença de uma solicitação,

- 10
- a manutenção (S12) à 1 do coeficiente  $\alpha_{\text{INTER}}$  de ponderação intermediária durante um tempo morto (TMORT) pré-registrado após cada uma das passagens,

- 15
- o decréscimo (S13) do coeficiente  $\alpha_{\text{INTER}}$  de ponderação intermediária durante um tempo (TMOD) de modulação após esse tempo morto (TMORT), até que 0,
  - um sinal lógico (SSOL) de solicitação do condutor recebendo o valor 1, quando o sinal (SSOLL) principal de detecção de solicitações longitudinais e/ou o sinal principal (SSOLT) de detecção de solicitações transversais levando um estado de presença de uma solicitação,

- 20
- um sinal lógico limitado ( $\text{SSOL}_{\text{LIMIT}}$ ) de solicitação do condutor sendo calculado na filtragem do sinal lógico (SSOL) de solicitação do condutor dentro de um limitador de declive negativo, para que ele passe de 1 à 0 no mínimo de tempo (TMOD) de modulação,

- 25
- o meio (23) de cálculo do coeficiente  $\alpha$  de ponderação sendo adaptado para calcular o coeficiente  $\alpha$  de ponderação multiplicando o coeficiente  $\alpha_{\text{INTER}}$  de ponderação intermediária pelo, sinal lógico limitado ( $\text{SSOL}_{\text{LIMIT}}$ ) de solicitação do condutor.

14. “**DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO**”, de acordo com as reivindicações 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12, caracterizado por o dispositivo compreender um meio de medição de uma pressão do cilindro mestre de frenagem, um meio (33) de cálculo do impacto longitudinal antecipado ( $\ddot{X}$ ), adaptado para calcular o impacto longitudinal antecipado ( $\ddot{X}$ ) em função da

pressão do cilindro mestre de frenagem, de um acoplador motor antecipado às rodas e de uma massa suspensa (MSUS) do veículo.

- 5 15. “**DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO**”, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado por o meio (33) de cálculo do impacto longitudinal antecipado ( $\ddot{X}$ ) ser adaptado para extrair de uma mesa lisa ou curva pré-assentada devido à um 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, o meio (33) de cálculo do impacto longitudinal antecipado ( $\ddot{X}$ ) compreendendo um filtro passa-baixo do esforço (EFR) de frenagem, e um derivador do esforço (EFR) de frenagem assim filtrado para obter a derivada  $\dot{E}_{FRF}$  do esforço (EFR) de frenagem filtrada, o meio (33) de cálculo do impacto longitudinal antecipado ( $\ddot{X}$ ) sendo adaptado para calcular um esforço antecipado do motor às rodas (EMR), igual ao acoplamento motor antecipado às rodas, o meio (33) de cálculo do impacto longitudinal antecipado ( $\ddot{X}$ ) compreendendo um filtro passa-baixo desse esforço (EMR) antecipado do motor às rodas, e um derivador do esforço (EMR) antecipado do motor assim filtrado para obter a derivada  $\dot{E}_{MRF}$  do esforço (EMR) do motor filtrado, o impacto longitudinal antecipado  $\ddot{X}$  sendo igual à

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

- 20 onde MTOT é a massa total MTOT do veículo predeterminada.

16. “**DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO**”, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado por o dispositivo compreender um meio de medição da velocidade (VVH) do veículo, um meio de cálculo da velocidade  $\omega_{MOT}$  de rotação do motor à velocidade do veículo e um meio (40) de cálculo do acoplamento motor antecipado às rodas  $C_R$  de acordo com a fórmula:

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

com  $R_{EMBR(i)}$  sendo o apoio da embreagem tendo o número  $i$ ,  $\omega_{RODA}$  sendo

a velocidade das rodas,  $C_M$  sendo um acoplamento motor predeterminado.

- 30 17. “**DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO**”, de acordo com as reivindicações 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16, caracterizado por o dispositivo compreender um meio (32) de cálculo do impacto transversal

antecipado ( $\ddot{Y}$ ), que é adaptado para calcular o impacto transversal antecipado  $\ddot{Y}$  em função da massa suspensa (MSUS), de um valor de repartição de massa (RMAvAr) entre a dianteira e a traseira, da velocidade VVH do veículo, e de uma velocidade de rotação  $\delta$  do volante de direção de acordo com a fórmula:

$$5 \quad \ddot{Y} = \frac{D\delta VVH^2}{e(1+KVVH^2)}$$

onde D é a desmultiplicação do volante de direção do veículo, e sendo a parte mais larga do veículo e K sendo uma constante de ganho de sobrecarga, calculada em função do valor de repartição de massa (RMAvAr) entre a dianteira e a traseira da massa suspensa (MSUS).

10 18. “**DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO**”, de acordo com as reivindicações 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16 e 17, caracterizado por o dispositivo compreender:

- um meio de medição da velocidade (VVH) do veículo,  
- para cada roda (A, B, C, D), um sensor (CAP-DEB) de percurso de rodagem da  
15 roda com relação à carroceria (2),

- um meio (20) de cálculo de uma posição estática dianteira (ASav) e de uma posição estática traseira (ASar) do veículo fornecido em função das medições (DEBF) de percurso de rodagem fornecidas pelos sensores (CAP-DEB) de percurso,

20 - um meio (20) de cálculo de uma massa dinâmica aparente dianteira (MDAAV) e de uma massa dinâmica aparente traseira (MDAAR), em função das medições de percurso (DEB), fornecidas pelos sensores (CAP-DEB) de percurso de rodagem,

- um meio (20) de cálculo de um viés aerodinâmico dianteiro (BAAV) e de um  
25 viés aerodinâmico traseiro (BAAR), em função da velocidade do veículo (VVH),

- um meio (20) 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, da massa dinâmica aparente traseira (MDAAR), do viés aerodinâmico dianteiro (BAAV) e do viés aerodinâmico traseiro (BAAR).

30 19. “**DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO**”, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado por o meio (20) de cálculo da posição estática dianteira (ASav) e da posição estática traseira (ASar) do veículo ser adaptado

para calcular a posição estática dianteira, e respectivamente traseira (ASar), como sendo o percurso de rodagem médio (DEBAVMOY) dos percursos (DEB) das rodas dianteiras (A,B) e respectivamente traseiras (C, D), filtrado por um filtro passa-baixo, percurso médio filtrado ao qual logo em seguida acrescida

5 uma constante de deslocamento da posição dianteira, e respectivamente traseira.

20. “**DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO**”, de acordo com as reivindicações 18 e 19, caracterizado por o meio (20) de cálculo das massas dinâmicas aparentes dianteira e traseira (MDAAV, MDAAR) compreendendo os

10 meios para

- calcular o percurso de rodagem relativo dianteiro, e respectivamente traseiro, igual ao percurso de rodagem médio dos percursos (DEB) das rodas dianteiras (A, B) e respectivamente traseiras (C, D), ao qual é em seguida acrescida uma constante de deslocamento dianteiro, e respectivamente traseiro,

15 - extrair um esforço dinâmico de flexão de mola espiral dianteira EDFAV, e respectivamente traseira EDFAR, à partir de uma mesa lisa ou curva assentada devido à esse esforço EDFAV em função do percurso relativo dianteiro,

- calcular a massa dinâmica aparente MDAAV, e respectivamente traseira MDAAR, pela fórmula:

20 
$$\text{MDAAV} = (\text{EDFAV} \cdot 2/g) + \text{constante dianteira},$$

$$\text{MDAAR} = (\text{EDFAR} \cdot 2/G) + \text{constante traseira},$$
 onde g é a constante da aceleração da pressão = 9.81 m.s<sup>2</sup>.

