



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

(21) **PI 0617564-3 A2**

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



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

(54) **Título:** DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO, VEÍCULO AUTOMOTIVO, MÉTODO DE PRODUÇÃO DE UM VEÍCULO AUTOMOTIVO E PROGRAMA DE INFORMÁTICA DE PILOTAGEM DE UM CALCULADOR (CSS)

(30) **Prioridade Unionista:** 22/09/2005 FR 0509701

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

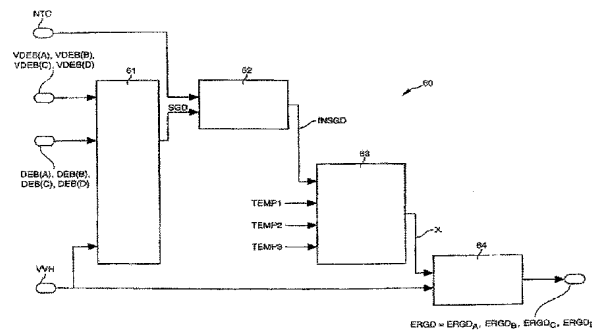
(72) **Inventor(es):** François Poilbout

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

(86) **Pedido Internacional:** PCT FR2006050885 de 13/09/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/034101 de 29/03/2007

(57) **Resumo:** DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO, VEÍCULO AUTOMOTIVO, MÉTODO DE PRODUÇÃO DE UM VEÍCULO AUTOMOTIVO E PROGRAMA DE INFORMÁTICA DE PILOTAGEM DE UM CALCULADOR (CSS). A presente 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 para a medição do percurso de rodagem (DEB(A)) e a velocidade do percurso de rodagem (VDBA(A)) das rodas direitas e esquerdas em um sistema axial dianteiro e traseiro em relação à carroceria, um meio (61, 62) para calcular uma extensão do movimento da roda, quando os percursos de rodagem (DEB(A)) e as velocidades ultrapassam um valor limiar, um meio (64) para calcular uma extensão (ERGD) de instrução do acionador do amortecedor, quando uma grande amplitude de movimento da roda é detectada.



**“DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO, VEÍCULO AUTOMOTIVO, MÉTODO DE PRODUÇÃO DE UM VEÍCULO AUTOMOTIVO E PROGRAMA DE INFORMÁTICA DE PILOTAGEM DE UM CALCULADOR (CSS)”**

- 5 A invenção se refere a um dispositivo de comando de uma suspensão de um veículo automotivo. Um campo da aplicação da invenção se concerne aos veículos automotivos tendo uma suspensão provida de mola espiral, uma suspensão hidropneumática ou uma suspensão de um outro tipo. Essas suspensões compreendendo sobre cada roda um amortecedor para a regra ou
- 10 valor de controle de amortecimento, podendo ser regulada por um acionador comandado por um calculador preso sobre o veículo. O calculador recebe na entrada as medições fornecidas pelos sensores e calcula à partir destas ou das extensões de comando dos acionadores dos amortecedores. O calculador leva em conta notadamente as acelerações submetidas pela carroceria do veículo no
- 15 curso do trajeto, como por exemplo, a aceleração modal de bombeamento na direção vertical, a aceleração modal da 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 à carroceria. São conhecidos dispositivos nos quais o calculador aciona uma regra
- 20 para se fazer estender à zero a velocidade modal vertical no bombeamento, a velocidade modal angular na oscilação e a velocidade modal angular na tangência, essa lógica sendo comumente denominada “Skyhook” (gancho do céu) e melhorando o conforto dos passageiros no interior do veículo. Um dos problemas desses dispositivos é que eles não são adaptáveis à todas as
- 25 situações das ruas e condições de rodagem do veículo. Em particular, as rodas poderão forçar muito a carroceria com a passagem dos anos ou altos obstáculos ou qualquer outro brusco desnivelamento do percurso rodoviário. Esses obstáculos representam solicitações particulares para aqueles não otimizados pela lógica “Skyhook”. Nesse sentido, muito tardiamente que a lógica “Skyhook”
- 30 reagirá para assumir uma regra de amortecimento firme na parte traseira e uma regra de amortecimento maleável na parte dianteira, que não mais importunará a carroceria do veículo de danificá-la após a passagem de um obstáculo e de oscilar de maneira desconfortável. A invenção visa a obtenção de um dispositivo

17  
S

de comando de uma suspensão, que supere os inconvenientes encontrados no estado da técnica e que seja adaptado à transposição dos obstáculos do tipo acima indicados. Nesse sentido, um primeiro objetivo da invenção é um dispositivo de comando de uma suspensão de uma carroceria de um veículo automotivo sobre suas rodas, compreendendo um calculador adaptado para calcular uma extensão de comando de um acionador de ao menos um amortecedor variável da suspensão, caracterizado por o dispositivo compreender um meio de medição do percurso de rodagem e da velocidade do percurso de rodagem, com relação à carroceria, da roda direita e da roda esquerda situadas sobre um mesmo eixo dianteiro e/ou traseiro, o calculador compreendendo:

5

10

- um meio de detecção de uma grande amplitude de movimento da roda, quando percurso de rodagem da roda esquerda e do percurso da roda direita ultrapassarem um valor limiar prescrito de velocidade de percurso e quando a velocidade de percurso de rodagem da roda esquerda e da velocidade de percurso de rodagem da roda direita ultrapassarem um segundo valor limiar prescrito de detecção;
- 15
- um meio para calcular uma extensão de instrução do acionador do amortecedor das rodas, quando uma grande amplitude de movimento da roda é detectada;
- um meio para calcular a referida extensão de comando em função de ao menos a referida extensão de comando.

20

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 como acima descrito. Um terceiro objetivo da invenção é um método de produção de um veículo automotivo, o veículo sendo

25

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 adaptado para calcular uma extensão de comando de um acionador do referido ao menos um amortecedor da suspensão. O método de produção compreende uma etapa de montagem do calculador sobre o veículo,

30

caracterizado por compreender ao menos uma etapa de programação do calculador seguindo ao menos um programa compreendendo instruções do programa para acionar os meios de cálculos do dispositivo de comando da

- suspensão como acima descrito. Um quarto objetivo da invenção, é um programa de informática de pilotagem do calculador compreendendo as instruções do programa para o cálculo de uma extensão de comando de um acionador de um amortecedor das rodas, quando uma grande amplitude de movimento da roda é detectada, para o cálculo de uma extensão de comando em função ao menos da referida extensão de instrução, quando é acionado um dispositivo de comando de suspensão como acima descrito.
- 5
- A invenção será melhor compreendida com relação à descrição detalhada dos desenhos anexos, apresentados em caráter exemplificativo e não limitativo, nos quais:
- 10
- A Figura 1 é uma vista esquemática em perspectiva de um dispositivo de ligação ao solo de um eixo dianteiro de um veículo;
  - A Figura 2 é um esquema funcional mostrando o dispositivo de comando da suspensão;
- 15
- A Figura 3 é uma vista esquemática em perspectiva da carroceria de um veículo, munido da suspensão sobre suas rodas;
  - A Figura 4 é um sinótico modular de uma unidade de cálculo das 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;
  - A Figura 7 é um sinótico modular de uma unidade de cálculo de uma massa suspensa para a parte dianteira e para a parte traseira;
- 25
- A Figura 8 é um organograma do método de cálculo das massas suspensas da unidade de acordo com a Figura 7;
  - A Figura 9 é um sinótico modular de uma unidade de cálculo do nível de movimento e do sobressalto da carroceria;
- 30
- A Figura 10 é um sinótico modular de uma unidade de cálculo dos esforços modais do tipo Roadhook;
  - A Figura 11 é um sinótico modular de uma unidade de cálculo dos limites dos esforços modais antecipados;

- A Figura 12 é um sinótico modular de uma unidade de cálculo dos esforços das instruções às rodas, compreendendo a unidade de cálculo dos esforços modais do tipo Skyhook e a unidade de cálculo dos esforços modais do tipo Roadhook;
  - A Figura 13 representa os cronogramas dos sinais de detecção de solicitações e de um coeficiente de ponderação intermediária calculada em função das mesmas, intervindo na unidade de cálculo de acordo com a Figura 12;
  - A Figura 14 mostra os cronogramas do ângulo do volante no 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;
  - 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 choque;
  - A Figura 17 mostra uma unidade de cálculo de uma regra de amortecimento de instrução no caso de detecção de uma grande amplitude do movimento da carroceria, e
  - A Figura 18 é um esquema no acoplamento transversal mostrando a ligação de um sensor de percurso 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 conectada à carroceria 2 por seu próprio sistema S de suspensão por mola espiral R entre os dispositivos, mas podendo ser igualmente uma suspensão hidropneumática. Cada sistema S de suspensão compreende um amortecedor AM munido de um acionador M comandado por um calculador CCS preso. Esse acionador M é por exemplo um motor que permite modificar a seção de passagem óleo no amortecedor AM. Ele corresponde assim à cada seção de passagem de óleo no amortecedor, uma regra de amortecimento diferente daquela outra. Essas regras de amortecimento, igualmente denominadas estados de amortecimento, são memorizadas sob a forma de curvas, do quadro 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, tendo para uma velocidade de percurso, as forças maiores. Os estados ER de amortecimento são por exemplo numeradas em uma

5 ordem crescente para os estados de amortecimento cada vez mais resistentes, ou seja, correspondendo à uma força de amortecedor cada vez maior para a velocidade VDEB de percurso constante. Dessa forma, um estado de amortecimento mínimo corresponde à um estado de amortecimento tendo uma resistência mínima, ou seja, correspondente à uma força do amortecedor

10 superior igual à uma mínima para cada velocidade VDEB de percurso de rodagem. O calculador CSS é conectado à rede 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 condutor fornecida por uma interface com o usuário

15 (caixa de câmbio inteligente), etc.. Ele utiliza igualmente seus próprios sensores (ligações filarias direta com os sensores) para conhecer os movimentos do carro à cada instante. Ele é enfim, conectado aos acionadores aos quais ele assegura a pilotagem. O motor poderá ser passo à passo, no caso o amortecedor AM possuindo um número determinado N das regras de amortecimento, no caso

20 onde o amortecedor possui uma infinidade de regras de amortecimento. Por exemplo, o acionador para o motor passo à passo poderá ter novas posições estáveis distintas, sendo permitido obter-se novas regras de amortecimento, da maleável à rígida. Com efeito, quanto mais a passagem de óleo for pequena, mais esforço de amortecimento será importante, e mais o amortecedor será

25 rígido. Poderá existir regras estáveis e regras instáveis. Para as regras estáveis, bastará pilotar o motor passo à passo para que ele encontre sua instrução angular. Uma vez a pilotagem terminada, o acionador para a regra estável permanece nessa mesma posição, se não for mais alimentado. Ao inverso, para as regras instáveis, o motor deverá ser mantido alimentado para permanecer

30 nessa regra. Por exemplo, em um modo de realização, há para as regras estáveis e para as regras instáveis, as regras instáveis estando por exemplo posicionadas entre as regras estáveis consecutivas. Por exemplo, na Figura 15, há 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 outras para impor uma regra de amortecimento predeterminada, correspondente à essa posição. De acordo com a invenção, é previsto um sensor CAP-DEB de percurso de rodagem 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 assim o percurso DRB de sua roda associada com relação à carroceria 2. Os sensores CAP-DEB de percurso da roda são por exemplo angulares e dando o valor instantâneo do ângulo compreendido entre o eixo de rotação da roda e a carroceria. Por exemplo, nas Figuras 1 e 18, cada sensor CAP-DEB de percurso de rodagem 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 reata a parte móvel CAPM à parte fixa CAPF fazendo voltar um membro MES de medida angular contida na parte fixa CAPF, quando a roda sobre ou desce em apoio à carroceria 2. A parte móvel CAPM é por exemplo fixada sobre um elemento SUP de apoio ao eixo AX de rotação da roda. Esse elemento SUS de apoio é móvel em torno de um eixo sensivelmente longitudinal SUPL em relação à carroceria 2. A parte móvel CAPM pe 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 dos 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 da rodas a aceleração modal  $\ddot{z}_G$  no bombeamento da carroceria, a aceleração modal angular  $\ddot{\theta}''$  na oscilação e a aceleração modal angular  $\ddot{\phi}$  de acordo com as fórmulas abaixo:

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{z}G = \frac{FA + FB + FC + FD}{M} \\ \ddot{\theta} = \frac{\frac{v}{2}(FB + FC - FA - FD) + C_{BAD} + C_{\theta}}{I_{\theta}} \\ \ddot{\phi} = \frac{(e - l_g)(FC + FD) - l_g(FA + FB) + C_{\phi}}{I_{\phi}} \end{array} \right.$$

- onde G é o centro de gravidade da carroceria 2,  $\bar{z}G$  é a altitude de G seguindo uma direção vertical ascendente Z,  $\theta$  sendo o ângulo de oscilação da carroceria 2 em torno de um eixo longitudinal X passando por G e dirigido da traseira à
- 5 dianteira;  $\phi$  sendo o ângulo de tangência da carroceria 2 em torno de um eixo transversal passando por G e dirigido da direita à esquerda, os eixos X, Y, Z formando uma determinação ortonormal. FA, FB, FC, FD são as forças exercidas pelas rodas respectivas A, B, C, D sobre a carroceria 2 pelo intermédio de sua
- 10 suspensão S. v é a passagem da carroceria 2, ou seja, a distância entre as rodas direitas e as rodas esquerdas no sentido transversal, e é a parte mais larga do veículo,  $l_g$  é a distância longitudinal entre o centro de gravidade G e o eixo transversal da rodas dianteiras A e 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
- 15 momento de inércia na tangência. CBAD é um acoplamento exercido pela barra anti-inclinação BAD sobre a carroceria 2.  $C_{\theta}$  é um acoplamento de oscilação, e  $C_{\phi}$  é um acoplamento de tangência. Esses valores acima descrevem os diferentes meios de cálculo acionando o método de comando de acordo com a invenção. O modo de cálculo das acelerações modais no calculador CSS por
- 20 exemplo é acionado pelo módulo 10 representado nas Figuras 4 e 5. Os blocos modulares descritos nas Figuras são acionados no calculador CSS por todo meio automático apropriado, notadamente lógico. O módulo 10 compreende um primeiro meio CAL de cálculo das acelerações modais  $\bar{z}G$ ,  $\ddot{\theta}$  e  $\ddot{\phi}$ , recebendo na entrada as medidas DEB de percurso das rodas. O meio compreende:
- um avaliador 11 do acoplamento  $C_{BAD}$  gerado pela barra BAD anti-
  - 25 inclinação;
  - 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 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 baixo superior ou igual à 0.2 Hz. O filtro 13 é
- 5 por exemplo feito por um filtro passa-banda tendo ainda uma frequência de corte alto, por exemplo, superior ou igual à 8 Hz, que permite de guardar uma frequência suficientemente constante na banda passante. O percurso da roda filtrada DEBF fornecida à saída do filtro 13 à partir da medida DEB de percurso da roda é enviada à entrada do avaliador 11, bem como à uma outra entrada do
- 10 avaliador 12. A partir das quatro medidas DEB(A), DEB(B), DEB(C), DEB(D) de percurso de rodagem fornecidas pelos sensores CAP-DEB sobre as rodas respectivas A, B, C, D, o filtro 13 fornecendo quatro medidas de percurso filtradas DEBF(A), DEBF(B), DEBF(C), DEBF(D).

#### Barra Anti-Inclinação

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

- para a roda dianteira esquerda:

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

- 20 - para a roda dianteira direita:

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

- para a roda traseira esquerda:

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

- para a roda traseira direita:

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

#### Esforço da Suspensão

- 30 O avaliador 12 do esforço de suspensão compreende uma entrada para os percursos de rodagem filtrados DEBF, uma entrada para os percursos de rodagem não filtrados DEB, uma entrada para o estado real ER do acionador, ou seja, a regra ER de amortecimento que é acionada, esse estado real e suas

alterações estando por exemplo memorizadas, uma entrada DEAV do esforço estático sobre as rodas dianteiras e uma entrada DEAR do esforço estático sobre as rodas traseiras. Como acima referido, esse avaliador 12 é descrito na Figura 5 à título de exemplo para o cálculo do esforço da suspensão FA sobre a

5 roda dianteira esquerda A. Se deverá entender que o cálculo é análogo pelos outros esforços FB, FC, FD, em substituição ao que se reporta especificamente à roda A para os 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

10 filtro PB passa-baixo limitando a banda passante do percurso VDEB(A), seguido de um módulo derivador DER para a obtenção da velocidade de percurso VDEB para a roda A. As velocidades VDEB de percurso das rodas são fornecidas sobre uma saída do avaliador 12 e do módulo 10. Um módulo MFAM de cálculo da força FAM do amortecimento exercido pelo amortecedor AM sobre a carroceria 2 recebido na entrada do estado real ER e a velocidade de percurso VDEB da

15 roda correspondente. As regras de amortecimento dos amortecedores AM são por exemplo memorizadas antecipadamente, podendo ser recalculadas uma vez no estado ES especificado. Quaisquer das regras ER de amortecimento permitem calcular ou determinar a velocidade VDEB de percurso de rodagem em função da força FAM do amortecimento exercido pelo amortecedor AM e

20 inversamente. O módulo MFAM determina à partir do estado ER a regra de amortecimento atualmente em vigor pelo amortecedor AM da roda A e determina à partir da velocidade de percurso VDEB(A) da roda A por essa regra selecionada, por exemplo, pela leitura da curva dessa regra, a força FAM do amortecimento da roda

25 A. Um outro módulo MFSEC de cálculo de uma força FSEC de fricção seca do amortecedor AM da roda A recebida na entrada igualmente à velocidade VDEB de percurso daquela e calculada a força FSEC de fricção seca pela seguinte fórmula:

30 
$$F_{sec} = (F_{sAv}) \cdot \tanh(VDEB/10^{-2})$$
, onde VDEB é em cm/s, e  $F_{sAv}$  é um coeficiente de fricção seca das rodas dianteiras tendo sido calculado previamente sobre um banco de ensaio 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 das Características Estáticas

Um módulo MAS de cálculo da posição estática AS recebido 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 encontra-se 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 percurso de rodagem médio DEBAVMOY (meia soma) dos percursos DEB das rodas dianteiras A, B filtradas pr um filtro passa baixo, por exemplo do tipo Butterworth de segunda geração , percurso de rodagem médio filtrado ao qual é em seguida acrescentada uma constante de deslocamento da posição dianteira. A posição estática traseira ASar é por exemplo calculada como sendo o percurso de rodagem 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 geração, percurso de rodagem médio filtrado ao qual sendo em seguida acrescentada uma constante de deslocamento da posição traseira. Se supõe que o sensor de percurso CAP-DEB é calibrado para medir o percurso de rodagem com relação à essa posição estática AS. Um adicionador AD1 adiciona o percurso filtrado DEBF-A da roda A à posição estática AS calculada para a roda A, ou seja, a posição estática dianteira, para obter p comprimento real LR da mola espiral R associada à roda A. O módulo MAS de cálculo da posição estática AS faz por exemplo parte de um avaliador 20 de características estáticas representadas na Figura 6, recebendo na 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 pelo sensor de velocidade ou outro qualquer meio de cálculo. O avaliador 20 de características estáticas compreende:

