

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

(21) **PI0709457-4 A2**

(22) Data de Depósito: 30/03/2007
(43) Data da Publicação: 12/07/2011
(RPI 2114)



(51) *Int.Cl.:*
B60G 3/10 2006.01
B60G 7/00 2006.01

(54) Título: **BRAÇO PARA UMA SUSPENSÃO INDEPENDENTE DE VEÍCULO A MOTOR E SUSPENSÃO INDEPENDENTE DE VEÍCULO A MOTOR COMPREENDIDO TAL BRAÇO**

(30) Prioridade Unionista: 03/04/2006 IT TO2006A 000246

(73) Titular(es): Sistemi Sospensioni S.P.A.

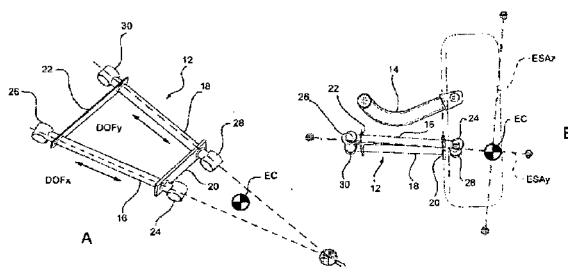
(72) Inventor(es): Miles Barnaby Gerrard

(74) Procurador(es): Advocacia Pietro Ariboni S/C

(86) Pedido Internacional: PCT IB2007051152 de 30/03/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/113761 de 11/10/2007

(57) **Resumo:** Braço para uma suspensão independente de veículo a motor e suspensão independente de veículo a motor compreendendo tal braço. O braço (12) compreende um par de hastes transversais (16, 18) articulado em suas extremidades externas (24, 28) com o suporte de roda de uma roda de veículo e em suas extremidades internas (26, 30) com a carroceria de veículo, e ao menos um par de elementos de conexão (20, 22) os quais conectam as hastes (16, 18) uma com a outra e que são preferentemente formados como elementos semelhantes a lâminas ou semelhantes a placas, de tal maneira que sua rigidez à flexão em um plano é maior do que sua rigidez à flexão em uma direção perpendicular a esse plano; o braço (12) é capaz de controlar dois graus de liberdade de translação (DOFx, DOFy) ao longo dos eixos das hastes (16, 18) e, em virtude da geometria e da rigidez à torção das hastes (16, 18), assim como da geometria e da rigidez à flexão dos elementos de conexão (20, 22) em seu plano, um primeiro grau de liberdade de rotação (DOFey) sobre um primeiro eixo (ESAy), principalmente transversal e horizontal; de acordo com a invenção, as hastes (16, 18) convergem, preferentemente, em direção à parte externa do veículo, em tal maneira que o braço tem um centro elástico (EC) disposto fora de seu envoltório físico e é, então, capaz de controlar, em virtude da geometria e da rigidez à flexão das hastes (16, 18), assim como da geometria e da rigidez à flexão dos elementos de conexão (20, 22) na direção perpendicular a seu plano, um segundo grau de liberdade de rotação (DOF8z) sobre um segundo eixo (ESAz), principalmente vertical.





Braço para uma suspensão independente de veículo a motor e suspensão independente de veículo a motor compreendendo tal braço.

A presente invenção refere-se a um braço de suspensão para conectar um suporte de roda à carroceria de um veículo a motor em um sistema de suspensão independente, como especificado no preâmbulo da reivindicação 1.

Um braço de suspensão do tipo identificado acima é conhecido pela Solicitação de Patente Européia EP 1361083 em nome do solicitante desta. Este documento descreve, com referência em particular à configuração mostrada em sua figura 4, um braço para uma suspensão independente de automóvel compreendendo um par de hastes, em oposição, cada uma das quais é formada por um corpo central alongado essencialmente reto, nas extremidades transversalmente internas e transversalmente externas do qual respectivos assentos cilíndricos são respectivamente fixados para articulação com o suporte de roda e com a carroceria do veículo. As duas hastes se estendem paralelas uma à outra, substancialmente na direção transversal do veículo, e são conectadas por um par de elementos flexíveis junto aos assentos cilíndricos. Os elementos flexíveis são caracterizados por uma alta razão de rigidez à flexão entre uma dada direção e a rigidez à flexão nas suas direções perpendiculares. Em particular, os elementos flexíveis são feitos com um formato semelhante a uma lâmina, com uma folha de metal ou de material composto, de modo a exibir uma alta rigidez em seu plano médio, mas uma certa flexibilidade na direção perpendicular a seu plano médio. Em virtude de tal disposição, para além dos dois graus de liberdade de translação do suporte de roda ao longo dos eixos das duas hastes, o braço também restringe um terceiro grau de liberdade de rotação do suporte de roda. A expressão "cancelar um grau de liberdade", assim como a expressão equivalente "controlar um grau de liberdade, devem ser entendidas não em seu significado literal de impedir qualquer deslocamento na direção em questão ou rotação sobre a direção em questão, mas em seu maior entendimento de possibilitar deslocamentos e rotações significativamente menores do que os deslocamentos e rotações possibilitadas em outras direções.

Para um melhor entendimento da operação do braço de suspensão conhecido acima descrito, assim como daquela do braço de suspensão da presente solicitação de Patente, uma explicação da técnica do EEM (Mecanismo Elástico Equivalente) proposta no Documento SAE 2005-01-1719 será dada aqui mais à frente. A técnica EEM tem sido desenvolvida pelo solicitante como um instrumento para apoiar o projeto e análise do comportamento elástico-cinético de sistemas de suspensão de veículos motorizados. O EEM é um modelo físico simples capaz de reproduzir exatamente, e de modo completo, o comportamento elástico linear de qualquer sistema elástico, em particular de uma suspensão de automóvel.

Genericamente, para definir o comportamento de um sistema elástico linear são usadas a matriz de rigidez ou a matriz de complacência, a qual é o inverso da matriz de rigidez. Estas matrizes provêm um caminho matematicamente elegante e muito compacto de descrever o comportamento de um sistema elástico, o qual pode ser também muito complexo, não obstante a localização e a orientação das forças ou dos deslocamentos aplicados ao sistema. A desvantagem do uso destas matrizes reside, entretanto em que são não muito intuitivas, uma vez que é difícil de imaginar o comportamento real do sistema simplesmente visando a sua matriz de rigidez. Por exemplo, não é possível configurar da matriz de rigidez como o sistema poderia reagir a um deslocamento do ponto de aplicação ou a uma mudança na orientação de uma força atuando sobre o sistema. Além disso, é certamente impossível imaginar desde a matriz de rigidez o efeito de uma mudança na orientação ou rigidez de um dos componentes do sistema elástico em questão.

A técnica EEM objetiva a criação de um modelo físico para representar um sistema elástico linear, o qual provê o mesmo comportamento elástico daquele descrito pela matriz de rigidez, a qual retém a vantagem típica da matriz de rigidez representada pela independência das forças aplicadas e deslocamentos impostos, mas a qual torna possível entender imediatamente e claramente o comportamento do sistema enquanto variam os parâmetros de tal sistema e/ou as forças e os deslocamentos nele aplicados.

