



PI 04189531
PI 04189531

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0418953-1

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0418953-1

(22) Data do Depósito: 16/07/2004

(43) Data da Publicação do Pedido: 26/01/2006

(51) Classificação Internacional: B60C 11/03; B60C 11/04

(54) Título: PNEU PARA UM VEÍCULO AUTOMOTOR

(73) Titular: PIRELLI TYRE S.P.A., Companhia Italiana. Endereço: Viale Sarca 222, 20126 Milão, Itália (IT).

(72) Inventor: GIUSEPPE MATRASCIA; VITO BELLO; MAURIZIO BOIOCCHI

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 14/07/2015, observadas as condições legais.

Expedida em: 14 de Julho de 2015.

Assinado digitalmente por:

Liane Elizabeth Caldeira Lage
Diretora de Patentes Substituta



“PNEU PARA UM VEÍCULO AUTOMOTOR”

A presente invenção refere-se a um pneu para um veículo automotor, em particular a um pneu de alto desempenho.

São conhecidos pneus de veículos automotores que têm uma
5 banda de rodagem provida com blocos delimitados por fendas
circunferenciais estendendo-se em uma direção substancialmente longitudinal
e por fendas transversais estendendo-se em uma direção substancialmente
axial. Os blocos que resultam da interseção das as referidas fendas são
10 formados em várias formas adequadamente configuradas e são arranjados em
fileiras circunferenciais adjacentes, cada um dos quais é localizado entre duas
fendas circunferenciais sucessivas.

As fendas circunferenciais podem influenciar as propriedades
direcionais e de estabilidade de marcha do pneu em relação aos empuxes
(deslizamento) laterais orientados em paralelo ao eixo geométrico de rotação
15 do pneu.

As fendas transversais, por sua vez, podem influenciar as
propriedades de tração do pneu, mais precisamente sua capacidade de
transmitir eficientemente para a superfície da pista de rolamento os empuxes
paralelos à direção de marcha durante aceleração e frenagem do veículo
20 automotor.

As fendas circunferenciais podem também influenciar a
drenagem da água na área que faz contato com a superfície da pista de
rolamento (área útil de cobertura) durante a marcha sobre uma superfície de
rolamento úmida.

25 Além disto, a presença de fendas transversais e
circunferenciais influencia o ruído de rolamento do pneu. De fato, uma das
causas principais da sonoridade é a contínua sucessão de impactos das bordas
dos blocos sobre a superfície da pista de rolamento.

Uma outra causa de sonoridade consiste no arraste dos blocos

sobre a superfície da pista de rolamento quando eles entram e deixam a área de contato com a superfície da pista de rolamento. Este arraste é devido essencialmente à deformação da banda de rodagem tanto quando o pneu é achatado contra a superfície da pista de rolamento quanto quando ele recupera sua condição inflada, quando ele deixa a área de contato com a superfície da pista de rolamento.

As deformações da banda de rodagem quando entra em contato com e deixa a área de contato com a superfície de pista de rolamento também produzem uma variação volumétrica cíclica das fendas, as quais delimitam os blocos e uma conseqüente ação cíclica de compressão e expansão do ar aprisionado dentro das fendas. Esses fenômenos de compressão e expansão do ar aumentam o ruído de rolamento do pneu.

Várias medidas que tendem a limitar o ruído de rolamento de um pneu são conhecidas. Uma destas consiste em prover os blocos com diferentes dimensões longitudinais pela adoção de dois ou mais diferentes valores de passo distribuídos em sucessão circunferencial - chamados de “seqüência de passos” - de modo a prover a máxima falta de uniformidade possível sobre a extensão circunferencial da banda de rodagem. A meta é distribuir a energia acústica devida aos impactos e arraste dos blocos sobre um amplo espectro de freqüências, desta maneira evitando contração da mesma em uma freqüência específica e produzindo desagradável ruído.

A sonoridade de um pneu, medida de acordo com a New Dir. 2001/43/EC Aug. 4, 2001, é considerado inaceitável quando excede os seguintes limites:

25	largura de pneu 145 mm	72 dB(A);
	largura de pneu > 145 e 165 mm	73 dB(A);
	largura de pneu > 165 e 185 mm	74 dB(A);
	largura de pneu > 185 e 215 mm	75 dB(A);
	largura de pneu > 215 mm	76 dB(A);

A sonoridade de pneus é um problema que é difícil de solucionar porque algumas medidas que tendem a reduzi-la afetam adversamente a tração direcional e propriedades de drenagem de água.