21. “**DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO**”, de acordo com as reivindicações 18, 19 e 20, caracterizado por o meio (20) de cálculo da

25 massa suspensa (MSUS) do veículo e do valor de repartição de massa (RMAvAr) entre a dianteira e a traseira do veículo compreendendo ao menos um filtro passa-baixo (PB1, PB2) da soma da massa dinâmica aparente dianteira (MDAAV) , e respectivamente traseira (MDAAR), e do viés aerodinâmico dianteiro (BAAV) , e respectivamente traseiro (BAAR), para obter uma massa

30 suspensa dianteira (MSUSAV), e respectivamente traseira (MSUSAR), a massa suspensa (MSUS) sendo igual à soma da massa suspensa dianteira (MSUSAV) e da massa suspensa traseira (MSUSAR), o valor de repartição de massa

(RMAvAr) entre a dianteira e a traseira do veículo sendo igual à massa suspensa dianteira (MSUSAV) dividida pela massa suspensa do veículo (MSUS).

22. **“DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO”**, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado por o dispositivo compreender um meio de entrada de uma informação (IO) do painel, o meio de cálculo da massa suspensa (MSUS) do veículo e do valor de repartição de massa (RMAvAr) entre a dianteira e a traseira adaptado para registrar os valores sucessivos da massa suspensa dianteira (MSUSAV), e respectivamente traseira (MSUSAR), e para reter o valor precedentemente registrado da massa suspensa dianteira (MSUSAV), e respectivamente traseira (MSUSAR), no lugar de seu valor seguinte, quando ao menos uma das seguintes condições é realizada:
- a velocidade (VVH) do veículo não está compreendida entre um valor limiar baixo predeterminado (VVH1) e um valor limiar alto predeterminado (VVH2),
  - a informação do painel (IO) indicando uma abertura no painel do veículo e a velocidade (VVH) do veículo não sendo superior à um valor limiar prescrito (VVH3),
  - o distanciamento entre o referido valor precedentemente registrado (MSUSEAVF(n-1)) da massa suspensa dianteira (MSUSAV) e respectivamente traseira (MSUSAR) e seu valor seguinte (MSUSEAVF(n)), sendo inferior ou igual em valor absoluto à um distanciamento prescrito ( $\Delta$ ).
23. **“VEÍCULO AUTOMOTIVO”**, caracterizado por compreender uma carroceria (2), rodas (A, B, C, D) e um dispositivo de comando da suspensão (S) de acordo com a reivindicação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 ou 22.
24. **“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 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 de modo a acionar os meios de cálculo do dispositivo de comando da suspensão de acordo com a reivindicação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 ou 22.

- 5 25. **“PROGRAMA DE INFORMÁTICA DE PILOTAGEM DE UM CALCULADOR (CSS)”**, caracterizado por compreender as instruções de um programa pelo cálculo de ao menos um primeiro esforço modal F1 de instrução do amortecedor em função de ao menos uma velocidade modal ( $V_{mod}$ ) absoluta da carroceria, pelo cálculo de um segundo esforço modal F2 de instrução do amortecedor em função de ao menos uma velocidade modal ( $V_{mod2}$ ) relativa da carroceria em relação ao plano médio das rodas, para a detecção de ao menos uma solicitação sobre o veículo, para o cálculo de um coeficiente  $\alpha$  de ponderação do primeiro esforço F1 de instrução e do segundo esforço F2 de instrução para o cálculo de um esforço modal F de instrução do amortecedor de acordo com a fórmula:
- 10
- 15  $F = (1 - \alpha).F1 + \alpha.F2$ , onde o coeficiente  $\alpha$  de ponderação é superior ou igual à 0 e inferior ou igual à 1, sendo normalmente à 0 e levando o valor 1 ao menos quando a solicitação detectada ultrapassa um valor limiar prescrito, e para o cálculo de um amortecedor (AM) variável de uma suspensão (S) em função do
- 20 referido esforço modal (F) de instrução do amortecedor, quando ele é acionado em um dispositivo de suspensão de acordo com a reivindicação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 ou 22.



