



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

**(21) PI 0722194-0 A2**



\* B R P I 0 7 2 2 1 9 4 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 05/11/2007  
(43) Data da Publicação: 06/05/2014  
(RPI 2261)

(51) Int.Cl.:  
B60C 11/03  
B60C 11/11

**(54) Título:** PNEUMÁTICO

**(57) Resumo:**

**(66) Prioridade Interna:** 860446

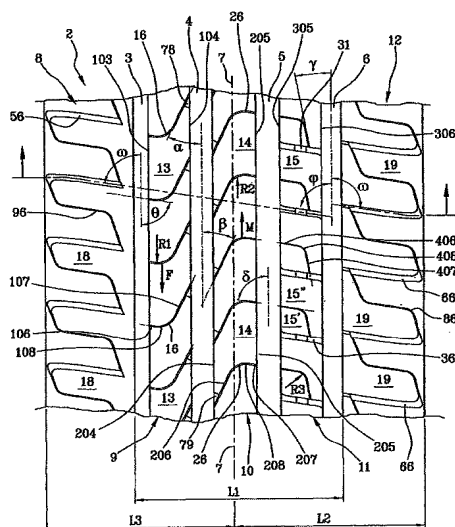
**(73) Titular(es):** Pirelli Tyre S.P.A.

**(72) Inventor(es):** Dario Scaltritti, Roberto Bolzoni, Roberto Sangalli

**(74) Procurador(es):** Momsen, Leonardos & CIA.

**(86) Pedido Internacional:** PCT IT2007000774 de 05/11/2007

**(87) Publicação Internacional:** WO 2009/060476de  
14/05/2009



## “PNEUMÁTICO”

A presente invenção refere-se a um pneumático para carro. Em particular um pneumático para carros de elevado desempenho e SUV's (Veículos de Utilidade Esportiva).

5 Características ótimas em termos de tração e frenagem, bem como manipulação em superfícies de estrada secas e úmidas são usualmente requeridas dos pneus desta classe, além de uma resistência satisfatória ao desgaste.

10 Os pneumáticos para veículos a motor são conhecidos tendo uma banda de rodagem provida com blocos delimitados por sulcos circunferenciais, estendendo-se em uma direção substancialmente longitudinal e sulcos transversais estendendo-se em uma direção substancialmente axial. Os blocos resultando de entrelaçamento destes sulcos são conformados de acordo com diferentes conformações, adequadamente  
15 estudadas e são dispostos em fileiras lado-a-lado circunferenciais, cada uma das quais é incluída entre dois sucessivos sulcos circunferenciais.

Os sulcos circunferenciais podem afetar os aspectos concernentes à propriedade de direção dos pneus e estabilidade de rodagem em relação aos empuxos laterais (deslizamentos) direcionados paralelos ao  
20 eixo geométrico de rotação do pneu.

Os sulcos transversais, por sua vez, podem afetar os aspectos de capacidade de tração do pneu, isto é, a capacidade de transmitir à superfície da estrada os empuxos tangenciais paralelos à direção de rodagem, durante as etapas de aceleração e frenagem do veículo.

25 Os sulcos circunferenciais e transversais podem também afetar a drenagem de água na área de contato com a superfície de estrada (área de cobertura) durante a rodagem em uma superfície de estrada úmida.

O WO 2006-007877 no nome do mesmo Requerente propõe um pneu cuja banda de rodagem tem pelo menos um primeiro e um segundo

sulco circunferencial, separando uma parte central de duas partes de ressalto. Um corte circunferencial sendo formado a alguma distância de pelo menos um dos sulcos circunferenciais.

5 A banda de rodagem é atravessada por sulcos transversais, distribuídos de acordo com módulos circunferencialmente repetidos, cada um dos quais em pelo menos uma parte de ressalto tendo um sulco principal com um primeiro segmento substancialmente retilíneo, inclinado em um ângulo incluído entre 3° e 10° em relação a um plano radial do pneu, um segundo segmento substancialmente retilíneo, estendendo-se entre o corte  
10 circunferencial e o primeiro sulco circunferencial em um ângulo exatamente como uma indicação incluída entre 105° e 130° em relação ao plano radial, e um segmento de conexão curvilíneo entre os primeiro e segundo segmentos.

O Requerente observou que um elevado número de sulcos transversais de largura importante melhora a tração acima de tudo em  
15 superfícies úmidas de estrada e assegura boa flexibilidade ao próprio bloco, porém um uso excessivo dos mesmos pode prejudicar o desempenho em superfícies secas de estrada e aumentar o ruído do pneu. De fato, uma das causas de ruído principais é a sucessão contínua de impactos dos cantos do bloco na superfície da estrada.

20 O Requerente notou ainda que os sulcos transversais com uma importante largura tendem a estruturalmente enfraquecer a banda de rodagem, o que prejudicará as qualidades de fácil direção, que são fundamentais em um pneu também concebido para usos UHP (Desempenho Ultra Elevado).

É a firme crença do Requerente que estas qualidades de fácil  
25 direção são particularmente afetadas pela estrutura de configuração da banda de rodagem nas regiões próximas ao ressalto, isto é, a parte axialmente externa da banda de rodagem.

De fato, o Requerente pôde observar que as tensões transmitidas entre o pneu e a superfície da estrada, ao atravessar curvas em

alta velocidade, são mais fortemente sentidas nestas regiões de ressalto externas.

A fim de ter-se sucesso em manter um alto nível de segurança em todas as condições de uso, particularmente para carros de elevado desempenho e SUV's, o pneu deve ainda ter excelentes qualidades de frenagem (em superfícies tanto secas como úmidas), porém também ser resistente ao fenômeno de aquaplanagem; estes dois aspectos opõem-se entre si porque uma baixa relação cavidade/sólido é necessária com relação à frenagem, porém um número adequado de sulcos e, acima de tudo, uma largura adequada dos sulcos, é necessária a fim de assegurar uma boa drenagem em água.

O Requerente observou ainda que usualmente a profundidade dos sulcos transversais em pneus conhecidos, destinados para carros de elevado desempenho, é geralmente reduzida em pneus de verão, em comparação com pneus de inverno, por exemplo. Por outro lado, é a firme crença do Requerente que também para pneus de verão a profundidade dos sulcos transversais não pode ser reduzida demasiadamente, porque ela é diretamente conectada com a resistência à aquaplanagem e a longa vida do pneu.

O Requerente constatou que os problemas mutuamente conflitantes descritos acima são resolvidos por um padrão de banda de rodagem com uma reduzida relação de cavidade/sólido, compreendendo sulcos transversais de reduzida largura e tendo um curso adaptado para assegurar aspectos de tração/frenagem ótimos, tanto em uma extensão reta como em uma curva. Além disso, o padrão pode compreender uma maior concentração de sulcos dedicados a descarga de água na área de cobertura, nas regiões axialmente intermediárias e/ou internas do pneu.

Mais detalhadamente, em um aspecto a presente invenção refere-se a um pneumático para carro tendo uma banda de rodagem

compreendendo uma parte central disposta montada sobre um plano equatorial e duas partes de ressalto, a parte central sendo separada das partes de ressalto da banda de rodagem por dois sulcos circunferenciais, na parte central pelo menos uma fileira circunferencial incluída entre dois sulcos circunferenciais estando presente pelo fato de dita banda de rodagem ter uma relação cavidade/sólido menor do que 0,28; dita fileira circunferencial compreende sulcos transversais estendendo-se sobre pelo menos 80% da largura de dita fileira circunferencial; cada sulco transversal compreendendo uma linha mediana tendo pelo menos uma primeira extensão retilínea e uma extensão curvilínea; ditos sulcos transversais tendo uma largura menor do que aquela dos sulcos circunferenciais.

No presente relatório e nas reivindicações a seguir, por “extensão” dos sulcos transversais pretende-se significar o comprimento da projeção de dito sulco em uma linha reta perpendicular ao plano equatorial atravessando a fileira circunferencial.

A baixa relação cavidade/sólido, junto com o reduzido tamanho dos sulcos transversais, fornece uma elevada consistência estrutural à banda de rodagem nesta região, a fim de assegurar excelentes qualidades de fácil direção. No presente relatório e nas reivindicações a seguir, por relação “cavidade/sólido” pretende-se significar o valor da relação mensurável da área de cobertura S entre as partes da banda de rodagem absorvidas pelos cortes e/ou sulcos (cavidades) e, portanto, sem contato físico com o chão, e a extensão da própria área de cobertura S.

A presente invenção, em dito aspecto, pode ter pelo menos um dos aspectos preferidos a seguir descritos.

Preferivelmente, a linha mediana tem uma segunda extensão retilínea e a extensão curvilínea conecta-se com as primeira e segunda extensões retilíneas.

A segunda extensão retilínea tem um comprimento menor do

que ou igual a um terço do comprimento da primeira extensão.

Os sulcos transversais têm uma largura máxima menor do que ou igual a 1,5 mm.

5 Os sulcos transversais estendem-se de um sulco circunferencial para um axialmente adjacente.

Dita fileira circunferencial compreende uma fileira de blocos; cada bloco da fileira é axialmente delimitado por uma extensão de ditos sulcos circunferenciais e é circunferencialmente confinado por dois sulcos transversais consecutivos. O tamanho reduzido dos sulcos transversais possibilita que dita fileira de bloco funcione como uma superfície contínua oferecendo um apropriado suporte da banda de rodagem na área de cobertura, a fim de reduzir o peso da carga nos blocos, assim limitando o desgaste dos mesmos e os fenômenos de ruído resultantes do impacto sobre o chão durante a rolagem.

15 A fim de obterem-se qualidades de tração/frenagem ótimas quando atravessando uma reta, a extensão de conexão compreende um arco de uma circunferência tendo um raio pré-selecionado de curvatura (R1) e define uma convexidade orientada em uma primeira direção circunferencial.

20 A fim de obterem-se qualidades ótimas de tração/frenagem, quando rolando em uma curva, a primeira extensão retilínea estende-se sobre pelo menos 40% da largura do bloco e tem uma inclinação pré-selecionada em relação a dito plano equatorial.

25 A parte de bloco na extensão curvilínea acima descrita e na segunda extensão curvilínea de menor extensão é aquela assegurando mais eficiência de tração/frenagem ao bloco ao atravessar uma reta.

Ao contrário, a extensão retilínea de maior extensão fornece ao bloco boa flexibilidade, enquanto ao mesmo tempo assegurando capacidade de frenagem/tração quando o pneu está atravessando uma curva.

A segunda extensão tem uma direção substancialmente

perpendicular ao plano equatorial.

No presente relatório e nas reivindicações a seguir, por “direção substancialmente perpendicular ao plano equatorial” pretende-se significar uma direção formando um ângulo com o plano equatorial incluído na faixa de 75° e 105°.