O EEM pode ser dividido em dois simples subsistemas atuando em série, cada um dos quais tem três graus de liberdade e tem seu próprio sistema de coordenadas locais definindo a sua orientação. O primeiro subsistema do EEM é definido por três complacências puramente de translação (indicadas aqui à frente com a abreviação TOC, a qual é o acrônimo (em inglês) de Complacência Somente de Translação), as quais descrevem como o suporte de roda translada sem girar ao longo de três eixos perpendiculares um com relação a cada outro. As complacências TOC e a orientação dos três eixos de translação são calculados desde a matriz de rigidez do sistema elástico original. O segundo subsistema do EEM é definido por três eixos de parafuso elástico (indicados com a abreviação ESA, aqui à frente, a qual é o acrônimo (em inglês) de Eixo de Parafuso Elástico) perpendiculares um com relação a cada outro. A cada eixo de parafuso elástico está associado um grau de liberdade de roto-translação elástica em uma rotação sobre aquele eixo e em uma translação ao longo daquele eixo, a translação sendo univocamente ligada à rotação. Também neste caso, a posição, a orientação e as complacências associadas os três eixos ESA, são calculadas desde a matriz de rigidez do sistema elástico original.

A figura 1 dos desenhos anexos mostra a aplicação da técnica EEM a um sistema de suspensão de uma roda de um veículo a motor. Como

pode ser visto nas figuras, o modelo da suspensão consiste de três eixos de rotação elástica ESAX (orientada ao longo da direção longitudinal do veículo ou inclinada, em um certo ângulo, em relação àquela direção), ESAY (orientada ao longo da direção transversal do veículo ou inclinada, em um certo ângulo, em relação àquela direção), e ESAZ (orientada ao longo da direção vertical do veículo ou inclinada, em um certo ângulo, em relação àquela direção), e em três complacências de somente-translação TOCx (translação longitudinal), TOCy (translação transversal), e TOCz (translação vertical). W indica uma roda do veículo, a seta F indica a direção de direcionamento do veículo, e as setas I F, B F, e C F indicam a força de impacto, a força de frenagem, e a força de virada atuando sobre a roda W, respectivamente.

Uma vez tendo sido calculadas as complacências e as direções dos três eixos ESA da suspensão, pela decomposição da matriz de rigidez, a resposta da suspensão às forças externas aí aplicadas podem ser simplesmente imaginadas tomando em conta os efeitos combinados da força sobre cada grau de liberdade de translação ou de rotação elástica sobre o respectivo eixo ESA. Cada eixo ESA provê uma descrição completa da resposta do suporte de roda a um torque exercido sobre tal eixo. Desde que cada torque exercido sobre o suporte de roda pode ser decomposto nas três direções perpendiculares do subsistema definido pelos eixos ESA a soma das complacências relativas aos três eixos ESA do sistema elástico constituído pela suspensão provê uma descrição completa dos deslocamentos elásticos do sistema sob o efeito de um torque externo aplicado ao sistema.

Como mencionado acima, todos os elementos do EEM atuam em série e assim a resposta global do sistema a uma força/torque externa é simplesmente a soma das deflexões de cada único elemento do sistema sob o efeito daquela força/torque.

A força aplicada aos elementos TOC resulta em uma pura translação a qual não depende do ponto de aplicação da força e usualmente tem componentes em todas as três direções do primeiro subsistema acima definido, a menos que a força aplicada seja paralela a uma destas três direções. Um torque aplicado aos elementos TOC não produz, é claro, qualquer deflexão.

O efeito de uma força sobre os eixos ESA é fácil de ser visualizado, provido que a direção da força é aproximadamente paralela a um dos eixos ESA. Quando os efeitos de parafusar são negligenciados, então nenhuma deflexão dos eixos ESA paralelos à força ocorre. De acordo com isso, a força resulta simplesmente em rotações sobre os outros dois eixos ESA, cujas rotações dependem das complacências de rotação destes eixos e da distância entre a força e os eixos ESA.

A resposta de rotação do sistema é assim simplesmente dada pela soma das rotações sobre estes dois eixos ESA. Cada rotação também provoca

uma deflexão no ponto de aplicação da força. A soma dos componentes das deflexões causadas pelas duas rotações paralelas à força aplicada representa a complacência de translação do sistema no ponto em questão.

5 Finalmente, como os efeitos de parafusar são negligenciáveis, a aplicação de um torque sobre um dos eixos ESA resulta simplesmente em uma rotação sobre tal eixo, cuja rotação depende da sua complacência de rotação.

10 Para um entendimento mais profundo da ligação entre os parâmetros do modelo EEM e o comportamento elástico-cinético da suspensão sob as forças laterais e longitudinais normalmente atuando sobre a roda de um veículo a motor, deve ser feita uma referência à publicação não patenteável acima citada.

15 Começando na estrutura do braço de suspensão conhecido a partir do documento citado no início, é, por isso, um objetivo da presente invenção prover um braço para uma suspensão independente de um automóvel o qual seja capaz de controlar mais um grau de liberdade do suporte de roda, para um total de quatro graus de liberdade, sem tornar o braço mais complexo, e então mais custoso.

Este objetivo é completamente atingido de acordo com a presente invenção em virtude de um braço de suspensão tendo as características apontadas na parte de caracterização da reivindicação 1, independente.

20 Em virtude das duas hastes convergindo em direção do exterior ou do interior do veículo, o centro elástico (ou centro de rigidez de translação), e assim o eixo ESAz, do sistema elástico equivalente do braço, é disposto fora do envoltório do braço, e o braço é, por isso, capaz de controlar o grau de liberdade a mais que é o de rotação sobre aquele eixo. Uma vez que a rotação do suporte de roda sobre o eixo ESAz provoca a inflexão dos elementos flexíveis do braço, a rigidez de torção associada com este eixo é determinada pela rigidez à flexão dos elementos flexíveis.

25 Uma vez que o braço de acordo com a invenção controla quatro graus de liberdade do suporte de roda, ele pode ser vantajosamente usado como um braço transversal inferior em combinação com uma haste de controle de câmbier capaz de controlar o restante grau de liberdade do suporte de roda, pelo qual uma suspensão tendo uma estrutura simples, um baixo custo, mas altos desempenhos elástico-cinéticos possa ser obtida com somente dois componentes. Tanto quanto as vantagens econômicas são abordadas, é suficiente observar que uma suspensão que adote um braço de acordo com a invenção requer somente seis buchas (quatro para o braço inferior e duas para a haste de controle de câmbier) ao invés de oito buchas que
30 são as requeridas em uma suspensão que adota um braço de acordo com a arte anterior
35 acima discutida.

As configurações preferidas de um braço de suspensão de acordo com a invenção são especificadas nas reivindicações dependentes.

Preferentemente, as duas hastes do braço de suspensão exibem uma certa complacência à torção, enquanto as buchas de articulação são rígidas. Nesta maneira, a rotação do suporte de roda sob um torque de frenagem é atendida pela deformação por torção das hastes. Alternativamente, as duas hastes são rígidas em torção enquanto as buchas são flexíveis de modo que possibilitam uma certa rotação do suporte de roda quando um torque por frenagem é aplicado.

Os elementos de conexão são preferentemente formados como elementos semelhantes a uma lâmina ou semelhantes a uma placa, os quais podem ser ocos, de modo que eles tenham uma baixa rigidez de flexão na direção perpendicular a se plano médio.

Alternativamente, no caso de um braço com hastes que sejam rígidas à torção, o elemento flexível mais externo de modo transversal pode ser formado por uma bucha.