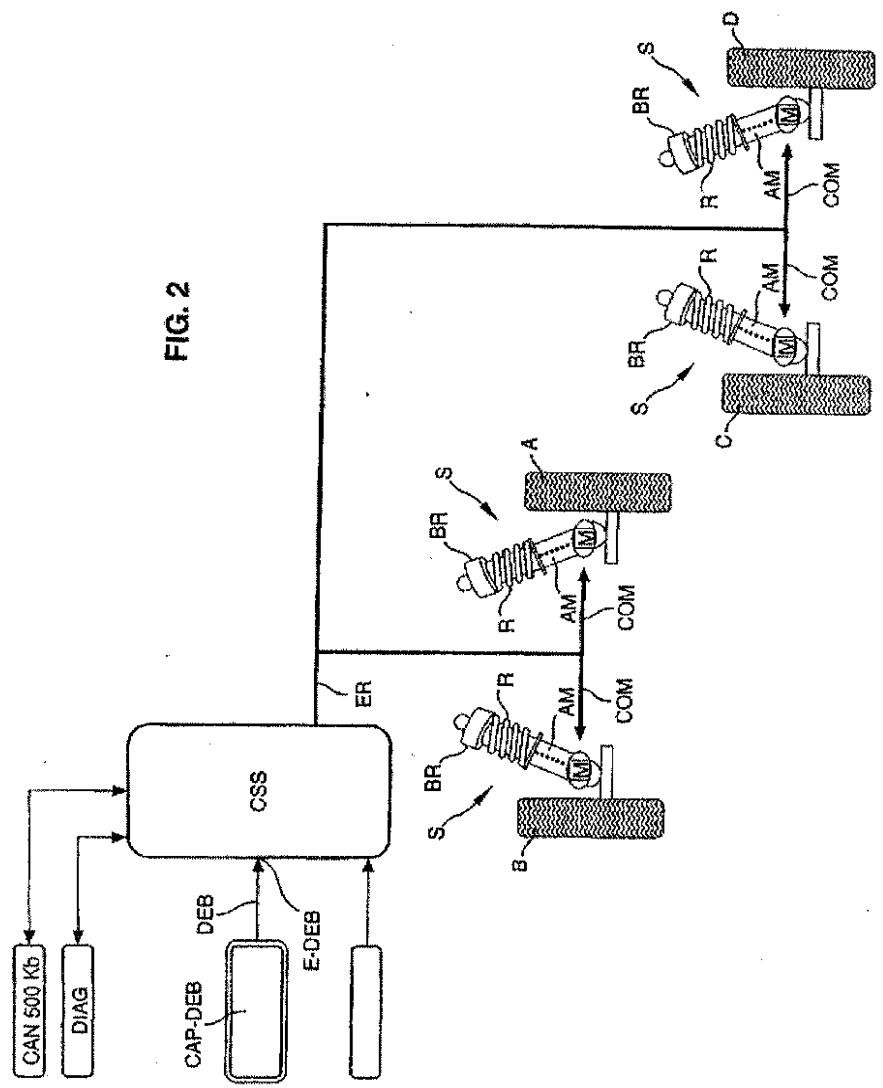


FIG. 3

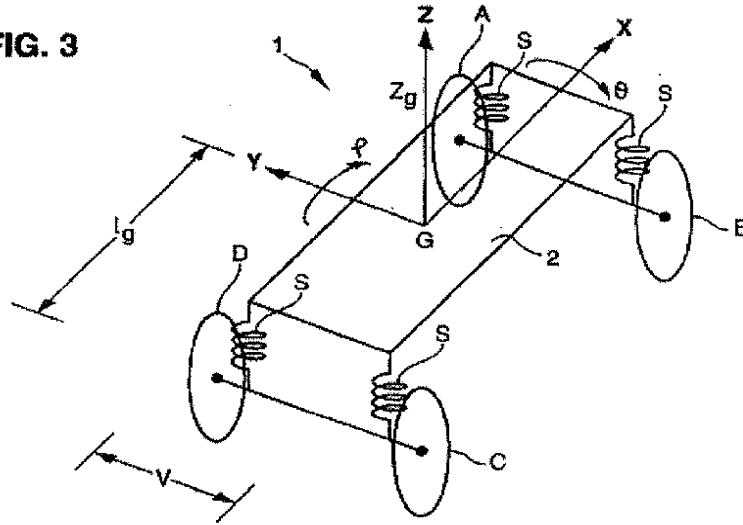