A primeira extensão retilínea, ao contrário, forma um ângulo  $\alpha$  relativo ao plano equatorial que é menor do que ou igual a 50°, preferivelmente menor do que ou igual a 40°.

No presente relatório e nas reivindicações a seguir, cada ângulo adaptado para indicar a inclinação de um sulco deve ser calculado pelo ângulo definido entre um plano paralelo ao plano equatorial, passando através do sulco circunferencial mais axialmente mais próximo e o plano a que dito sulco pertence.

De acordo com outro aspecto preferido, a parte central da banda de rodagem tem uma segunda fileira circunferencial incluída entre dois sulcos circunferenciais; dita fileira circunferencial compreende sulcos transversais estendendo-se sobre pelo menos 80% da largura da fileira circunferencial; cada sulco transversal compreendendo uma linha mediana tendo uma primeira extensão retilínea e uma extensão de conexão curvilínea; estes sulcos transversais tendo uma largura menor do que aquela dos sulcos circunferenciais.

A linha mediana dos sulcos transversais da segunda fileira circunferencial tem uma segunda extensão retilínea e a extensão curvilínea conecta dita primeira e segunda extensões retilíneas.

Vantajosamente, as primeira e segunda extensões retilíneas da segunda fileira circunferencial têm comprimentos diferentes.

A primeira extensão retilínea da segunda fileira circunferencial estende-se sobre pelo menos 40% da largura da fileira circunferencial e tem uma inclinação pré-selecionada relativa ao plano equatorial.

A primeira extensão retilínea forma um ângulo  $\beta$  relativo ao plano equatorial, que é menor do que ou igual a  $50^\circ$ ; preferivelmente menor do que ou igual a  $40^\circ$ .

5 Em um outro aspecto vantajoso, a segunda extensão tem uma inclinação pré-selecionada relativa a dito plano equatorial, que é adaptada para definir um ângulo  $\delta$  maior do que  $75^\circ$ .

A extensão de conexão da segunda fileira circunferencial compreende um arco de uma circunferência tendo um raio pré-selecionado de curvatura ( $R_2$ ) e define uma concavidade orientada em uma segunda direção circunferencial (M).

Dita segunda direção circunferencial é oposta à primeira direção circunferencial.

Vantajosamente, os sulcos transversais da segunda fileira têm uma largura máxima menor do que ou igual a 1,5 mm.

15 Preferivelmente, os sulcos transversais da segunda fileira circunferencial estendem-se de um sulco circunferencial ao sulco axialmente adjacente.

A segunda fileira circunferencial compreende uma fileira de blocos; cada bloco da segunda fileira sendo axialmente delimitado por uma extensão dos sulcos circunferenciais e é circunferencialmente delimitado por dois sulcos transversais consecutivos.

20 Neste caso também, a parte de bloco na extensão curvilínea e na segunda extensão substancialmente perpendicular ao plano equatorial é aquela assegurando mais eficiência de tração/frenagem ao bloco ao atravessar uma reta.

A primeira extensão retilínea, isto é, a de maior extensão, ao contrário, fornece ao bloco flexibilidade, ao mesmo tempo assegurando capacidade de frenagem/tração quando o pneu está rolando em uma curva.

Preferivelmente, a largura de ditos sulcos transversais das

primeira e segunda fileiras é menor do que ou igual a 1 mm.

Em um aspecto ainda mais preferido, a parte central da banda de rodagem compreende pelo menos uma terceira fileira circunferencial de blocos incluídos entre dos sulcos circunferenciais, cada um de ditos blocos sendo axialmente definido por uma extensão dos sulcos circunferenciais e sendo circunferencialmente definido por sulcos transversais; os sulcos transversais compreendendo uma linha mediana de curso substancialmente retilíneo, adaptada para formar um ângulo  $\phi$  com o plano equatorial.

Os sulcos transversais da terceira fileira estendem-se de um sulco circunferencial para o axialmente adjacente com uma largura maior do que 1,5 mm, preferivelmente menor do que 4 mm.

Preferivelmente, a terceira fileira de blocos compreende um outro sulco adaptado para dividir o bloco em dois sub-blocos; o outro sulco compreende uma linha mediana tendo uma primeira e segunda extensões retilíneas e uma extensão de conexão curvilínea unindo as primeira e segunda extensões retilíneas entre si; o outro sulco tendo uma largura menor do que 1,5 mm.

Preferivelmente, os sulcos circunferenciais têm uma largura incluída na faixa de 5 a 16 mm, inclusive os extremos.

Os sulcos circunferenciais têm uma profundidade incluída na faixa de 5 a 11 mm.

O sulco circunferencial disposto na parte axialmente externa da parte central (L1) da banda de rodagem tem uma largura menor do que aquela dos sulcos circunferenciais.

A menor largura do sulco circunferencial axialmente externo, junto com a relação de cavidade/sólido pré-selecionada da parte axialmente externa permite que a banda de rodagem ofereça mais superfície de suporte nesta região que é particularmente tensionada na curva, a fim de aumentar a facilidade de direção do pneu.

Vantajosamente, os sulcos transversais das primeira e segunda fileiras circunferenciais têm uma redução de profundidade em uma parte adjacente a pelo menos um sulco circunferencial. Este curso escalonado dos sulcos transversais torna o bloco rígido na direção axial e reduz possíveis problemas de desgaste desnivelado nos cantos dos blocos.

O plano equatorial divide a banda de rodagem em duas semi-regiões, isto é, uma semi-região axialmente interna (L2) e uma semi-região axialmente externa (L3) posicionadas no lado externo de dito carro, quando dito pneu é montado no último. A semi-região axialmente externa (L3) tem uma relação de cavidade/sólido menor do que aquela da semi-região axialmente interna (L2). Em particular, a semi-região axialmente interna tem uma relação de cavidade/sólido menor do que ou igual a 0,29.

Preferivelmente, a fileira de bloco axialmente interna da parte central (L1) da banda de rodagem tem uma relação de cavidade/sólido incluída na faixa de 0,28 a 0,38.

De acordo com outra forma de realização preferida, cada parte de ressalto é formada de pelo menos uma fileira de blocos, cada bloco da fileira sendo circunferencialmente delimitada por sulcos transversais.

Os sulcos transversais têm uma linha mediana de curso substancialmente retilíneo, que é inclinada em relação ao plano equatorial, a fim de formar um ângulo  $\omega$  maior do que  $70^\circ$  com a direção circunferencial do sulco axialmente adjacente.

O pneu da invenção tem um elevado agarramento em uma superfície de estrada molhada, valores de ruído muito baixos, nível de elevado conforto e ótimo comportamento de rolamento em uma superfície de estrada seca.

As características e vantagens da invenção serão agora ilustradas com referência às formas de realização mostradas por meio de exemplo não limitante nas figuras anexas, em que:

A Fig. 1 é uma vista em perspectiva de um pneumático tendo uma banda de rodagem manufacturada de acordo com um exemplo da invenção;

5 A Fig. 2 é uma vista em planta da banda de rodagem de pneu vista na Figura 1;

A Fig. 2b é uma vista em planta da banda de rodagem do pneu da Fig. 1:

A Fig. 3 é uma vista em planta de uma variante da banda de rodagem da Fig. 2;

10 A Fig. 4 é uma vista em planta de uma outra forma de realização alternativa da banda de rodagem da Fig. 2;

A Fig. 5 é uma vista em planta de uma outra forma de realização alternativa da banda de rodagem da Fig. 2; e

15 A Fig. 6 mostra os espectros de ruído de um pneu da invenção e um pneu de referência a cerca de 80 km/h.

Um pneu tendo uma primeira forma de realização da banda de rodagem 2 de acordo com a invenção é mostrado nas Figs. 1, 2, 2b.

A estrutura do pneu 1 é do tipo convencional e compreende uma carcaça, uma banda de rodagem colocada na coroa de carcaça, um par de costado axialmente opostos, terminando com contas reforçadas com núcleos de contas e respectivas cargas de contas. O pneu preferivelmente também compreende uma estrutura em correia interposta entre a carcaça e a banda de rodagem. A carcaça é reforçada com uma ou mais lonas de carcaça ancoradas nos núcleos de conta, enquanto a estrutura de correia compreende duas tiras de correia radialmente sobrepondo-se entre si. As tiras de correia são formadas com extensões de tecido emborrachado incorporando cordões metálicos paralelos entre si em cada tira e atravessados com os cordões das tiras adjacentes, preferivelmente inclinados em uma maneira simétrica em relação ao plano equatorial. Preferivelmente, a estrutura de correia também

20  
25

compreende uma terceira tira de correia, em uma posição radialmente mais externa, provida com cordões orientados substancialmente paralelos ao plano equatorial. Os cordões da correia de zero-grau são preferivelmente cordões têxteis e, mais preferivelmente, são feitos de um material contraível ao calor.

5 O pneu 1 preferivelmente tem uma relação H/C entre a altura da seção direita e a largura máxima da seção que é incluída entre 0,20 e 0,65.

A banda de rodagem 2 tem um padrão do tipo assimétrico, isto é, opera em uma maneira mais eficiente quando o pneu 1 é montado no carro com uma dada orientação, em vez de com a orientação oposta. Em outras  
10 palavras, o pneu preferivelmente tem uma parede lateral interna (lado do carro) e uma parede lateral externa.

Para assegurar ao pneu uma longa vida (quilômetros rodados) e ao mesmo tempo elevado desempenho durante toda sua vida, em particular com respeito a fácil direção, a banda de rodagem 2 tem uma reduzida relação  
15 de cavidade/sólido, isto é, menor do que 0,28, preferivelmente menor do que 0,27 e igual a cerca de 0,25, por exemplo.

A banda de rodagem 2 é provida com sulcos circunferenciais 3, 4, 5 e 6 (Fig. 3) estendendo-se em direção longitudinal e paralelos ao plano equatorial 7 do pneu.

20 A banda de rodagem 2 compreende uma parte central L1 e duas partes de ressalto 8, 12. A parte central L1 tem três fileiras circunferenciais 9, 10, 11, uma central e duas laterais, 9 e 11. A parte de ressalto 8 é separada da fileira 9 pelo sulco circunferencial 3. A fileira 9 é incluída entre os sulcos circunferenciais 3 e 4. A fileira 10 é incluída entre os  
25 sulcos circunferenciais 4 e 5. A fileira 11 é incluída entre os sulcos circunferenciais 5 e 6. A parte de ressalto 12 é separada da fileira de blocos 11 pelo sulco 6.