As características e as vantagens da invenção serão melhor compreendidas à luz da descrição detalhada que segue, dada puramente como um exemplo não limitativo, com referência nos desenhos anexos, nos quais:

- a Figura 1 é um esquema mostrando a aplicação da técnica EEM a um sistema de suspensão para uma roda de um veículo a motor;
- a Figura 2 é uma vista em perspectiva de uma suspensão independente de um veículo a motor incluindo um braço de suspensão de acordo com uma configuração preferida da invenção;
- as Figuras 3A e 3B são, respectivamente: uma vista em perspectiva do braço de suspensão da fig. 2 e uma vista em elevação frontal da suspensão da fig. 2, as quais mostram a disposição dos dois eixos (ESAy) e (ESAz) do sistema elástico equivalente associado com a suspensão e como são controlados dois graus de liberdade de translação do suporte de roda;
- as Figuras 4A e 4B são, respectivamente: uma vista em planta do braço de suspensão da fig. 2 e uma vista em elevação frontal da suspensão da fig. 2, as quais mostram o comportamento do braço em relação ao eixo (ESAz);
- as Figuras 5A e 5B são, respectivamente: uma vista em perspectiva do braço de suspensão da fig. 2 e uma vista em elevação frontal da suspensão da fig. 2, as quais mostram o comportamento do braço em relação ao eixo (ESAy);
- as Figuras 6A e 6B são, respectivamente, vistas em elevação frontal do braço e da suspensão da fig. 2, as quais mostram como varia a orientação do eixo (ESAy) e do eixo (ESAz) conforme varia a orientação dos elementos flexíveis do braço;
- a Figura 7 é uma vista em elevação lateral da suspensão da fig. 2, a qual mostra a orientação do eixo (ESAz) no plano (x-z) do veículo; e
- a Figura 8 é uma vista em perspectiva de uma suspensão independente de um veículo

a motor incluindo um braço de suspensão de acordo com uma variante da configuração da invenção presente.

Na descrição e nas reivindicações que seguem, os termos tais como "longitudinal" e "transversal", "interno" e "externo", "frontal" e "posterior", "horizontal" e "vertical", "superior" e "inferior", devem ser entendidos como referidos à
5 condição de montagem no veículo. Além disso, de acordo com a convenção usualmente adotada no campo automotivo, a direção longitudinal, a direção transversal e a direção vertical do veículo serão indicadas respectivamente como (x), (y) e (z).

Com referência, primeiro, na fig. 2, uma suspensão
10 independente de um veículo a motor para conectar o suporte de roda (não mostrado) de uma roda (10) do veículo a motor com a carroceria (não mostrada) do veículo a motor compreende um braço inferior, o qual é indicado genericamente com (12), e uma haste de controle de câmbio (14). Tanto o braço (12) como a haste (14) são orientados transversalmente e articulados em suas extremidades transversalmente externas com
15 relação ao suporte de roda e em suas extremidades transversalmente internas com relação à carroceria do veículo. Como pode ser notado, por exemplo, na fig. 3 B, os pontos de articulação do braço (12) estão dispostos em um plano substancialmente horizontal, assim como estão os pontos de articulação da haste (14).

O braço (12) inclui basicamente um par de hastes (16) e
20 (18) essencialmente retas, e um par de elementos (20) e (22) de conexão os quais conectam as hastes (16) e (18) uma com a outra nas suas extremidades respectivamente externas e internas.

De acordo com uma configuração preferida da invenção, as hastes (16) e (18) tem um corpo alongado com uma seção transversal oca, por exemplo,
25 de formato circular. A haste (16) é provida em sua extremidade externa transversalmente de um primeiro assento de articulação (24) para receber uma primeira bucha (não mostrada) para articulação com o suporte de roda, e em sua extremidade interna transversalmente de um segundo assento de articulação (26) para receber uma segunda bucha (não mostrada) para articulação com a carroceria do veículo. De modo
30 semelhante, a haste (18) é provida em sua extremidade externa transversalmente de um primeiro assento de articulação (28) para receber uma primeira bucha (não mostrada) para a articulação com o suporte de roda, e em sua extremidade interna transversalmente de um segundo assento de articulação (30) para receber uma segunda bucha (não mostrada) para articulação com a carroceria do veículo. Nas configurações
35 mostradas, os assentos de articulação (24), (26), (28) e (30) são formados por elementos cilíndricos ocos fixados de uma maneira conhecida de-per-si (por exemplo, por solda) às extremidades dos corpos alongados das respectivas hastes (16) e (18), seus eixos sendo preferentemente perpendiculares ao eixo do corpo alongado e paralelos um com o outro.

Os elementos de conexão (20) e (22) são concebidos em uma tal maneira que eles exibem uma alta razão da rigidez em um dado plano com a rigidez em uma direção perpendicular àquele plano. Como mostrado na configuração da fig. 2, os elementos de conexão (20) e (22) são vantajosamente formados como elementos semelhantes a uma lâmina ou semelhantes a uma placa a partir de uma folha de metal ou de composto (ou de qualquer outro material tendo propriedades mecânicas adequadas), de modo a serem substancialmente rígidos em seu plano médio mas complacentes à flexão em uma direção perpendicular àquele plano.

Os elementos de conexão (20) e (22) podem ser dispostos com seu plano médio perpendicular ao eixo do corpo alongado das hastes (16) e (18) (veja, por exemplo, o elemento (22) mostrado na fig. 6 A) ou inclinado em relação àquele eixo (como o elemento (20) mostrado na fig. 6 A). Como será explicado na parte da descrição que segue, a inclinação dos elementos de conexão (20) e (22) em relação aos eixos das hastes (16) e (18) afeta as propriedades elásticas do braço (12) e assim o comportamento da suspensão.

O braço (12) de suspensão acima descrito é capaz de “controlar” quatro graus de liberdade do suporte de roda, como é qualquer braço de suspensão rígida de quatro-pontos, mas não exhibe o comportamento típico de um braço rígido devido basicamente a duas razões.

Primeiro a tudo, a rigidez à flexão dos elementos de conexão e a rigidez à torção das hastes desempenham um papel fundamental na determinação do comportamento elástico do braço inteiro.

Em segundo lugar, uma vez que o braço não é rígido, o centro elástico (também referido como um centro de rigidez de translação) do braço, o qual é disposto na interseção dos dois eixos (ESAy) e (ESAz) do sistema elástico equivalente associado com o braço, gira para fora para estar fora do envoltório físico do próprio braço, como indicado como (E C) na fig. 3 A. Tal posição do centro elástico poderia também ser conseguido com um braço rígido, mas somente se fossem usadas buchas de borracha adequadamente orientadas tendo uma alta razão entre rigidez axial e rigidez radial. O braço de acordo com a invenção, por isso, se distingue por si próprio de um braço rígido convencional de quatro-pontos pelo fato de que tem tais propriedades de flexibilidade estrutural que o centro elástico é movido para fora do envoltório físico do braço sem ter que contar com buchas de borracha adequadamente orientadas tendo uma baixa rigidez em uma dada direção. Ao contrário, as buchas do braço de acordo com a invenção devem ser rígidas o suficiente em todas as direções para não reduzir o efeito de mover o centro elástico para fora do envoltório físico do braço, cujo efeito é devido à complacência estrutural do braço.

Os quatro graus de liberdade do suporte de roda

controlados pelo braço (12) de suspensão serão agora descrito com referência nas fig. 3A-3B, 4A-4B, e 5A-5B. Estas figuras também mostram a disposição dos eixos de parafuso elástico (ESAy) e (ESAz) do braço, os quais são desenhados em linha sólida ou linha tracejada dependendo da complacência à rotação do braço associado com estes eixos afetando o grau de liberdade em questão ou não.

As fig. 3A e 3B mostram os dois graus de liberdade de translação controlados pelo braço (12) de suspensão. Estes dois graus de liberdade são indicados como (DOFx) e (DOFy), respectivamente, e podem ser imaginados tanto como graus de liberdade de translação ao longo dos eixos das duas hastes (16) e (18), como mostrado na fig. 3 A, como graus de liberdade de translação ao longo da direção longitudinal (x) e da direção transversal (y) do veículo. A rigidez do braço (12) associado com os dois graus de liberdade de translação depende da rigidez axial das duas hastes (16) e (18) em série com a rigidez das buchas na direção axial das hastes. Quanto maior forem esses valores de rigidez mais longe do braço estará o centro elástico EC do braço (12).