5 A EP 1 189 770 B1 descreve um pneu de alto desempenho para um veículo automotor, provido com uma banda de rodagem tendo uma largura total L e compreendendo duas profundas fendas circunferenciais que separam uma região central a partir de duas regiões de ressalto laterais, as referidas regiões de ressalto sendo providas com blocos de ressalto, a soma das larguras das referidas regiões de ressalto laterais sendo igual ou menor
10 que 60% da largura total L, a largura de cada uma das regiões de ressalto não sendo menor do que 20% da referida largura total L, cada uma das as referidas fendas circunferenciais sendo adjacente, no lado mais afastado à região central, para uma trilha contínua a partir da qual são ramificadas fendas transversais que delimitam referidos blocos de ressalto, referida trilha
15 contínua terminando em uma parede contínua que forma uma espera lateral da referida fenda circunferencial, caracterizado pelo fato de que referida parede lateral contínua de pelo menos uma fenda circunferencial tem um perfil, em um plano radial, que é mais inclinado, com respeito a um eixo geométrico de linha de centro da referida fenda circunferencial, do que o perfil da parede
20 lateral confrontante da referida fenda circunferencial, e de que os blocos das fileiras centrais são separados por fendas transversais tendo uma parede de fundo com um configurado perfil de profundidade variável.

A EP 0 812 709 descreve um pneu tendo uma banda de rodagem compreendendo duas regiões, pelo menos uma das quais é provida
25 com uma pluralidade de fendas principais inclinadas, cada uma das quais compreende um segmento com uma inclinação escalonada e um segmento com uma ligeira inclinação. Uma banda lateral das duas regiões tem uma fenda auxiliar com uma inclinação escalonada comunicando-se com duas fendas principais adjacentes, inclinadas, e uma fenda auxiliar com uma ligeira

inclinação, situada entre as duas fendas principais adjacentes, inclinadas. Em uma primeira forma de realização, as fendas principais inclinadas se estendem de uma fenda circunferencial próxima ao plano equatorial do pneu, enquanto que, em uma segunda forma de realização, elas têm um fundo cego. Em uma
5 terceira forma de realização, os segmentos escalonadamente inclinados de duas fendas principais adjacentes, inclinadas, são unidos por meio de uma delgada fenda transversal.

A EP 0 867 310 descreve um pneu compreendendo blocos formados em uma porção de banda de rodagem por meio de uma pluralidade
10 de fendas circunferenciais e uma pluralidade de fendas direcionalmente inclinadas. Pelo menos algumas das fendas direcionalmente inclinadas se estendem de uma fenda circunferencial, próxima ao plano equatorial do pneu, e se estendem em direção a uma extremidade da área da banda de rodagem que faz contato com o solo. Cada um dos blocos tem uma porção angulada
15 que forma um ângulo agudo de 10° - 60° definido por uma fenda circunferencial e uma fenda direcionalmente inclinada. A superfície da porção angulada do bloco é chanfrada sobre uma distância de 10-30 mm a partir de uma extremidade afilada da mesma em uma direção longitudinal, de modo a variar gradualmente em direção a uma porção de maior largura.

20 Veículos de alto desempenho dos dias atuais são mais ou menos governados por sistemas eletrônicos. Tais sistemas gerenciam diferentes condições de acionamento e modificam o comportamento dinâmico do veículo para melhorar, por exemplo, a estabilidade, desempenhos de frenagem e aceleração do mesmo. Neste cenário, dos pneus de alto
25 desempenho é requerido que eles operem em uma diferente com respeito a pneus do passado e precisam ser redesenhados (em termos de padrão de banda de rodagem e de sua estrutura interna) de forma a satisfazerem as alterações relevantes introduzidas no comportamento de veículo pelos sistemas eletrônicos.

Pode ser destacado que veículos de alto desempenho têm um cambejamento negativo enquanto rolam sob condições de condução normais, mas têm cambejamento nulo ou positivo quando ocorrem acelerações laterais e/ou rápidas transferências de carga. Uma vez que os sistemas eletrônicos sensivelmente e ativamente intervêm sobre o comportamento do veículo, os desenhos de padrão de banda de rodagem têm que levar em consideração o fato mencionado.

Na seguinte descrição, os termos pneus de “HP” (Alto Desempenho) (“High Performance”) ou “UHP” (Ultra Alto Desempenho) (Ultra High Performance) indicam pneus que são adequados para aplicações que envolvem altas velocidades de operação (por exemplo, superiores a 200 km/h) e/ou condições de condução extremas. Em particular, os termos Pneus de Alto Desempenho ou Ultra Alto Desempenho são destinados a indicar pneus que pertencem às Classes “H” e “V” (velocidade máxima acima de 210 Km/h) e às Classes “W” e “Y” (velocidade máxima acima de 240 Km/h).