Os sulcos circunferenciais 3, 4, 5 e 6 têm uma largura variando de cerca de 5 mm a cerca de 16 mm. Os sulcos circunferenciais 3, 4, 5 e 6 têm

uma profundidade variando de cerca de 5 mm a cerca de 11 mm.

Preferivelmente, o sulco circunferencial axialmente mais externo 3 da banda de rodagem tem uma menor largura do que aquela dos sulcos 4, 5, 6, a fim de permitir que a banda de rodagem 2 ofereça mais superfície de suporte quando rolando em uma curva, assim aumentando a manipulação do pneu.

Detalhadamente, a largura do sulco circunferencial 3 pode ser incluída na faixa entre 5 e 10,5 mm. Os sulcos circunferenciais 4 e 5, ao contrário, são aqueles tendo a maior largura, incluída entre 9 e 16 mm. O sulco circunferencial 6 axialmente mais interno pode, em vez disso, ter uma largura intermediária entre 7 e 11 mm. O sulco circunferencial 3 pode ter uma profundidade maior do que 10 mm, preferivelmente maior do que 5 mm, igual a 8 mm por exemplo.

Alternativamente, todos os sulcos circunferenciais poderiam ter a mesma largura e/ou profundidade sem desvio do escopo de proteção da presente invenção.

Como mostrado na Fig. 2b, a parede lateral 308 do sulco circunferencial tem uma inclinação de cerca de  $20^\circ$  em relação a seu eixo geométrico de linha média, enquanto a parede oposta 312 tem uma inclinação de cerca de  $5^\circ$  em relação ao eixo geométrico de linha média do mesmo sulco 3.

O sulco circunferencial 4 tem uma menor profundidade do que 10 mm, preferivelmente maior do que 5 mm, mais tipicamente igual a 8,5 mm. A parede lateral 408 do sulco circunferencial 4 tem uma inclinação de cerca de  $10^\circ$  em relação a seu eixo geométrico de linha média, enquanto a parede lateral oposta 412 pode ter uma inclinação de cerca de  $5^\circ$  em relação ao eixo geométrico de linha média.

O sulco circunferencial 5 pode ter a mesma profundidade que o sulco 4 e os costados 508, 512, com inclinações que são imagens de espelho

simétricas entre si.

Em detalhes, a parede lateral 508, bem como a parede lateral 512 do sulco circunferencial 5 tem uma inclinação de cerca de  $5^\circ$  em relação a seus eixos geométricos de linha média.

5 Finalmente, o sulco circunferencial 6 pode ter uma profundidade menor do que 10 mm, preferivelmente maior do que 5 mm, igual a 8 mm, por exemplo. A parede lateral 608 do sulco circunferencial 6 tem uma inclinação de cerca de  $5^\circ$  em relação a seu eixo geométrico de linha média. A parede 612 tem a mesma inclinação de cerca de  $5^\circ$  em relação ao  
10 eixo geométrico de linha média.

Os costados dos sulcos 3, 4, 5, 6 poderiam ter diferentes inclinações em relação a seus eixos geométricos de linha média, em comparação com aqueles mencionados acima, sem desvio do escopo de proteção da presente invenção.

15 Como anteriormente mencionado, os sulcos circunferenciais 3, 6 separam a parte central L1 da banda de rodagem das partes de ressalto 8, 12, enquanto os sulcos circunferenciais 4, 5 dividem a parte central L1 da banda de rodagem em fileiras circunferenciais 9, 10, 11.

20 O plano equatorial 7 divide a banda de rodagem 2 em duas semi-regiões, uma semi-região axialmente interna L2 e uma semi-região axialmente externa L3, posicionadas no lado externo de um car quando o pneu 1 é montado em dito carro.

A semi-região axialmente externa L3 tem uma relação de cavidade/sólido maior do que aquela da semi-região axialmente interna L2. A  
25 relação cavidade/sólido da semi-região L2 é menor do que ou igual a 0,29.

Pelo menos uma das fileiras circunferenciais 9, 10, 11 compreende sulcos circunferenciais estendendo-se sobre pelo menos 80% da largura da fileira. Preferivelmente, os sulcos transversais estendem-se sobre a inteira largura da fileira, a fim de definir os blocos.

Em detalhes, a fileira 9 inclui uma série de blocos 13, a fileira 10 inclui uma série de blocos 14 e a fileira 11 inclui uma série de blocos 15. A banda de rodagem 2 (Fig. 2) tem uma relação de cavidade/sólido de cerca de 0,27 na fileira de bloco circunferencial 9; uma relação cavidade/sólido de cerca de 0,3 no bloco circunferencial 10; uma relação de cavidade/sólido de cerca de 0,36 na fileira de bloco circunferencial 11; e uma relação de cavidade/sólido de cerca de 0,2 na parte de ressalto 12. A relação de cavidade/sólido diferenciada nos dois lados, isto é, mais baixa no lado externo e mais elevada no lado interno do pneu, auxilia no comportamento do carro rolando em uma superfície de estrada seca, acima de tudo quando um carro de Elevado Desempenho está envolvido em que maiores ângulos de cambamento são adotados que tornam a área de cobertura do invólucro (banda de rodagem) assimétrica.

Cada bloco 13 da fileira circunferencial 9 é axialmente delimitado por duas extensões de sulcos circunferenciais 103 e 104 e circunferencialmente delimitado por dois sulcos transversais 16.

Na forma de realização preferida mostrada nas Figs. 1 – 2b, cada sulcos transversais 16 estende-se do sulco circunferencial axialmente mais externo 3 para o sulco circunferencial adjacente 4. Cada sulco transversal 16 tem uma linha mediana provida com pelo menos uma primeira extensão retilínea 107 e uma extensão de conexão curvilínea 108.

As linhas medianas de dois sulcos transversais 16 sejam quais forem, que são circunferencialmente consecutivos, têm um curso paralelo pelo menos em uma parte de sua extensão. Preferivelmente, ditas linhas medianas têm um curso paralelo sobre sua inteira extensão.

Ainda na forma de realização preferida mostrada nas figuras acima mencionadas 1 – 2b, as linhas medianas dos sulcos transversais 16 têm uma segunda extensão retilínea 106 e a extensão curvilínea 108 é posicionada de modo a unir a primeira 107 e a segunda 106 extensões retilíneas entre si.

A segunda extensão retilínea 106 tem um comprimento menor do que ou igual a um terço do comprimento da primeira extensão 107.

A extensão curvilínea 108 é definida por um arco de uma circunferência tendo um raio de curvatura  $R_1$  pré-selecionado, incluído na  
5 faixa de 5 a 15 mm, preferivelmente de 9 a 12 mm.

A extensão de conexão curvilínea 108 une as primeira 107 e segunda 108 extensões retilíneas entre si, a fim de definir uma convexidade orientada em uma primeira direção circunferencial, indicada pela seta F na Fig. 2. A primeira direção circunferencial é oposta à direção de rolagem do  
10 pneu indicado pela seta A na Fig. 2.

A segunda extensão retilínea 106 é substancialmente perpendicular ao plano equatorial 7. Em outras palavras, a segunda extensão retilínea 106 forma um ângulo  $\theta$  com a direção circunferencial do sulco circunferencial que é incluída entre  $75^\circ$  e  $105^\circ$ .

15 A parte de bloco 13 na extensão curvilínea 108 e na segunda extensão retilínea 106 é aquela assegurando mais tração/frenagem ao bloco, quando o pneu está atravessando uma reta.

A primeira extensão retilínea 107 é, em vez disso, disposta em uma direção inclinada relativa ao plano equatorial 7, de modo que é menos inclinada, em comparação com o plano equatorial 7 da primeira extensão retilínea 106.  
20

Em particular, a primeira extensão retilínea 107 forma um ângulo  $\alpha$  relativo à direção do sulco circunferencial 4, que é menor do que  $50^\circ$ . Preferivelmente, o ângulo  $\alpha$  é menor do que  $40^\circ$ . Preferivelmente, a  
25 segunda extensão retilínea 107 forma um ângulo  $\alpha$  relativo à direção do sulco circunferencial 4, que é maior do que  $20^\circ$ , mais tipicamente maior do que  $23^\circ$ .

A primeira extensão retilínea 107 tem uma extensão maior do que 40% da largura do bloco 13.

Tal arranjo e extensão da primeira extensão retilínea 107 dá ao

bloco 13 uma flexibilidade ótima, ao mesmo tempo assegurando capacidade de frenagem/tração quando o pneu está rolando em uma curva.

Os sulcos transversais 16 têm uma largura constante movendo-se do sulco circunferencial axialmente externo 3 para o sulco circunferencial axialmente adjacente 4. Os sulcos transversais 16 têm uma menor largura do que aquela dos sulcos circunferenciais 3, 4, 5, 6. Em detalhes, os sulcos transversais 16 têm uma largura menor do que 1,5 mm, preferivelmente menor do que 1 mm, mais preferivelmente menor do que ou igual a 0,8 mm.

Tal tamanho reduzido de sulcos 16 assegura uma alta quantidade de “borracha no chão” na fileira 9 dos blocos 13, portanto uma baixa relação cavidade/sólido e, como resultado, excelentes qualidades de manuseio e baixo ruído.

Os sulcos 16, como mostrados na Fig. 2b, têm ainda uma profundidade decrescente do sulco axialmente externo 3 para o sulco circunferencial adjacente 4. Em particular, os sulcos transversais 16 têm uma profundidade com um curso escalonado. Em outras palavras, como mostrado na linha de corrente da Fig. 2b, eles têm uma região de reduzida profundidade 38 próximo do sulco circunferencial axialmente mais interno 4.

A profundidade dos sulcos 16 é preferivelmente menor do que 9 mm. Na parte com reduzida profundidade 38, colocada próximo ao sulco circunferencial 4, os sulcos 16 têm uma profundidade menor do que 3 mm, de mm por exemplo.

Este curso escalonado de sulcos 16 dá rigidez ao bloco 13 em um seu canto mais agudo, a fim de eliminar ou reduzir o desgaste desnivelado tipicamente concernentes a estas partes.

Em qualquer caso, os sulcos 16 poderiam ter uma largura constante sem desvio do escopo de proteção da presente invenção.

Para mais reduzir a possibilidade de que um desgaste desnivelado do bloco possa iniciar e conseqüentemente problemas de ruídos

relacionados com este tipo de desgaste possam ocorrer, nos cantos agudos do bloco, os sulcos 16 têm um chanfro 78 próximo do sulco circunferencial 4.

Adjacente ao sulco circunferencial 4, ainda como mostrado na Fig. 2, há a fileira 10 de blocos 14.

5 A fileira 10 de blocos 14 é obtida através de uma rotação de 180° do padrão da fileira 9 de blocos 13 em relação ao sulco circunferencial 4. Em detalhes, a fileira de blocos 10 é disposta substancialmente montada sobre o plano equatorial 7 e axialmente estende-se através de pelo menos 20%, porém menos do que 40%, da parte central L1.