Com referência nas fig. 4A e 4B, o terceiro grau de liberdade controlado pelo braço (12) é indicado como (DOF θ_z) e é um grau de liberdade de rotação sobre o eixo (ESAz) devido à deformação de flexão dos elementos de conexão flexíveis (20) e (22), como mostrado em linha tracejada na fig. 4 A. A rigidez de rotação do braço (12) sobre o eixo (ESAz) depende da rigidez de flexão dos elementos de conexão (20) e (22) na direção de sua maior flexibilidade, a qual é disposta no exemplo mostrado em um plano aproximadamente horizontal, uma vez que os planos médios destes elementos são aproximadamente verticais. A rigidez de rotação do braço (12) sobre o eixo (ESAz) também depende da rigidez das buchas no plano horizontal e em uma direção perpendicular aos eixos das hastes (16) e (18), assim como da rigidez à flexão das próprias hastes.

Com referência nas fig. 5A e 5B, o quarto grau de liberdade controlado pelo braço (12) é indicado como (DOF θ_y) e é um grau de liberdade de rotação sobre o eixo (ESAy). A rigidez de rotação do braço (12) sobre o eixo (ESAy) depende da rigidez de flexão dos elementos de conexão (20) e (22) na direção de sua maior flexibilidade, a qual é disposta no exemplo mostrado em um plano aproximadamente vertical. A rigidez de rotação do braço (12) sobre o eixo (ESAy) também depende da rigidez das buchas no plano vertical, assim como da rigidez à torção das porções das hastes (16) e (18) entre os elementos de conexão (20) e (22).

A disposição do centro elástico (EC) do braço (12) de suspensão depende das características de rigidez acima mencionadas no plano horizontal. Quanto mais a rigidez de rotação do braço (12) sobre o eixo (ESAz) tende a zero, ou seja, quanto mais os elementos de conexão (20) e (22) são infinitamente finos e

flexíveis (em outras palavras, tem uma grande razão da rigidez à flexão em seu plano médio com a rigidez à flexão em uma direção perpendicular a seu plano médio) mais o centro elástico (EC) tende a ficar próximo da posição teórica correspondendo à interseção geométrica dos eixos das duas hastes (16) e (18).

O comportamento do braço (12) de suspensão está entre o comportamento de um braço rígido de quatro-pontos e aquele de um par de hastes de conexão separados, dependendo da rigidez à flexão dos elementos de conexão (20) e (22). Conforme a rigidez à torção sobre o eixo (ESAz) decresce, o comportamento do braço tende a se tornar aquele de duas hastes de conexão separadas, enquanto conforme a rigidez à torção sobre o eixo (ESAz) cresce, o comportamento do braço tende a se tornar aquele de um braço rígido de quatro-pontos.

A orientação dos eixos (ESAy) e (ESAz) do sistema elástico equivalente associado com o braço (12) de suspensão é principalmente determinada pela orientação do próprio braço, ou seja, das hastes (16) e (18), e secundariamente pela orientação dos elementos de conexão (20) e (22). Nessa relação, as fig. 6A e 6B mostram como a orientação dos dois eixos (ESAy) e (ESAz) varia como resultado de uma variação no ângulo entre o plano médio do elemento (20) de conexão externo e o plano médio sobre o qual descansam as duas hastes (16) e (18).

Por outro lado, a fig. 7 mostra como a inclinação do eixo (ESAz) no plano (x-z), ou seja, em um plano vertical-longitudinal, é determinada também pela posição da haste (14) de controle de câmbio. Preferentemente, o eixo (ESAz) é selecionado de tal modo que ele é disposto por trás do centro da roda com relação à direção de movimentação do veículo (indicada pela seta F na fig. 7).

Além disso, onde as hastes são usadas, as quais tendo uma seção transversal de formato não-simétrico em relação a um eixo, por exemplo, hastes semelhantes a placas ou semelhantes à lâmina, também a orientação das hastes afeta aquela dos dois eixos (ESAy) e (ESAz).

Uma variante do braço de suspensão de acordo com a invenção é mostrada na fig. 8, onde às partes e elementos idênticos ou correspondendo àqueles das fig. de 2 a 7 foram dados os mesmos numerais de referência. Esta variante difere da configuração antes descrita substancialmente pelo fato de que o elemento (20) de conexão externo é, aqui, formado não por um elemento semelhante a uma placa ou semelhante a uma lâmina mas por uma bucha, a orientação da qual pode ser mudada para variar a orientação dos eixos (ESAy) e (ESAz) do braço.

Como será entendido à luz da descrição anterior, a principal vantagem de um braço de suspensão de acordo com a invenção não consiste tanto na posição absoluta do seu centro elástico, mas como na possibilidade de definir com uma larga liberdade de escolha, no estágio de projeto, a posição mais apropriada do centro

elástico em vista do objetivo de conseguir ir ao encontro das especificações elástico-cinéticas requeridas da suspensão. Pela definição, adequadamente, da geometria e da rigidez características dos componentes do braço, ou seja, das hastes e dos elementos de conexão, é de fato possível se obter a posição desejada do centro elástico e da
5 desejada orientação dos eixos (ESAy) e (ESAz) do sistema mecânico equivalente associado com o braço.

Naturalmente, o princípio da invenção permanecendo sem mudanças, as configurações e os detalhes de construção podem variar largamente com relação àqueles descritos e mostrados puramente como exemplo não limitativo.

10 Por exemplo, ainda que uma configuração do braço no qual duas hastes convergem em direção ao exterior do veículo seja eleita para ser a preferida, é também adequada à configuração na qual as hastes convergem em direção ao interior do veículo.

Além disso, os elementos de conexão podem ter tanto uma
15 seção transversal aberta (por exemplo, elementos semelhantes a placas ou semelhantes a lâminas) como um seção transversal fechada (por exemplo, elementos tubulares).

Mesmo se na maioria das aplicações um arranjo vertical ou substancialmente vertical dos elementos de conexão seja preferível, porque neste caso a rigidez à flexão no plano vertical é significativamente maior do que no plano horizontal,
20 qualquer outra orientação daqueles elementos cai claramente dentro do escopo da invenção presente.

De modo semelhante, mesmo se o uso de elementos de conexão tendo uma alta razão à rigidez á flexão em duas direções ortogonais seja o preferido, elementos de conexão podem também ser usados não tendo uma alta razão
25 da rigidez nas duas direções ortogonais, pois a suspensão assim poderia conseguir especificações elástico-cinéticas particulares.

Além disso, no caso de elementos de conexão semelhantes a placas ou semelhantes a lâminas tanto um par de elementos de conexão de grande espessura pode ser usado como alternativamente cada elemento de conexão pode ser
30 trocado por uma pluralidade de elementos de conexão de pequena espessura, para obter uma melhor distribuição de esforços no braço.

A seção transversal das hastes podem ter qualquer formato adequado. Por exemplo, hastes semelhantes a lâminas podem ser usadas, as quais tem tanto uma seção transversal aberta quanto uma seção transversal oca, de tal maneira
35 que também sua orientação pode ser usada como um parâmetro para definir a orientação dos eixos ESA do braço.

Também a posição dos elementos de conexão nas extremidades opostas das hastes é para ser considerada como não limitativa.

Além disso, não é necessário que os quatro pontos para articulação do braço com o suporte de roda e com a carroceria do veículo sejam dispostos no mesmo plano.