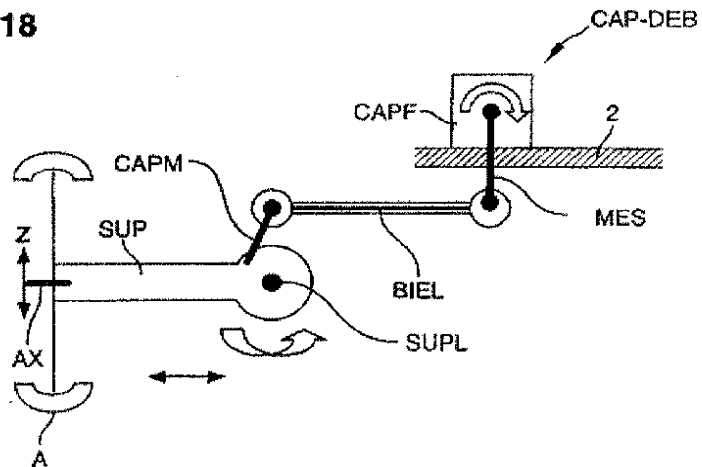
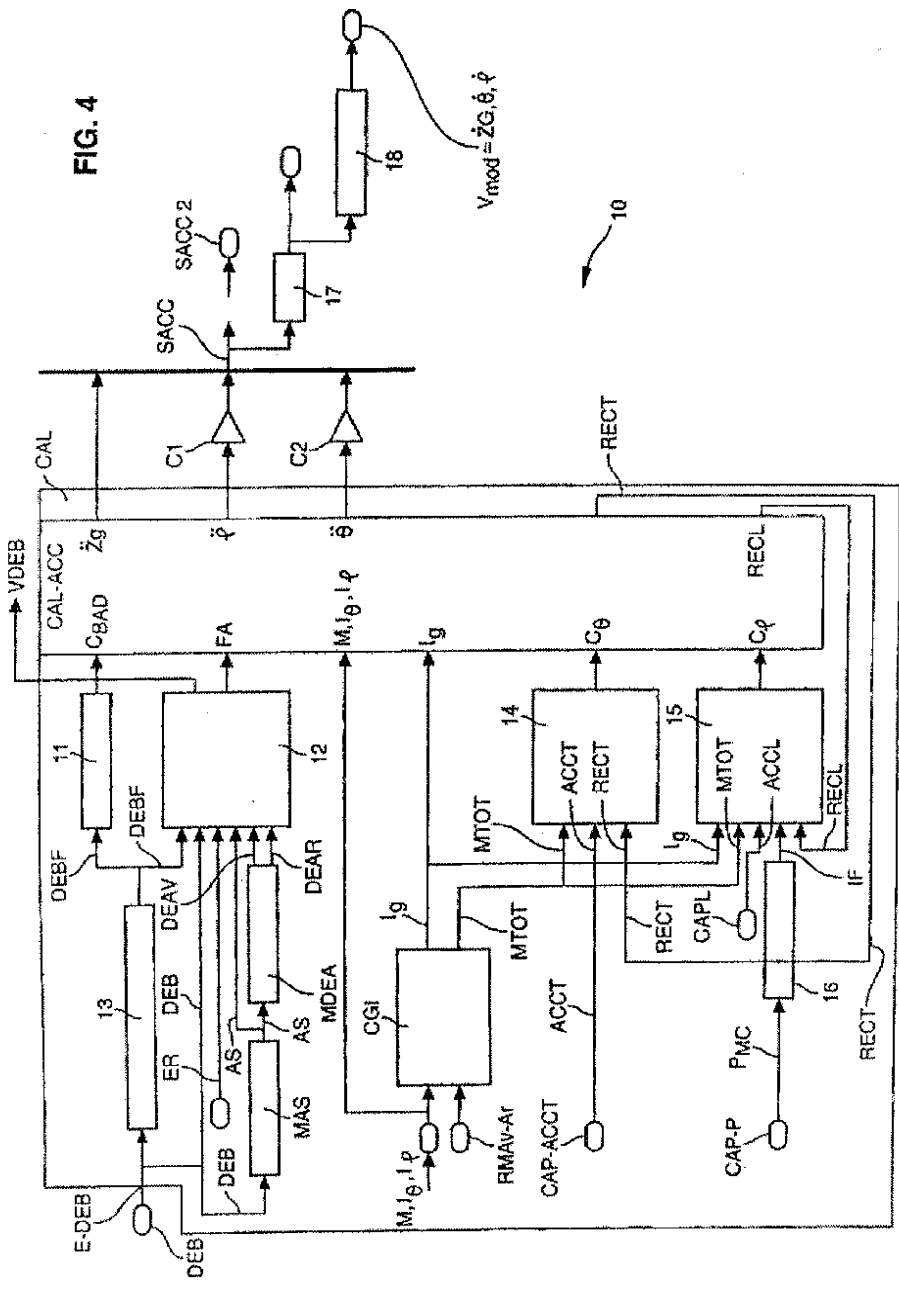
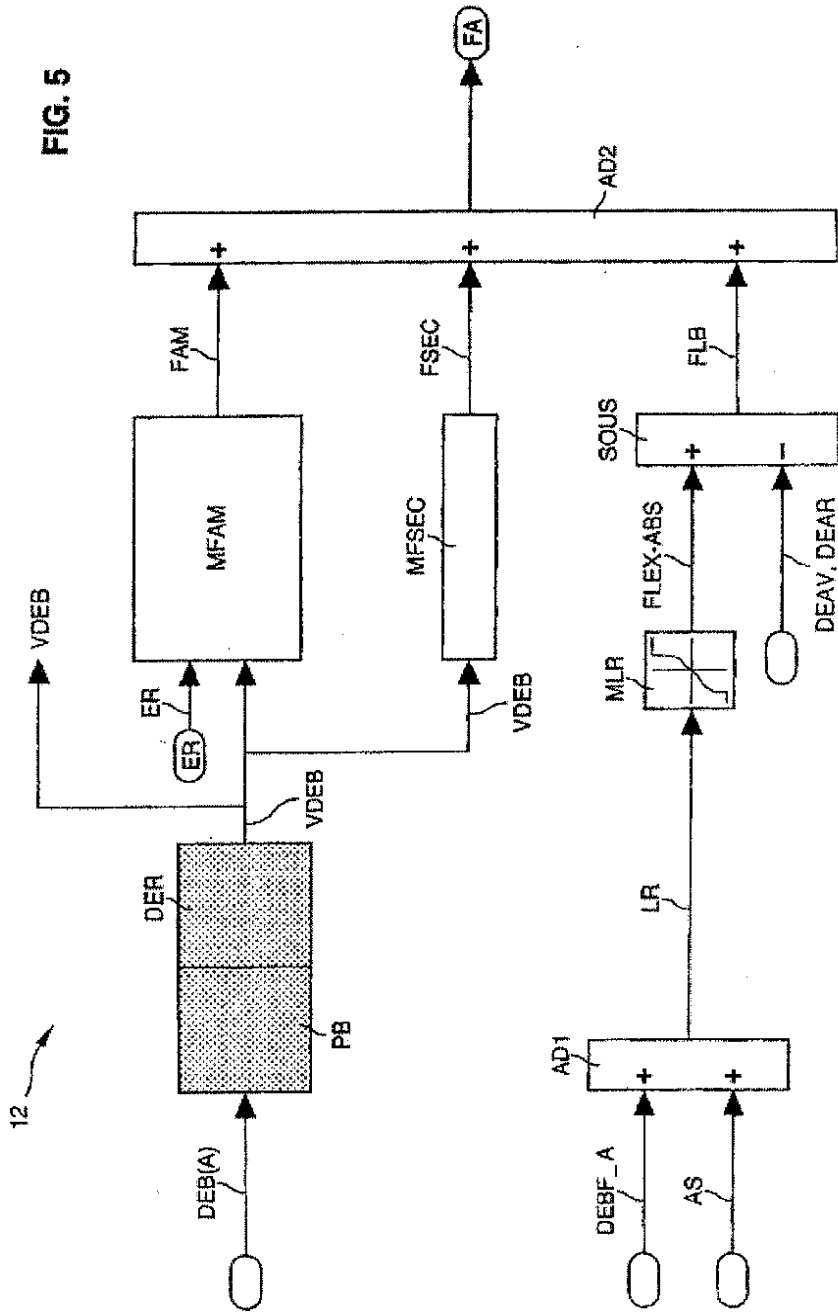