10 Cada bloco 14 da fileira 10 é axialmente delimitado por duas extensões de sulcos circunferenciais 204, 205, que são axialmente afastadas e circunferencialmente delimitadas por dois sulcos transversais 26 que são circunferencialmente afastados e se estendem sobre pelo menos 80% da largura da fileira circunferencial 10.

15 Na forma de realização preferida mostrada nas Figs. 1 – 2b, cada sulco transversal 26 estende-se do sulco circunferencial axialmente mais externo 5. Cada sulco transversal 26 tem uma linha média provida com pelo menos uma primeira extensão retilínea 207 e uma extensão de conexão curvilínea 208.

20 As linhas medianas de dois sulcos transversais circunferencialmente consecutivos 26 têm um curso paralelo pelo menos em uma parte de sua extensão. Preferivelmente, ditas linhas medianas têm um curso paralelo sobre sua inteira extensão.

25 Ainda na forma de realização preferida mostrada nas Figs. 1 – 2b acima mencionada, a linha mediana dos sulcos transversais 26 tem uma segunda extensão retilínea 206 e a extensão curvilínea 208 é posicionada de modo a unir as primeira 207 e segunda 206 extensões retilíneas entre si. As primeira 207 e segunda 206 extensões retilíneas da segunda fileira circunferencial 10 têm diferentes comprimentos.

A extensão curvilínea 208 de cada sulco 26 é definida por um arco de uma circunferência tendo um raio de curvatura pré-selecionado R2, incluído na faixa de 5 a 15 mm, preferivelmente de 9 a 12 mm.

5 A extensão de conexão curvilínea 208 liga as primeira 207 e segunda 206 extensões retilíneas entre si, a fim de definir uma convexidade orientada em uma segunda direção circunferencial, indicada pela seta M da figura e oposta à primeira direção circunferencial F.

10 Neste caso também a parte do bloco 14 na extensão curvilínea e na segunda extensão retilínea descrita acima é aquele assegurando mais tração/frenagem ao pneu rolando em uma reta.

A primeira extensão retilínea 207 é disposta em uma direção inclinada em relação ao plano equatorial 7 e é menos inclinada do que o plano equatorial da segunda extensão retilínea 206.

15 Em particular, a primeira extensão retilínea 207 forma um ângulo  $\beta$  menor do que  $50^\circ$ , preferivelmente menor do que  $40^\circ$ , em relação à direção do sulco circunferencial. Preferivelmente, a primeira extensão retilínea 207 forma um ângulo  $\beta$  maior do que  $20^\circ$ , mais preferivelmente maior do que  $23^\circ$ , em relação à direção do sulco circunferencial 4. A primeira extensão retilínea 207 estende-se sobre pelo menos 40% da largura do bloco  
20 14.

Um tal arranjo e extensão da primeira extensão retilínea 207 fornece ao bloco 14 uma ótima flexibilidade, ao mesmo tempo assegurando capacidade de frenagem/tração quando o pneu está rolando em uma curva.

25 A segunda extensão retilínea 206 é substancialmente perpendicular ao plano equatorial 7. Em outras palavras, a segunda extensão retilínea 207 forma um ângulo  $\delta$  com a direção circunferencial do sulco circunferencial 7, que está incluído entre  $75^\circ$  e  $105^\circ$ .

Os sulcos transversais 26 têm uma largura constante movendo-se do sulco circunferencial axialmente mais externo 4 para o sulco

circunferencial axialmente adjacente 5. Os sulcos transversais 26 têm uma menor largura do que aquela dos sulcos circunferenciais 3, 4, 5, 6. Em detalhes, os sulcos transversais 26 têm uma largura menor do que 1,5 mm, preferivelmente menor do que 1 mm, mais preferivelmente menor do que ou igual a 0,8 mm.

Cada sulco 26 tem uma profundidade decrescente partindo do sulco 4, 5 para sua região central. Em particular, os sulcos transversais 20 têm um curso de dupla etapa, com reduzida profundidade, a fim de forma duas partes elevadas 45, em direção aos sulcos circunferenciais 4 e 5.

A profundidade dos sulcos 26 da fileira 10 na região central é constante e menor do que 9 mm, preferivelmente igual a 7 mm. Nas partes elevadas 45, colocadas próximo dos sulcos circunferenciais 4 e 5, os sulcos 26 têm uma profundidade menor do que 3 mm, preferivelmente igual a 2 mm. Este curso de sulcos 26 fornece rigidez ao bloco 14 em uma direção axial.

Em todos os casos, os sulcos 26 têm uma profundidade constante através de sua inteira extensão, sem desviar do escopo de proteção da presente invenção.

Para reduzir a possibilidade de que um desgaste desnivelado do bloco possa iniciar e, conseqüentemente, problemas de ruído relacionados com este tipo de desgaste possa surgir nos cantos agudos do bloco 14, um chanfro 79 está presente.

Adjacente ao sulco circunferencial 5 há a fileira de blocos 11. Em detalhes, a fileira de blocos 11 é axialmente afastada em direção ao lado interno relativo ao plano equatorial 7.

Cada bloco de dita fileira 11 é axialmente delimitado por duas extensões de sulcos circunferenciais 305, 306 que são axialmente afastados e é circunferencialmente delimitado por dois sulcos transversais 36, que são circunferencialmente afastados.

Cada sulco transversal 36 estende-se do sulco circunferencial

mais axialmente mais interno 5 para o sulco circunferencial adjacente 6 e tem uma linha mediana tendo um curso substancialmente retilinear.

5 As linhas medianas dos sulcos transversais 36, que são circunferencialmente consecutivas e, portanto, adaptadas para definir um bloco 15, têm um curso substancialmente paralelo através de pelo menos uma parte de sua extensão. Preferivelmente, ditas linhas medianas têm um curso paralelo através de sua inteira extensão.

10 A linha mediana de cada sulco 36 é disposta em uma direção inclinada em relação ao plano equatorial 7. Em particular, a linha mediana de cada sulco 36 forma um ângulo  $\phi$  relativo à direção do sulco circunferencial 5, menor do que  $95^\circ$ , preferivelmente menor do que  $90^\circ$ .

Preferivelmente, a linha mediana de cada sulco 36 forma um ângulo  $\phi$  relativo à direção do sulco circunferencial 5 maior do que  $70^\circ$ , mais preferivelmente maior do que  $75^\circ$ .

15 Os sulcos transversais 36 separando os blocos 15 das fileiras 11 substancialmente têm uma largura constante movendo-se do sulco circunferencial 5 para o sulco circunferencial axialmente adjacente 6. Os sulcos transversais 36 têm uma menor largura do que aquela dos sulcos circunferenciais 3, 4, 5, 6, porém em todos os casos maior do que aquela dos  
20 sulcos transversais 16 e 26. Em detalhes, os sulcos transversais 36 têm uma largura menor do que 4 mm, preferivelmente menor do que 3 mm. Preferivelmente, os sulcos 36 em qualquer caso têm uma largura maior do que 1,5 mm, preferivelmente maior do que 2 mm.

25 Dado o tamanho dos sulcos transversais 36 e dos sulcos circunferenciais 5, 6 e, conseqüentemente, a relação cavidade/sólido que é mais elevada nesta região do que no resto do pneu, esta região permite drenagem de água ótima e mais resistência para o fenômeno de aquaplanagem.

Para dar aos pneus 15 mais estabilidade estrutural, em favor de

fácil direção, silêncio ao rodar e uniformidade de desgaste, os blocos 15 podem ser conectados entre si por elementos de reforço 31, localizados nos sulcos 36. Em mais detalhe, considerando-se a seção longitudinal de um sulco 36, como mostrado na Fig. 2b, cada elemento de reforço 31 pode ser definido por uma parte de profundidade reduzida provida na região central do respectivo sulco transversal 36. A profundidade do sulco transversal 36 na região central, isto é, do elemento 31, pode ser exatamente como uma indicação incluída entre 1,5 mm e 6 mm e ser preferivelmente igual a 4 mm.

Na parte restante, o sulco 36 tem uma profundidade variável aumentando dos sulcos 5 e 6 em direção ao elemento de reforço 31. Em detalhe, próximo aos sulcos circunferenciais 5 e 6, o sulco 36 tem uma profundidade incluída entre 6 e 9 mm, preferivelmente igual a 8 mm.

Cada bloco 15 é ainda dividido em dois sub-blocos 15', 15'' por um outro sulco 46.

O sub-bloco 15'' substancialmente tem uma conformação em L, enquanto o sub-bloco 15', incluído pelos dois braços formando uma conformação L, substancialmente tem um formato trapezóide.

Cada sulco 46 estende-se do sulco circunferencial 5 para o sulco transversal 36 e tem uma linha mediana com uma primeira extensão retilínea 406, uma segunda extensão retilínea 407 e uma extensão de conexão curvilínea 408 unindo as primeira 406 e segunda 407 extensões retilíneas entre si.

A extensão curvilínea 408 de cada sulco 46 é definida por um arco de uma circunferência tendo um raio pré-selecionado de curvatura R3, igual ao radio de curvatura R1.

A primeira extensão retilínea 406 tem um curso substancialmente paralelo àquele dos sulcos transversais 36, enquanto a segunda extensão retilínea 407 forma um ângulo  $\gamma$  com uma direção substancialmente paralela ao plano equatorial de um valor mais elevado do

que  $5^\circ$ , preferivelmente menor do que  $20^\circ$ , mais preferivelmente igual a  $10^\circ$ . A segunda extensão retilínea 407 estende-se até um sulco transversal 36 e une-se ao último axialmente a jusante do elemento de reforço 31.

5 Cada sulco 36 tem uma profundidade decrescente dos sulcos 5, 36 para sua região central. Em particular, como melhor mostrado na Fig. 2b, os sulcos transversais 46 têm um curso de dupla etapa com reduzida profundidade em direção aos sulcos 5 e 36.

10 A profundidade dos sulcos 46 é menor do que 9 mm, preferivelmente igual a 7 mm. Nas partes elevadas 35 ou etapas colocadas próximo aos sulcos 5 e 36, os sulcos 46 têm uma profundidade menor do que 3 mm, preferivelmente igual a 2 mm.

Este curso escalonado de sulcos 46 fornece rigidez ao bloco 15 e reduz possíveis problemas de desgaste desigual.

Os sulcos 46 têm uma largura menor do que 1,5 mm.

15 Os sulcos 46 podem continuar para dentro do sulco 5, para conexão com os sulcos 26, a fim de formar um único sulco, como mostrado na forma de realização da Fig. 3, por exemplo.