Percebeu-se a necessidade de melhorar o manuseio de propriedades de um pneu de alto desempenho, em particular (mas não exclusivamente) de um pneu assimétrico, no meio tempo assegurando boa aquaplanagem, aderência e propriedades de sonoridade.

Em particular, percebeu-se a necessidade de aumentar a rigidez lateral de pelo menos uma região de ressalto, particularmente da região externa, de um pneu de alto desempenho de modo a resistir aos relevantes empuxes laterais que aparecem, por exemplo, durante manobras de execução de curvas a alta velocidade ou em extremas condições de condução, por exemplo, durante rolamento no limite de aderência.

Apesar de que a rigidez lateral máxima pode ser atingida por um pneu desgastado (em que a quantidade máxima de borracha contata a superfície de rolamento na área útil de cobertura de pneu), é aparente que uma tal solução técnica não é aceitável para um pneu que é requerido que seja

usado em estradas e não em circuitos de corrida, uma vez que um pneu desgastado não tem sobretudo desempenho de aquaplanagem.

Pelo contrário, apesar de que os desempenhos em aquaplanagem podem ser melhorados por meio da provisão de pelo menos
5 uma fenda longitudinal na região de ressalto externa, isto geralmente conduziria a uma redução da rigidez lateral, uma vez que uma menor quantidade de borracha estaria em contato com a superfície de rolamento. Todavia, esta redução é pelo menos parcialmente compensada por um efeito de articulação que causa um acréscimo da área útil de cobertura de pneu em
10 correspondência à zona adjacente à referida pelo menos uma fenda longitudinal.

Percebeu-se, então, a necessidade de prover um pneu que combina altos desempenhos em termos de manuseio, especialmente rigidez lateral, e aquaplanagem, sem afetar negativamente a aderência e
15 características de ruído.

Verificou-se que uma tal combinação de desempenhos pode ser vantajosamente atingida por meio da provisão do padrão de banda de rodagem com pelo menos duas fendas circunferenciais que definem duas distintas regiões de ressalto, uma das referidas regiões de ressalto sendo
20 provida com um corte circunferencial de ressalto - localizado a uma certa distância a partir da fenda circunferencial adjacente - e com uma pluralidade de fendas transversais principais que são posicionadas na área de banda de rodagem compreendida entre o referido corte circunferencial e a fenda circunferencial adjacente à referida região de ressalto. De acordo com a
25 invenção, a referida região de ressalto é a região de ressalto externa (isto é, externa com respeito ao lado do veículo, como descrito a seguir na presente descrição), uma vez que, como mencionado acima, durante manobras de execução de curvas a alta velocidade, a roda externa, e, deste modo, a região de ressalto externa é requerida que suporte uma porção prevalecente da carga

do veículo.

De acordo com a presente invenção, as referidas fendas transversais principais são notavelmente inclinadas (com respeito a um aplanado radial do pneu) em direção à referida fenda circunferencial, de modo a prover
5 o pneu com bons desempenhos de manuseio bem como com bons desempenhos de aquaplanagem.

De fato, na extensão em que se refere a desempenhos de manuseio, as fendas transversais principais inclinadas conferem uma adequada flexibilidade à região de ressalto, na direção lateral, de modo que a
10 área útil de cobertura de pneu é vantajosamente aumentada. No meio tempo, as referidas fendas transversais principais inclinadas não afetam negativamente a rigidez lateral da região de ressalto graças à contribuição positiva do efeito de articulação acima mencionado.

Além disto, a inclinação das fendas transversais principais
15 compensa a força direcional de filamento que é gerada - em cada pneu - por meio da inclinação dos cordões metálicos da camada de cinta mais externa do pneu, referida força direcional de filamento sendo orientada ao longo da inclinação das cordas. As fendas transversais principais de acordo com o padrão de banda de rodagem da presente invenção permitem equilibrar
20 referidas forças direcionais de filamento de modo que o equilíbrio do pneu é vantajosamente elevado.