- um meio de cálculo de um viés aerodinâmico dianteiro BAAV e de um viés aerodinâmico traseiro BAAR, em função da velocidade do veículo VVH;
- um meio de cálculo da massa suspensa MSUS do veículo e de uma valor de repetição de massa RMAVAr entre a dianteira e a traseira do veículo, em função

da massa dinâmica aparente dianteira MDAAV, da massa dinâmica aparente traseira MDAAR, do viés aerodinâmico dianteiro BAAV e do viés aerodinâmico traseiro;

5 - um meio de cálculo do momento de inércia na oscilação  $I_\theta$  e do momento de inércia na tangência  $I_\phi$  em função da massa suspensa MSUS e da massa suspensa traseira MSUSAR;

- um meio de cálculo do comprimento  $l_g$  separando o centro de gravidade G do eixo das rodas dianteiras A, B;

10 - um meio de cálculo de uma rigidez modal no bombeamento  $k_z$ , de uma rigidez modal na tangência  $k_\phi$  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 relativa dianteira, igual ao percurso médio (meia-soma) dos percursos DEB das rodas A, B, ao qual é em seguida acrescida uma constante de deslocamento dianteiro;

15 - se extraíndo um esforço dinâmico dianteiro de flexão da mola espiral EDFAV à partir de uma mesa plana ou curva assentada devido a esse esforço EDFAV em função do percurso de rodagem relativa dianteiro;

- se calculando a massa dinâmica aparente dianteira MDAAV pela fórmula:

20 
$$\text{MDAAV} = (\text{EDFAV} \cdot 2/g) + \text{constante dianteira, onde } g \text{ é a constante de aceleração do peso} = 9.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}.$$
 A massa dinâmica aparente traseira MDAAR é calculada em:

- se calculando o percurso de rodagem relativo dianteiro, igual ao percurso médio (meia-soma) dos percursos DEB das rodas traseiras C, D, ao qual é em seguida acrescida uma constante de deslocamento traseiro,

25 - se extraíndo um esforço dinâmico traseiro de flexão da mola espiral EDFAR à partir de uma mesa plana ou curva assentada devido a esse esforço EDFAR em função do percurso de rodagem relativo traseiro ;

- se calculando a massa dinâmica aparente traseira MDAAR pela fórmula:

30 
$$\text{MDAAR} = (\text{EDFAR} \cdot 2/G) + \text{constante traseira.}$$

O esforço dinâmico de flexão da mola espiral é nulo na posição de equilíbrio da mola espiral correspondente à sua posição estática , e percurso relativo dianteiro sendo o percurso relativo à posição de equilíbrio da mesa plana, mas podendo

igualmente ser efetuado à partir de uma curva assentada 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 calculada pela fórmula:

5

$BAAV = (CAV.VVH^2)/g$ , onde CAV é um coeficiente predeterminado aerodinâmico dianteiro. O viés aerodinâmico traseiro BAAR, homogêneo à uma massa em kg, é calculado 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 da massa RMAvAr

Se calcula a abordagem de uma massa suspensa do eixo dianteiro MSUSEAV. Para tal procedimento que é representado nas Figuras 7 e 8, se filtra no momento da etapa S1 a soma (massa dinâmica aparente dianteira MDAAC + viés aerodinâmico dianteiro BAAV) por um filtro passa-baixo PB1 para obter uma massa suspensa do eixo dianteiro filtrada MSUSEAVF. Após se examina:

15

- a etapa S2, se a velocidade VVH do veículo é compreendida entre um valor limiar baixo predeterminado VVH1 e um valor limiar alto predeterminado VVH2;

20

- a etapa S3, se a informação do painel IO é <<inacessível>> ou a velocidade VVH do veículo é superior à um valor limiar prescrito VVH3,

- a etapa S4, se o afastamento entre a massa suspensa do eixo dianteiro filtrado MSUSEAVF (n) e seu valor MSUSEAVF(n-1) precedentemente registrada na memória sendo suficiente (superior em valor absoluto à um afastamento prescrito  $\Delta$ ). No caso onde essas condições são realizadas, a massa suspensa

25

do eixo dianteiro MSUSEAV é tomada igual à massa suspensa do eixo dianteiro filtrada MSUSEAVF e sendo registrada na memória MEM, para a etapa S5 e na posição do comutador lógico COMLOG representado na Figura 7. No caso onde uma, várias ou todas as condições não são realizadas, a massa suspensa do

30

eixo dianteiro MSUSEAV(n) é inalterada e permanece igual ao valor MSUSEAV(n-1) precedentemente registrado na memória MEM, para a etapa S6 e em 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 por um filtro passa-baixo PB2, e eventualmente 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 da ordem 1 tendo cada um uma frequência de corte de 0.02 Hz. O desenrolamento é análogo para o cálculo da massa suspensa do eixo traseiro MSUSEAR e da massa suspensa traseira MSUSAR, em substituição de MDAAV+BAAV por MDAAR+BAAR e na substituição de MSUSEAVF por MSUSEARF. A massa suspensa do veículo MSUS é agora 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 sendo agora 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  $I_{\theta}$  é calculado em função da massa suspensa traseira MSUSAR pela fórmula

$$I_{\theta} = A_y \cdot MSUSAR + B_y$$

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

$$I_{\phi} = A_x \cdot MSUS + B_x, \text{ onde } A_x \text{ e } B_x \text{ são os parâmetros predeterminados.}$$

#### Cálculo do Comprimento $l_g$ e das Rigidezes Modais

Se calcula uma rigidez da suspensão dianteira  $k_{AV}$  e uma rigidez da suspensão traseira  $k_{AR}$ . A rigidez da suspensão dianteira  $k_{AV}$  obtida se extraindo da mesa plana ou curva pré-assentada devido à rigidez da suspensão dianteira em função da posição estática dianteira  $ASav$ , por exemplo por interpolação linear. A rigidez da suspensão traseira  $k_{AR}$  é obtida se extraindo da mesa plana ou curva pré-assentada 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 interposição linear. O comprimento  $l_g$  é calculado pela seguinte fórmula:

$$Lg = (1 - RMAvAr).e$$

O módulo CGI da figura 4 aciona esse cálculo do comprimento lg fazendo parte por exemplo do avaliador 20. O rigidez modal no bombeamento  $k_z$ , é calculado como sendo a soma da rigidez da suspensão dianteira  $kAV$  e da rigidez da suspensão traseira  $kAR$

5

$$K_z = kAV + kAR$$

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

$$k_\phi = kAV.(lg)^2 + kAR.(e-lg)^2$$

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

10

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

#### cálculo das Acelerações Modais da Carroceria

Na Figura 5, um módulo MLR calcula, à partir de uma mesa plana ou curva pré-assentada devido à uma força de flexão em função do comprimento da mola espiral R, a força de flexão absoluta FLEX-ABS correspondente ao valor real LR de entrada desse comprimento. Essa curva assentada de flexão leva em conta igualmente os dispositivos de suspensão, que são por exemplo de borracha e que exercem um esforço mais importante sobre a carroceria quando a mola espiral se apóia sobre esses dispositivos no fim do curso do amortecedor AM. EM outro, um módulo MDEA recebe na entrada da posição estática AS e calcula em função dele, o esforço estático correspondente DEAV de flexão sobre as rodas dianteiras e o esforço estático correspondente DEAR de flexão sobre as rodas traseiras. Um subtrator 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 A, para obter uma força FLB de flexão das molas espirais e dos dispositivos de suspensão, correspondendo à força exercida pela mola espiral R e pelos dispositivos da extremidade sobre a carroceria 2. Um adicionador AD2 adiciona a força FAM do amortecimento, a força FSEC de fricção seca e a FLB 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 recebido na entrada do acoplamento  $C_{BAD}$  calculado pelo 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  $I_\phi$  na tangência, que são pré-registrados para serem calculados em função deles, as acelerações modais  $\ddot{z}_G$ ,  $\ddot{\theta}$  e  $\ddot{\Phi}$ , negligenciando a influência dos acoplamentos  $C_\theta$  e  $C_\phi$ , ou seja, recebendo  $C_\theta = 0$  e  $C_\phi = 0$ , em um modo de realização. No aperfeiçoamento descrito abaixo, se leva em conta os

5 acoplamentos  $C_\theta$  e  $C_\phi$  no cálculo das acelerações modais. Um módulo CGI de cálculo de extensão inerte calcula em função de  $M$ ,  $I_\theta$  e  $I_\phi$  assim que um valor de entrada de repartição de massa RMAvAr entre a dianteira e a traseira do veículo, uma massa total  $MTOT = MREF$  do veículo levando em conta um carregamento normal do veículo, como por exemplo, quatro pessoas de 67 kg na cabina do

10 veículo e 28 kg de bagagens no cofre 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 na permanência com a ajuda dos valores de percurso de rodagem DEB fornecidos pelos sensores CAP-DEB de percurso e da comparação de cada um desses

15 valores para uma média calculada dos percursos de rodagem DEB. Um acelerômetro CAP-ACCT é previsto sobre o veículo para fornecer uma aceleração transversal ACCT para um avaliador 14 do acoplamento da oscilação  $C_\theta$ , recebendo igualmente na entrada a massa total  $MTOT$  e um valor RECT de recomposição da aceleração transversal ACCT. O acelerômetro transversal

20 CAP-ACCT é posicionado sobre o centro de gravidade  $G$  e não sobre o centro  $CR$  de oscilação. O valor RECT de recomposição da aceleração transversal é calculada pelo módulo CAL-ACC da seguinte maneira:

25 
$$RECT(n) = ACCT(n) - \ddot{\theta}(n-1) \cdot (HCdG - hOscilação),$$
 onde  $\ddot{\theta}$  é a aceleração modal da oscilação não filtrada, 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 acoplamento da oscilação  $C_\theta$  pela seguinte fórmula:

30 
$$C_\theta = (ACCT - RECT) \cdot (MTOT) \cdot D(G,CR),$$
 onde  $d(G,CR) = HCdG - hOscilação$  é a distância entre o centro de gravidade  $G$  e o centro  $CR$  de oscilação e sendo pré-registrada. Um avaliador 15 do acoplamento  $C_\phi$  de tangência recebido na entrada do comprimento  $l_g$ , a massa total  $MTOT$ , uma aceleração longitudinal ACCL fornecida por um acelerômetro longitudinal CAPL disposto na carroceria do veículo, uma informação IF de frenagem e um valor RECL de recomposição da aceleração longitudinal calculada pelo módulo CAL-

ACC. O valor RECL de recomposição da aceleração longitudinal é calculada pelo módulo CAL-ACC da seguinte maneira:

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

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

$h_g = HCdG$  representa a altura seguinte ao eixo X do centro de gravidade G em relação ao centro CT de tangência, e sendo pré-registrada. O composto  $c_{\phi B}$  do acoplamento  $c_{\phi}$  é o componente do acoplamento da tangência devido ao esforço Brouilhet e sendo calculado em função da informação IF de frenagem. Um módulo 16 de determinação fornece essa informação de frenagem em função de um valor de pressão  $P_{MC}$  do cilindro mestre, ele mesmo fornecendo por um sensor CAP-P de pressão do cilindro mestre dos freios. Os valores calculados dos acoplamentos  $C_{\theta}$  e  $C_{\phi}$  são entradas no módulo CAL-ACC que calcula à partir daqueles e do valor de outras entradas e fornecidas na saída da aceleração  $\ddot{z}_G$  modal no bombeamento, a aceleração modal  $\ddot{\theta}''$  na oscilação, a aceleração modal  $\ddot{\Phi}''$  na tangência, e os valores de recomposição RECT e RECL. A aceleração modal  $\ddot{\theta}''$  na oscilação e a aceleração modal  $\ddot{\phi}''$  na tangência são enviadas respectivamente à dois conversores C1 e C2 de níveis radiantes por segundo para em seguida ser fornecido com  $\ddot{z}_G$  sobre uma saída SACC para as três acelerações modais não filtradas e à uma saída SACC2 do módulo 10 contra o exterior. Além disso, essas três acelerações modais presentes sobre a saída SACC do módulo 10 são cada uma delas 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 além do 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  $\ddot{z}_G$ ,  $\ddot{\theta}''$  ou  $\ddot{\Phi}''$ . As acelerações modais filtradas na saída do filtro 17 são em seguida enviadas à um módulo 18 integrador compreendendo na saída um filtro passa-alto, fornecendo na saída as velocidades modais da carroceria estimadas, a saber, a velocidade modal  $\dot{z}_G$  no bombeamento da carroceria, a velocidade modal  $\dot{\theta}''$  na oscilação da carroceria, e a velocidade modal  $\dot{\Phi}''$  na tangência da carroceria sobre uma saída do módulo. Essas

5 velocidades modais da carroceria  $\ddot{z}_G$  no bombeamento,  $\ddot{\theta}$  na oscilação,  $\ddot{\Phi}$  na tangência são as velocidades absolutas em relação à um sinal de referência Galileu e são denominados 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 MA da roda A e das outras rodas B, C, D em função dessas velocidades modais calculadas  $\ddot{z}_G$ ,  $\ddot{\theta}$ ,  $\ddot{\Phi}$ , e fornecendo às extensões ER de comando então calculadas aos acionadores M correspondentes sobre sua entrada COM de comando.

#### Comando do Tipo "Skyhook"

10 Se descreverá abaixo, o cálculo de um ganho modal  $b_{\text{mod}}$  de amortecimento variável de um primeiro esforço  $F_{\text{mod}}$  modal de instrução do amortecedor para o comando do amortecedor do tipo conforto ou <<Skuhook>>. Essa lógica do tipo Skyhook utiliza as primeiras velocidades modais absolutas da carroceria,  $\ddot{z}_G$  no bombeamento,  $\ddot{\theta}$  na oscilação,  $\ddot{\Phi}$  na tangência produzidas pelo módulo 10, 15 simbolizadas pelo sinal geral  $V_{\text{mod}}$  nesse que segue.

#### Nível de Movimento da Carroceria e Nível de Sobressalto da Carroceria

Um avaliador 24 é previsto para calcular, em função dos percursos DE|B 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 20 NTC de sobressalto da carroceria são obtidos no avaliador para:

- o cálculo da média DEBAVMOY dos percursos das rodas dianteiras A, B;
- a filtragem da média DEBAVMOY dos percursos dianteiros por um filtro passa-banda PB3, para obter uma extensão filtrada DEBAVMOYF;
- a ação do valor absoluto da extensão filtrada DEBAVMOYF, no módulo 25 reparador RED, para obter uma extensão reparada | DEBAVMOYF |;
- a manutenção dos valores máximos da extensão | DEBAVMOYF | em um módulo MMAX de manutenção, fornecendo o nível NMC de movimento da carroceria.

30 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 sendo por exemplos regulados de 0.5 à 2.5 Hz e estando próximo da frequência de ressonância da suspensão. Ela poderá por exemplo ser escolhida

entre duas inclinações para obter um nível NMC de movimento atenuado e um nível NMC de movimento não atenuado. Para o cálculo do nível NTC de sobressalto da carroceria, o filtro passa-banda PB3 é regulado para fazer passar as frequências dos sobressaltos da carroceria que são relativamente grandes. O

5 filtro passa-banda PB3 dos sobressaltos da carroceria é regulado por exemplo com uma frequência de corte baixo de 3 Hz e uma frequência de corte alto de 8 Hz ou mais. Ela poderá por exemplo ser escolhida entre duas inclinações para obter um nível NTC de sobressalto atenuado em um nível NTC de sobressalto não atenuado. O módulo MMAX de manutenção poderá ter uma inclinação

10 paramétrica descendente e uma temporização paramétrica 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 que para a obtenção do nível NMC de movimento da carroceria.