20 Como anteriormente provido, as duas partes em ressalto 8 e 12, são axialmente limitadas em relação à parte central L1 da banda de rodagem 2 pelos sulcos 3 e 6, respectivamente. Cada parte em ressalto 8 e 12 compreende sulcos transversais 56 e 66, respectivamente.

25 Os sulcos transversais 56 e 66 repetem-se circunferencialmente. Os sulcos transversais 56 e 66 têm uma linha mediana com um curso substancialmente retilíneo, substancialmente perpendicular ao plano equatorial 7.

Em particular, a linha mediana dos sulcos 56 formam um ângulo  $\omega$  maior do que  $70^\circ$  com a direção circunferencial do sulco 3. A forma de realização mostrada ns figuras dito ângulo é menor do que  $90^\circ$  e preferivelmente corresponde a  $80^\circ$ .

A linha mediana de sulcos 66 também é substancialmente orientada como a linha mediana de sulcos 56, formando, portanto, um ângulo  $\omega$  maior do que  $70^{\circ}$ . Na forma de realização mostrada nas figuras, dito ângulo  $\omega$  é menor do que  $90^{\circ}$  e, preferivelmente, corresponde a  $80^{\circ}$ .

5 Os sulcos 56 do ressalto axialmente externo 8 estende-se da borda axialmente externa da banda de rodagem 2 até próximo do sulco 3, sem entretanto alcança-lo.

Ao contrário, os sulcos 66 do ressalto axialmente interno 12 estendem-se da borda axialmente interna da banda de rodagem 2 ao sulco 6.  
10 Em detalhe, na última extensão em direção ao sulco circunferencial 6, cada sulco transversal 66 tem uma seção estreitando-se e passa de uma largura maior do que 2 mm para uma largura menor do que 1,5 mm, preferivelmente igual a 0,8 mm.

Os sulcos transversais 66 e sulcos 56 da extensão não  
15 submetida a estreitamento têm uma largura maior do que 2 mm, preferivelmente maior do que 2,5 mm. Preferivelmente, os sulcos 56, 66 têm uma largura menor do que 4 mm.

Os sulcos 56, 66 não têm uma profundidade constante, porém uma profundidade variável que diminui ao moverem-se em direção à borda  
20 axialmente externa da banda de rodagem 2, com respeito ao sulco circunferencial 56 e em direção à borda axialmente interna da banda de rodagem 2, com respeito ao sulco circunferencial 66. Os sulcos transversais consecutivos 56, bem como os sulcos consecutivos 66 são unidos dois a dois por sulcos substancialmente longitudinais 96, 86, tendo um curso com  
25 formato S. Os sulcos longitudinais 96, 86 têm uma linha mediana com três partes retas e duas partes curvilíneas.

Cada parte curvilínea é disposta a fim de unir duas partes retilíneas. Cada sulco longitudinal 96,86 substancialmente estende-se da borda axialmente externa da banda de rodagem 2 para o sulco circunferencial

axialmente adjacente. Em particular, cada sulco longitudinal 96 estende-se da borda axialmente externa da banda de rodagem 2 até próximo da extremidade axialmente interna do sulco transversal 56.

5 Cada sulco longitudinal 86 substancialmente estende-se da borda axialmente interna da banda de rodagem 2 até próximo da extremidade axialmente interna do sulco transversal 66. Em particular, o sulco longitudinal 86 estende-se até próximo da borda interna do sulco 66 de maior largura.

10 A fim de aumentar a rigidez estrutural dos blocos de ressalto, os sulcos longitudinais 96, 86 têm uma profundidade variável que diminui nas extremidades formando degraus.

Em particular, cada sulco longitudinal 96, 86 tem uma profundidade substancialmente constante, que é mais do que 3 mm e menos do que 8 mm, preferivelmente igual a 7 mm na extensão retilínea substancialmente perpendicular ao plano equatorial.

15 Nas extensões de conexão curvilíneas e nas extensões retilíneas substancialmente circunferenciais restantes, caracterizadas por uma redução de profundidade, os sulcos longitudinais 96, 86 têm uma profundidade incluída entre 1 mm e 5 mm, preferivelmente igual a 2 mm.

20 Entretanto, os sulcos longitudinais 96, 86 poderiam ter diferentes profundidades, sem desvio do escopo de proteção da presente invenção.

Na banda de rodagem a parte de ressalto 8 tem uma relação de cavidade/sólido menor do que aquela da parte de ressalto 12.

25 Na Fig. 3 uma banda de rodagem 106 é mostrada que é uma variante daquela vista na Fig. 2 e em que as mesmas partes são identificadas com os mesmos números. A banda de rodagem 102 é muito similar à banda de rodagem 2, exceto quanto aos sulcos transversais 56 da parte de ressalto externa 8. Neste caso, de fato, os sulcos transversais 56 estende-se da borda axialmente externa da banda de rodagem 102 para o sulco circunferencial 3, e

a parte de ressalto 8, como a parte de ressalto 12, neste caso tem a mesma relação de cavidade/sólido.

Na Fig. 3 a direção de rolamento é indicada pela seta A.

Mostrada na Fig. 4 há uma banda de rodagem 112, que é uma  
5 outra variante daquela vista na Fig. 2 e em que as mesmas partes são identificadas com os mesmos números.

Neste caso, a banda de rodagem 112 é provida com três sulcos circunferenciais 3, 4, 5 (Fig. 4) estendendo-se na direção longitudinal e sendo paralelos a um plano equatorial 7 do pneu. A banda de rodagem 112 inclui  
10 duas fileiras centrais circunferenciais 9, 10 dos blocos. A parte de ressalto 8 é separada da fileira de bloco 9 pelo sulco circunferencial 3. A fileira 9 dos blocos 13 é incluída entre os sulcos circunferenciais 3 e 4. A fileira 10 dos blocos 14 é incluída entre os sulcos circunferenciais 4 e 5. A parte de ressalto 12 é separada da fileira 10 dos blocos 14 pelo sulco 5.

15 Os sulcos circunferenciais 3, 4 e 5 todos substancialmente têm a mesma largura, incluída ente 9 e 14 mm.

A fileira de blocos 13 da banda de rodagem 112 corresponde em formato e posição à fileira homóloga da Fig. 2 e, por esta razão, não será mais descrita.

20 Com respeito, em vez da fileira 10 dos blocos 14, esta fileira de bloco corresponde em formato à fileira de blocos homóloga da Fig. 2, porém tem uma diferente posição. Em particular, a fileira de blocos 10 vista na Fig. 4 é axialmente afastada em relação ao plano equatorial 7.

Finalmente, é mostrada na Fig. 5 uma banda de rodagem 122  
25 que é uma variante da vista na Fig. 2 e em que as mesmas partes são identificadas com os mesmos numerais de referência.

Em particular, a banda de rodagem 122 da Fig. 5 é muito similar à banda de rodagem da Fig. 4, exceto que a fileira 10 dos blocos 14 foi substituída pela fileira 11 dos blocos 15.

A fileira 11 dos blocos 15 corresponde em formato à fileira de blocos homóloga da Fig. 2 e, por esta razão, não será mais descrita.

5 A fileira 11 dos blocos 15 mostrada na Fig. 5 é somente axialmente deslocada para uma posição mais centrada. Desta maneira, em relação à banda de rodagem da Fig. 4, a banda de rodagem vista na Fig. 5 tem uma relação de cavidade/sólido diferenciada nos dois lados, isto é, uma relação menor no lado externo e uma relação maior no lado interno.

10 Um espécime do pneu da invenção, tendo a banda de rodagem mostrada nas Figs. 1 – 2, foi manufaturado e submetido a testes de comparação com um pneu de controle P, tendo uma banda de rodagem com uma parte central separada de dois sulcos circunferenciais por duas partes de ressalto. Dita parte central tem uma fileira de blocos centrais e duas arestas providas com sulcos transversais de extensão curvilínea.

15 O pneu de controle P foi selecionado porque ele tem ótimos aspectos e foi homologada para carros esportivos rápidos de Elevado Desempenho.

O pneu da invenção tinha tamanho 225/50 R17, com aro 7,5x19J e pressão de inflação de 2,2 barras. O pneu de controle tinha o mesmo tamanho.

20 Um carro Audi A6 foi primeiro equipado com quatro pneus pneumáticos da invenção e em seguida com quatro pneus pneumáticos para comparação (pneus de controle).

25 Os testes de aquaplanagem foram realizados em uma reta e em uma curva, bem como testes de frenagem em uma superfície de estrada seca e úmida, o comportamento dos testes durante a corrida em uma superfície de estrada úmida e seca, testes de ruído no lado interno e externo do carro e testes de conforto.

O teste de aquaplanagem em uma reta ocorreu em uma extensão reta de asfalto liso de um determinado comprimento (100 m) com

uma camada de água de altura predeterminada constante (7 mm), que foi automaticamente restaurada após cada passagem do carro testado. A reta é tomada em constante velocidade (cerca de 70 km/hora) sob condições de total agarramento e então o carro é acelerado até perda das condições de agarramento total.

O teste de aquaplanagem em uma curva ocorreu em uma reta de deslocamento com asfalto seco suave em uma curva com um raio constante (100 m), tendo um comprimento predeterminado e compreendendo, em uma extensão final, uma região de predeterminado comprimento (20 m) inundada com uma camada de água de predeterminada espessura (6 mm). O teste ocorreu em constante velocidade para diferentes valores de velocidade.

Durante o teste, aceleração centrífuga máxima e velocidade máxima do carro, correspondendo à condição de aquaplanagem completa, foram medidas.

O teste de frenagem foi realizado em uma extensão de asfalto reto, tanto sob condições de solo úmido como seco, detectando-se a distância de parada de uma predeterminada velocidade de partida, tipicamente 100 km/h, sob condições secas e 80 km/h sob condições úmidas. A distância de parada é determinada como a média aritmética de uma série de subseqüentes operações de detecção.

O teste de comportamento ao correr sob condições de superfícies secas e úmidas ocorre ao longo de predeterminados trajetos de deslocamento, tipicamente circuitos fechados ao tráfego.

Através de simulação de algumas manobras características (tais como mudança de alameda, ultrapassagem, slalom entre cones de tráfego, entrar e sair de curvas) realizadas em constante velocidade, bem como acelerando e desacelerando, avaliação do desempenho do pneu, avaliação do desempenho do pneu é realizada pelo motorista de teste, que fornece uma avaliação numérica do pneu envolvido durante as manobras acima descritas.

A escala de avaliação representa um julgamento subjetivo expresso pelo motorista de teste, que testa e compara os itens de equipamento em seqüência.

5 O conforto foi a avaliação considerando o conjunto de sensações sentidas pelo motorista de teste em relação à capacidade do pneu de absorver as desnivelamentos da estrada.