- Finalmente, a estrutura formada pelas hastes e elementos flexíveis semelhantes a lâminas como mostrado na descrição e nas figuras pode ser obtida, sob um ponto de vista tecnológico, por solda de peças estampadas com secções transversais adequadamente formadas e dimensionadas para ter as características de rigidez requeridas. Especialmente no caso de hastes feitas como peças estampadas, um elemento de suporte de mola poderia ser vantajosamente formado como uma peça única com uma das hastes.

Reivindicações

1. Braço (12) para uma suspensão independente de veículo a motor, para conectar o suporte de roda de uma roda (10) de veículo com a carroceria do veículo, o braço compreendendo um par de hastes transversais (16, 18) articulado em suas extremidades externas (24, 28), de um modo transversal, com o suporte de roda, e em suas extremidades internas (26, 30), de um modo transversal, com a carroceria do veículo, e ao menos um par de elementos de conexão (20, 22), os quais conectam as hastes (16, 18) uma com a outra e são formados de tal modo que tem uma rigidez à flexão em um plano maior do que a rigidez à flexão em uma direção perpendicular a dito plano, o braço sendo capaz de controlar dois graus de liberdade (DOFx, DOFy) de translação ao longo dos eixos das hastes (16, 18) e, em virtude da geometria e da rigidez à torção das hastes (16, 18), assim como da geometria e da rigidez à flexão dos elementos de conexão (20, 22) em dito plano, um primeiro grau de liberdade (DOF θ_y) de rotação sobre um primeiro eixo (ESAy), principalmente transversal e horizontal, **caracterizado** pelo fato das hastes (16, 18) serem convergentes em uma tal maneira que o braço tem um centro elástico (E C) disposto fora de seu envoltório físico e é, então, capaz de controlar, em virtude da geometria e da rigidez à flexão das hastes (16, 18), assim como da geometria e da rigidez à flexão dos elementos de conexão (20, 22) na acima citada direção perpendicular, de baixa rigidez, um segundo grau de liberdade de rotação (DOF θ_z) sobre um segundo eixo (ESAz), principalmente vertical.
2. Braço, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato das hastes (16, 18) serem principalmente horizontais.
3. Braço, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de cada haste (16, 18) ter um corpo alongado essencialmente reto provido em sua extremidade externa, de um modo transversal, de um primeiro assento de articulação (24, 28) para receber uma primeira bucha para articulação com o suporte de roda e em sua extremidade interna, de um modo transversal, de um segundo assento de articulação (26, 30) para receber uma segunda bucha para articulação com a carroceria do veículo.
4. Braço, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato de ditos assentos de articulação (24, 26, 28, 30) serem formados por elementos cilíndricos ocos fixados nas extremidades do corpo alongado de suas respectivas hastes (16, 18), os eixos destes assentos sendo substancialmente perpendiculares ao eixo do corpo alongado.
5. Braço, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, **caracterizado** pelo fato da seção transversal das hastes (16, 18) ser não-simétrica com relação a um eixo, pelo que a orientação das hastes afeta aquela de ditos primeiro e segundo eixos (ESAy) e (ESAz)

6. Braço, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato das hastes (16, 18) terem uma estrutura principalmente plana.

5 7. Braço, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 6, **caracterizado** pelo fato dos elementos de conexão (20, 22) terem uma estrutura principalmente plana de modo a serem substancialmente rígidos em seu plano mas complacentes quanto à flexão em uma direção perpendicular a tal plano.

8. Braço, de acordo com a reivindicação 6 ou 7, **caracterizado** pelo fato dos elementos de conexão (20, 22) serem principalmente verticais.

10 9. Braço, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 6, **caracterizado** pelo fato de ao menos um elemento de conexão (20) ser formado por uma bucha, a orientação da qual afeta a orientação de ditos primeiro e segundo eixos (ESAy) e (ESAz).

15 10. Braço, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 9, **caracterizado** pelo fato das hastes (16, 18) e/ou dos elementos de conexão (20, 22) serem feitos como peças estampadas.

11. Braço, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 10, **caracterizado** pelo fato de ainda compreender um elemento de suporte de mola formado como uma peça única por uma das hastes (16, 18).

20 12. Suspensão independente de veículo a motor **caracterizada** pelo fato de compreender um braço (12) transversal inferior de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 11 e uma haste (14) para o controle do camber.