#### Esforços Modais de Instrução Skyhook e Ganhos Modais

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

- um ganho modal do bombeamento  $b_z$  para calcular o primeiro esforço modal de bombeamento

20 
$$F_{z1} = -b_z \cdot \ddot{z}$$

Um ganho modal de oscilação  $b_\theta$  para calcular o primeiro esforço modal de oscilação

$$F_{\theta 1} = -b_\theta \cdot \ddot{\theta}$$

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

25 Os ganhos modais  $b_z$ ,  $b_\theta$ ,  $b_\phi$  são variáveis em função dos percursos DEB das rodas A, B, C, D e são calculados pelo avaliador 21 em função das extensões que irão ser calculadas precedentemente em função dos percursos DEB das rodas A, B, C, D. Os ganhos modais  $b_z$ ,  $b_\theta$ ,  $b_\phi$  poderão compreender um ou

30 vários coeficientes multiplicativos, com por exemplo os coeficientes multiplicativos 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 atenuação  $b_{zATT}$ ,  $b_{\theta ATT}$ ,  $b_{\phi ATT}$  no bombeamento, na oscilação e na tangência;

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

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

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

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

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

- a velocidade 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  $V_{mod}$  fornecidas pelo módulo 10: a velocidade modal  $\dot{z}_C$  no bombeamento, a velocidade modal  $\dot{\theta}$  na oscilação e a velocidade modal  $\dot{\phi}$  na tangência;

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  $I_\phi$ ;

- massa suspensa  $MSUS$  fornecida pelo avaliador 20;

25 - uma informação IS de esportividade, podendo ser em um estado binário 0 de ausência de esportividade, ou em 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 condução esportiva ou de ausência de condução esportiva. 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

30 extrair de uma mesa plana ou curva de referência pré-assentada devido ao coeficiente multiplicativo 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 interpolação linear. Para cada um dos ganhos modais  $b_z$ ,  $b_\theta$ ,  $b_\phi$ , o coeficiente

multiplicativo de atenuação  $b_{zATT}$ ,  $b_{\theta ATT}$ ,  $b_{\varphi ATT}$ , respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência é obtido:

- 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

5 carroceria e do nível NTC de sobressalto da carroceria pela fórmula:

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

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

$$R_\varphi = NTC - \beta_\varphi \cdot NMC$$

10 Onde  $\beta_z$ ,  $\beta_\theta$ ,  $\beta_\varphi$  são os parâmetros registrados permitindo a regulação entre os dois níveis NMC e NTC, esses parâmetros,  $\beta_z$ ,  $\beta_\theta$ ,  $\beta_\varphi$  sendo por exemplo regulados entre 0.5, e 1;

- se extraído de uma mesa plana ou curva pré-assentada devido o 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  $b_{zATT}$ ,

15  $b_{\theta ATT}$ ,  $b_{\varphi ATT}$  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, pela interpolação linear. O coeficiente multiplicativo de atenuação  $b_{zATT}$ ,  $b_{\theta ATT}$ ,  $b_{\varphi ATT}$  no bombeamento, na oscilação e na tangência é por exemplo dado pela fórmula:

20 
$$b_{zATT} = 1/(1+a_z \cdot R_z)$$

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

$b_{\varphi ATT} = 1/(1+a_\varphi \cdot R_\varphi)$ , onde  $a_z$ ,  $a_\theta$ ,  $a_\varphi$  são os parâmetros pré-registrados. O valor obtido de  $b_{zATT}$ ,  $b_{\theta ATT}$ ,  $b_{\varphi ATT}$  não é por exemplo retido que se a resistência  $R_z$ ,  $R_\theta$ ,  $R_\varphi$  associada for superior à um valor limiar prescrito. Se a resistência  $R_z$ ,  $R_\theta$ ,  $R_\varphi$

25 associada for inferior ou igual àquele do valor limiar prescrito, se leva 1 como o coeficiente multiplicativo de atenuação  $b_{zATT}$ ,  $b_{\theta ATT}$ ,  $b_{\varphi ATT}$ . Para cada um dos ganhos modais  $b_z$ ,  $b_\theta$ ,  $b_\varphi$ , o coeficiente multiplicativo de recomposição  $b_{zREC}$ ,  $b_{\theta REC}$ ,  $b_{\varphi REC}$ , 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,

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

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

$k_{zREF}$ ,  $k_{\theta REF}$ ,  $k_{\varphi REF}$ ,  $MREF$ ,  $I_{\theta REF}$ ,  $I_{\varphi REF}$  são os parâmetros pré-registrados, correspondentes à um carregamento normalizado do veículo, como por exemplo

10 traseiro do veículo. Para cada um dos ganhos modais  $b_z$ ,  $b_{\theta}$ ,  $b_{\varphi}$ , o coeficiente multiplicativo do tipo conduto  $b_{zTYP}$ ,  $b_{\theta TYP}$ ,  $b_{\varphi TYP}$ , respectivamente do bombeamento, da oscilação e da tangência, é igual à um ganho pré-registrado de esportividade  $GS_z$ , sendo igual à 1, se a informação IS de esportividade se encontra em um estado binário 0 de ausência de esportividade. Os ganhos

15 modais  $b_z$ ,  $b_{\theta}$ ,  $b_{\varphi}$  são calculados em função dos coeficientes multiplicativos de acordo com as fórmulas:

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

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

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

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

25 uma saída do avaliador 21.

### Lógica Roadhook

A seguir se descreverá a lógica do tipo Roadhook, ou seja, que seja o perfil da rota, essa lógica sendo igualmente denominada lógica de duração da carroceria

ou lógica de comportamento. O princípio dessa lógica de duração da carroceria é de se fazer estender à zero ou minimizar uma ou várias das acelerações modais da carroceria em relação ao plano das rodas: aceleração modal no bombeamento, aceleração modal na oscilação e aceleração modal na tangência.

5 Na Figura 10, o dispositivo compreende um avaliador 31 das velocidades modais  $V_{\text{mod}2}$  da carroceria em relação ao plano médio das rodas em função dos percursos DEB medidos das rodas que são denominados velocidades relativas e compreendendo a velocidade modal relativa  $\dot{z}_{G2}$  da carroceria no bombeamento, a velocidade modal relativa  $\dot{\varphi}_2$  da carroceria na tangência, e a

10 velocidade modal relativa  $\dot{\theta}_2$  da carroceria na oscilação. Esse avaliador 31 das velocidades modais relativas  $V_{\text{mod}2}$  recebe na entrada:

- os percursos DEB medidos sobre as rodas A, B, C, D;
- a via  $v$ ;

15 - ao menos dois dos 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 da ordem 2 e do tipo Butterworth, para não obter que os percursos de baixa frequência venham a eliminar em uma grande medida os ressaltos das

20 altas frequências. Após isso, um derivador deriva os percursos de rodagem DEB então filtrados para obter as velocidades de percurso Roadhook das rodas A, B, C, D. As velocidades modais relativas  $V_{\text{mod}2}$  são em seguida calculadas de acordo com as seguintes fórmulas:

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

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

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

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

30 - a 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

'd<sub>A</sub> = velocidade de percurso VDEB da roda A dianteira esquerda,

'd<sub>B</sub> = velocidade de percurso VDEB da roda B dianteira direita,

5 'd<sub>C</sub> = velocidade de percurso VDEB da roda C traseira direita,

'd<sub>D</sub> = velocidade de percurso VDEB da roda D traseira esquerda.

#### Golpe Transversal Antecipado

Um avaliador 32 é previsto para calcular um golpe transversal antecipado  $\ddot{Y}$  (terceiro derivado da coordenada Y com relação ao tempo) à partir da velocidade

10 VVH medida do veículo e da velocidade de rotação  $\dot{\delta}$  do volante de direção do veículo, onde  $\delta$  é o ângulo de rotação medido desse volante medido pelo sensor ou outro meio apropriado. Esse avaliador 32 recebe na entrada:

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

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

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

20 Onde D é a desmultiplicação do volante de direção e K é uma constante de ganho de

Sobrecarga, calculado em função do valor de repartição da massa RMAvAr entre a dianteira e a traseira e da massa suspensa MSUS. O ganho K de sobrecarga é uma extensão do veículo, determinada pelas medidas sobre o veículo.

#### Acoplamento Motor Antecipado às Rodas

25 Um avaliador 40 é previsto para calcular esse acoplamento motor antecipado às rodas, designado por C<sub>R</sub>. Para tal, se estima o número i o apoio à embreagem R<sub>EMBR</sub>(i) da caixa de câmbio do veículo, indo por exemplo de 1 à 5. Se calcula a velocidade VVH1 à qual o veículo terá uma velocidade de rotação prescrita  $\omega_{MOT1}$  do motor, que não depende da posição engatada com relação à R<sub>EMBR</sub>

30 engajada de acordo com a fórmula:

$VVH1 = VVH1 \cdot \omega_{MOT1} / \omega_{MOT}$ , onde  $\omega_{MOT}$  é a velocidade de rotação do motor à velocidade  $VVH$  do veículo. Por exemplo,  $\omega_{MOT1} = 1000$  giros/minuto. Se calcula para cada apoio  $i$  da embreagem, os parâmetros  $P_i = 0.5 \cdot (VVH1(i) + VVH1(i+1))$ . Se comparando  $VVH1$  à  $P_i$  e na retenção do valor  $P_i$  o mais próximo da  $VVH1$ , se deduzirá o apoio  $i$  da embreagem. O acoplamento motor antecipado  $C_R$  às rodas é então agora:

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

Com  $R_{EMBR}(i) = \omega_{MOT} / \omega_{RODA}$ , onde  $R_{EMBR}$  é o apoio da embreagem tendo o número  $i$ ,  $C_M$  é o acoplamento motor determinado por todo meio apropriado, por exemplo, por um calculador do controle motor.  $\omega_{RODA}$  é a velocidade de rotação das rodas.

#### Golpe Longitudinal Antecipado

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

- a massa suspensa  $MSUS$ ;
- a pressão  $P_{MC}$  do mestre cilindro;
- o acoplamento motor antecipado às rodas  $C_R$ . O cálculo é efetuado da seguinte maneira. Se extrai na chegada de uma mesa plana 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, por exemplo, por interposição linear. Se aplica em seguida um filtro passa-baixo, por exemplo, de ordem 1 do tipo Butterworth, para esse esforço  $EFR$  de frenagem, e se deriva em um derivador de esforço  $EFR$  de frenagem então filtrado para obter a derivada  $\dot{E}_{FRF}$  do esforço  $EFR$  filtrado. Se calcula um esforço antecipado do motor às rodas  $EMR$ , igual ao acoplamento motor antecipado às rodas  $C_R$ , dividido por um raio médio  $R_{moy}$  da 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, e se deriva em um derivador o esforço  $EMR$  antecipado do motor então filtrado para obter a derivada  $\dot{E}_{MRF}$  do esforço  $EMR$

filtrado. O golpe longitudinal antecipado  $\ddot{X}$  é agora igual à soma das derivadas  $\dot{E}_{FRF}$ ,  $\dot{E}_{MRP}$ , dividido pela massa total MTOT:

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

5 Nessa fórmula, a massa total MTOT inclui a massa suspensa MSUS, podendo incluir a massa das rodas e podendo ser um limite entre dois valores limiares. Esses golpes  $\ddot{Y}$  e  $\ddot{X}$  são estimados e não provem de uma derivação dos acelerômetros, muito rápidos e muito lentos.

#### Limites dos Esforços Modais Antecipados

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

- um acoplamento modal antecipado na tangência, designado por  $C_{\phi 2ANT}$ ;
- um acoplamento 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 Roadhook agita no bombeamento, como será descrito
- 15 a seguir. No modo de realização representado na Figura 11, o avaliador 34 recebe na entrada as seguintes extensões:
  - o golpe transversal antecipado  $\ddot{Y}$  fornecido pelo avaliador 32;
  - o golpe longitudinal antecipado  $\ddot{X}$  fornecido pelo avaliador 33;
  - a velocidade VVH do veículo;
- 20 - 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  $\dot{z}_{G2}$  no bombeamento da
- 25 carroceria, a velocidade modal relativa  $\dot{\theta}_2$  na oscilação da carroceria, a velocidade modal relativa  $\dot{\phi}_2$  na tangência da carroceria;
- 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;
- 30 - a informação IS de esportividade.





tempo de permanecer significativamente sobre a ação simples (acionamento em simples curva, 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 negativo SBJT de ativação do golpe transversal, após no módulo 342 de manutenção dos valores máximos venha a produzir um golpe filtrado e mantido em suas máximas, designado por  $\ddot{Y}_{fmax}$  que é enviado ao módulo 343 limitador da inclinação tendo o ganho ba solicitação transversal  $G_{SY}$  para fornecer na saída o acoplamento modal antecipado na oscilação  $C_{\theta 2ANT}$ . Os valores limiares SHJT e SHJL poderão ser iguais e opostos aos valores limiares baixos iguais SBJT e SBJL. Esses valores são paramétricos e são um compromisso entre a limitação das ações intempestivas e no não tratamento das pequenas solicitações. Preferivelmente, 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 ganhar em tempo de resposta para colocar os acionadores em um bom estado à frente da carroceria, tido o tempo face à velocidade. Isto resulta em uma melhora notável na duração da carroceria.

#### Limites dos Esforços Modais Corretos

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

$$F_{2COR} = -b_{mod2} \cdot V_{mod2}, \text{ a saber:}$$

- uma segunda força modal correta no bombeamento, designada por  $F_{z2COR}$ ;
- um segundo acoplamento modal correto na tangência, designado por  $C_{\phi 2COR}$ ;
- um segundo acoplamento modal correto na oscilação, designado por  $C_{\theta 2COR}$ , de acordo com as fórmulas:

$$F_{z2COR} = -b_{z2} \cdot \dot{z}_{G2}$$

$$C_{\phi 2COR} = -b_{\phi 2} \cdot \dot{\phi}_2$$

$$C_{\theta 2COR} = -b_{\theta 2} \cdot \dot{\theta}_2, \text{ onde } b_{mod} \text{ é u,m segundo ganho modal correto,}$$

$b_{z2}$  é um segundo ganho modal correto de bombeamento para calcular a segunda força correta no bombeamento  $F_{z2COR}$ ;

$b_{\theta 2}$  é um segundo ganho modal correto de oscilação para calcular o segundo acoplamento modal correto na oscilação  $C_{\theta 2COR}$ ;

$b_{\varphi e}$  é um segundo ganho modal correto de tangência para calcular o segundo acoplamento modal correto na tangência  $C_{\varphi 2COR}$ .

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

- um segundo coeficiente multiplicativo de referência  $b_{zREF2}$ ,  $b_{\theta REF2}$ ,  $b_{\varphi REF2}$ , respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência;

10 - um segundo coeficiente multiplicativo de recomposição  $b_{zREC2}$ ,  $b_{\theta REC2}$ ,  $b_{\varphi REC2}$ , respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência;

- um segundo coeficiente multiplicativo do tipo de conduto  $b_{zTYP2}$ ,  $b_{\theta TYP2}$ ,  $b_{\varphi TYP2}$ , respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência.

15 Para cada um dos segundos ganhos modais  $b_{z2}$ ,  $b_{\theta 2}$ ,  $b_{\varphi 2}$ , o segundo coeficiente multiplicativo de referência  $b_{zREF2}$ ,  $b_{\theta REF2}$ ,  $b_{\varphi REF2}$ , respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência, é obtido se extraído de uma segunda mesa plana ou curva de referência, pré-assentada pela lógica Roadhook, devido ao segundo coeficiente multiplicativo de referência em função

20 da velocidade do veículo, o valor  $b_{zREF2}$ ,  $b_{\theta REF2}$ ,  $b_{\varphi REF2}$  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  $b_{z2}$ ,  $b_{\theta 2}$ ,  $b_{\varphi 2}$ , o segundo coeficiente multiplicativo de

25 recomposição  $b_{zREC2}$ ,  $b_{\theta REC2}$ ,  $b_{\varphi REC2}$ , é por exemplo igual ao primeiro coeficiente multiplicativo de recomposição  $b_{zREC}$ ,  $b_{\theta REC}$ ,  $b_{\varphi REC}$  respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência, como abaixo descrito:

$$b_{zREC2}, b_{\theta REC2} = b_{zREC}, b_{\theta REC} \quad b_{\varphi REC2} = b_{\varphi REC}$$

30 Para cada um dos segundos ganhos modais  $b_z$ ,  $b_{\theta}$ ,  $b_{\varphi}$ , o segundo coeficiente multiplicativo do tipo de conduto  $b_{zTYP2}$ ,  $b_{\theta TYP2}$ ,  $b_{\varphi TYP2}$ , respectivamente no bombeamento, na oscilação e na tangência, é por exemplo igual ao primeiro coeficiente multiplicativo de tipo de conduto  $b_{zTYP2}$ ,  $b_{\theta TYP2}$ ,  $b_{\varphi TYP2}$ , como abaixo descrito:

$$B_{zTYP2} = b_{\theta TYP2} = b_{\varphi TYP2} = b_{\varphi TYP2}$$

Os segundos ganhos modais corretos  $b_{z2}$ ,  $b_{\theta 2}$ ,  $b_{\varphi 2}$  são calculados em função dos segundos coeficientes multiplicativos de acordo com as fórmulas:

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

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

5 
$$b_{\varphi 2} = b_{\varphi REF2} \cdot b_{\varphi REC2} \cdot b_{\varphi TYP2}$$

### Esforços Modais Roadhook

O avaliador 34 efetua em seguida:

10 - a síntese entre o acoplamento modal antecipado na tangência  $c_{\varphi 2ANT}$  e o segundo acoplamento modal correto na tangência  $c_{\varphi 2COR}$  para obter na saída o segundo acoplamento ou esforço modal  $c_{\varphi 2}$  de tangência;

- a síntese entre o acoplamento modal antecipado na oscilação  $C_{\theta 2ANT}$  e o segundo acoplamento modal correto na oscilação  $C_{\theta 2COR}$ , para obter na saída o segundo acoplamento modal ou esforço modal  $c_{\theta 2}$  de oscilação.

15 A segunda força modal correta no bombeamento, designada por  $F_{z2COR}$  é acionada na saída como a segunda força ou esforço modal  $F_{z2}$  do bombeamento  $F_{z2} = F_{z2COR}$ . Esses dois esforços  $c_{\varphi 2}$ ,  $c_{\theta 2}$ , e  $F_{z2}$  são denominados esforços modais de comportamento ou de duração de rota ou <<Roadhook>>. A síntese é efetuada pela escolha do limite antecipado ou do limite correto em função de seus valores, da maneira descrita na tabela abaixo:

| Limite Antecipado<br>-><br>Limite Correto $\hat{I}$ | Pequeno                | Grande   |
|---|------------------------|--|
| Pequeno   | Caso 1: Limite Correto | Caso 3: Limite Antecipado  |
| Grande  | Caso 2: Limite Correto | Caso 4:<br>- Máximo de 2 se do mesmo sinal<br>- Limite Correto se sinais opostos |

20 Para a obtenção do segundo esforço modal  $c_{\varphi 2}$  da tangência, ele será igual:

- ao segundo acoplamento modal correto na tangência  $c_{\varphi 2COR}$ , quando um valor absoluto do acoplamento 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);

- ao acoplamento modal antecipado na tangência  $C_{\varphi 2ANT}$ , quando o valor absoluto do acoplamento antecipado na tangência  $C_{\varphi 2ANT}$  for superior ao primeiro valor prescrito de tangência  $V1\varphi$ , e quando o valor absoluto do acoplamento modal correto 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 correto pequeno e ao limite antecipado grande). Se o valor absoluto do acoplamento antecipado na tangência  $C_{\varphi 2ANT}$  for superior ao primeiro valor prescrito na tangência  $V1\varphi$ , e se o valor absoluto do acoplamento modal correto na tangência  $C_{\varphi 2COR}$  for superior ao segundo valor prescrito de tangência  $V2\varphi$ , (caso 4 na Tabela, correspondente ao limite correto grande e ao limite antecipado grande);
- se o acoplamento modal correto na tangência  $C_{\varphi 2COR}$  e o acoplamento antecipado na tangência  $C_{\varphi COR}$  são do mesmo sinal, o segundo esforço modal  $c_{\varphi 2}$  de tangência será igual à máxima  $|C_{\varphi 2COR}|, |C_{\varphi 2ANT}| \cdot \text{sgn}(C_{\varphi 2ANT})$ , onde o  $\text{sgn}$  designa a função de pontuação e  $\text{Max}$  a função máxima, e
- se o acoplamento modal corretivo na tangência  $C_{\varphi 2COR}$  e o acoplamento antecipado na tangência  $C_{\varphi 2ANT}$  não tem o mesmo sinal, o segundo esforço modal  $c_{\varphi 2}$  de tangência é igual ao acoplamento modal correto na tangência  $C_{\varphi 2COR}$ .

A obtenção do segundo esforço modal  $c_{\theta 2}$  da oscilação é análoga àquela que lhe 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  $V1\theta$  na ligação de  $V1\varphi$  e um segundo valor prescrito de oscilação  $V2\theta$  na ligação de  $V2\varphi$ .