No que se refere ao desempenho de aquaplanagem, as fendas transversais principais contribuem para descarregar a água a partir da área útil de cobertura de pneu e, desta maneira, suportam o efeito de descarregamento
25 executado pelas fendas circunferenciais. Em particular, enquanto as fendas circunferenciais descarregam a água a partir do lado traseiro central (com respeito à direção de rolamento) da área útil de cobertura de pneu, as fendas transversais principais descarregam a água a partir de um lado lateral (externo) da área útil de cobertura de pneu. Este efeito notavelmente contribui

para aumentar o desempenho de aquaplanagem do pneu, especialmente o desempenho de aquaplanagem quando manobras de execução de curvas a alta velocidade são realizadas.

5 Além disto, constatou-se que o corte circunferencial de ressalto do padrão de banda de rodagem da presente invenção tem um positivo efeito de articulação que contribui para aumentar a flexibilidade da região de ressalto de pneu e, desta maneira, como mencionado acima, o desempenho de manuseio é vantajosamente elevado.

10 Além disto, o padrão de banda de rodagem da presente invenção permite atingir bons desempenhos de sonoridade tanto dentro quanto fora de um veículo, com um excelente desempenho sobre superfícies de estrada úmidas e secas a altas velocidades.

De acordo com a presente invenção, um pneu para um veículo automotor, em particular um pneu de alto desempenho, é provido, referido
15 pneu sendo provido com uma banda de rodagem tendo uma largura total (L). A banda de rodagem compreende uma primeira e uma segunda fendas circunferenciais que separam uma região central a partir de uma primeira e uma segunda regiões de ressalto. De acordo com a invenção, a banda de rodagem compreende um corte circunferencial na primeira região de ressalto
20 a uma distância a partir da referida primeira fenda circunferencial; e uma pluralidade de módulos de fenda transversais, repetidos circunferencialmente. Uma primeira porção de ressalto de cada módulo de fenda transversal compreende pelo menos uma fenda transversal principal que compreende:
25 uma primeira porção substancialmente retilínea inclinada por um primeiro ângulo com respeito a um plano radial, uma segunda porção substancialmente retilínea inclinada por um segundo ângulo com respeito ao referido plano radial e arranjada entre o corte circunferencial e a primeira fenda circunferencial, e uma primeira porção de curva conectando a primeira e a segunda porções substancialmente retilíneas.

Preferivelmente, a fenda transversal principal também compreende uma segunda porção de curva conectando a segunda porção substancialmente retilínea com a primeira fenda circunferencial.

5 A segunda porção de curva, preferivelmente, tem uma profundidade que é menor do que uma profundidade da referida segunda porção substancialmente retilínea.

Preferivelmente, a primeira região de ressalto tem uma largura que é entre 25% e 35% da largura total.

10 Preferivelmente, a distância entre o referido corte circunferencial e a primeira fenda circunferencial é entre 25% e 35% de uma largura da primeira região de ressalto.

15 De acordo com uma forma de realização da invenção, a segunda porção substancialmente retilínea termina a uma distância a partir da primeira fenda circunferencial que é de cerca de 5% a cerca de 40% da distância entre o corte circunferencial e a primeira fenda circunferencial.

De acordo com uma forma de realização da invenção, a segunda porção substancialmente retilínea termina a uma distância a partir da primeira fenda circunferencial que é entre cerca de 30% e 40% de uma largura da primeira fenda circunferencial.

20 Preferivelmente, o primeiro ângulo varia de 3° a 10°. Mais preferivelmente, ele varia de 7° a 9°.

Preferivelmente, o segundo ângulo varia de 105° a 130°. Mais preferivelmente, ele varia de 110° a 120°.

25 De acordo com a presente invenção, a fenda transversal principal também compreende uma cauda conectada com primeira porção substancialmente retilínea.

Preferivelmente, o corte circunferencial compreende porções de corte tendo uma primeira profundidade e porções de corte tendo uma segunda profundidade, a primeira profundidade sendo menor do que a

segunda profundidade.

Tipicamente, a fenda transversal principal cruza o corte circunferencial em uma porção de corte tendo a primeira profundidade.

De acordo com a presente invenção, para cada módulo de fenda transversal, o pneu também compreende uma fenda transversal secundária. Por sua vez, tal referida fenda transversal secundária compreende uma cauda e uma porção substancialmente retilínea paralela à primeira porção substancialmente retilínea da fenda transversal principal da porção de ressalto.

Preferivelmente, a fenda transversal secundária tem uma largura que é menor do que uma largura da fenda transversal principal.

Preferivelmente, o pneu de acordo com a invenção compreende, para cada módulo de fenda transversal, uma fenda transversal principal e uma fenda transversal secundária pelo menos parcialmente paralela à fenda transversal principal.