FIG. 18







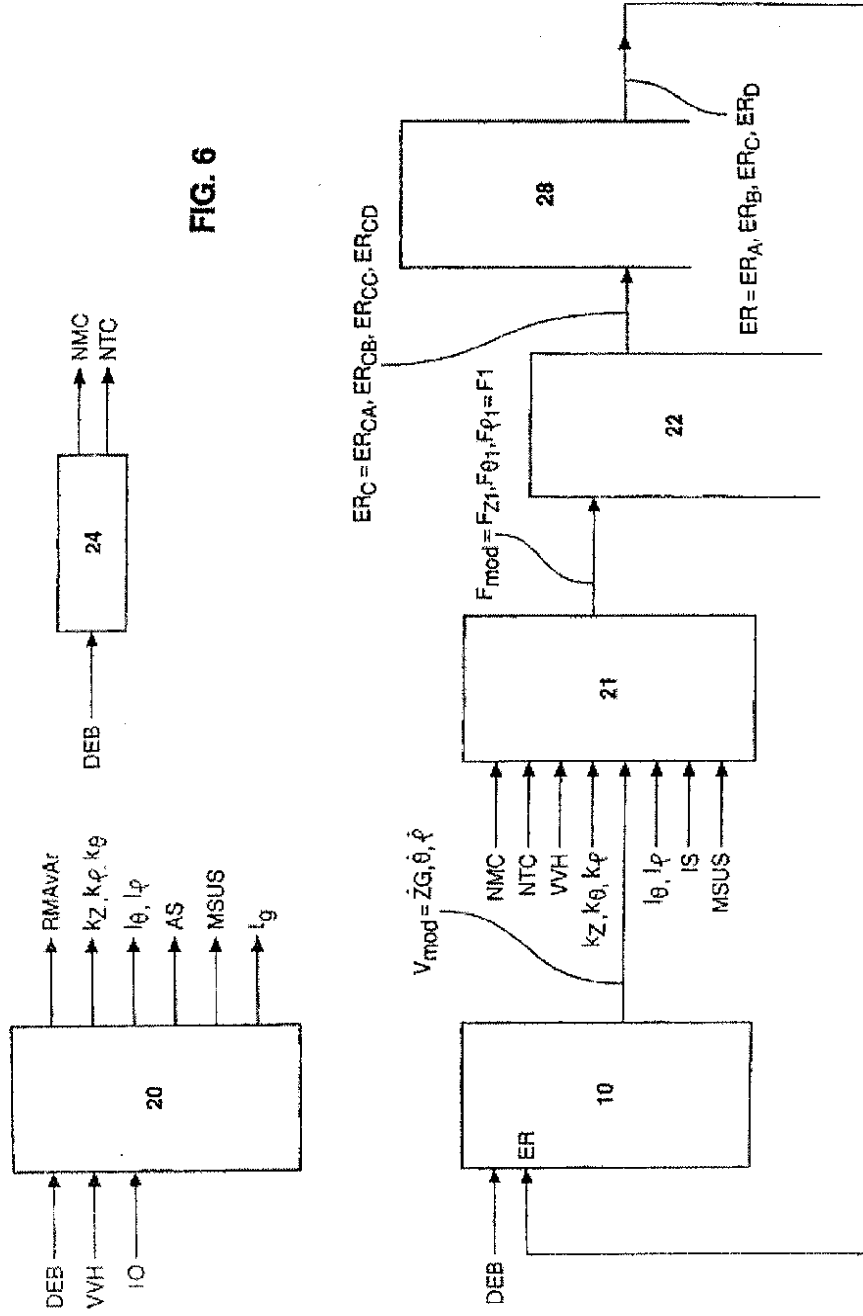


FIG. 6

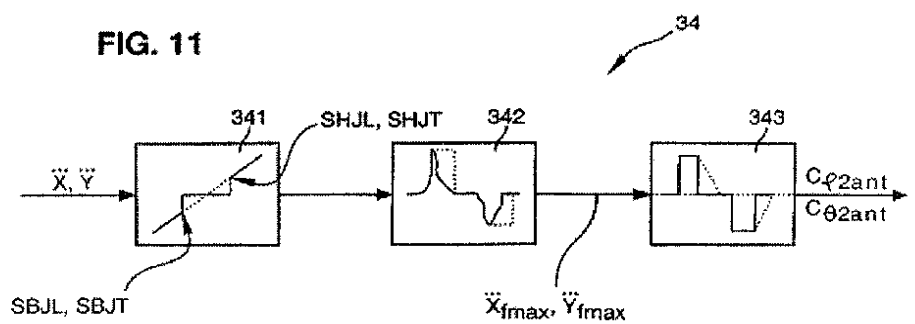
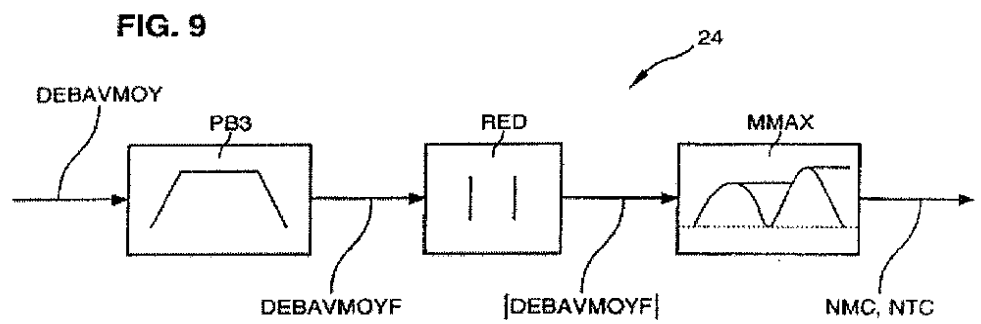