#### Síntese entre Skyhook e Roadhook

- O primeiro esforço modal de bombeamento  $F_{z1}$ , o primeiro esforço modal de oscilação  $F_{\theta 1}$ , e o primeiro esforço modal de tangência  $F_{\varphi 1}$ , fornecidos pelo avaliador 21 (esforços modais de conforto pela lógica Skyhook, designados de uma maneira geral para os 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 34 (esforços modais de comportamentos pela lógica Roadhook, designados de uma maneira geral para os segundos esforços modais  $F2$  de instrução), são enviados à um avaliador 22 de uma força de instrução para cada amortecedor, seja pelas rodas A, B, C, D, pelas forças de instrução  $FA1, FB1,$

FC1, FD1. 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 calcula:

- 5 - um esforço modal  $F = F_z$  de instrução no bombeamento, em função do primeiro esforço de 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 fórmula:

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

- 10 - um esforço modal  $F = F_\varphi$  de instrução de tangência, em função do primeiro esforço modal de tangência  $F_\varphi$  de conforto, do segundo esforço modal  $c_{\varphi2}$  de tangência de comportamento e do coeficiente de ponderação, de acordo com a fórmula

$$F_\varphi = \alpha \cdot c_{\varphi2} + (1-\alpha) \cdot F_{\varphi1};$$

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

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

- 20 A determinação desse coeficiente  $\alpha$  de ponderação em função de solicitações detectadas será descrita a seguir. O coeficiente de ponderação é normalmente à 0 para obedecer aos esforços modais de instrução dos primeiros esforços de conforto  $F_{z1}$ ,  $F_{\theta1}$  e  $F_{\varphi1}$  para a aceleração longitudinal CAPL. O avaliador 25 recebe na entrada:

- 25 - a velocidade VVH medida do veículo;  
 - a massa suspensa MSUS fornecida pelo avaliador 20;  
 - a aceleração longitudinal medida ACCL;  
 - a pressão  $P_{MC}$  do cilindro mestre dos freios, fornecida pelo sensor CAP-P;  
 - o acoplamento motor antecipado às rodas  $C_R$ , fornecido pelo avaliador 40.

- 30 O cálculo é efetuado da seguinte maneira. Se extrai na chegada da mesa plana ou curva pré-assentada 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

acoplamento motor antecipado às rodas  $C_R$ , dividido por um raio médio  $R_{moy}$  das rodas, predeterminado e pré-registrado. Se calcula um esforço de traço longitudinal ETR em função da velocidade do veículo  $VVH$ , de acordo com a fórmula:

5 
$$ETR = COEF. (VVH)^2 + DEC$$
, onde COEF é um coeficiente predeterminado e pré-registrado e DEC é um deslocamento predeterminado e pré-registrado. O esforço longitudinal total ELT é agora igual à soma do esforço EFR de frenagem, o esforço EMR antecipado do motor às rodas e do esforço ETR do traço longitudinal:

10 
$$ELT = EFR + EMR + ETR$$

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  $MTOT$ :

15 
$$\ddot{X}_{ANT} = ELT / MTOT$$

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

20 - se calculando uma evolução EVAL de aceleração longitudinal igual à aceleração longitudinal antecipada  $\ddot{X}_{ANT}$  àquela subtraída da aceleração longitudinal medida ACCL:

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

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

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

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

30 A frequência de corte do filtro passa-alto permite regular a velocidade de recomposição 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:

- 5
- 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 medidas ACCT.

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

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

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

- 15
- se calculando a evolução EVAT de aceleração transversal, igual à aceleração transversal antecipada  $\ddot{Y}_{ANT}$  àquele subtraída da aceleração transversal medida ACCT:

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

- 25
- se aplicando à essa evolução EVAT de aceleração transversal um filtro passa-alto PH2, por exemplo do tipo Butterworth de ordem 1, para obter a evolução transversal EVAT filtrada, igual à  $PH(\ddot{Y}_{ANT} - ACCT)$ ;
  - se adicionando a evolução transversal EVAT filtrada à aceleração transversal medida ACCT, para obter a aceleração transversal correta  $\ddot{Y}_{COR}$ :

|  |
|--|
| $\ddot{Y}_{COR} = ACCT + PH2(\ddot{Y}_{ANT} - ACCT)$ |
|--|

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

### Detecção das Solicitações e o Coeficiente de Ponderação dos Esforços Skyhook e dos Esforços Roadhook

Na Figura 12, um avaliador 23 calcula o coeficiente  $\alpha$  de ponderação dos primeiros

5 esforços de conforto e dos segundos esforços de comportamento. O avaliador 23 recebe na entrada:

- o choque longitudinal antecipado  $\ddot{X}$ , fornecido pelo avaliador 33;
- o choque transversal antecipado  $\ddot{Y}$ , fornecido pelo avaliador 32;
- a aceleração longitudinal correta  $\ddot{X}_{COR}$ , fornecida pelo avaliador 25;
- 10 - a aceleração transversal correta  $\ddot{Y}_{COR}$ , fornecida pelo avaliador 26;
- a informação IS de esportividade.

Por defeito, os primeiros esforços de conforto  $F_{z1}$ ,  $F_{\theta1}$ ,  $F_{\phi1}$  da lógica Skyhook são selecionados pelos esforços modais de instrução, ou seja, quando o coeficiente  $\alpha$  de ponderação for igual à 0. As solicitações são detectadas sobre os valores

15 acionados por essas entradas. Uma vez que uma solicitação é detectada, o coeficiente  $\alpha$  de ponderação passa << em todo o comportamento >> ou Roadhook, ou seja, à 1, para selecionar os segundos esforços  $F_{z2}$ ,  $c_{\theta2}$  e  $c_{\phi2}$  de comportamento como esforços modais de instrução. Se for detectada uma estabilização no centro de uma solicitação, tipicamente uma grande curva de

20 auto-estrada como visto na Figura 14, há a possibilidade de repassar o coeficiente  $\alpha$  de ponderação progressivamente à 0 na lógica Skyhook para favorecer o conforto. Se no centro dessa estabilização, se detecta uma variação das extensões acelerométricas, a repartição repassa imediatamente em << todo o comportamento >>, ou seja à 1. Se cria um sinal binário "solicitação condutora lateral" (SSOLT) e um sinal binário "solicitação condutora longitudinal" (SSOLL)

25 sobre a transposição dos valores limiares de parâmetro da aceleração correta ou do golpe antecipado.

O coeficiente de ponderação passa à 1, e se reinicia a temporização quando os seguintes eventos são detectados;

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

- ultrapassagem do valor limiar sobre a variação de aceleração longitudinal na solicitação condutora longitudinal;
- ultrapassagem do valor limiar sobre o golpe lateral na solicitação condutora lateral;

- 5 - ultrapassagem do valor limiar sobre a variação de aceleração lateral na solicitação condutora lateral.

O avaliador 23 determina em função da informação IS de esportividade uma modulação do valor limiar MODL longitudinal e uma modulação do valor limiar MODT transversal. Se a informação IS de esportividade for igual a 1, a

- 10 modulação do valor limiar MODL longitudinal será igual à um valor prescrito longitudinal menor que 1 e a modulação do valor limiar MODT transversal for igual à um valor prescrito transversal menor do que 1. Se a informação IS de esportividade for igual à 0, a modulação do valor limiar MODL longitudinal será

- 15 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:

- 20 - se  $|\ddot{X}_{COR}| > THAL_1 \cdot MODL$

ou

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

então SSOLL = 1,

- senão SSOLL = 0.

- 25 - se SSOLL = 1 e  $|\ddot{X}| > THJL_2$

então SL2 = 1,

senão SL2 = 0.

- a aceleração longitudinal  $y_L$  é iniciada à 0.

- Se  $|\ddot{X}_{COR} - y_L| > TAHL_2 \cdot |y_L|$

- 30 Então

•  $y_L = \ddot{X}_{COR}$  é registrado para o próximo cálculo de SL3,

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

- se  $|\ddot{X}_{COR} - y_L| \leq THAL_2 \cdot |y_L|$  então SL3 = 0.

- Se  $|\ddot{Y}_{COR}| > THAT_1 \cdot MODT$   
Ou  
 $|\ddot{Y}| > THJT_1 \cdot MODT$   
então SSOLT = 1,
- 5 - senão SSOLT = 0.
- se SSOLT = 1 e  $|\ddot{Y}| > THJT_2$   
então ST4 = 1,  
senão ST4 = 0.
- a aceleração transversal  $y_T$  é iniciada à 0.
- 10 - Se  $|\ddot{Y}_{COR} - y_T| > THAT_2 \cdot |y_T|$   
Então
  - $y_T = \ddot{Y}_{COR}$  é registrado para o próximo cálculo de ST5,
  - se SSOLT = 1 então ST5 = 1 e senão ST5 = 0,
  - se  $|\ddot{Y}_{COR} - y_T|$  então ST5 = 0.
- 15 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 de golpe longitudinal,  
THAT<sub>1</sub> é um primeiro valor limiar da aceleração transversal,
- 20 THAT<sub>2</sub> é um segundo valor limiar de variação da aceleração transversal,  
THJT<sub>1</sub> e THJT<sub>2</sub> são os primeiro e segundo valores limiares da aceleração transversal, esses valores estando pré-registrados. Os estados 1 dos sinais de detecção correspondentes aos estados de presença de uma solicitação e os estados 0 correspondentes aos estados de ausência de solicitações. Um sinal
- 25 lógico SSOL de solicitação do condutor é determinada como sendo igual à 1 se o primeiro sinal lógico longitudinal SSOL de solicitação se encontra em 1 e/ou se o sinal lógico transversal SSOLT de solicitação está em 1 (Operador lógico OU não exclusivo). Um primeiro sinal lógico SL1 é tomado como igual ao sinal lógico SSOL de solicitação do condutor. Se determina, em função da informação IS de
- 30 esportividade, um tempo TMOD de modulação entre os primeiros esforços Skyhhok e os segundos esforços Roadhook:
  - se IS = 1 então o tempo TMOD de modulação é igual à  
TMOD – TPER. MODSPORT,

- senão  $T_{MOD} = T_{PER}$ , onde  $T_{PER}$  é um tempo de regime permanente predeterminado e pré-registrado que representa o tempo de passagem da lógica Roadhook contra a lógica Skyhook em regime estabilizado, e  $MODSPORT$  sendo um fator multiplicativo de tempo de modulação no caso de escolha de condução 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 e em seguida calculada da seguinte maneira:

- iniciação à 0, (estado S10)
- 10 - acionamento à 1 do coeficiente  $\alpha_{INTER}$  de ponderação intermediária sobre cada

frente detectada de um, vários ou todos os primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto sinais lógicos  $SL1 = SSOL$ ,  $SL2$ ,  $SL3$ ,  $ST4$ ,  $ST5$  (estado S12).

- decréscimo do coeficiente  $\alpha_{INTER}$  de ponderação intermediária, por exemplo linear, durante o tempo  $T_{MOD}$  de modulação após esse tempo morto  $T_{MORT}$  (estado S13), mesmo à 0.

15 - se uma nova frente ascendente é detectada, o coeficiente  $\alpha_{INTER}$  de ponderação for igual ao coeficiente  $\alpha_{INTER}$  de ponderação intermediária, multiplicado pelo sinal lógico  $SSOL_{LIMIT}$  de solicitação do condutor:

$$20 \quad \alpha = \alpha_{INTER} \cdot SSOL_{LIMIT}$$

A Figura 4 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) ao início e ao fim da curva, logo que o coeficiente  $\alpha$  de ponderação for 0 (Skyhook) diante da curva, após a curva e no meio da curva.

### 25 Forças de Instruções às Rodas

Se extrai da mesa plana ou curva pré-assentada devido ao coeficiente de repartição de 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 de esforço sobre a dianteira correspondente à um valor de repartição de massa  $RMAVAr$  entre a dianteira e a traseira, por exemplo, por interpolação linear. Esse coeficiente  $CAV$  de repartição de esforço sobre a dianteira é superior ou igual à 0 e inferior ou igual à 1. Um raio anti-inclinação  $RAD$ , superior ou igual à 0 e inferior ou igual à 1, é calculado em função da velocidade  $V_{VH}$  do veículo. Por

30

- exemplo, se extrai da mesa plana ou curva pré-assentada devido ao raio anti-inclinação em função da velocidade do veículo, o valor do raio 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  $F_z$ ,  $F_\theta$ ,  $F_\varphi$  de instrução, de acordo com as seguintes fórmulas:

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

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

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

- 10 - a força FB1 de instrução para a roda dianteira direita B;

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

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

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

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

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

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 das rodas válido para essas rodas A, B, C, D, a regra  $ER_C = ER_{CA}, ER_{CB}, ER_{CC}, ER_{CD}$  do amortecimento de instrução que deverá levar o amortecedor AM das rodas A, B, C, D por exemplo no posicionamento do ponto (VDEB(A); FA1) sobre o gráfico da Figura 15 e procurando a regra ER de amortecimento mais próxima.

20

### Estados Mínimos

- Um avaliador 27 calcula os estados mínimos de amortecimento. Essa função permite de impedir a 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 de entrada:

25

- a velocidade do veículo para a obtenção do primeiro estado mínimo  $ER_{M1}$ ; esse critério é utilizado para as situações de vida do veículo na paragem brusca, ou para a velocidade muito fraca (em passeio por exemplo) ou para uma velocidade muito elevada para a segurança e manutenção da carroceria;
- 5 - a aceleração longitudinal correta para a obtenção do segundo estado mínimo  $ER_{M2}$ : esse critério é utilizado para a segurança sobre solicitações longitudinais muito importantes, no caso onde a lógica Roadhook não oferecerá mais satisfação e para as situações de acelerações ou de frenagens estabilizadas, em oposição às fases longitudinais transitórias;
- 10 - a aceleração transversal correta para a obtenção do terceiro estado mínimo  $ER_{M3}$ : esse critério é utilizado para a segurança sobre solicitações laterais muito importantes, no caso onde a lógica Roadhook não oferecerá mais satisfação, e para as situações de curvas estabilizadas, durante as quais a lógica de síntese privilegia a lógica Skyhook;
- 15 - o golpe transversal antecipado para a obtenção do quarto estado mínimo  $ER_{M4}$ : esse critério trabalha em paralelo com a lógica Roadhook com limites antecipados. Ele permite assegurar um frágil acionamento do ângulo no direcionamento do acionador por antecipação, e igualmente, de acordo com o parâmetro de utilização dos estados mínimos típicos sobre o volante ou sob o
- 20 volante afim de testar a durabilidade do veículo no momento de uma curva. Esses estados são por exemplo calculados separadamente para cada roda. O primeiro estado mínimo  $ER_{M1}$  é obtido se extraído da mesa plana ou curva pré-assentada devido ao segundo estado mínimo em função da velocidade do veículo, o valor do primeiro estado mínimo  $ER_{M1}$  correspondente à velocidade
- 25 VVH medida do veículo, por exemplo por interpolação linear. O primeiro estado mínimo poderá ser calculado separadamente para as rodas dianteiras e para as rodas traseiras. O segundo estado mínimo  $ER_{M2}$  é obtido se extraído da mesa plana ou curva pré-assentada devido ao segundo estado mínimo em função da velocidade e da aceleração longitudinal correta, o valor do segundo estado
- 30 mínimo  $ER_{M2}$  correspondente à velocidade VVH medida do veículo e para a aceleração longitudinal  $\ddot{X}_{COR}$ , por exemplo por interpolação linear. O terceiro estado mínimo  $ER_{M3}$  é obtido se extraído da mesa plana ou curva pré-assentada devido ao terceiro estado mínimo em função da velocidade do veículo

e da aceleração transversal correta, o valor do terceiro estado mínimo  $ER_{M3}$  correspondente à velocidade VVH medida do veículo para a aceleração transversal correta  $\ddot{Y}_{COR}$ , por exemplo por interpolação linear. O quarto estado mínimo  $ER_{M4}$  é obtido se extraído da mesa plana ou curva pré-assentada devido ao quarto estado mínimo em função do golpe transversal antecipado, sobre 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 do amortecimento fornecido pelo avaliador 27 é então igual ao máximo dos estados mínimos  $ER_{M1}$ ,  $ER_{M2}$ ,  $ER_{M3}$ ,  $ER_{M4}$ . Se obtendo dessa forma, um estado mínimo global  $ER_{MA}$ ,  $ER_{MB}$ ,  $ER_{MC}$ ,  $ER_{MD}$  de amortecimento respectivamente para as rodas A, B, C, D. Quaisquer das 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 do condutor, a função Skyhook demandará um amortecimento mas flexível possível, visto que as velocidades modais absolutas serão muito brandas. Dependendo dessa situação da via, o veículo corre o risco de realizar subidas ou descidas vagarosamente, que são as solicitações mais incômodas, uma vez que será preferível que o veículo se encontre em um estado de amortecimento um pouco mais estável. Assim para uma velocidade do veículo muito elevada (em uma auto-estrada, por exemplo), sem solicitações condutoras e sobre uma boa rota, o Skyhook demandará uma etapa flexível. Isso poderá levantar um problema para as grandes velocidades, visto que o amortecimento corre o risco de ficar mais estável em pouco tempo, o que não será possível com os acionadores utilizados. De outra parte, a lógica Skyhook poderá se encontrar ligeiramente em atraso em relação às solicitações condutoras: os esforços antecipados estimados pela lógica Roadhook não são demoradas, mas para que uma passagem na regra flexível seja aplicada, fará com que a roda tenha já acionado a velocidade do percurso. Logo, quando a roda toma a velocidade de percurso, ela já é tardia, Assim ela permitirá assegurar um amortecimento suficientemente estável, independente da velocidade de percurso das rodas, se integrando os estados de amortecimentos mínimos sobre acelerações longitudinais laterais, mesmo sobre o golpe lateral (no avanço em relação às acelerações). Para melhorar o conforto do veículo, é preferível

repassar para a lógica Skyhook nas situações de vias com curvas estabilizadas, ou acelerações longitudinais estabilizadas. Isto permite de atenuar as velocidades absolutas da carroceria. No entanto, se deverá valer dessas situações da via para não amortecer muito o veículo, visto que essas situações são potencialmente danosas (curvatura retraída, degradação do chassis no curso da curva, etc.). Se aplicarão então os estados mínimos sobre as acelerações estabilizadas para permitir-se a utilização da função Skyhook de maneira segura. Enfim, os estados mínimos sobre o golpe permitem de acrescentar à síntese uma margem de manobra sobre a durabilidade e a prontidão de conduta no momento de uma curva.