Preferivelmente, a fenda transversal principal e a fenda transversal secundária são inclinadas por um terceiro ângulo com respeito ao plano radial, o ângulo variando de 3° a 10° .

De acordo com uma forma de realização preferida, o terceiro ângulo é o mesmo que o referido primeiro ângulo.

Preferivelmente, a região central compreende, para cada módulo de fenda transversal, uma fenda transversal principal e uma fenda transversal secundária.

Vantajosamente, a fenda transversal secundária é paralela à fenda transversal principal.

Preferivelmente, as fendas transversais principais e secundárias são inclinadas por um quarto ângulo com respeito a um plano radial, o terceiro ângulo variando de 10° a 30° .

De acordo com uma forma de realização da invenção, a segunda região de ressalto compreende, para cada módulo de fenda

transversal, uma fenda transversal principal que é uma imagem de espelho da fenda transversal principal da primeira região de ressalto com respeito ao plano equatorial de pneu. Neste caso, a fenda transversal principal da segunda região de ressalto é preferivelmente circunferencialmente escalonada por uma
5 distância com respeito à fenda transversal principal da primeira região de ressalto.

Tipicamente, o número de módulos de fenda transversal é entre 28 e 40.

Vantajosamente, os módulos de fenda transversal são
10 circunferencialmente consecutivos.

Outras características e vantagens da presente invenção serão ilustradas com referência a formas de realização ilustradas, a guisa de exemplo e não de limitação, nas figuras anexadas, nas quais:

- a figura 1 é uma vista em perspectiva de um pneu de acordo
15 com uma primeira forma de realização da presente invenção;

- a figura 2 é uma vista plana parcial de uma banda de rodagem do pneu mostrado na figura 1;

- a figura 3 é uma seção transversal parcial do pneu da figura 1 ao longo da linha 3-3 na figura 2;

- a figura 4 é uma seção transversal parcial do pneu da figura 1 ao longo da linha 4-4 na figura 2;

- a figura 5 é uma vista ampliada de um módulo de fenda transversal formando a banda de rodagem do pneu mostrado na figura 1;

- a figura 6 é uma vista plana parcial de uma banda de rodagem de pneu de acordo com uma segunda forma de realização da presente invenção;

- a figura 7 é uma seção transversal parcial do pneu da figura 6 ao longo da linha 7-7 na figura 6;

- a figura 8 é uma seção transversal parcial do pneu da figura 1

ao longo da linha 8-8 na figura 6;

- a figura 9 é uma vista plana parcial de uma banda de rodagem de pneu de acordo com uma terceira forma de realização;

5 - a figura 9a é uma vista ampliada de um módulo de fenda transversal formando a banda de rodagem de pneu mostrada na figura 9;

- as figuras 10a, 10b, 11a, 11b mostram gráficos relativos a nível de ruído fora e dentro de um carro de teste;

- a figura 12 mostra um gráfico de nível de pressão de som normalizado em função de uma velocidade de veículo; e

10 - a figura 13 mostra um espectro de ruído em aproximadamente 80 Km/h.

Os mesmos números de referência serão usados nas várias figuras para indicar as mesmas partes ou componentes funcionalmente equivalentes.

15 A figura 2 é uma vista plana parcial de uma banda de rodagem do pneu mostrado na figura 1 de acordo com uma primeira forma de realização da presente invenção. O pneu 1 é do tipo assimétrico; em outras palavras, ele tem um padrão que é diferente (isto é, assimétrico) em cada lado de um plano equatorial 2 (figura 2).

20 A estrutura do pneu é do tipo convencional e compreende uma carcaça, uma banda de rodagem localizada sobre a coroa da referida carcaça, um par de paredes laterais axialmente superpostas terminando em rebordos reforçados com fios de metal de rebordo e correspondentes enchimentos de rebordo, para segurar referido pneu em um correspondente aro de montagem.

25 O pneu preferivelmente também compreende uma estrutura de cinta interposta entre a carcaça e a banda de rodagem. Mais preferivelmente, o pneu é do tipo com uma seção marcadamente achatada, por exemplo, na faixa de 0,65 a 0,30, onde estas figuras expressam o valor de percentagem da relação entre a altura da seção transversal reta do pneu e a corda máxima da referida

seção. Na arte, esta relação é usualmente referida como H/C.