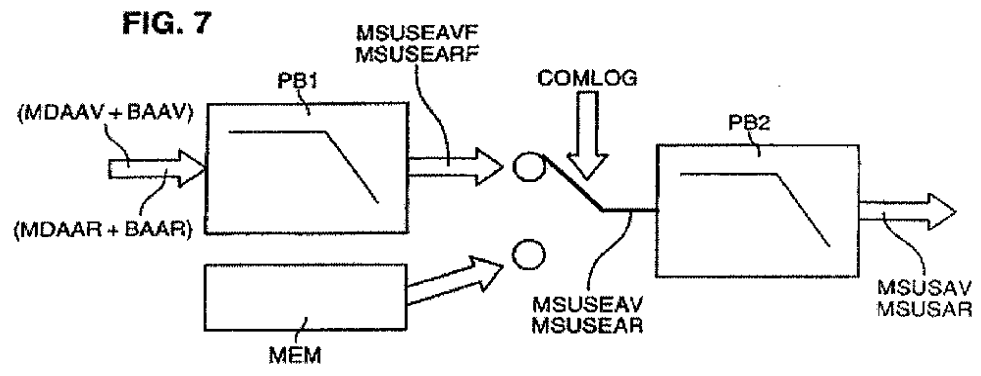
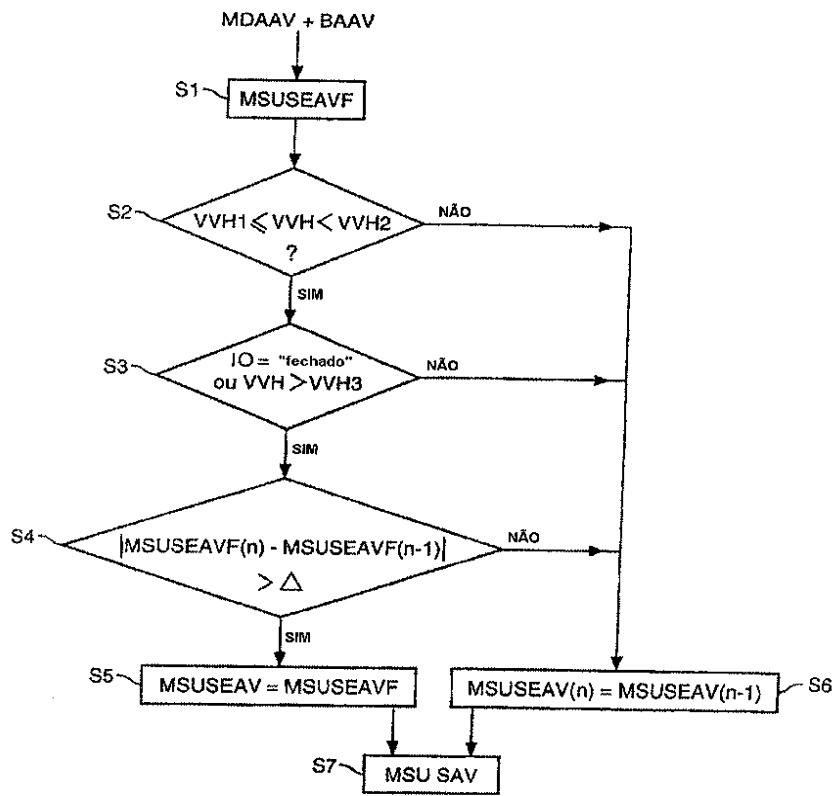
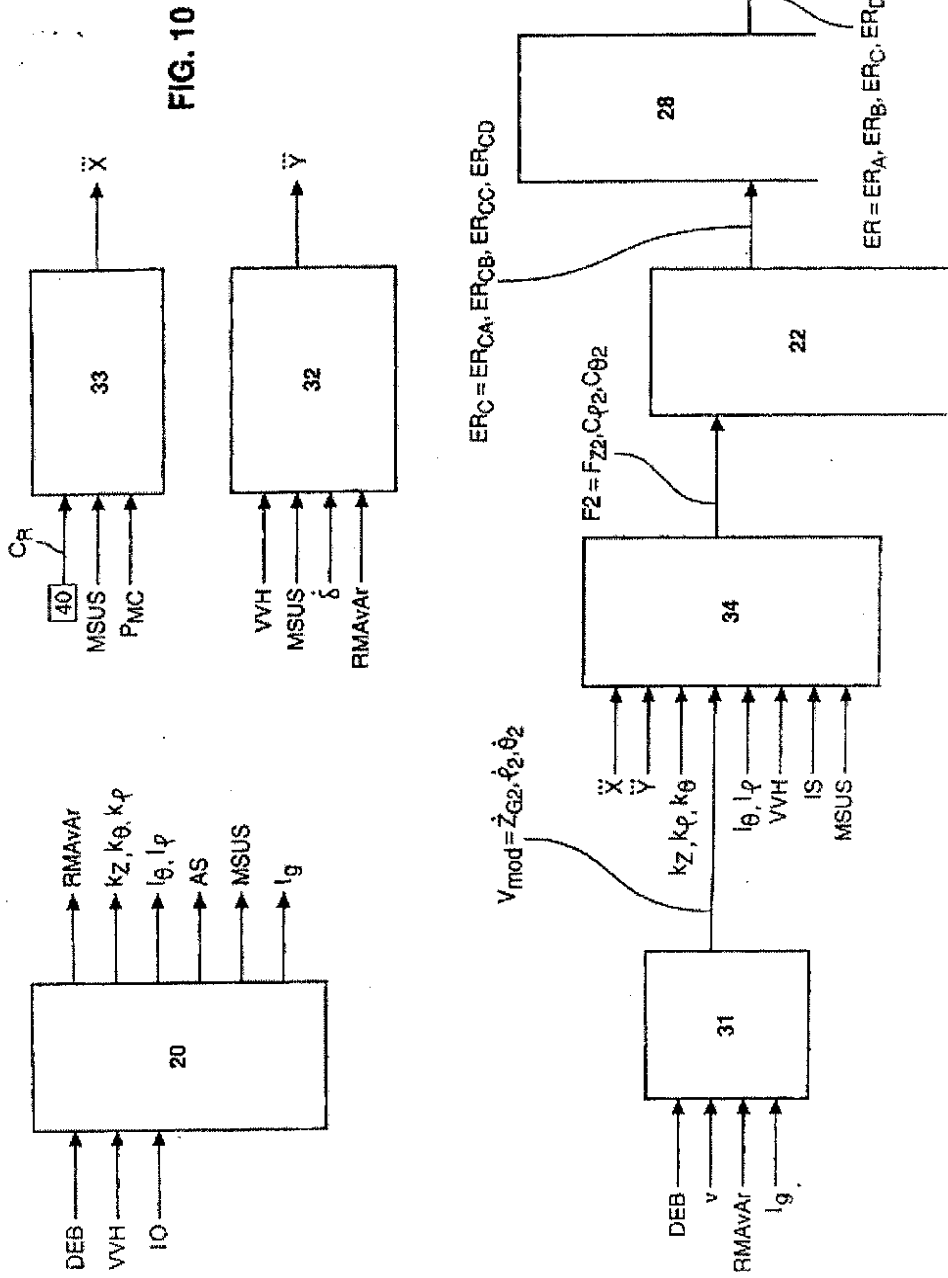