Os resultados do teste são reproduzidos na Tabela I, em que os valores da avaliação são expostos em percentagem, considerando-se os valores do pneu de controle iguais a 100.

10

Tabela I

	Controle	Invenção
Aquaplanagem em uma curva	100	100
Aquaplanagem em uma reta	100	100
Frenagem em um solo seco	100	107
Frenagem em um solo úmido	100	102
Comportamento em um solo seco	100	105
Comportamento em um solo úmido	100	102

Na tabela I, valores maiores do que 1 indicam uma melhoria em comparação com o pneu de controle.

15 Os resultados de teste provam que o pneu da invenção tem um comportamento muito melhor do que o pneu de controle nos testes de frenagem e testes de comportamento em um solo seco.

São mostrados na Fig. 6 os gráficos da intensidade de ruído externo dB(A), dependendo da freqüência, para o pneu da invenção (curva B) e o pneu de controle (Curva A). Como mostrado nestes testes, a velocidade de referência é de 80 km/h.

20

Os gráficos da Fig. 6 mostram que o pneu da invenção parece ser menos barulhento do que o pneu de controle em cerca de 2 dB(A) em uma média.

## REIVINDICAÇÕES

1. Pneumático (1) para carro caracterizado pelo fato de ter uma banda de rodagem (2) compreendendo uma parte central (L1) disposta montada sobre um plano equatorial (7) e duas partes de ressalto (8, 12), a parte central (L1) sendo separada das partes de ressalto (8, 12) da banda de rodagem em dois sulcos circunferenciais (3, 6); em dita parte central pelo menos uma fileira circunferencial (9), incluída entre dois sulcos circunferenciais (3, 4) estando presentes, caracterizada pelo fato de dita banda de rodagem (2) ter uma relação de cavidade/sólido menor do que 0,28; dita fileira circunferencial (9) compreende sulcos transversais (16) estendendo-se sobre pelo menos 80% da largura de dita fileira circunferencial (9); cada sulco transversal (16) compreendendo uma linha mediana tendo pelo menos uma primeira extensão retilínea (106; 107) e uma extensão curvilínea (108); ditos sulcos transversais (16) tendo uma menor largura do que aquela dos sulcos circunferenciais (3, 4).

2. Pneumático (1) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de dita linha mediana ter uma segunda extensão retilínea (106) e pelo fato de dita extensão curvilínea (108) conectar ditas primeira (107) e segunda (106) extensões retilíneas.

3. Pneumático (1) de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de dita segunda extensão retilínea (106) ter um comprimento menor do que ou igual a um terço do comprimento da primeira extensão (107).

4. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de ditos sulcos transversais (16) terem uma largura máxima menor do que ou igual a 1,5 mm.

5. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de ditos sulcos transversais (16) estenderem-se de um sulco circunferencial (3) até o sulco axialmente

adjacente (4).

6. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de dita fileira circunferencial (9) compreender uma fileira de blocos (13); cada bloco (13) da fileira (9) ser axialmente delimitado por uma extensão (103; 104) de ditos sulcos circunferenciais e ser circunferencialmente confinada por dos sulcos transversais (16) consecutivos.

7. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de dita extensão conectante compreender um arco de uma circunferência tendo um raio pré-selecionado de curvatura (R1) e definir uma convexidade orientada em uma primeira direção circunferencial.

8. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de dita primeira extensão (107) estender-se sobre pelo menos 40% da largura da fileira circunferencial (9) e ter uma inclinação pré-selecionada relativa a dito plano equatorial.

9. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes 2 a 8, caracterizado pelo fato de dita segunda extensão (106) ter uma direção substancialmente perpendicular a dito plano equatorial (7).

10. Pneumático (1) de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de dita primeira extensão (107) formar um ângulo  $\alpha$  relativo a dito plano equatorial (7), que é menor do que ou igual a  $50^\circ$ , preferivelmente menor do que ou igual a  $40^\circ$ .

11. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de compreender pelo menos uma segunda fileira circunferencial (10) incluída entre os dois sulcos circunferenciais (4; 5); dita fileira circunferencial (10) compreendendo sulcos transversais (26) estendendo-se através de pelo menos 80% da largura de dita

fileira circunferencial (10); cada sulco transversal (26) compreendendo uma linha mediana tendo uma primeira (207; 206) extensão retilínea e uma extensão conectante curvilínea (208); ditos sulcos transversais (26) tendo uma largura menor do que aquela de ditos sulcos circunferenciais (4; 5).

5                   12. Pneumático (1) de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de dita linha mediana dos sulcos transversais da segunda fileira circunferencial (10) ter uma segunda extensão retilínea (206) e pelo fato de dita extensão curvilínea (208) conectar-se a dita primeira (207) e segunda (206) extensões retilíneas.

10                   13. Pneumático (1) de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de ditas primeira e segunda extensões retilíneas (207; 206) da segunda fileira circunferencial (1) terem diferentes comprimentos.

15                   14. Pneumático (1) de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de dita primeira extensão (207) estender-se sobre pelo menos 40% da largura da fileira circunferencial (10) e ter uma inclinação pré-selecionada relativa a dito plano equatorial (7).

20                   15. Pneumático (1) de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de dita primeira extensão (207) formar um ângulo  $\beta$  relativo a dito plano equatorial que é menor do que ou igual a  $50^\circ$ ; preferivelmente menor do que ou igual a  $40^\circ$ .

                    16. Pneumático (1) de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de dita segunda extensão (206) ter uma inclinação pré-selecionada em relação a dito plano equatorial (7), que é adaptado para definir um ângulo  $\delta$  maior do que  $75^\circ$ .

25                   17. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 12, caracterizado pelo fato de dita extensão conectante (208) compreender um arco de uma circunferência tendo um raio pré-selecionado de curvatura (R2) e definir uma concavidade orientada em uma segunda direção circunferencial (M).

18. Pneumático (1) de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de dita segunda direção circunferencial ser oposta a dita primeira direção circunferencial.

5 19. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes 11 a 18, caracterizado pelo fato de ditos sulcos transversais (26) da segunda fileira circunferencial (10) ter uma largura máxima maior do que ou igual a 1,5 mm.

10 20. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 19, caracterizado pelo fato de ditos sulcos transversais (26) da segunda fileira circunferencial (10) estender-se de um sulco circunferencial (4) até o sulco axialmente adjacente (5).

15 21. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 20, caracterizado pelo fato de dita segunda fileira circunferencial (10) compreender uma fileira de blocos (14); cada bloco (14) da segunda fileira (10) ser axialmente delimitado por uma extensão (204; 205) dos sulcos circunferenciais (4; 5) e ser circunferencialmente delimitado por dois sulcos transversais consecutivos (26).

20 22. Pneumático (1) de acordo com a reivindicação 4 ou 19, caracterizado pelo fato de a largura de ditos sulcos transversais (16; 26) ser menor do que ou igual a 1 mm.

25 23. Pneumático (1) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender pelo menos um terço da fileira circunferencial (11) de blocos (15) incluídos entre dois sulcos circunferenciais (5, 6), cada um de ditos blocos (15) sendo axialmente definido por uma extensão (305; 306) de ditos sulcos circunferenciais (5; 6) e sendo circunferencialmente definidos por sulcos transversais (36), ditos sulcos transversais compreendendo uma linha mediana de curso substancialmente retilíneo, adaptado para formar um ângulo  $\phi$  com dito plano equatorial (7).

24. Pneumático (1) de acordo com a reivindicação 23,

caracterizado pelo fato de ditos sulcos transversais (36) estenderem-se de um sulco circunferencial (56) para o axialmente adjacente (6) com uma largura maior do que 1,5 mm; preferivelmente menor do que 4 mm.

5 25. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 23 a 24, caracterizado pelo fato de dita terceira fileira (11) de blocos compreender mais um sulco (46) adaptado para dividir os blocos (15) em dois sub-blocos (15'; 15''); e dito sulco (46) ainda compreender uma linha mediana tendo uma primeira (406) e uma segunda (407) extensão retilínea e uma extensão de conexão curvilínea (408) unindo ditas primeira (406) e  
10 segunda (407) extensões retilíneas entre si; dito sulco (46) tendo uma largura menor do que 1,5 mm.

15 26. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de ditos sulcos circunferenciais (3, 4, 5, 6) terem uma largura incluída na faixa de 5 a 16 mm, inclusive dos extremos.

20 27. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de ditos sulcos circunferenciais (3, 4, 5, 6) terem uma profundidade incluída na faixa de 5 a 11 mm.

25 28. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de dito sulco circunferencial (3) disposto na parte axialmente externa da parte central (L1) da banda de rodagem ter uma largura menor do que aquela dos sulcos circunferenciais (4, 5, 6).

29. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de os sulcos transversais (16, 26) terem uma redução de profundidade em uma parte adjacente a pelo menos um sulco circunferencial (4; 5).

30. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das

reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o plano equatorial (7) dividir a banda de rodagem em duas semi-regiões, isto é, uma semi-região axialmente interna (L2) e uma semi-região axialmente externa (L3), posicionada no lado externo de dito carro, quando dito pneu (1) é fixado no último; dita semi-região axialmente externa (L3) tem uma relação de cavidade/sólido menor do que aquela da semi-região axialmente interna (L2); dita semi-região axialmente interna (L2) ter uma relação cavidade/sólido menor do que ou igual a 0,28.

31. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de a fileira axialmente interna dos blocos (13) da parte central (L1) da banda de rodagem (2) ter uma relação de cavidade/sólido incluída na faixa de 0,28 a 0,38.

32. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de cada parte de ressalto (8, 12) compreender sulcos transversais (56, 66) que se repetem circunferencialmente.

33. Pneumático (1) de acordo com a reivindicação 32, caracterizado pelo fato de os sulcos transversais (56; 66) terem uma linha mediana de curso substancialmente linear, que é inclinada em relação ao plano equatorial (7), a fim de formar um ângulo  $\omega$  maior do que  $70^\circ$  com a direção circunferencial do sulco axialmente adjacente (3; 6).