A carcaça é reforçada com uma ou mais filamentos de carcaça, associadas com referidos fios de metal de rebordo, enquanto que a estrutura de cinta geralmente compreende duas camadas de cinta, usualmente
5 compreendendo cordas de metal, paralelas uma à outra em cada camada e cruzando-se sobre aquelas das camadas adjacentes, preferivelmente inclinadas simetricamente com respeito ao plano equatorial, e radialmente superpostas uma à outra. Preferivelmente, a estrutura de cinta também compreende uma
10 terceira camada de cinta, em uma posição radialmente mais externa, provida com cordas emborrachadas, preferivelmente cordas têxteis, orientadas circunferencialmente, isto é, com uma disposição em substancialmente zero grau com respeito ao referido plano equatorial.

O pneu 1 tem uma banda de rodagem 3 de material elastomérico, provida com três fendas circunferenciais 4, 5 e 6. As fendas 4 e
15 6 dividem uma região central de banda de rodagem 7 a partir de duas regiões de ressalto 8 e 9, localizadas à esquerda e à direita do plano equatorial 2, respectivamente. A região de ressalto 8 será também referida como a “região de ressalto externa”. Similarmente, a região de ressalto 9 será também referida como a “região de ressalto interna”. Os termos “interna” e “externa”
20 são referidos a um veículo no qual o pneu é montado: interno está para “internamente com respeito ao veículo”, enquanto que “externo” está para “externamente com respeito ao veículo”. A região central de banda de rodagem 7 do pneu 1 compreende a fenda circunferencial central 5.

Preferivelmente, a fenda circunferencial de ressalto 6 tem uma
25 largura menor do circunferencial central 5. A menos que seja indicado ao contrário, uma largura de uma fenda, um corte, um entalhe ou elementos similares é uma medida tomada no topo dos mesmos, em correspondência à superfície de banda de rodagem. A largura da fenda circunferencial de ressalto 6 é preferivelmente entre 10,0 mm e 14,0 mm. A profundidade

máxima da fenda circunferencial lateral 6 é preferivelmente entre fenda circunferencial central 5, 5 mm e 8,5 mm. A fenda circunferencial 4 tem uma largura preferivelmente entre 13,0 mm e 22,0 mm. A profundidade máxima da fenda circunferencial 4 é preferivelmente entre 5,5 mm e 9,0 mm.

5 Preferivelmente, o fundo da fenda circunferencial 4 tem uma porção de elevação circunferencial 4a, a qual tem a função de enrijecer a fenda circunferencial 4. Desta maneira, na porção de elevação circunferencial 4a, a fenda circunferencial 4 tem profundidade de cerca de fenda circunferencial 4,5 - 8,0 mm. De acordo com uma forma de realização preferida, as fendas

10 circunferenciais 4 e 5 têm substancialmente a mesma forma e dimensões. Em uma tal forma de realização preferida, também a fenda circunferencial central 5 é provida com uma porção de elevação 5a, similar à porção de elevação 4a da fenda 4.

A banda de rodagem 3 da figura 2 é formada por um número

15 p, tipicamente de 28 a 40, de módulos de fenda transversal 10. O referido número p indica o número de passos presentes no padrão de banda de rodagem da presente invenção. Um único módulo 10 da banda de rodagem da figura plano equatorial 2 é mostrado na figura 5 e compreende uma porção central de banda de rodagem 7', uma primeira porção de ressalto 8', e uma

20 segunda porção de ressalto 9'.

Na presente descrição, cada ângulo - que é usado para indicar a inclinação de um dado elemento de padrão de banda de rodagem - é destinado a ser calculado como o ângulo definido entre um plano radial do pneu e o plano do referido elemento de padrão de banda de rodagem ao qual ele pertence, referido ângulo sendo obtido por meio de uma rotação anti-

25 horária do plano do dado elemento de padrão de banda de rodagem em direção ao plano radial do pneu. A região de ressalto interna 9 será aqui descrita abaixo. Ela compreende uma pluralidade de fendas transversais principais 12 e uma pluralidade de fendas transversais secundárias 13. A