FIG. 8





104  


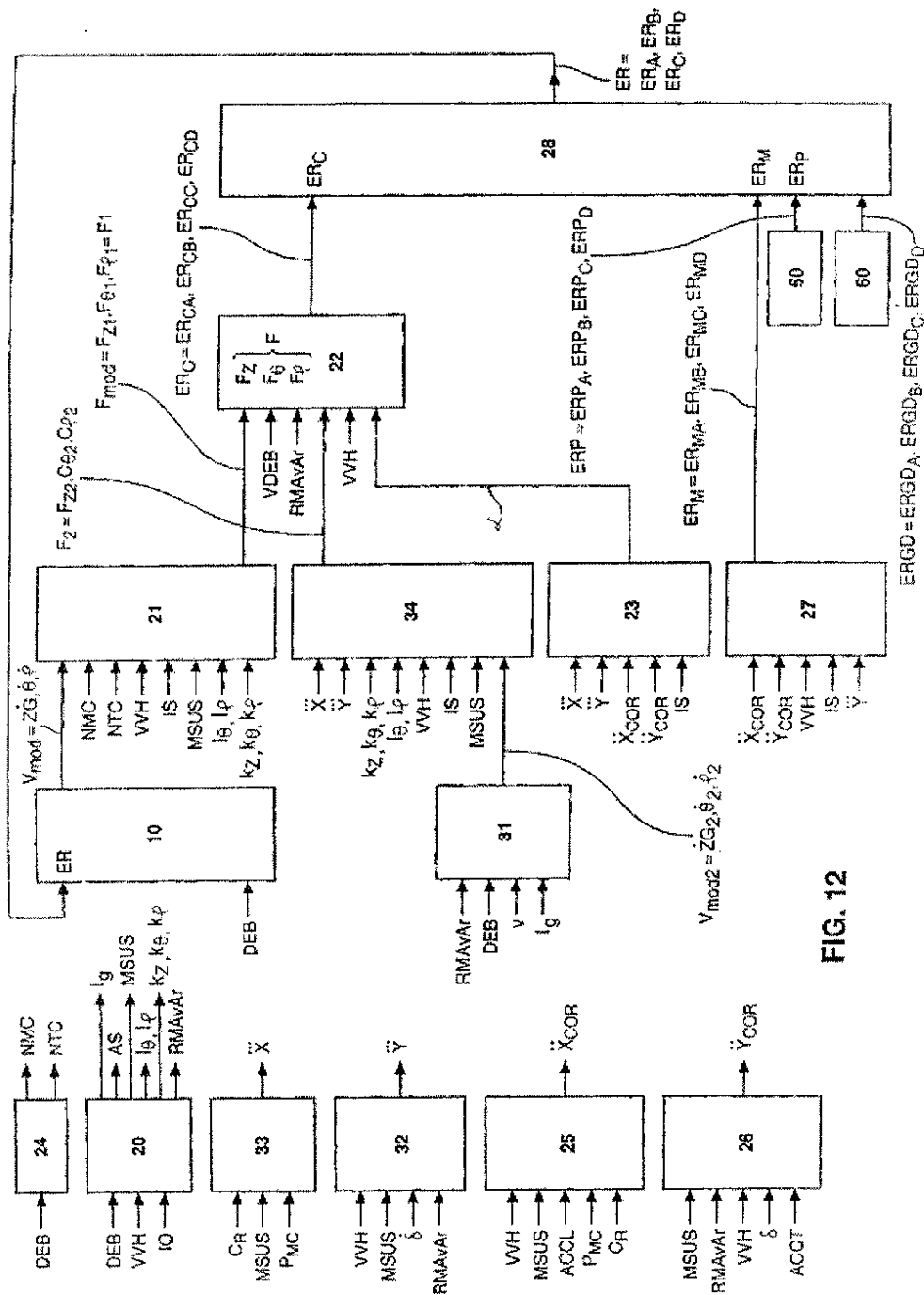


FIG. 12

FIG. 13

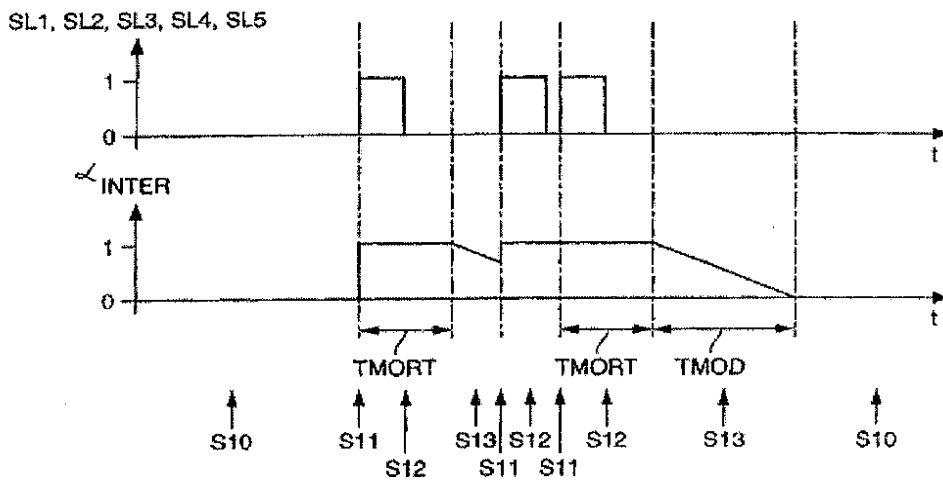


FIG. 14

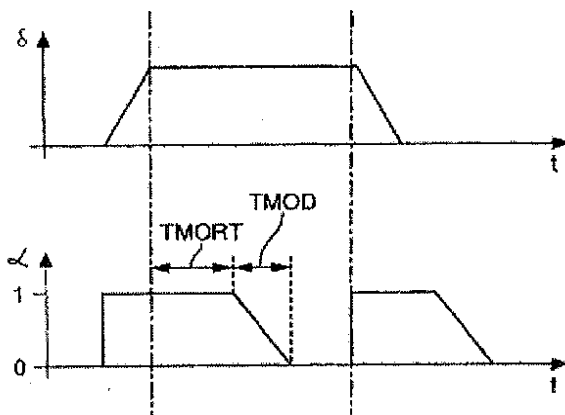
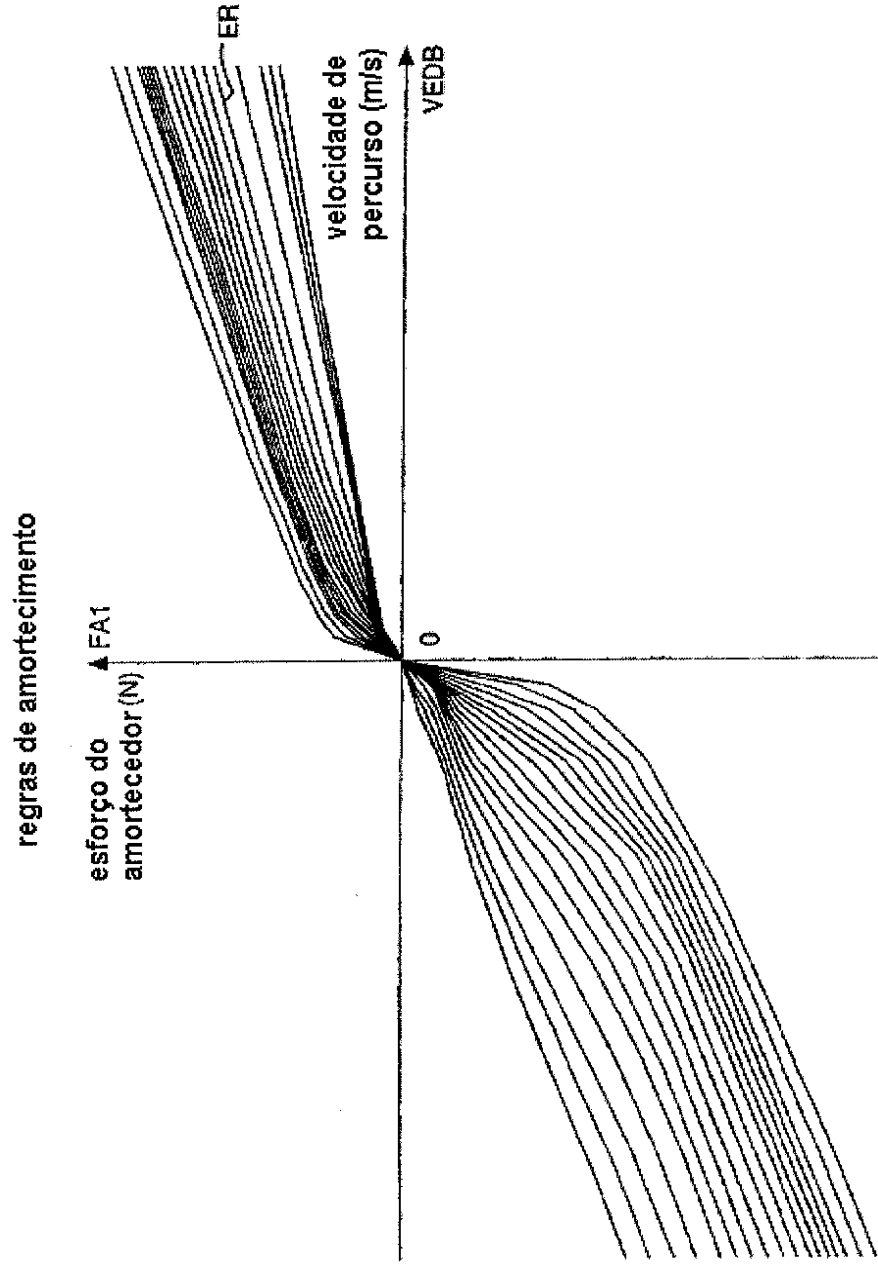