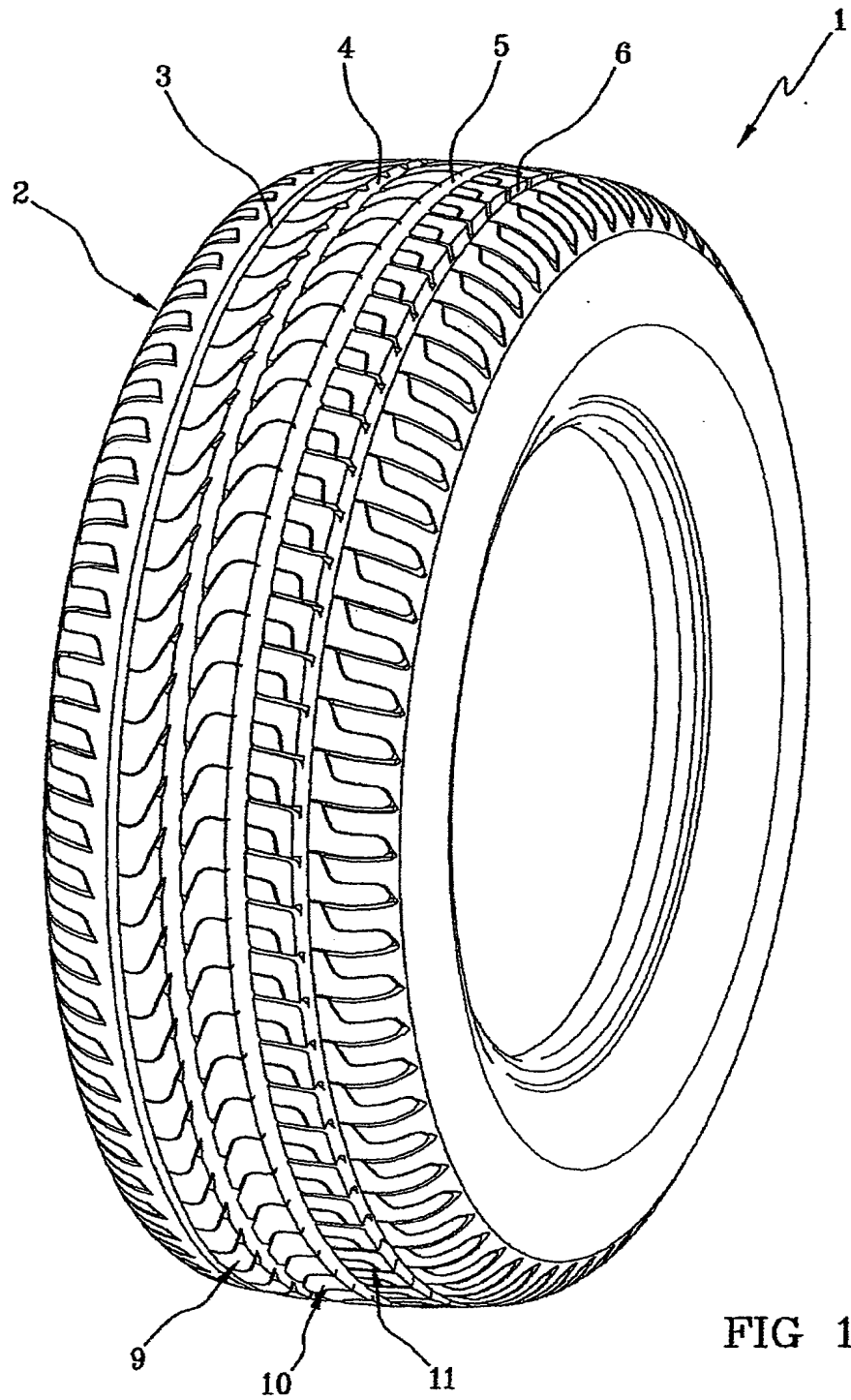
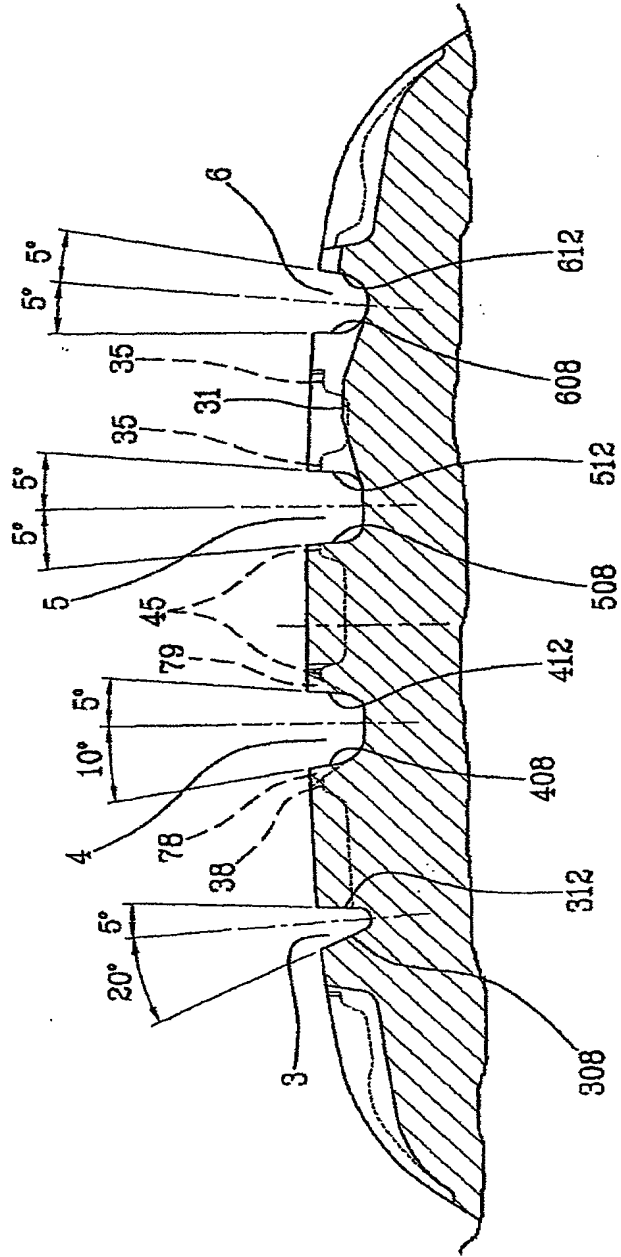