fenda transversal principal 12 compreende uma porção retilínea 12a inclinada por um ângulo β de cerca de banda de rodagem $3^\circ - 10^\circ$ (preferivelmente $7^\circ - 9^\circ$, mais preferivelmente cerca de 8°) com respeito a um plano radial e uma cauda 12b que é substancialmente em cerca de 45° com respeito a um plano radial. A extremidade de topo da porção retilínea 12a se comunica com a fenda 6 por meio de uma porção retilínea de profundidade reduzida 12c. Assim, a fenda transversal principal 12 tem uma profundidade variando de aproximadamente 2,0 - 4,0 mm (em 12c) até aproximadamente 4,0 - 8,0 mm (na primeira porção da porção retilínea 12a) até zero (na extremidade da cauda 12b). A largura das porções retilíneas 12a e 12c da fenda transversal principal 12 é em torno de 4,0 - 8,0 mm. Similarmente, a fenda transversal secundária 13 compreende uma porção retilínea 13a, inclinada preferivelmente pelo mesmo ângulo β acima, e uma cauda 13b. A fenda transversal secundária 13 tem uma profundidade variando de em torno de 4,0 - 8,0 mm (na primeira porção retilínea 13a) até zero (na extremidade da cauda 13b). A largura da porção retilínea 13a da fenda transversal principal 13 é em torno de 2,5 - 8,0 mm. A fenda transversal secundária 13 também compreende um entalhe 13c tendo a mesma largura da porção retilínea 13a (em torno de 2,5 - 8,0 mm) e uma profundidade de em torno de 2,5 - 8,0 mm. O entalhe 13c poderia ser separado da extremidade de topo da porção retilínea 13a, como mostrado na figura 2 e figura 3.

Na região de ressalto 9, um número de blocos de ressalto é formado entre duas fendas transversais principais. O número dos blocos de ressalto na região 9 varia de 28 a 40.

A região central de banda de rodagem 7 do pneu 1 será agora descrita em detalhe. Como dito acima, ela compreende a fenda circunferencial central 5 dividindo a região central 7 em duas partes.

Na primeira parte (a parte adjacente à fenda circunferencial 6) da região central 7, fendas transversais principais 22 e fendas transversais

secundárias 23 são providas. As fendas transversais principais 22 se estendem da fenda circunferencial central 5 para a fenda circunferencial de ressalto 6 e são inclinadas por um ângulo γ que é preferivelmente maior do que β . Preferivelmente, $\gamma = 10^\circ - 30^\circ$ (mais preferivelmente, $\gamma =$ em torno de $15^\circ - 20^\circ$, ainda mais preferivelmente $\gamma = 16^\circ - 18^\circ$) com respeito a um plano radial. A largura das fendas transversais principais 22 é preferivelmente a mesma que da fenda transversal principal 12. A fenda transversal principal 22 tem, em uma parte média da mesma (22a), uma profundidade de em torno de 3,0 - 8,0 mm; a fenda transversal principal 22 tem, em partes terminais da mesma (22b, 22c), uma profundidade de em torno de 4,0 - 8,0 mm. As fendas transversais secundárias 23 são preferivelmente inclinadas pelo mesmo ângulo γ que as fendas transversais principais 22. Preferivelmente, as fendas transversais secundárias 23 têm a mesma largura das fendas transversais secundárias 13 e têm uma profundidade de em torno de 2,0 - 8,0 mm. Em uma primeira forma de realização (a das figuras 2 e 3), a fenda transversal secundária 23 compreende duas porções de fenda transversal secundárias 23a, 23b separadas. A porção de fenda 23^a se comunica com a fenda circunferencial central 5 e a porção de fenda 23b se comunica com a fenda circunferencial 6. Em uma segunda forma de realização alternativa (não mostrada), as duas porções de fenda transversal secundárias 23a, 23b separadas são conectadas uma com a outra, preferivelmente por meio de uma lamela.

Um número de primeiros blocos centrais é provido entre duas fendas transversais principais 22. O número de primeiros blocos centrais varia entre 28 e 40. Preferivelmente, o número de primeiros blocos centrais é o mesmo que o número de blocos na região de ressalto 9.

Na segunda parte (a parte entre as fendas circunferenciais 4 e 5) da região central 7, fendas transversais principais 32 e fendas transversais secundárias 33 são providas. Preferivelmente, tanto as fendas transversais

principais quanto as secundárias 32 e 33 são inclinadas com o mesmo ângulo γ que as fendas transversais 22 e 23, respectivamente. Preferivelmente, a fenda transversal principal 32 tem a mesma largura que a fenda transversal 22 e tem uma profundidade de em torno de 2,0 - 8,0 mm. De acordo com uma
5 forma de realização preferida (mostrada na figura 2), a fenda transversal principal 32 compreende duas porções separadas 32a, 32b, conectadas por uma lamela transversal 32c. A lamela transversal 32c atravessa o plano equatorial do pneu e tem uma profundidade de em torno de 2,0 - 6,0 mm. Preferivelmente, a lamela 32c tem uma largura de em torno de 1,0 - 2,0 mm.
10 Preferivelmente, a fenda transversal secundária 33 se estende na proximidade da fenda circunferencial central 5. Preferivelmente, a fenda transversal secundária 33 tem uma profundidade de em torno de 2,0 - 8,0 mm. Preferivelmente, a fenda transversal secundária 33 tem uma largura de em torno de 2,5 - 8,0 mm. Preferivelmente, a fenda circunferencial 5 é provida
15 com uma porção de elevação circunferencial 5a que contribui para o enrijecimento da fenda circunferencial 5. De acordo com uma forma de realização preferida da presente invenção, a porção de elevação circunferencial 5a da fenda circunferencial 5 tem depressões 5b em correspondência às fendas transversais principais 22 e 32.