FIG.1

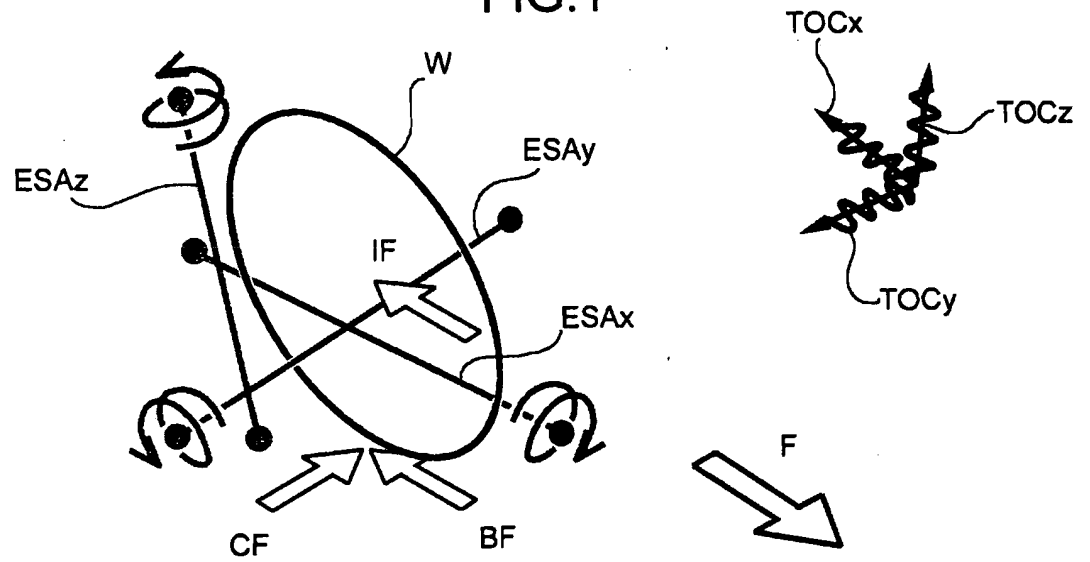


FIG.2

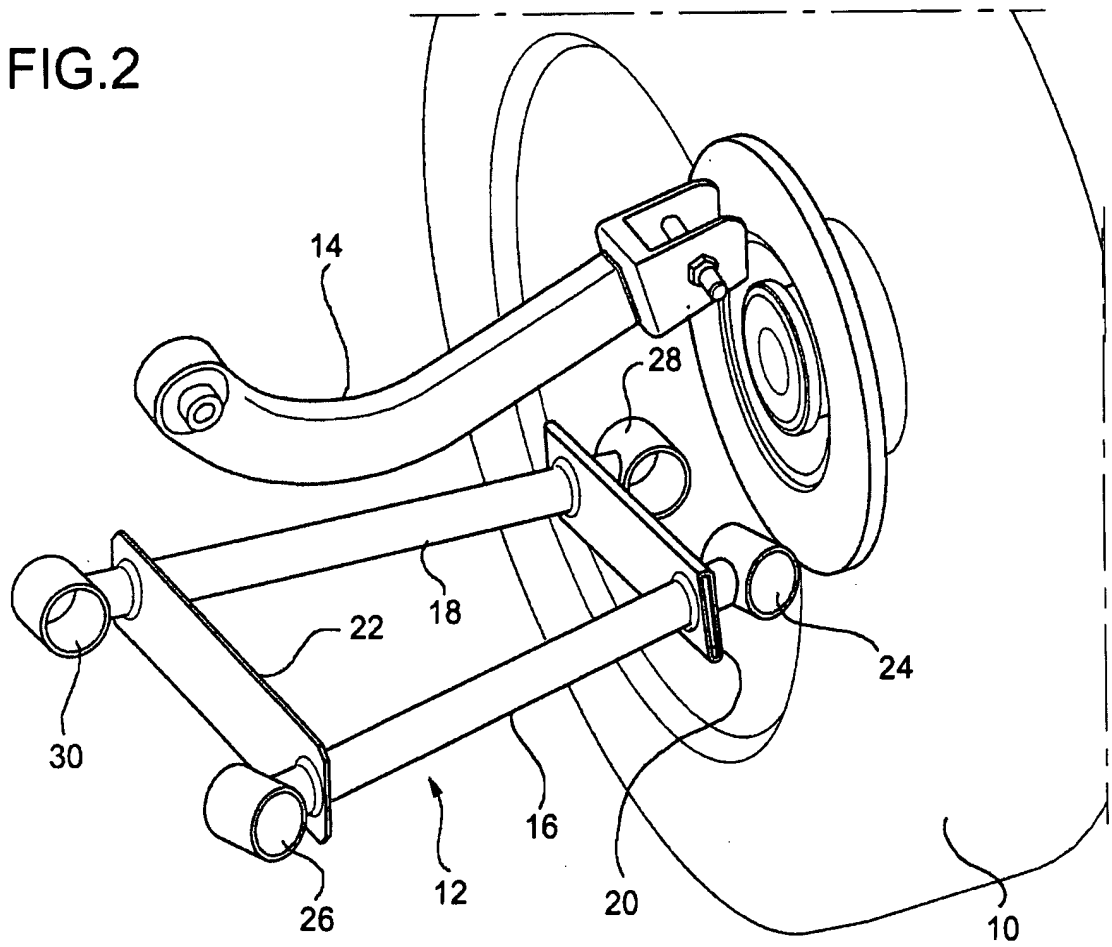


FIG.3A

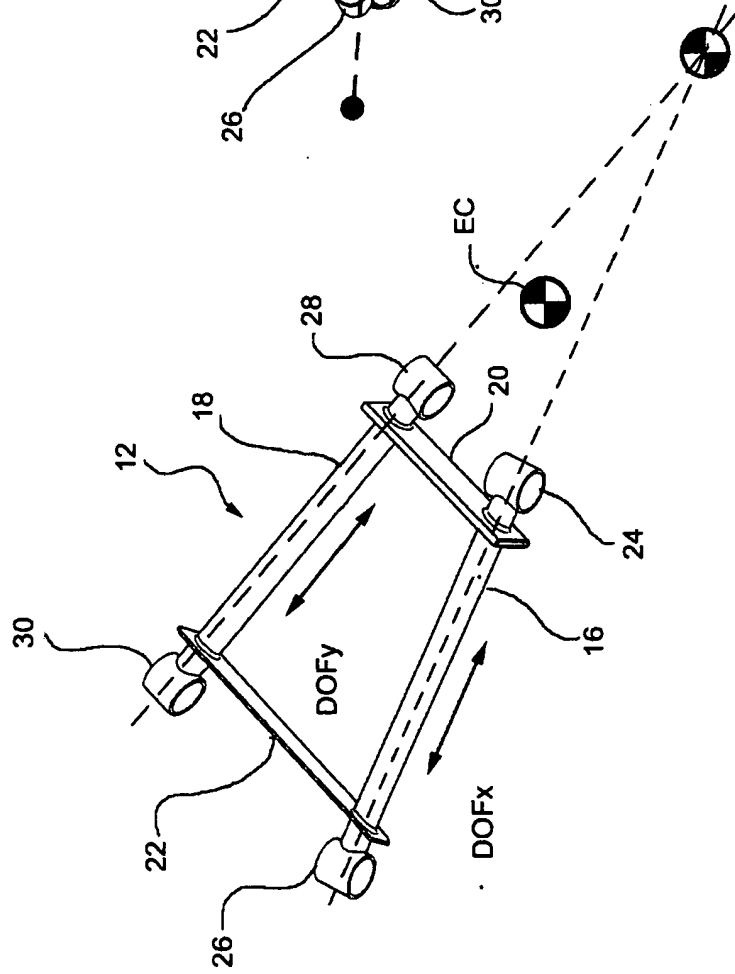
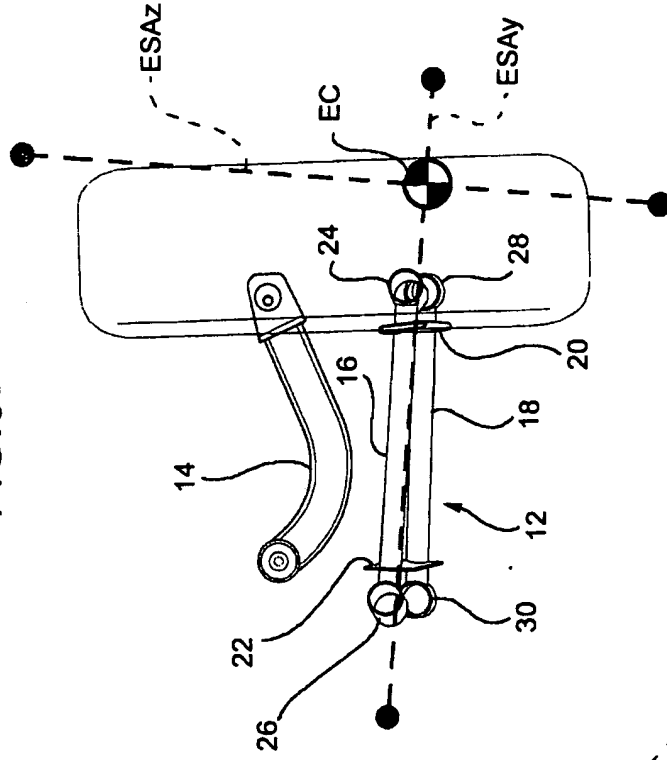