#### Comando da Regra de Amortecimento

Um módulo 28 de comando recebe na entrada a regra  $ER_{CA}$ ,  $ER_{CB}$ ,  $ER_{CC}$ ,  $ER_{CD}$  de amortecimento de instrução, fornecida pelo avaliador 22 e o estado mínimo global  $ER_{MA}$ ,  $ER_{MB}$ ,  $ER_{MC}$ ,  $ER_{MD}$  de amortecimento, fornecido pelo avaliador 27, respectivamente para as rodas A, B, C, D, calculando à partir das rodas A, B, C, D se tomando para cada roda o mínimo da regra de amortecimento de instrução e do estado mínimo global de amortecimento>

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

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

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

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

Esses estados  $ER_A$ ,  $ER_B$ ,  $ER_C$ ,  $ER_D$  de comando determinam a regra de amortecimento acionada para cada amortecedor AM e são as extensões ER de comando enviadas sobre a entrada COM de comando contra o acionador de cada amortecedor AM para cada roda A, B, C, D. Os estados  $ER_A$ ,  $ER_B$ ,  $ER_C$ ,  $ER_D$  de comando são ainda enviados para a entrada do avaliador 12 para o estado real ER do acionador. A seguir serão descritas 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 A, B, C, D.

#### Conseqüências dos Choques

Uma detecção dos choques se efetua sobre as rodas dianteiras. Não foi possível se antecipar o obstáculo. Se detectará então um obstáculo quando as rodas dianteiras o ultrapassar. A detecção de um golpe ou pancada se efetua na

- vigilância da velocidade da rodas dianteiras do veículo. A particularidade de uma pancada é a importante velocidade de percurso que é geralmente ao nível das rodas. O obstáculo, poderá ser de pouca amplitude (pequeno buraco de pouca profundidade, por exemplo) mas ele gerará um choque, visto que as rodas percorrem 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 da detecção de uma pancada. Esse avaliador 50 recebe na entrada:
- 5 - os percursos DEB(A), DEB(B) das rodas dianteiras A, B, fornecidos pelos sensores CAP-DEB dos percursos de rodagem;
  - 10 - as velocidades de percurso VDEB(A), VDEB(B) das rodas dianteiras A, B;
  - a velocidade VVH medida do veículo;
  - 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 dos segundos esforços  $F_{z2}$ ,  $c_{\theta e}$  e  $c_{\phi 2}$  de comportamento.
  - 15 A detecção e o tratamento dos choques se efetuam independentemente sobre as rodas esquerda ou direita do veículo. Se um choque não é detectado sobre a roda dianteira direita, então o tratamento dos choques não será ativado para as rodas do lado direito. Se um choque não é detectado pela roda dianteira esquerda, então o tratamento de choques não será ativado para as rodas do
  - 20 lado esquerdo. O avaliador 50 compreende:
    - um módulo 51 de detecção dos choques em função dos percursos DEB e das velocidades VDEB do percurso;
    - um módulo 52 de cálculo de um atraso de ativação e de um sinal de inibição do tratamento em função da velocidade VVH do veículo, da aceleração transversal
    - 25 correta  $\ddot{Y}_{COR}$  e do coeficiente  $\alpha$  de ponderação;
    - um módulo 53 de tratamento dos choques do lado esquerdo;
    - um módulo 54 de tratamento dos choques do lado direito.

#### Detecção dos Choques

- Um valor limiar SDP de detecção do golpe é predefinido no módulo 51. Quando,
- 30 de um lado do veículo, por exemplo, que se diga no lado esquerdo, a velocidade de percurso VDEB(A) da roda dianteira é superior em valor absoluto ao valor limiar SPD de detecção do choque, um sinal lógico binário P de detecção provável do choque é acionado à 1, enquanto a velocidade de percurso VDEB(A)

da roda dianteira for inferior ou igual em valor absoluto ao valor limiar SDP de detecção de choque, o sinal P de aceleração provável de choque estando à 0. Afim de otimizar a regulagem, esse valor limiar SDP de detecção de choque é o parâmetro em função da velocidade VVH do veículo. Se extrai da mesa plana, curva ou cartografia pré-assentada devido ao valor limiar de detecção de choque em função da velocidade do veículo, o valor limiar SDP de detecção de choque correspondente à velocidade VVH do veículo, por exemplo, por interpolação linear. Nas velocidades VVH muito elevadas por exemplo, não importa qual o obstáculo qual o risco capaz de gerar uma velocidade de percurso importante. Na velocidades de veículo elevadas, será então necessário aumentar o valor limiar SDP de detecção de choques, afim de não realizar o tratamento intempestivo sobre as solicitações de rotina que não correspondem aos choques propriamente ditos. As velocidades de percurso, após um choque, poderá oscilar durante alguns instantes, correndo o risco de ultrapassar várias vezes o valor limiar SDP face à um choque na partida. Uma temporização TEMP desbloqueada na primeira ultrapassagem do valor limiar SDP permite então evitar a detecção de vários choques para uma mesma passagem do obstáculo. Por exemplo, um choque detectado não é validado se ele for detectado durante mais de uma duração prescrita DDP de detecção de choque, por exemplo de 15 milésimos de segundos.

#### Inibição da Detecção de Choque

Um sinal S = SIDP de inibição de detecção de choque é gerado como sendo igual à 1 para inibir a detecção do choque, quando ao menos um dos percursos dianteiros DEB(A), DEB(B) deverá ser inferior à um primeiro valor limiar SDEB1 do dispositivo, ou superior à um segundo valor limiar SDDEB2 do dispositivo, e sendo igual à 0. Com efeito, no momento de fortes movimentos da carroceria, o percurso de rodagem poderá ser tal que o caçamba entrará em contato com seus dispositivos. O esmagamento dos dispositivos gera uma velocidade de percurso importante, suscetível de ativar a função de tratamento dos choques. Se essa função é ativada nessa situação de via, ela imporá os estados de amortecimento flexível na traseira durante um determinado tempo. O problema é que se o estado de amortecimento passa a ser flexível quando o caçamba está em contato com seus dispositivos, os movimentos da carroceria não serão

totalmente travados, e os fenômenos de bombeamento excessivo do, eixo traseiro aparecerão. Se inibirá então, a detecção dos choques nessa situação de via. Para tal, se fará valor o valor dos percursos da roda. Quando esses percursos ultrapassam o valor limiar de parâmetro SDEB1 ou SDEB2 (que

5 corresponde ao curso de percurso possível da roda, previamente em contato com os dispositivos de ataque ou defesa) a detecção dos choques será inibida. O módulo 51 gera um sinal W de validade de choque à partir do sinal P de detecção provável de choque, da seguinte maneira. Um sinal Q de choque aceitável e o sinal W de validação de choque são gerados ao ciclo n de cálculo

10 em função de seus valores no ciclo n-1 precedente e de um sinal T de temporização TEMP passada, calculado em função do sinal P de detecção provável de choque. O sinal Q de choque aceitável é iniciado à 1. Um sinal T de temporização TEMP passada é acionado à 1, se o sinal P de detecção provável de choque é mantido à 0 de depois de sua última frente descendente durante um

15 tempo superior à temporização TEMP. O sinal T de temporização TEMP passada é exceto 0. O sinal Q de choque aceitável é igual à:

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

Onde Q' designa o estado ao ciclo seguinte, e  $\bar{\quad}$  designa o complemento. O sinal W de validação de percurso é então acionado à 1, significando que um choque

20 foi bem detectado, no momento em que:

- o sinal P de detecção provável de choque se encontra em 1 durante um número prescrito de ciclos consecutivos, por exemplo 3 ciclos formando a duração DDP;
- o sinal Q de choque aceitável se encontra em 1;
- 25 - o sinal S – SIDP de inibição de detecção de percurso se encontra em 0, indicando nenhuma inibição;
- a aceleração transversal correta  $\ddot{Y}_{COR}$  for inferior em valor absoluto à um valor limiar prescrito SY de inibição de aceleração transversal correta:  $|\ddot{Y}_{COR}| < SY$ , sendo

30  $W = P \cdot Q \cdot \bar{S} \cdot (|\ddot{Y}_{COR}| < SY)$

#### Atraso de Passagem e Inibição Para as Velocidades Brandas

Afim de melhorar a passagem do choque sobre as rodas traseiras, é imperativo que elas passem o obstáculo em um estado de amortecimento flexível. Para tal,

a função de tratamento dos choques deverá estimar precisamente a passagem das rodas traseiras. Quando o choque é detectado sobre as rodas dianteiras, ou seja, quando o sinal W de validação de choque é acionado à 1, o módulo 52 calcula o atraso DEL da passagem das rodas traseiras e relação às rodas

5 dianteiras de uma maneira geral, da forma seguinte:

DEL = (e/VVH) – TR, onde TR é um tempo prescrito de reação correspondente ao tempo necessário para os acionadores passarem ao estado flexível. Se a velocidade VVH do veículo é muito branda (inferior ou igual à um valor limiar SVVH da velocidade do veículo) ou se o coeficiente  $\alpha$  de ponderação dos

10 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 maior (superior ou igual à um valor limiar SCOEFF de coeficiente de ponderação) um sinal de inibição SINV para as velocidades brandas será acionado à 1, e o atraso DEL de passagem será igual à um valor prescrito máximo DELMAX.

#### 15 Tratamento das Rodas Traseiras

Uma vez que o choque é detectado sobre a roda dianteira esquerda, uma temporização é lançada durante o atraso DEL de passagem 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

20 esquerda do veículo durante um tempo de tratamento prescrito, para que o choque seja convenientemente amortecido pelo amortecedor da roda traseira esquerda. O estado de amortecimento é aplicado e a duração do tratamento será determinada no acionamento ao ponto de parâmetro.

#### Tratamento das Rodas Dianteiras

25 Uma vez que o choque é detectado sobre a roda dianteira esquerda, o tratamento sobre a roda dianteira esquerda não poderá ser um pós-tratamento.

Isto se deve ao fato ter como objetivo limitar as vibrações da caçamba e de travar e bloquear os movimentos e ressaltos da roda justamente após o

30 obstáculo. O pós-tratamento das rodas dianteiras consiste em impor uma etapa ERP de amortecimento de instrução 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 da Rodas Dianteiras e Traseiras

Ao final do tratamento das rodas traseiras, se efetua então um pós-tratamento do choque, sobre as rodas dianteiras e sobre as rodas traseiras. Para afrouxar os movimentos da roda durante a passagem do obstáculo, se impõe um estado ERP de amortecimento de instrução estável e prescrito pelas 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 traseira são os dados do acionamento ao ponto de parâmetro.

### Inibição do Tratamento

Os módulos 53, 54 do tratamento dos choques produzem os estados impostos ERP de amortecimento dos choques, que poderão ser preponderantes em relação aos estados ER de amortecimento requeridos pelas funções Skyhook e Roadhook. Em certas situações da via, esses estados de amortecimento dos choques poderão degradar o conforto do veículo, sendo danoso para sua segurança. Isto porque o tratamento dos choques é submetido à eventuais inibições. Quando o veículo se desloca sobre uma rota muito degradada, com as solicitações de alta frequência (tipo rota pavimentada), as velocidades de percurso das rodas atenderão os níveis elevados, suscetíveis de ativar a função do tratamento dos choques. Se essa função for ativada, ela imporá dos estados ERP de amortecimento dos choques, que serão estáveis durante um tempo determinado sobre as quatro rodas. Sobre uma rota pavimentada, esses estados ERP de amortecimento estabilizam o conforto durante todo o pós-tratamento. A estratégia ideal sobre as rotas pavimentadas não gera os movimentos da carroceria tendo um efeito de permanecer na regra mais flexível possível. Se inibirá assim o tratamento dos choques a partir de um número determinado, por exemplo, três, sendo os choques detectados em um curto lapso de tempo determinado, por exemplo, sobre o sinal W de validação de percurso. A inibição resultante terá uma duração de parâmetro. Um outro caso possível de inibição do tratamento são as velocidades VVHJ mais brandas do veículo. De outra parte, quando a lógica de síntese do AMVAR se encontra no modo << comportamento >>, ou seja, quando a lógica Roadhook é ativada e que o coeficiente  $\alpha$  de ponderação é igual à 1 ou está próximo de 1, se inibe igualmente o tratamento dos choques (ver acima SINV). Um outro caso de inibição do

- tratamento poderá ser previsto para a segurança do veículo. Quando as fortes solicitações são requeridas por parte do condutor, ou quando o veículo se encontra em uma curva estabilizada, a imposição um estado de amortecimento flexível poderá ser perigosa para a continuidade da rota. Nessas condições de
- 5 rodagem, a lógica Roadhook otimizando o comportamento do veículo e não devendo sobretudo ser desativado para outras funções. Isso ressalta a segurança das pessoas. Se utiliza assim de uma parte, da aceleração lateral do veículo: quando ela ultrapassa um determinado valor de parâmetro, se inibe o
- 10  $\ddot{Y}_{COR}$  for superior ou igual em valor absoluto ao valor limiar prescrito SY de inibição de aceleração transversal correta:  $|\ddot{Y}_{COR}| \geq SY$ . O módulo 52 gera um sinal INHIB de inibição de tratamento dos choques, igual à 1, para inibir o tratamento dos choques para os módulos 53 e 54 quando ao menos uma ou outra das seguintes condições é realizada:
- 15 - um número predeterminado de choques, representados pela frente ascendente do sinal W de validação de choque e detectado em uma duração predeterminada;
- o sinal de inibição SINV para as velocidades brandas é acionado à 1, para indicar a velocidade VVH do veículo sendo muito branda ou que o coeficiente  $\alpha$
- 20 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 é muito grande, para indicar que a lógica Roadhook está em vigor;
- $|\ddot{Y}_{COR}| \geq SY$ .
- O atraso DEL de passagem e o sinal INHIB de inibição do tratamento dos
- 25 choques são enviados à duas entradas de cada um dos módulos 53, 54 de tratamento. Quaisquer dos módulos 54, 54 compreende igualmente uma entrada CLK de relógio combinada por um operador lógico ET com respectivamente a entrada W(A) do sinal W de validação de choque da roda dianteira esquerda e a entrada (WB) do sinal W de validação de choque da roda B dianteira direita, para
- 30 indicar a freqüência de cálculo dos módulos 53 e 54. Uma entrada de relógio é igualmente prevista para cada um dos blocos, avaliadores e módulos representados nas Figuras. No caso onde o avaliador 50 é previsto, ele fornece os estados de instrução ERP no caso de detecção de um choque, ou seja, para

as rodas A, B, C, D, os estados de instrução  $ERP_A$ ,  $ERP_B$ ,  $ERP_C$ ,  $ERP_D$ , para uma outra entrada do módulo 28 de comando. O módulo 28 de comando calcula à partir desses estados os estados  $ER_A$ ,  $ER_B$ ,  $ER_C$ ,  $ER_D$ , de comando dos amortecimentos das rodas A, B, C, D, se levando para cada roda o máximo dos estados  $ER_C$ ,  $ERP$  de amortecimento de instrução e o estado mínimo global  $ERM$  de amortecimento:

5

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

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

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

10

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

#### Acionamento no Cálculo das Grandes Amplitudes de Movimento (Lógica dos Grandes Percursos)

Uma detecção dos grandes percursos de rodagem e das grandes velocidades de percurso das rodas dianteiras e das rodas traseiras é prevista. O objetivo é detectar ao máximo todos os obstáculos que possam gerar as grandes amplitudes de movimento da carroceria, em marcha dianteira e/ou em marcha traseira. A detecção dessas situações de via é prevista para tratar os obstáculos solicitando simultaneamente as rodas direita e esquerda do eixo dianteiro ou traseiro. Na marcha dianteira, esse gênero de obstáculo irá gerar sobre as rodas dianteiras as fortes amplitudes de percurso e das velocidades do percurso. Na Figura 17, um avaliador 60 é previsto para calcular um estado de instrução ou regra de amortecimento de instrução  $ERGD$  no caso de detecção de uma grande amplitude de movimento da roda. Esse avaliador 60 recebe na entrada:

15

20

25

30

- os percursos de rodagem dianteira  $DEB(A)$ ,  $DEB(B)$  das rodas dianteiras A, B, e os percursos  $DEB(C)$ ,  $DEB(D)$  das rodas traseiras C, D, que são por exemplo, esses filtrados  $DEBF(A)$ ,  $DEBF(B)$ ,  $DEBF(C)$ ,  $DEBF(D)$ , fornecidos pelo filtro 13 à partir dos percursos de rodagem  $DEB(A)$ ,  $DEB(B)$ ,  $DEB(C)$ ,  $DEB(D)$ , fornecidos pelos sensores CAP-DEB dos percursos:

- as velocidades de percurso de rodagem dianteira  $VDEB(A)$ ,  $VDEB(B)$  das rodas dianteiras A, B e as velocidades de percurso  $DEB(C)$ ,  $DEB(D)$  das rodas traseiras C, D, fornecidas pelo módulo derivador DER;

- a velocidade  $VVH$  medida do veículo;

- o nível  $BTC$  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 de grandes amplitudes de movimento da roda;
- um módulo 62 de validação e de inibição da detecção das grandes amplitudes de movimento da roda;
- um módulo 63 de cálculo de um coeficiente  $\chi$  de tratamento de grandes amplitudes de movimento da roda;
- um módulo 64 de cálculo do estado de instrução ou regra de amortecimento de instrução ERGD para as grandes amplitudes de movimento da roda.

#### 10 Detecção das Grandes Amplitudes de Movimento da Roda

Um primeiro valor limiar SDGD de detecção de grandes percursos e um segundo valor limiar SVGD de detecção de grandes velocidades de percurso de rodagem são predefinidos no módulo 61. Logo que o percurso de rodagem DEBF(A) da roda dianteira esquerda ultrapassa o primeiro valor limiar SDGD de detecção de grandes percursos, o percurso de rodagem DEBF(B) da roda dianteira direita ultrapassa o primeiro valor limiar SDGD de detecção de grandes percursos, a velocidade de percurso de rodagem VDEB(A) da roda dianteira esquerda ultrapassa o segundo valor limiar SVGD de detecção de grandes velocidades de percurso e a velocidade de percurso VDEB(B) da roda dianteira direita ultrapassa o segundo valor limiar SVGD de detecção de grandes velocidades de percurso de rodagem, logo que um primeiro sinal SDGDAV de detecção de grandes movimentos dianteiros é acionado à 1 para indicar a detecção de uma grande amplitude de movimento da roda sobre as rodas dianteiras. Ocorre o mesmo para um segundo sinal SDGDAR de detecção de grandes movimentos traseiros, que é acionado à 1 para indicar a detecção de uma grande amplitude de movimento de roda sobre as rodas traseiras, quando as quatro condições de ultrapassam a vez que é preenchida com os percursos DEBF(D) e DEBF(C) e as velocidades de percurso de rodagem VDEB(D) e VDEB(C) para as rodas traseiras. Os primeiro e segundo valores limiares SDGS E SVGD poderão ser diferentes para a dianteira e para a traseira. A ultrapassagem dos primeiro e/ou segundo valores limiares SDGD, SVDG poderão ser a passagem do percurso e/ou a velocidade de percurso sob o valor limiar SDGD, SVGD inferior, por exemplo na distensão dos amortecedores e/ou a passagem do percurso e/ou a

velocidade de percurso abaixo de um outro valor limiar SDGD superior ao valor limiar SDGD, SVGD inferior, por exemplo no ataque dos amortecedores. Um sinal SGD de detecção de grandes movimentos é acionado à 1 para indicar a detecção de uma grande amplitude de movimento de roda sobre as rodas, quando o primeiro sinal SDGDAR de detecção de grandes movimentos traseiros detecta à 1. O sinal SGD de detecção de grandes movimentos é fornecido pelo módulo 61 de detecção ao módulo 62 de validação e de inibição. Para maior precisão e para evitar os tratamentos intempestivos, o primeiro valor limiar SDGD de detecção de grandes percursos de rodagem e o segundo valor limiar SVGD de detecção de grandes velocidades de percurso são parâmetros em função da velocidade VVH do veículo. Por exemplo, para cada desses valores SDGD, SVDG, se extrai da mesa plana ou curva ou cartografia pré-assentada devido ao valor limiar de detecção em função da velocidade do veículo, o valor limiar SDGD, SVFG de detecção correspondente à velocidade VVH do veículo por interpolação linear.