FIG 1



FIG 2a



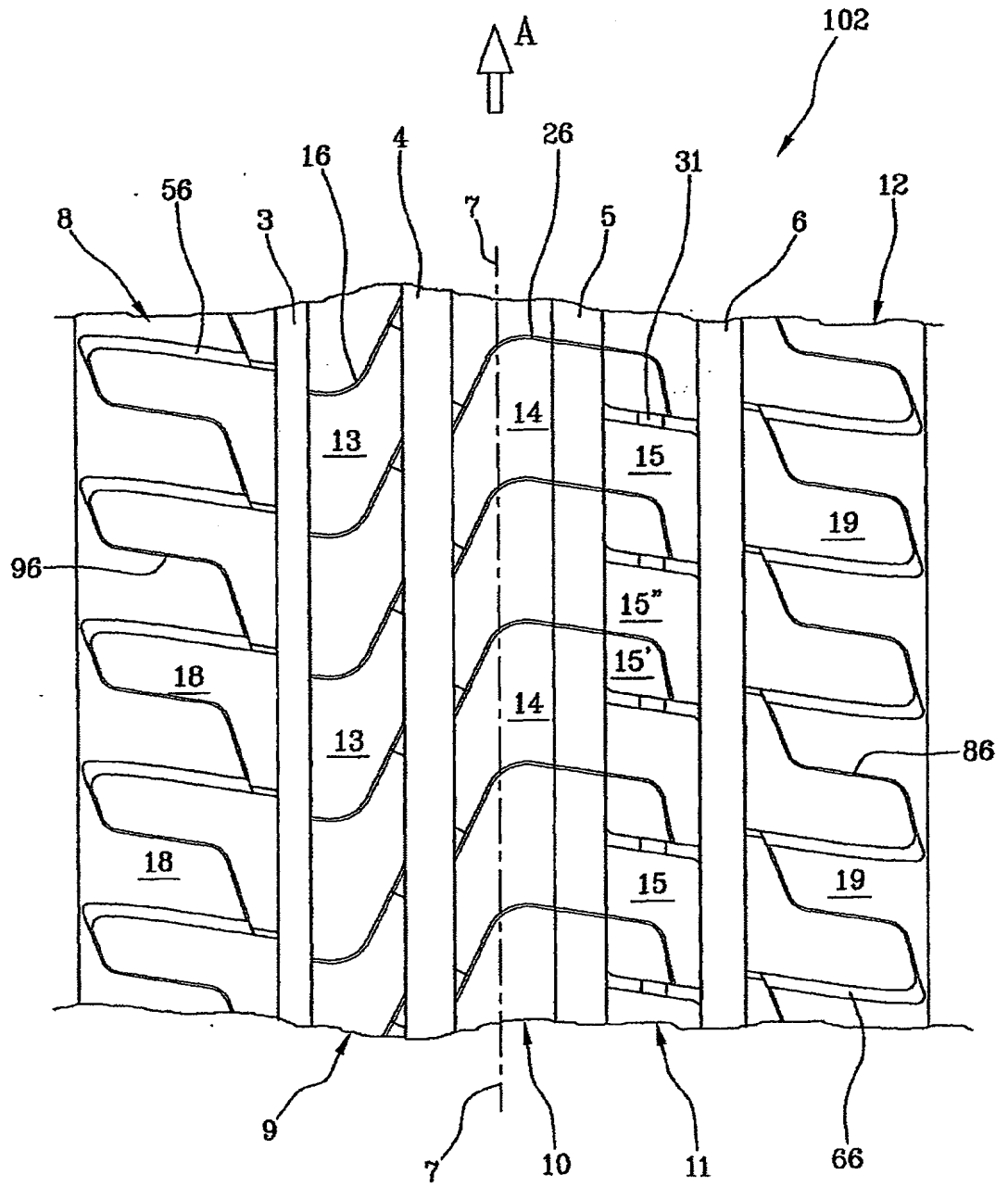


FIG 3

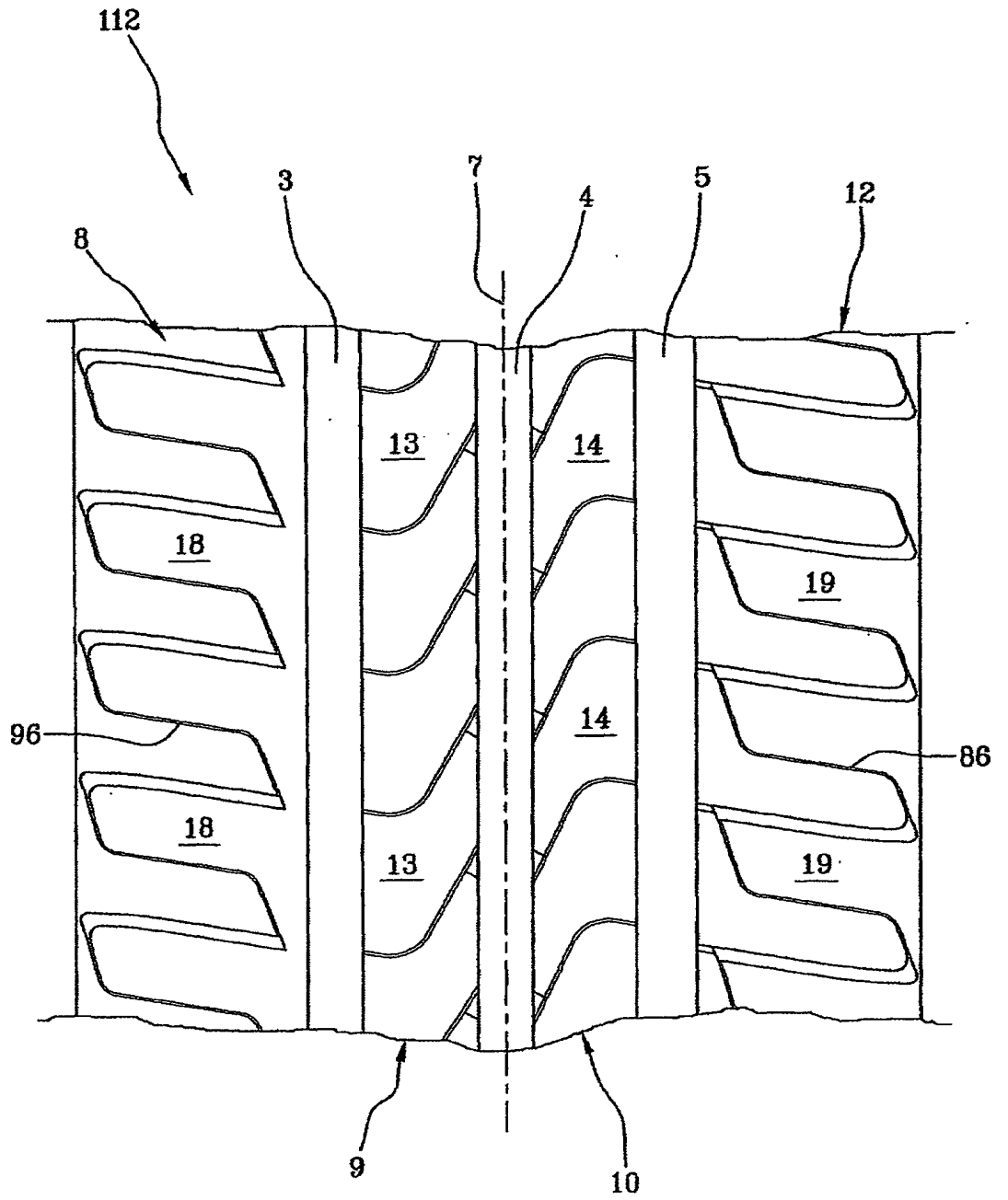


FIG 4

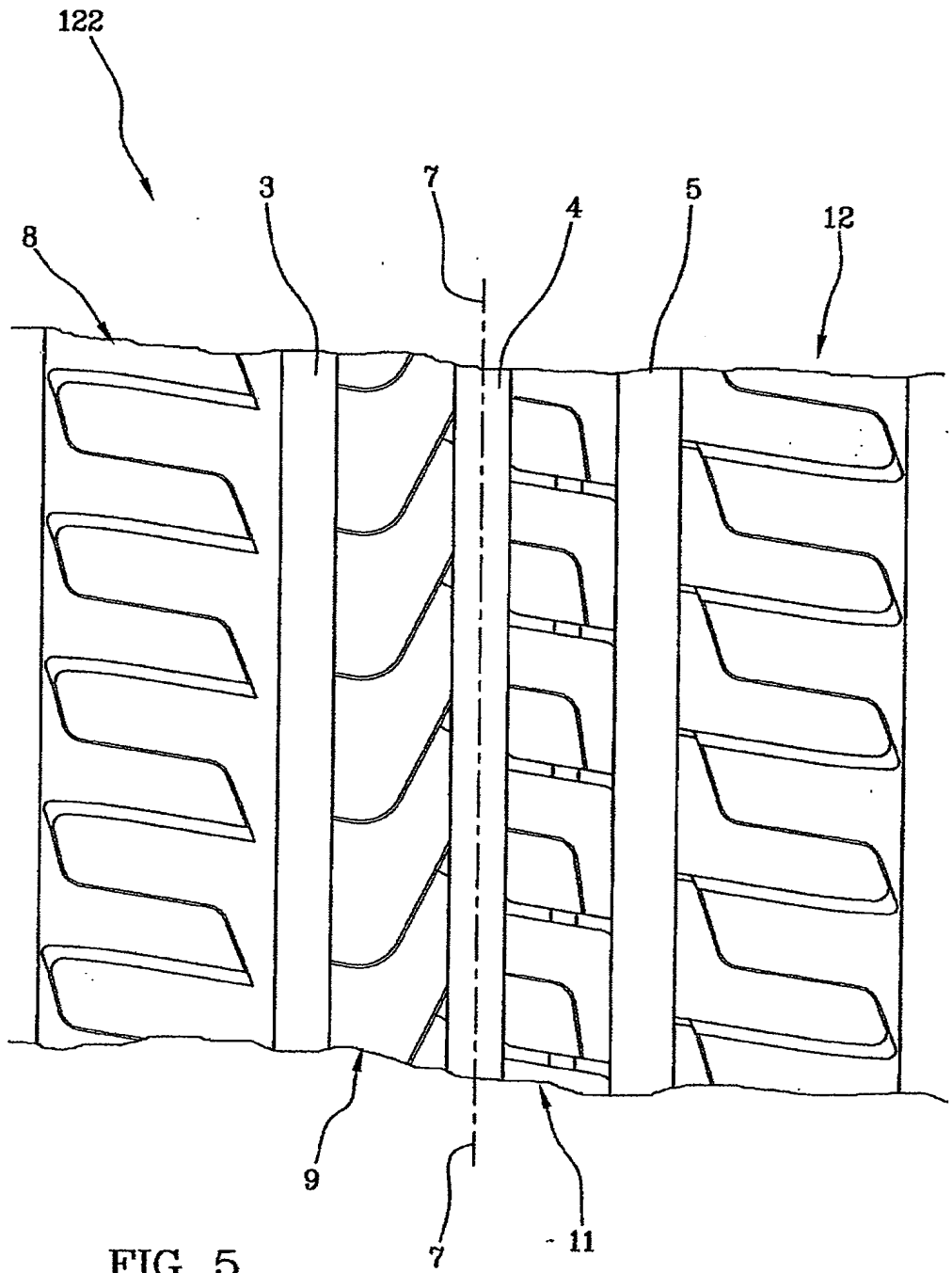
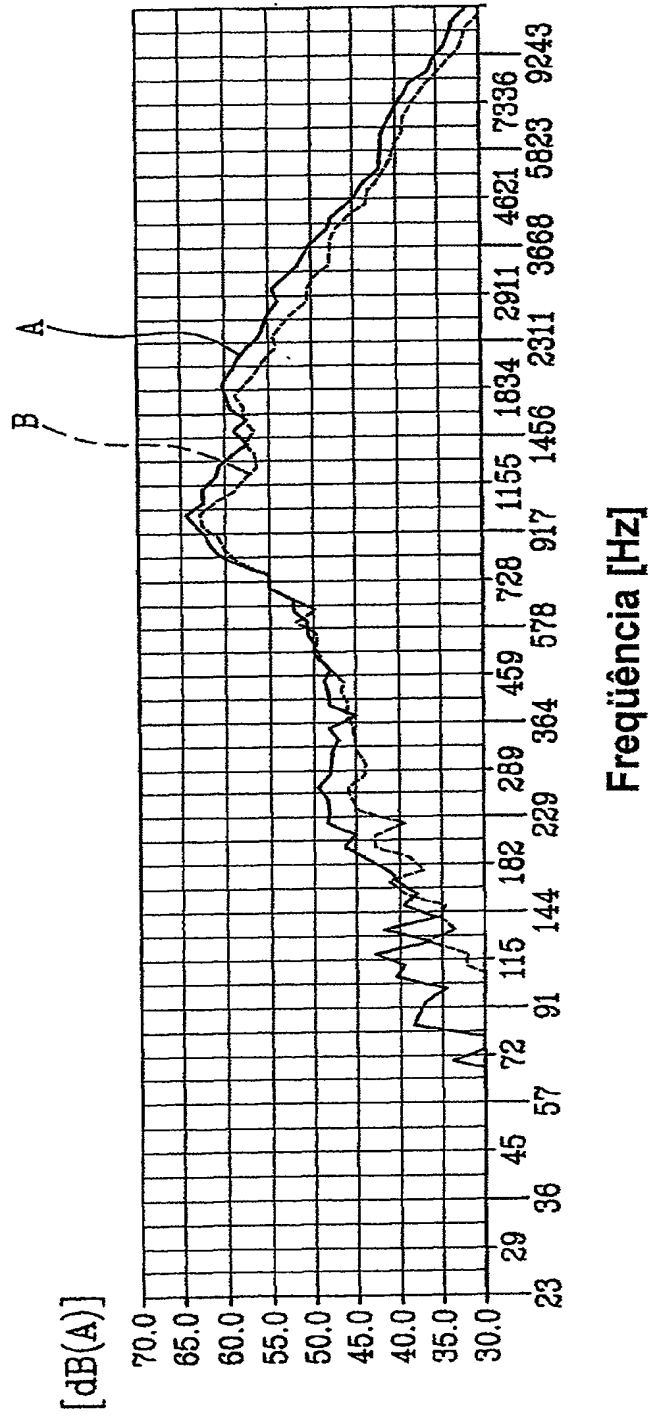


FIG 5

FIG 6



RESUMO  
“PNEUMÁTICO”

Um pneumático (1) para carro tendo uma banda de rodagem (2) compreendendo uma parte central (L1) disposta montada sobre em um plano equatorial (7) e duas partes em ressalto (8, 12). A parte central (L1) é separada das partes de ressalto da banda de rodagem (8, 12) por dois sulcos circunferenciais (3, 6); pelo menos uma fileira circunferencial (9) incluída entre um primeiro e segundo sulco circunferencial (3, 4) está presente na parte central (L1). A banda de rodagem (2) tem uma relação cavidade/sólido menor do que 0,28. A fileira circunferencial (9) compreende sulcos transversais (16) estendendo-se sobre pelo menos 80% da largura da fileira circunferencial (9). Cada sulco transversal (16) compreende uma linha mediana tendo pelo menos uma primeira extensão retilínea (106; 107) e uma extensão curvilínea (108). Os sulcos transversais (16) têm uma largura menor do que aquela dos sulcos circunferenciais (3; 4).