FIG.3B



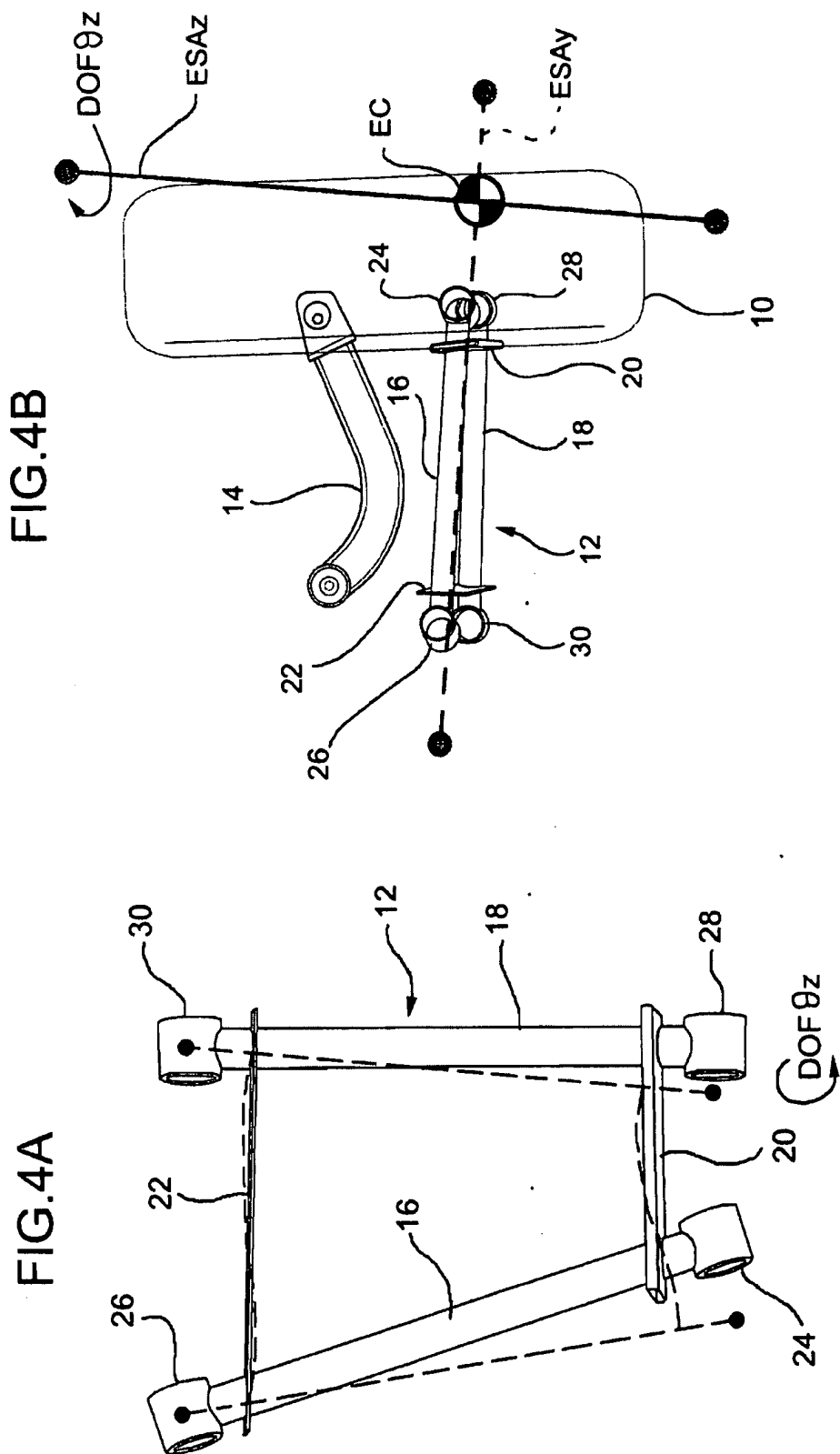


FIG. 4B

FIG.5B

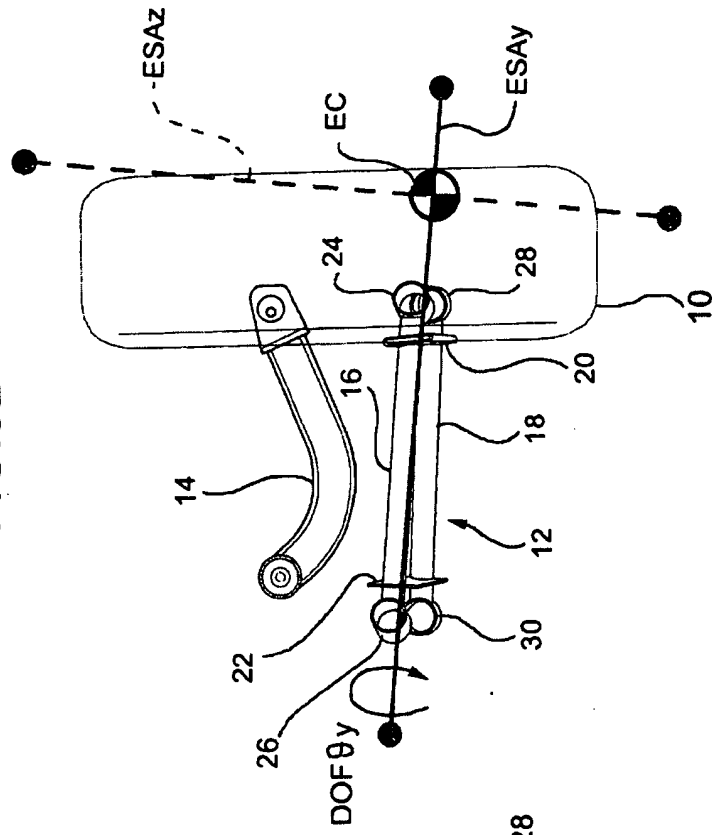
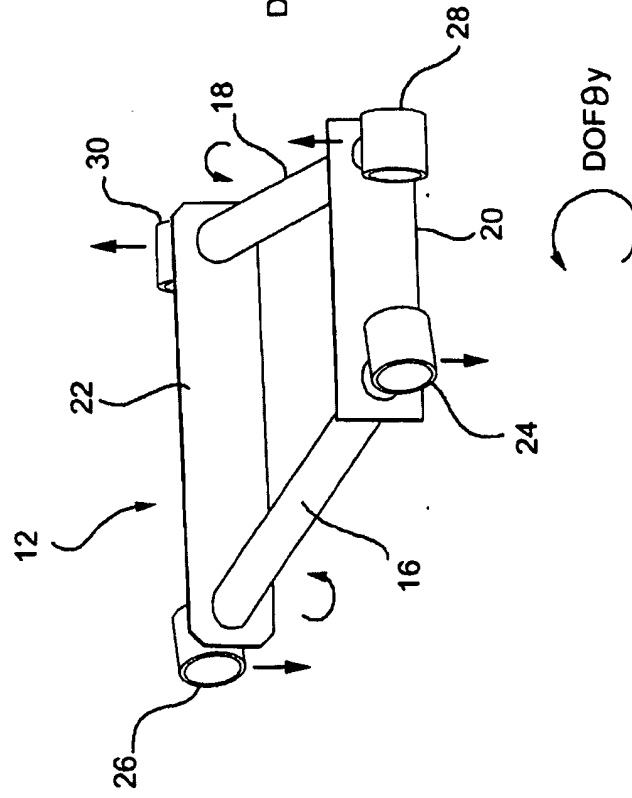