#### Inibição da Detecção de Grandes Movimentos de Roda

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

- o coeficiente  $\alpha$  de ponderação dos primeiros esforços  $F_{z1}$ ,  $F_{\theta 1}$  e  $F_{\phi 1}$  de conforto e dos segundos esforços  $F_{z2}$ ,  $c_{\theta 2}$  e  $c_{\phi 2}$  de comportamento é muito grande, (superior à um valor limiar SCOE2 de coeficiente de ponderação, por exemplo mulo) para indicar a lógica Roadhook e ao menos parcialmente em vigor;
- o nível NTC de sobressalto for superior à um valor limiar SNTC prescrito do nível de sobressalto.

Se alguma das condições de inibição não é realizada e se o sinal de SGD de detecção de grandes movimentos se encontra em 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 condutor, será melhor manter a lógica Roadhook agir e reagir às solicitações rotineiras para melhorar a manutenção da carroceria e notadamente maximizar o contato da roda com o solo. Se a lógica Roadhook vier a transmitir uma instrução

de passagem nos estados de amortecimento flexível, não tendo como se abster do referido estado. Isto porque se inibe detecção e o tratamento das grandes amplitudes de movimento quando a lógica Roadhook está ativa. No segundo caso de inibição (nível NTC de sobressalto), o tratamento de grandes amplitudes de movimento poderão ser penalizadas pelo conforto vibratório, visto que em um estado de amortecimento muito estável transferirá para a carroceria as irregularidades da rota, e não mais filtrará os sobressaltos e trepidações contidas nessa rota. Assim é preferível inibir a lógica de tratamento das grandes amplitudes de movimento, quando a rota for degradada. Se utiliza uma lógica de reconhecimento do estado da rota, baseada nas filtragens passa-banda dos percursos DEB. Assim que ela é indicada como abaixo para o cálculo do nível NMC de baixas frequências e do nível NTC de sobressalto, uma filtragem em torno do modo da carroceria (em torno do Hertz) e uma filtragem na banda dos percursos (entre 3 e 8 Hz) são utilizadas para caracterizar o estado da rota (boa rota, rota com bom revestimento mas gerando os movimentos da carroceria, rota com revestimento degradado mas plana, rota com revestimento degradado mas gerando os movimentos da carroceria). Para a 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 duração 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 de inibição de detecção de grande amplitude de movimento das rodas, o coeficiente  $\chi$  de tratamento das grandes amplitudes de movimento da roda. O coeficiente  $\chi$  de tratamento é uma variável superior ou igual à 0 e inferior ou igual à 1. Por defeito, o coeficiente  $\chi$  de tratamento se encontra à 0. Quando o sinal INSGD passa do estado 0 de inibição de detecção de grande amplitude de movimento das rodas ao estado 1 de validação de grande amplitude de movimento das rodas, o coeficiente  $\chi$  de tratamento aumenta de 0 à 1 com um declive de inclinação prescrito, por exemplo, o parâmetro para uma primeira temporização TEMP1 na entrada do módulo 63. O coeficiente  $\chi$  de tratamento é em seguida mantido ao seu valor máximo 1 durante um tempo prescrito, por exemplo do parâmetro para uma segunda temporização TEMP2 na entrada do módulo 63, e

novamente descendo à 0 com uma inclinação descendente prescrita, por exemplo, para o parâmetro de 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 das grandes amplitudes de movimento da roda e a velocidade VVH do veículo e calcula em função da mesma, a regra de amortecimento de instrução ERGD no caso de detecção de uma grande amplitude de movimento da roda. O tratamento das situações de grande amplitude do movimento das rodas é efetuado com o auxílio dos estados
- 10** ERGD de amortecimento de instrução minimizada. Os diferentes parâmetros intervêm no cálculo do coeficiente  $\chi$  de tratamento permitindo gerenciar exatamente ao instante e no tempo durante o qual os estados ERGD de amortecimento mínimo serão aplicados pelo módulo 64. Esses estados mínimos ou minimizados ERGD são os parâmetros em função da velocidade VVH do
- 15** 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 são por exemplo menos elevados à 30 km/h para a passagem do percurso de rodagem quando a velocidade é mais elevada onde uma solicitação da rota criando um grande percurso de rodagem irá necessitar dos
- 20** estados mínimos elevados. Os estados mínimos ERGD poderão igualmente ser calculados separadamente para as rodas dianteiras e para as rodas traseiras. O cálculo dos estados ERGD de amortecimento de instrução é por exemplo efetuado da seguinte maneira:
- um estado intermediário ERGD-INTER de grande amplitude de movimento das
- 25** rodas (número da regra de amortecimento intermediário) sendo extraído de uma mesa plana ou curva pré-assentada 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, correspondendo à velocidade VVH do veículo, por exemplo, por interpolação linear;
- o estado ERGD de amortecimento de instrução de grande amplitude de
- 30** movimento das rodas é então agora 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

D

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

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

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

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

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

## REIVINDICAÇÕES

1. **“DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO”**, de uma carroceria (2) de um veículo automotivo sobre suas rodas (A), compreendendo um calculador (CSS) adaptado para calcular uma extensão (ER) de comando de um acionador (M) de ao menos um amortecedor (AM) variável da suspensão (S),
- 5 caracterizado por o dispositivo compreender um meio de medição do percurso de rodagem (DEB) e da velocidade (VDEB) do percurso com relação à carroceria, da roda direita e da roda esquerda situadas sobre um mesmo eixo axial dianteiro e/ou traseiro, o calculador compreendendo:
- 10 - um meio (61, 62) de detecção de uma grande amplitude de movimento da roda, quando o percurso de rodagem (DEB(A)) da roda esquerda e o percurso de rodagem (DEB(B)) da roda direita ultrapassam um primeiro valor limiar prescrito de detecção e quando a velocidade de percurso de rodagem (VDEB(A)) da roda esquerda e a velocidade de percurso de rodagem (VDEB(B)) da roda direita
- 15 ultrapassa um segundo valor limiar prescrito de detecção ,
- um meio (64) para calcular uma extensão (ERGD) de instrução do acionador do amortecedor das rodas, quando uma grande amplitude de movimento é detectada,
- um meio (28) para calcular a referida extensão (ER) de comando em função ao
- 20 menos da referida extensão (ERGD) de instrução.
2. **“DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO”**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o dispositivo compreender um meio de medição da velocidade (VVH) do veículo, e um meio (61) para modificar os valores limiares de detecção em função da velocidade (VVH) medida do veículo.
- 25 3. **“DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO”**, de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado por o dispositivo compreender:
- um meio (21) de cálculo de um primeiro esforço modal de instrução do amortecedor em função de ao menos uma velocidade modal absoluta ( $V_{mod}$ ) da carroceria, estimada sobre o veículo,
- 30 - um meio (34) de cálculo de um segundo esforço modal F2 de instrução do amortecedor em função de ao menos uma velocidade modal ( $V_{mod2}$ ) relativa da carroceria com relação ao plano médio das rodas, estimada sobre o veículo,
- 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 seguindo a fórmula:  
 $F = (1 - \alpha).F1 + \alpha.F2$ , onde o coeficiente  $\alpha$  de ponderação é superior ou igual à 0 e inferior ou igual à 1, sendo normalmente 0 e levando o valor 1 ao menos quando a solicitação detectada ultrapassa um valor limiar prescrito,
- 5
- um meio (62) para inibir a detecção da grande amplitude de movimento da roda, quando o coeficiente  $\alpha$  de ponderação do primeiro esforço F1 de instrução e do segundo esforço F2 de instrução for superior à um valor prescrito (SCOEFF2) de coeficiente.
- 10
4. **“DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO”**, de acordo com as reivindicações 1 2 e 3 , caracterizado por o dispositivo compreender um meio (24) de cálculo, em função dos percursos de rodagem (DEB), de um nível (NTC) de sobressalto da carroceria, um meio (62) para inibir a detecção da grande amplitude de movimento da roda, quando o nível (NTC) de sobressalto for superior à um valor limiar (SNTC) prescrito do nível desse sobressalto.
- 15
5. **“DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO”**, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por o meio (24) de cálculo do nível (NTC) de sobressalto da carroceria ser adaptado para efetuar:
- 20
- o cálculo da média (DEBAVMOY) dos percursos de rodagem dianteiros por um filtro passa-banda (PB3), para obter uma extensão filtrada (DEBAVMOYF),
- o acionamento do valor absoluto da extensão filtrada (DEBAVMOYF), em um módulo reparador (RED), para obter um extensão reparada (IDEBAVMOYFI),
- a manutenção dos valores máximos da extensão reparada (IDEBAVMOYFI) em um módulo (MMAX) de manutenção para a obtenção do nível (NTC) de sobressalto da carroceria.
- 25
6. **“DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO”**, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por o filtro passa-banda (PV3) ter uma banda passante regrada de 3 Hz à 8 Hz para o cálculo do nível (NTC) de sobressalto da carroceria.
- 30
7. **“DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO”**, de acordo com as reivindicações 1 2, 3, 4, 5 e 6, caracterizado por a extensão (ER) de comando e a extensão (ERGD) de instrução serem as regras ou valores de

controle do amortecimento determinado entre uma pluralidade de regras (ER) de amortecimentos diferentes prescritos, impondo a força (FA) do amortecedor em função de sua velocidade (VDEB) de percurso.

- 5 8. **“DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO”**, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por as regras ou valores de controle (ER) de amortecimento prescritas serem numeradas em um ordem crescente para as regras de amortecimento mais fechadas, o meio (62) de detecção sendo adaptado para fornecer um sinal (INSGD) de detecção da grande amplitude de movimento da roda, que leva um estado de validação de grande amplitude de movimento das rodas ou um estado de inibição de grande amplitude de movimento das rodas, sendo previsto um meio (63) de cálculo de um coeficiente (X) de tratamento das grandes amplitudes de movimento da roda em função do sinal (INSGD) de detecção da grande amplitude de movimento da roda, de tal sorte que esse coeficiente (X) de tratamento das grandes amplitudes de movimento da roda seja superior ou igual à 0 ou igual à 1, para a falta de 0, e passando de 0 à 1 com um declive de elevação prescrita quando o sinal (INSGD) de detecção da grande amplitude de movimento da roda passa do estado de inibição de detecção da grande amplitude de movimento das rodas ao estado de validação da grande amplitude de movimento das rodas, permanecendo à 1 durante um período prescrito (TEMP2) para em seguida decrescer à um declive descendente prescrito, sendo previsto um meio de medição da velocidade (VVH) do veículo e um meio (64) de cálculo de um número (ERGD-INTER) da regra de amortecimento intermediário em função da velocidade (VVH) medida do veículo, o meio (64) de cálculo da extensão (ERGD) de instrução sendo adaptada para calcular o número da regra (ERGD) de amortecimento de instrução na multiplicação do número (ERGO-INTER) da regra de amortecimento intermediário para o coeficiente (X) de tratamento das grandes amplitudes de movimento da roda.
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30 9. **“VEÍCULO AUTOMOTIVO”**, caracterizado por compreender uma carroceria (2), rodas (A, B, C, D), uma suspensão (S) da carroceria (2) sobre as rodas (A, B, C, D) e um dispositivo de comando da suspensão (S) de acordo com a reivindicação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ou 8.

10. **"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 do programa, no sentido de acionar os meios de cálculo do dispositivo de comando da suspensão de acordo com a reivindicação 1, 2, 3, 3, 5, 6, 7 ou 8.
- 5
- 10
11. **"PROGRAMA DE INFORMÁTICA DE PILOTAGEM DE UM CALCULADOR (CSS)"**, caracterizado por compreender as instruções do programa de cálculo de uma extensão (ERGD) de instrução de um acionador de um amortecedor de rodas, quando uma grande amplitude de movimento da roda é detectada, pelo cálculo de uma extensão (ER) de comando em função ao menos da referida extensão (ERGD) de instrução, quando ele é acionado em um dispositivo de comando de suspensão, de acordo com a reivindicação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ou 8.
- 15
- 20

Fr  
d

FIG. 1

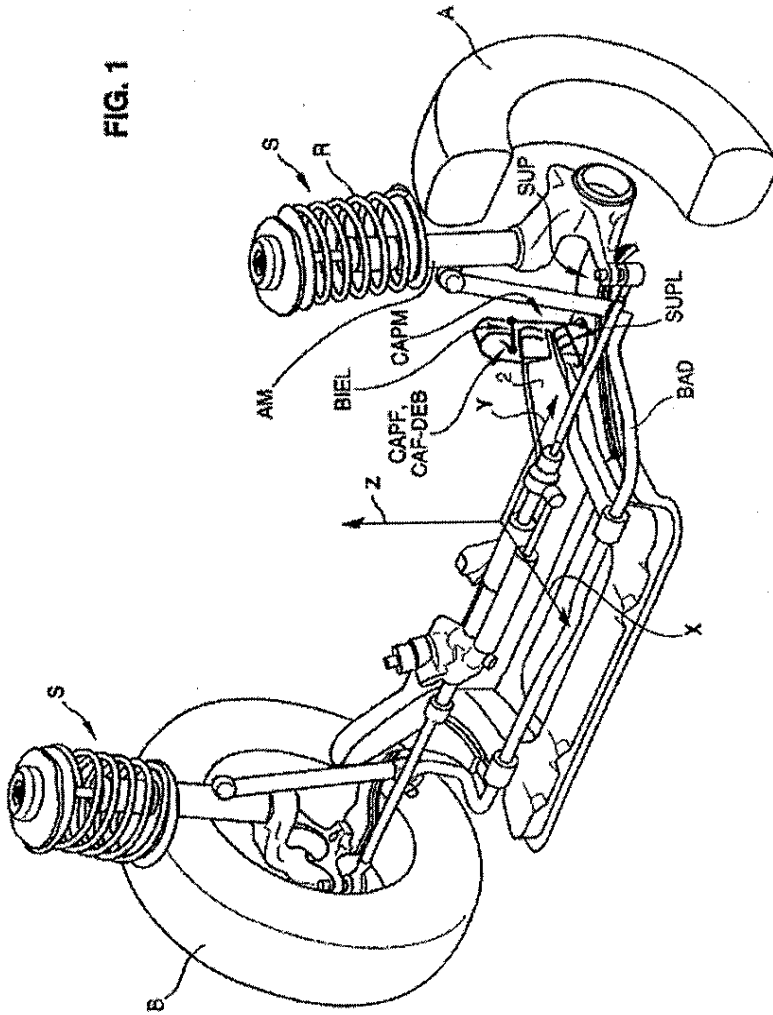
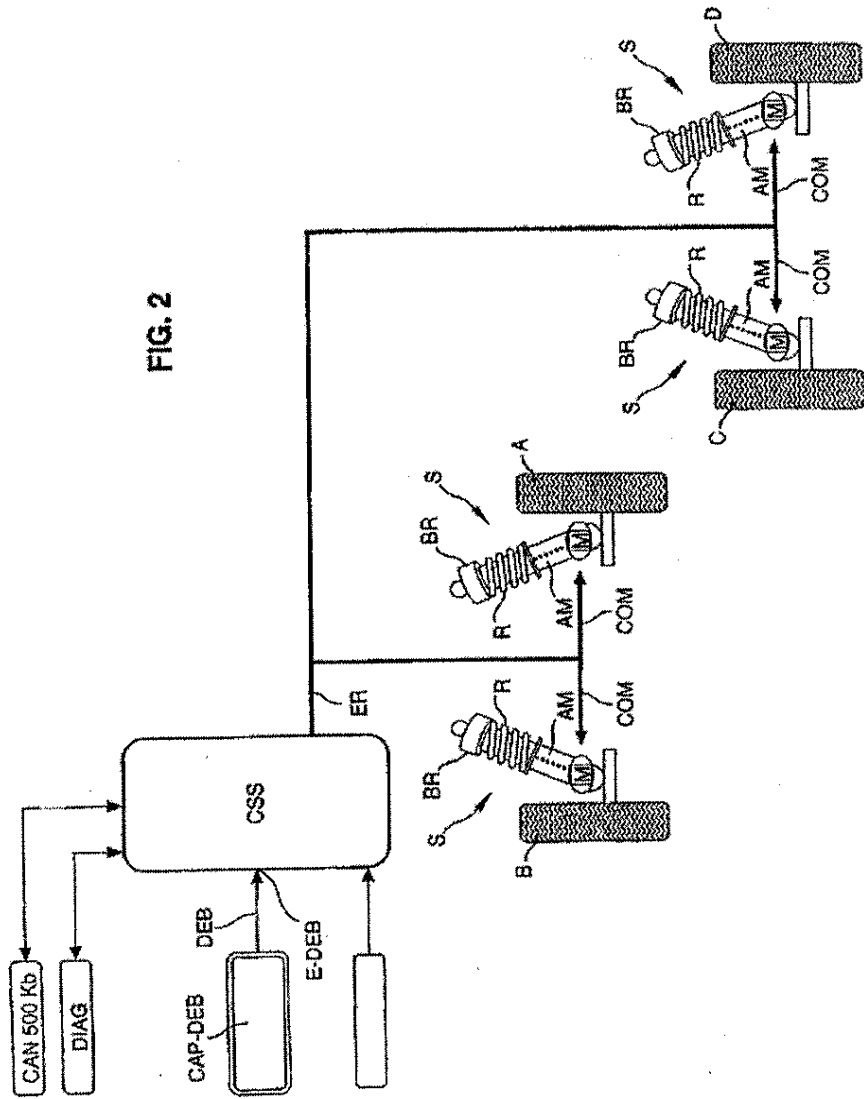