FIG. 15



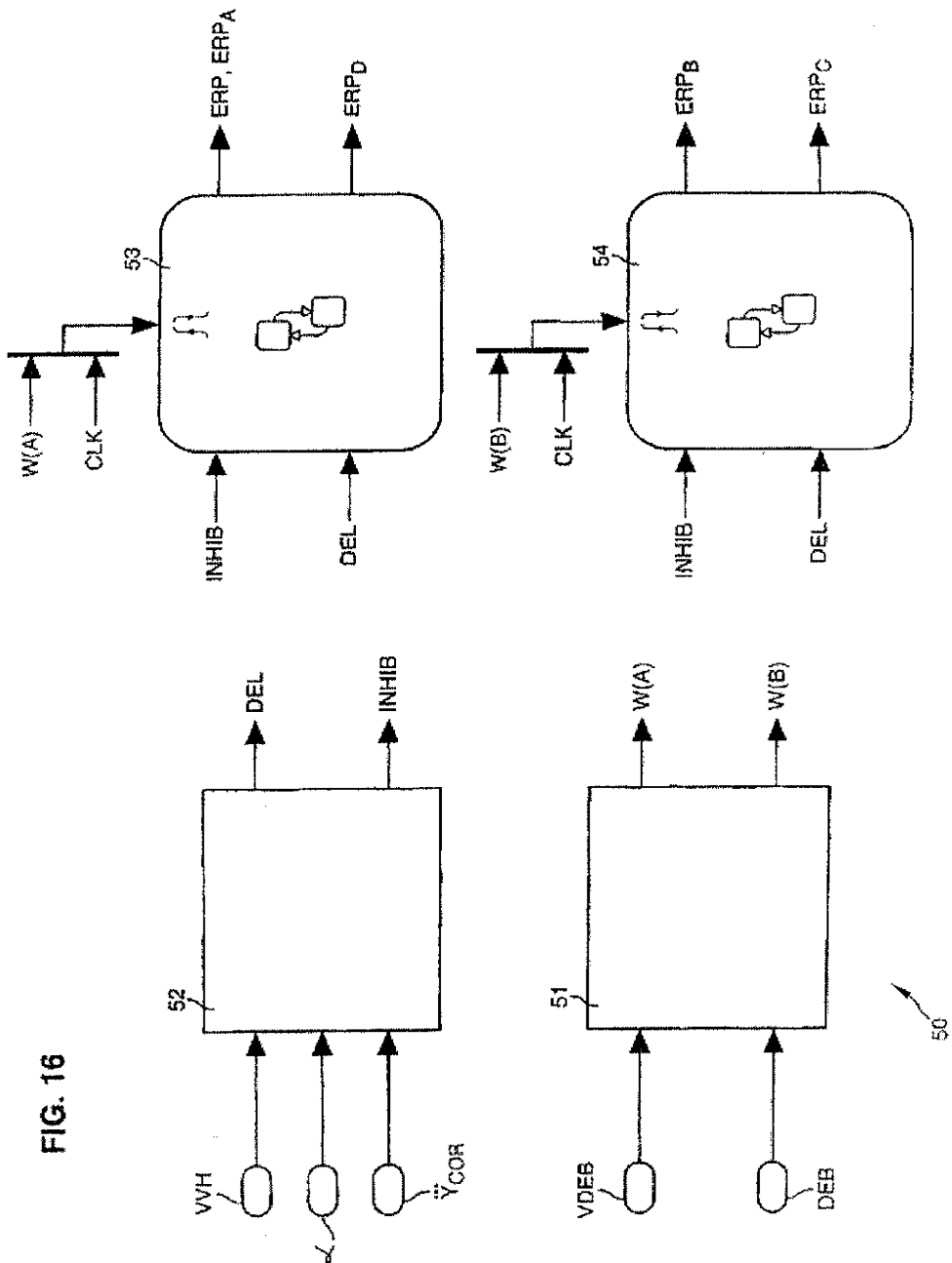
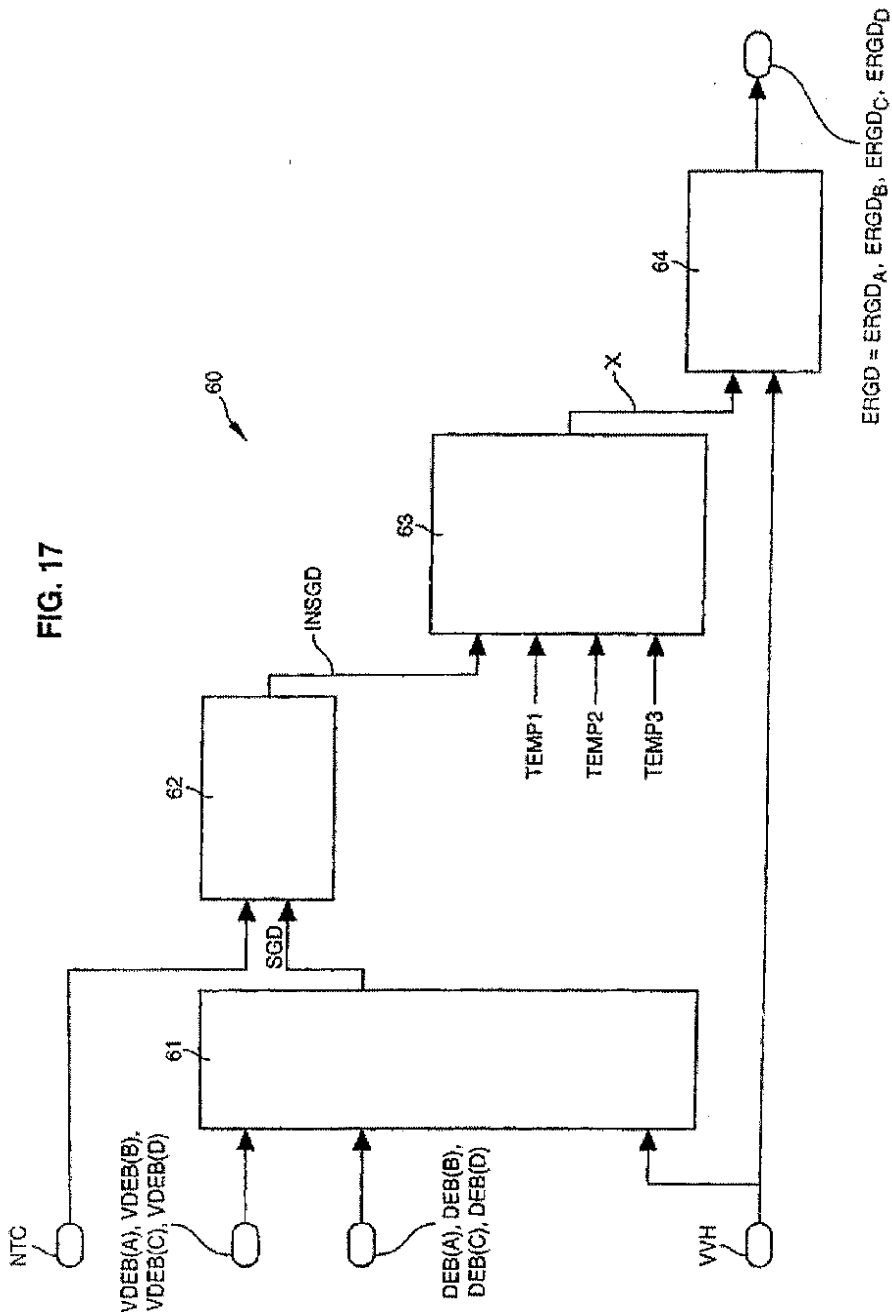
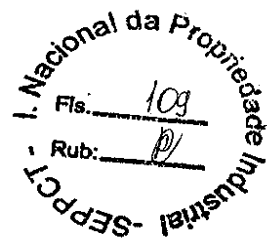


FIG. 16



**RESUMO**

**“DISPOSITIVO DE COMANDO DE SUSPENSÃO, VEÍCULO COMPREENDENDO O REFERIDO DISPOSITIVO, MÉTODO DE PRODUÇÃO DO MESMO E PROGRAMA ASSOCIADO”**

- 5** A invenção relata um dispositivo para comandar e controlar a suspensão da carroceria de um veículo automotivo. De acordo com a invenção, o dispositivo compreende: um meio (21) para calcular um esforço modal (F1) de instrução do amortecedor em função ao menos de uma velocidade modal absoluta ( $V_{mod}$ ) da carroceria, um meio (34) de cálculo de um esforço modal (F2) de instrução do
- 10** amortecedor em função de uma velocidade modal ( $V_{mod2}$ ) relativa da carroceria em relação ao plano médio das rodas, um meio (22) de detecção de uma solitação sobre o veículo, um meio (23) para calcular um coeficiente de ponderação  $\alpha$  para o cálculo de um esforço modal (F) de instrução do amortecedor de acordo com a fórmula  $F = (1 - \alpha).F1 + \alpha.F2$ .