FIG.5A



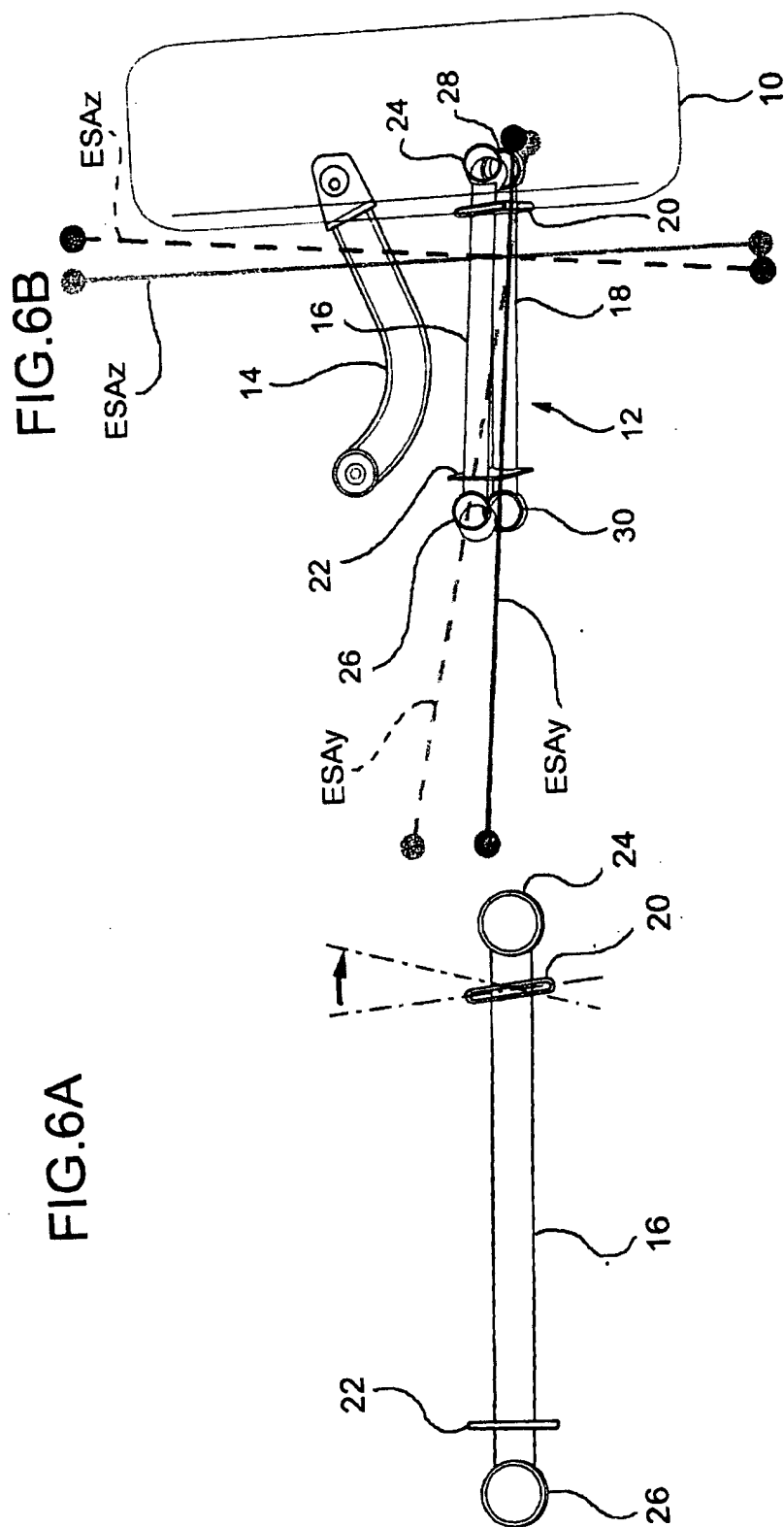


FIG. 6B

FIG.7

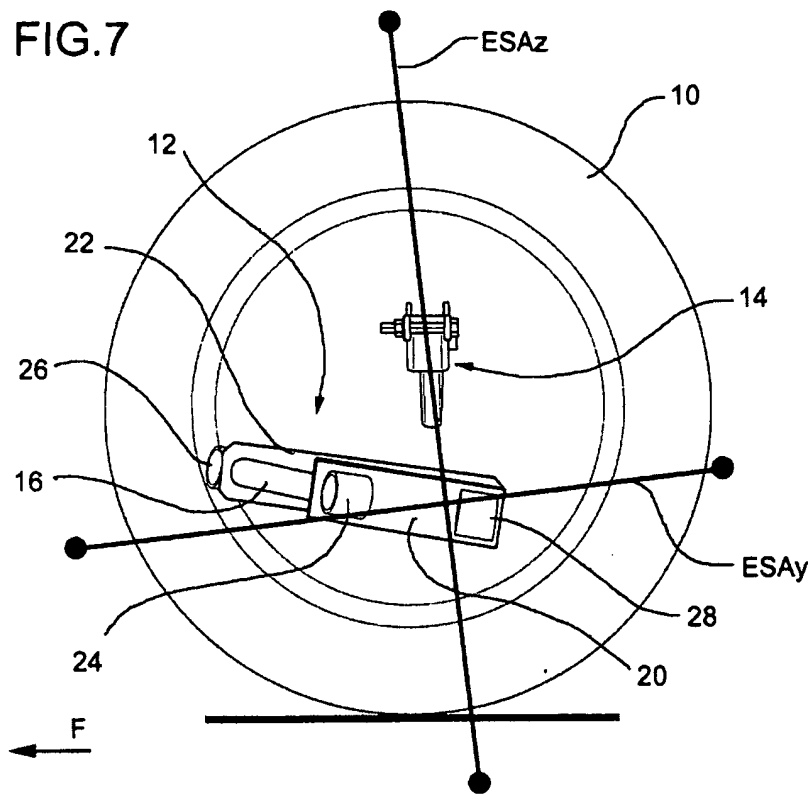
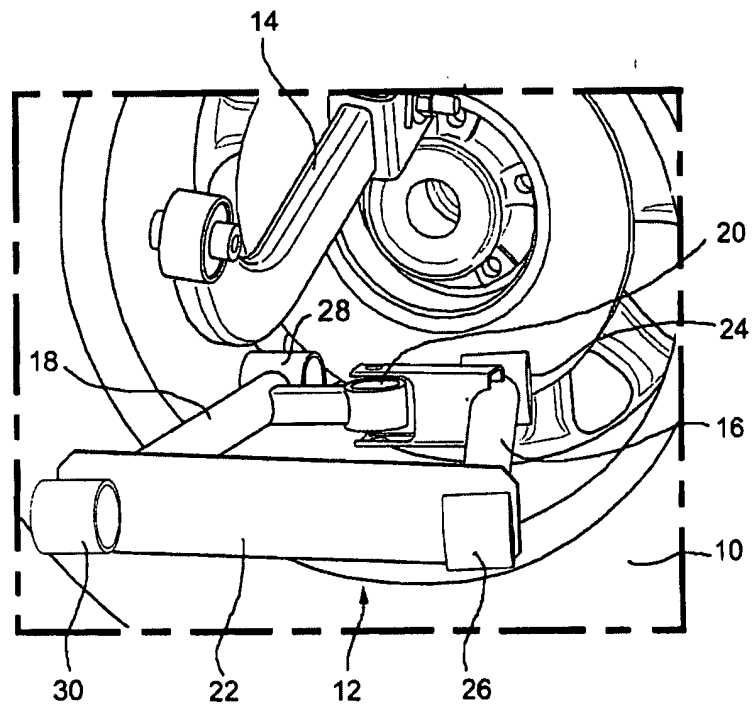


FIG.8



Resumo

Braço para uma suspensão independente de veículo a motor e suspensão independente de veículo a motor compreendendo tal braço.

O braço (12) compreende um par de hastes transversais (16, 18) articulado em suas extremidades externas (24, 28) com o suporte de roda de uma roda de veículo e em suas extremidades internas (26, 30) com a carroceria de veículo, e ao menos um par de elementos de conexão (20, 22) os quais conectam as hastes (16, 18) uma com a outra e que são preferentemente formados como elementos semelhantes a lâminas ou semelhantes a placas, de tal maneira que sua rigidez à flexão em um plano é maior do que sua rigidez à flexão em uma direção perpendicular a esse plano; o braço (12) é capaz de controlar dois graus de liberdade de translação (DOFx, DOFy) ao longo dos eixos das hastes (16, 18) e, em virtude da geometria e da rigidez à torção das hastes (16, 18), assim como da geometria e da rigidez à flexão dos elementos de conexão (20, 22) em seu plano, um primeiro grau de liberdade de rotação (DOF θ_y) sobre um primeiro eixo (ESAy), principalmente transversal e horizontal; de acordo com a invenção, as hastes (16, 18) convergem, preferentemente, em direção à parte externa do veículo, em tal maneira que o braço tem um centro elástico (EC) disposto fora de seu envoltório físico e é, então, capaz de controlar, em virtude da geometria e da rigidez à flexão das hastes (16, 18), assim como da geometria e da rigidez à flexão dos elementos de conexão (20, 22) na direção perpendicular a seu plano, um segundo grau de liberdade de rotação (DOF θ_z) sobre um segundo eixo (ESAz), principalmente vertical.