FIG. 2



26  
27

FIG. 3

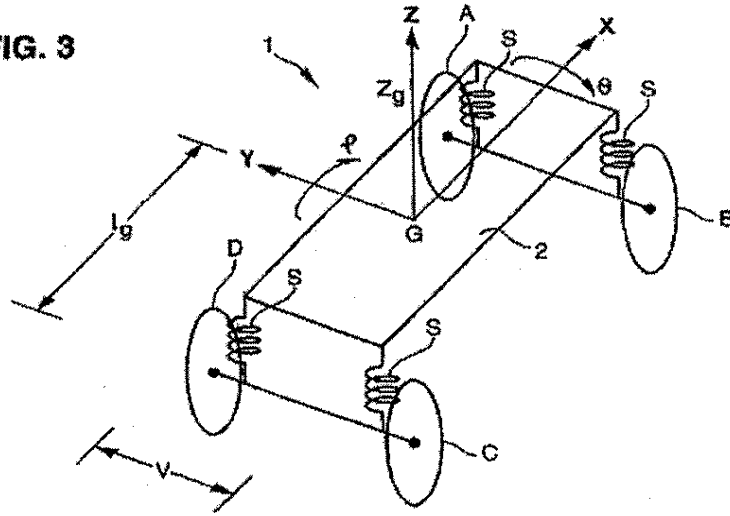
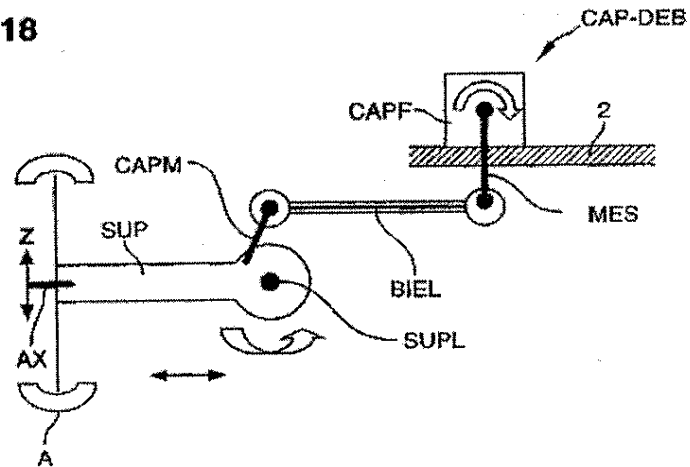


FIG. 18



op 16

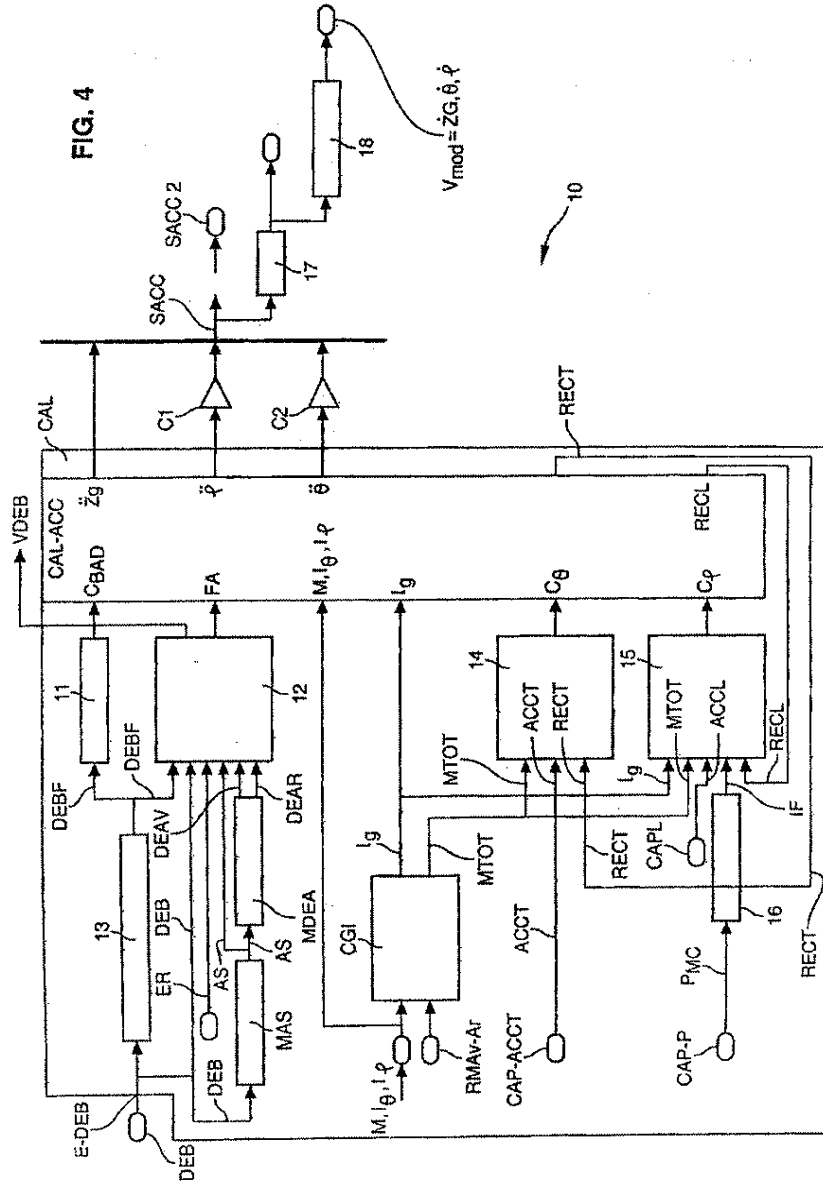
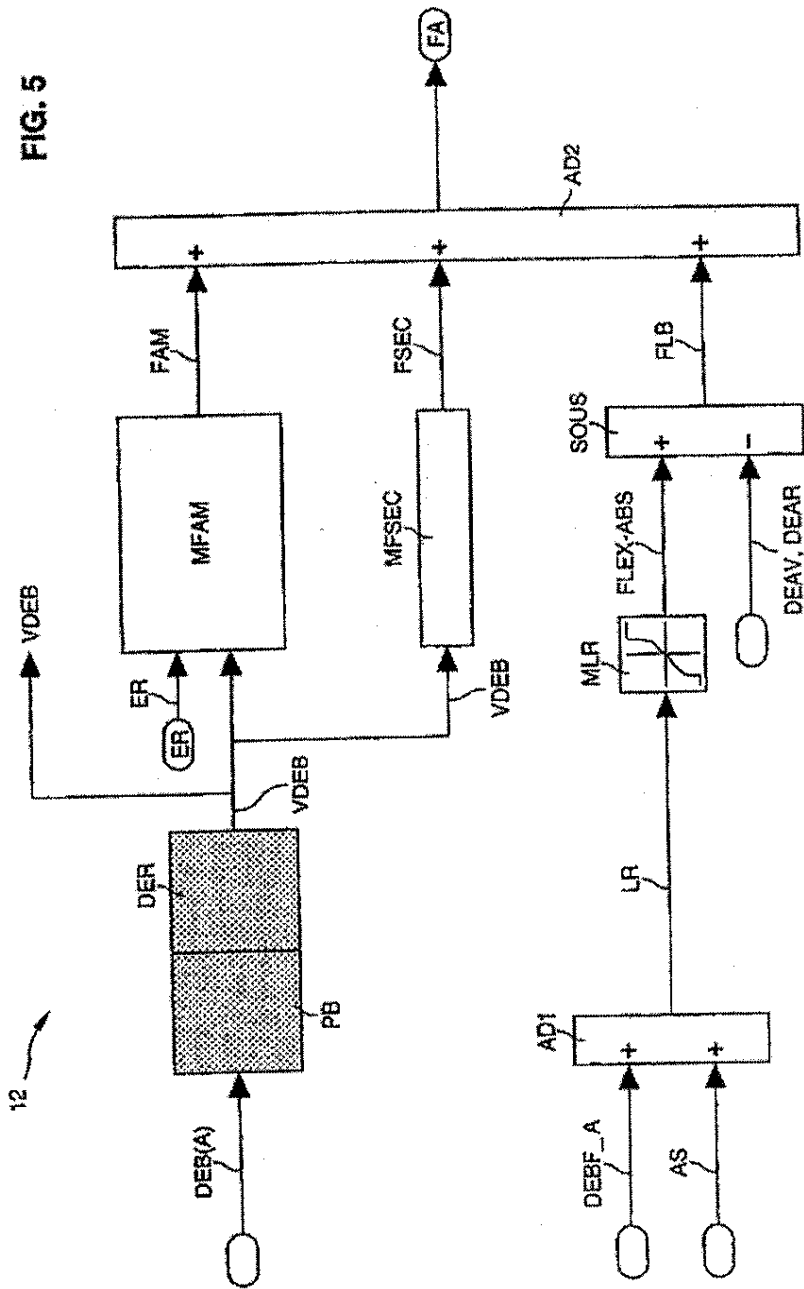


FIG. 5



Handwritten marks at the top right of the page.

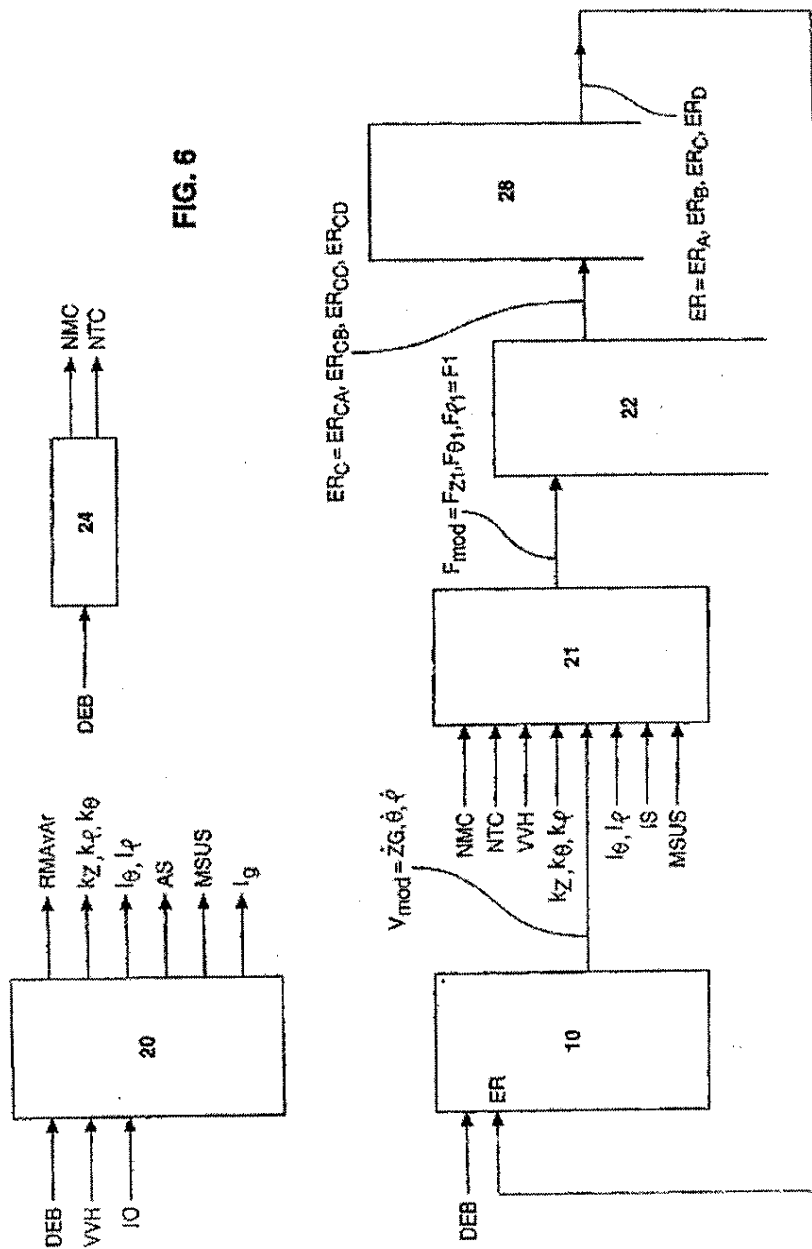


FIG. 6

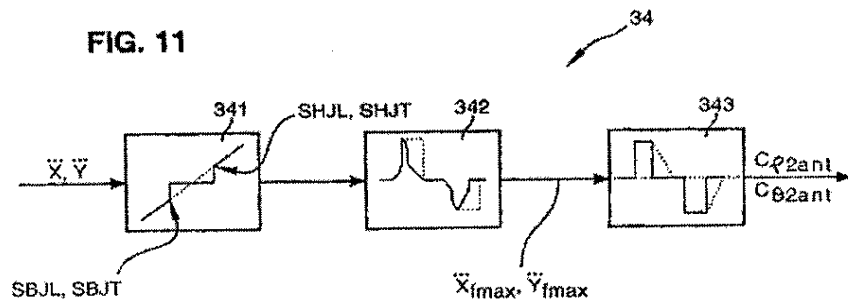
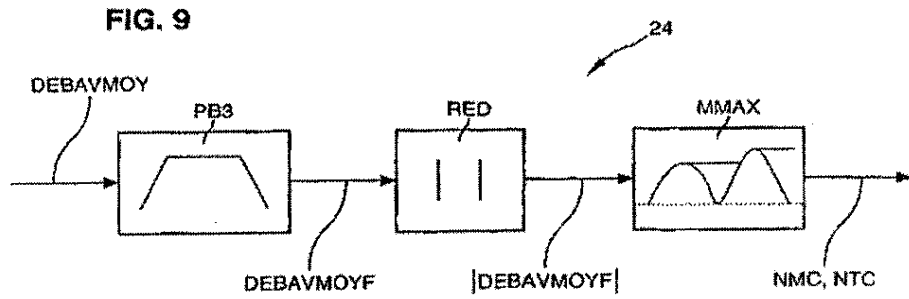
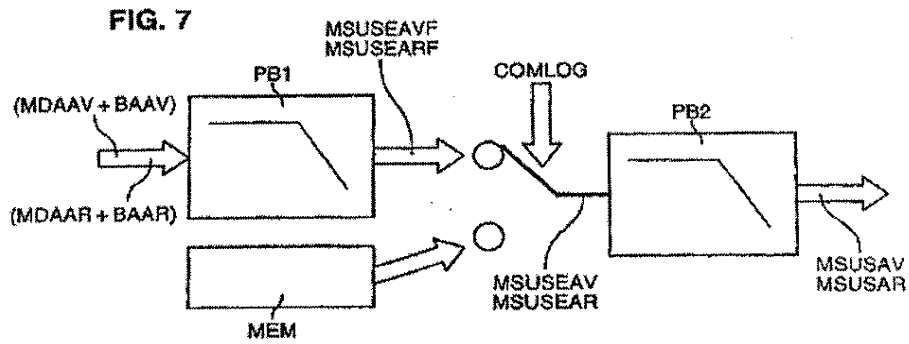
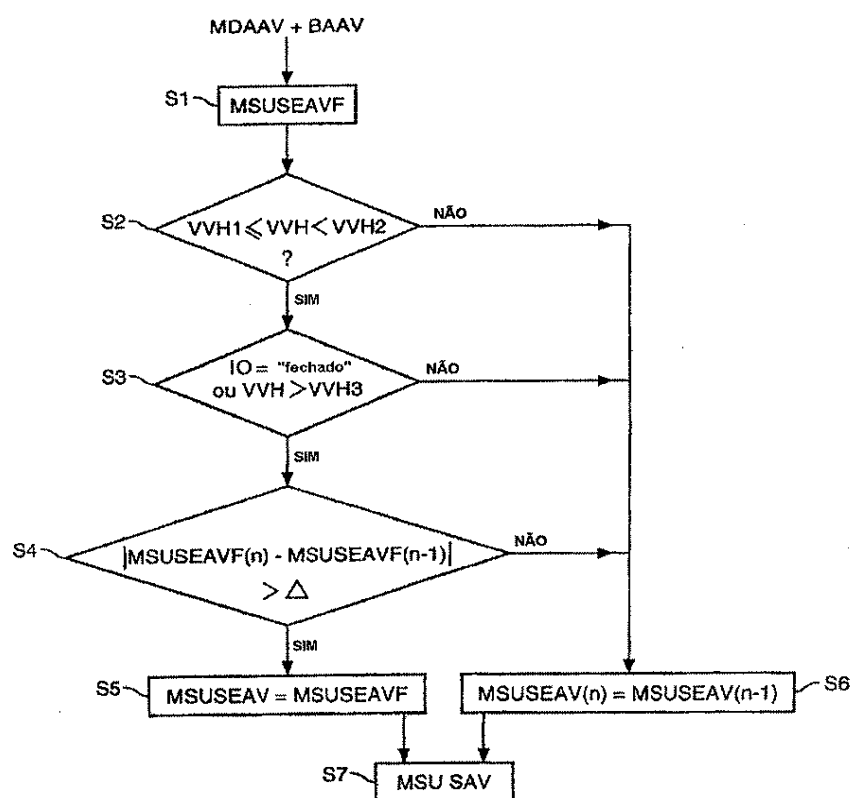
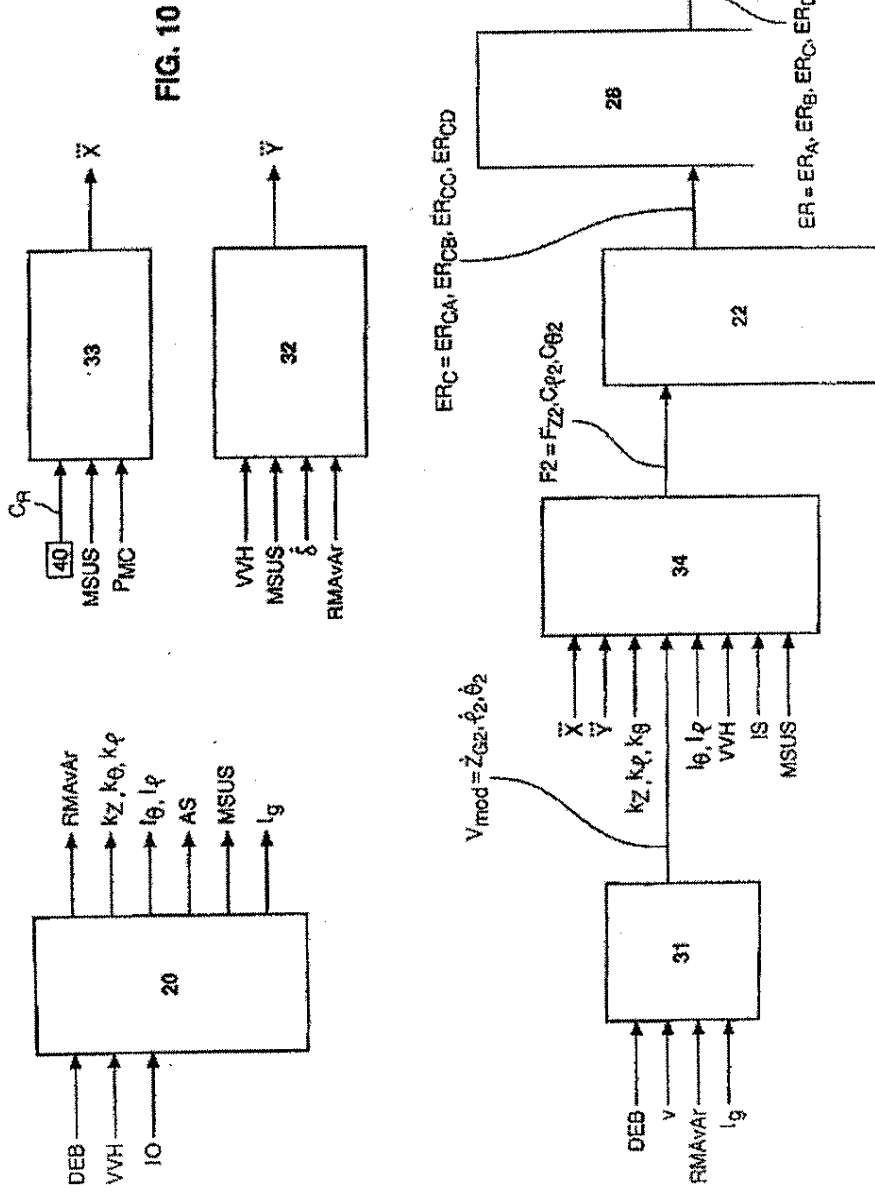


FIG. 8





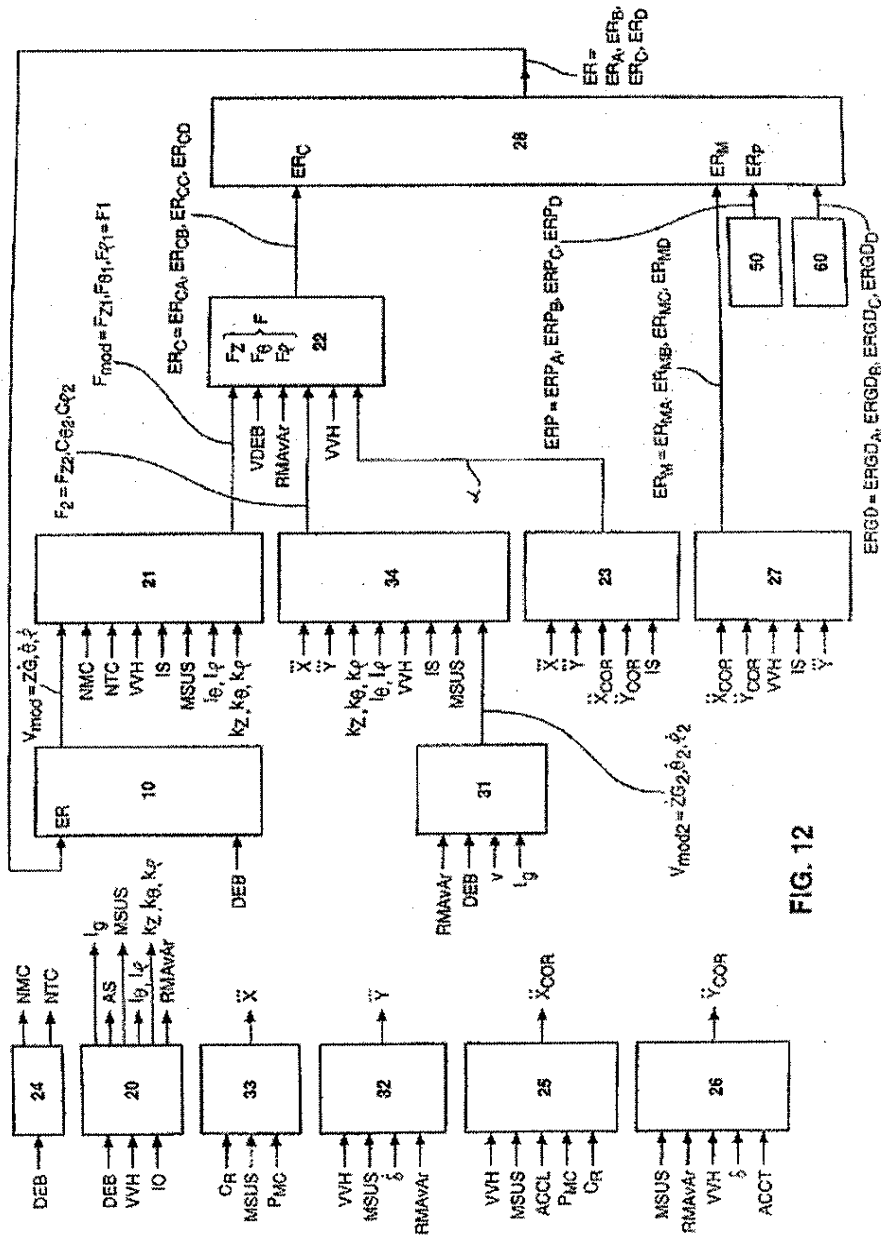


FIG. 12

FIG. 13

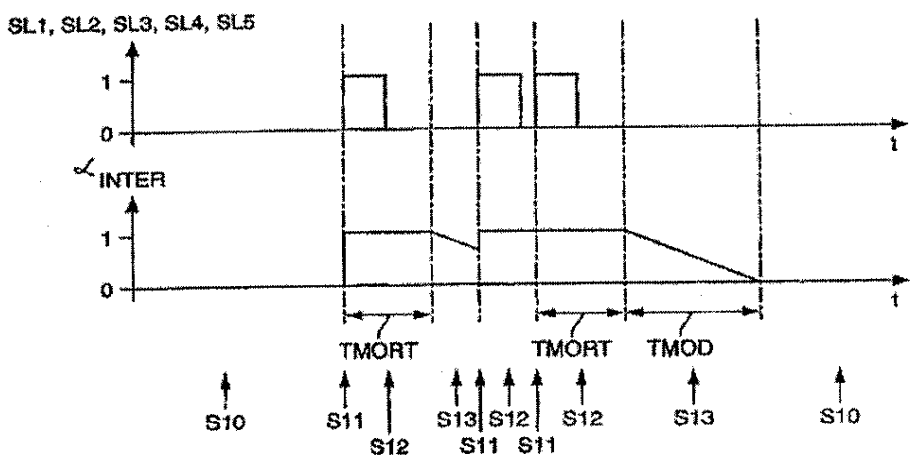


FIG. 14

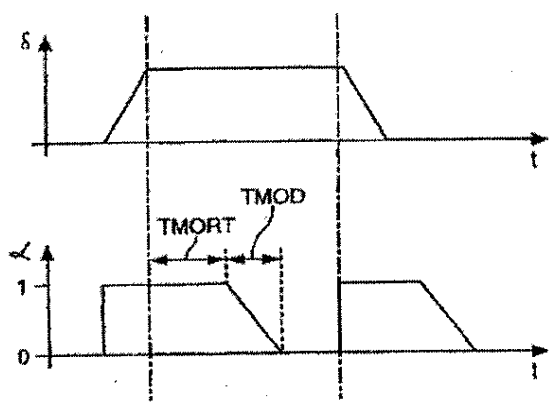
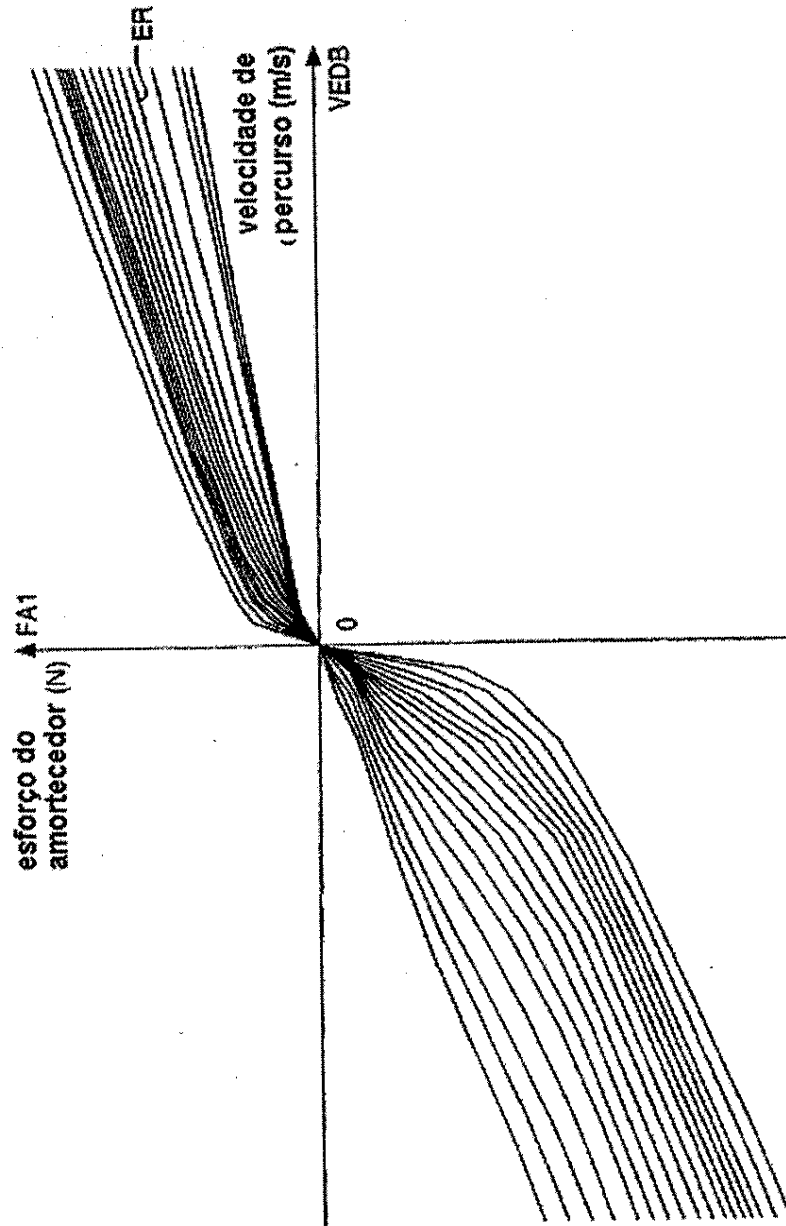


FIG. 15

regras de amortecimento



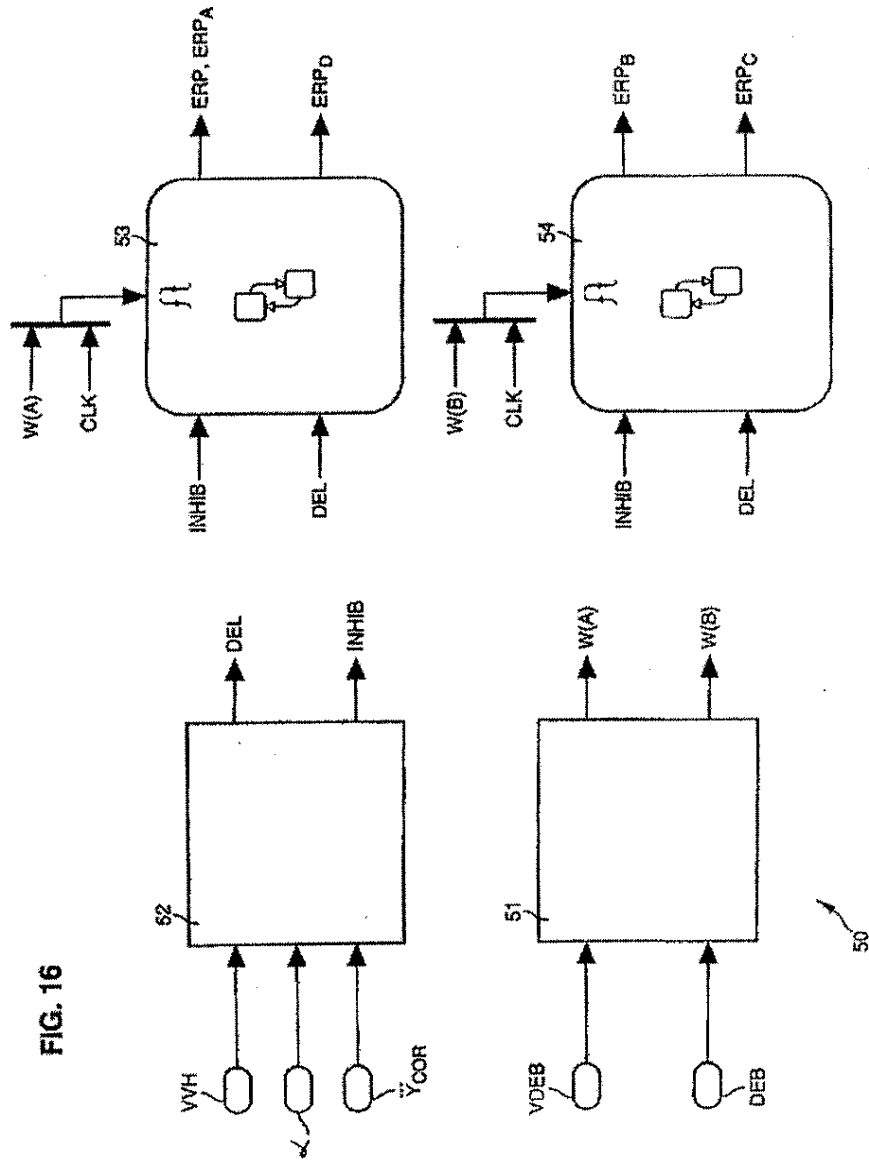
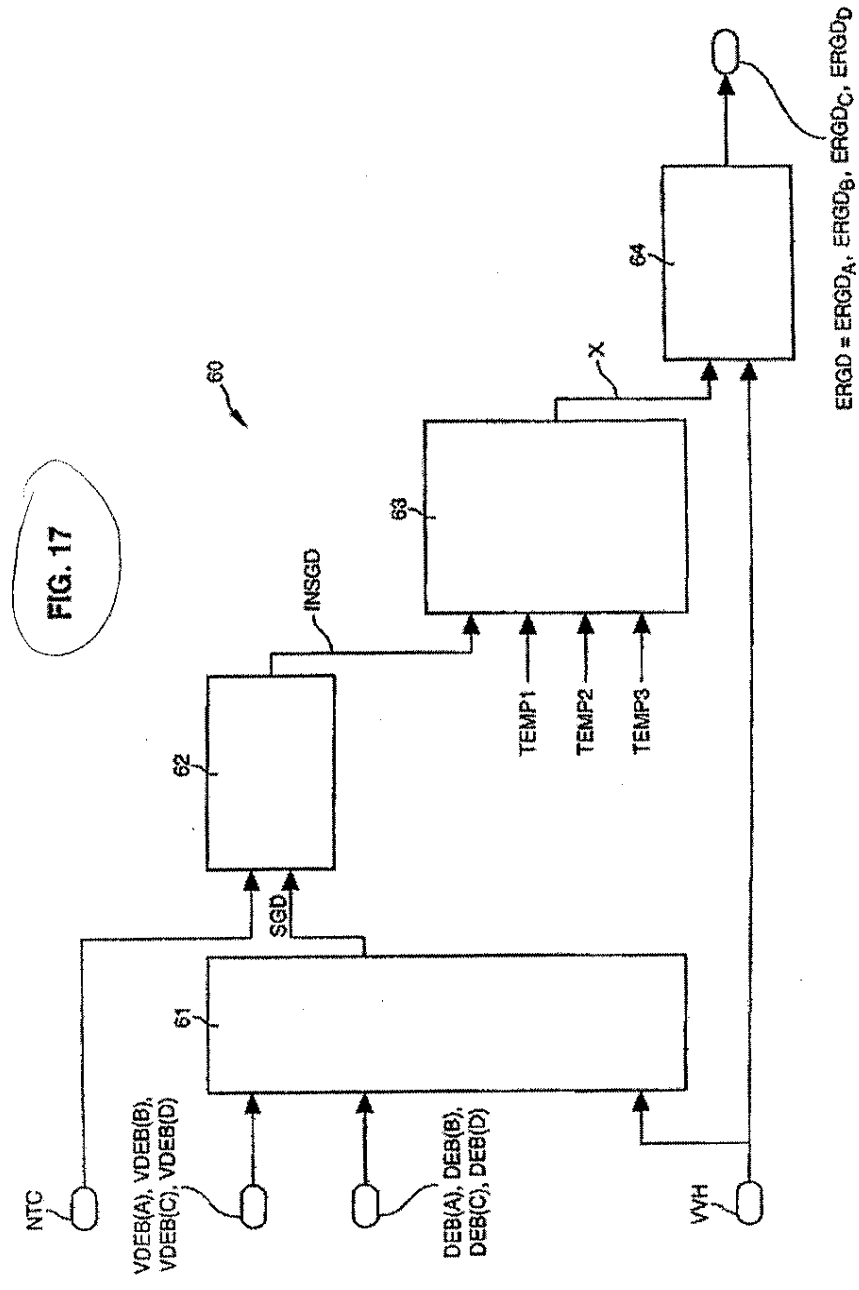


FIG. 16

8/24



**RESUMO**

**“DISPOSITIVO DE COMANDO DE UMA SUSPENSÃO, VEÍCULO AUTOMOTIVO, MÉTODO DE PRODUÇÃO DE UM VEÍCULO AUTOMOTIVO E PROGRAMA DE INFORMÁTICA DE PILOTAGEM DE UM CALCULADOR (CSS)”**

5

A presente 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 para a medição do percurso de rodagem (DEB(A)) e a velocidade do percurso de rodagem (VDBA(A)) das rodas direitas e

10 esquerdas em um sistema axial dianteiro e traseiro em relação à carroceria, um meio (61, 62) para calcular uma extensão do movimento da roda, quando os percursos de rodagem (DEB(A)) e as velocidades ultrapassam um valor limiar, um meio (64) para calcular uma extensão (ERGD) de instrução do acionador do amortecedor, quando uma grande amplitude de movimento da roda é detectada.