20 Um número de segundos blocos centrais é provido entre duas fendas transversais principais 32. O número de segundos blocos centrais varia entre 28 e 40. Preferivelmente, o número de segundos blocos centrais é o mesmo que o dos primeiros blocos centrais bem como dos blocos na região de ressalto 9.

25 A região de ressalto externa 8 será agora descrita em detalhe. A região de ressalto externa 8 compreende: um corte circunferencial 15, uma pluralidade de fendas transversais principais 42 e uma pluralidade de fendas transversais secundárias 43.

Na presente descrição, por “corte circunferencial” é entendido

um entalhe decorrendo circunferencialmente e tendo uma largura não maior do que 35% da largura de qualquer fenda circunferencial no pneu. Preferivelmente, a largura de corte circunferencial é menor do que 30% (e ainda mais preferivelmente menor do que em torno de 25%) da largura de qualquer fenda circunferencial. Preferivelmente, a largura de corte circunferencial é de 10% até 30% da largura de qualquer fenda circunferencial.

A fenda transversal secundária 43 compreende uma porção substancialmente retilínea 43a e uma cauda externa 43b que está substancialmente a 45° com respeito a um plano radial. Preferivelmente, a porção substancialmente retilínea 43a é inclinada por um ângulo α . Preferivelmente, α varia de 3° a 10° , mais preferivelmente entre em torno de 7° e 9° . De acordo com uma forma de realização preferida, α tem o mesmo valor de β : em outras palavras, as fendas transversais secundárias 13 e 43 são igualmente inclinadas com respeito a um plano radial. Na verdade, a porção substancialmente retilínea 43a termina com uma porção terminal que é ligeiramente curva. A fenda transversal secundária 43 tem uma profundidade variando de em torno de 4,0 - 8,0 mm (na primeira parte da porção retilínea 43a) até zero (no final da cauda 43b). A largura da porção substancialmente retilínea 43a da segunda fenda transversal 43 é em torno de 2,5 - 8,0 mm.

A fenda transversal principal 42 do ressalto externo 8 compreende (da esquerda para a direita nas figuras 2 e 5): uma cauda 42a, uma primeira porção substancialmente retilínea 42b, uma porção de curva 42c e uma segunda porção substancialmente retilínea 42d. A cauda 42a é similar à cauda 12b, mas ela é preferivelmente orientada na direção oposta. Preferivelmente, a cauda 42a é mais inclinada do que a primeira porção retilínea 42b. A primeira porção substancialmente retilínea 42b é preferivelmente inclinada pelo mesmo ângulo α acima mencionado. De acordo com uma forma de realização preferida, a primeira porção

substancialmente retilínea 42b é inclinada como a porção 12a. A primeira porção substancialmente retilínea 42b tem uma largura entre em torno de 4,0 mm e 8,0 mm e tem uma profundidade máxima (na proximidade do corte circunferencial 15) de em torno de 4,0 mm a 8,5 mm. A porção de curva 42c conecta a primeira e segunda porções substancialmente retilíneas 42b e 42d. Preferivelmente, a porção de curva 42c tem a mesma largura e profundidade da porção retilínea 42b. O raio de curvatura da porção de curva 42c é entre 15,0 e 30,0 mm. Preferivelmente, a porção de curva 42c cruza o corte circunferencial 15. A segunda porção retilínea 42d é inclinada por um ângulo δ com respeito a um plano radial do pneu. O ângulo δ é preferivelmente em torno de $105^\circ - 130^\circ$, mais preferivelmente entre 110° e 120° e ainda mais preferivelmente de em torno de 115° . Preferivelmente, o ângulo compreendido entre a primeira e segunda porções substancialmente retilíneas é maior do que 90° . A segunda porção retilínea 42d, preferivelmente, tem a mesma largura e profundidade da primeira porção retilínea 42d (largura = 4,0 - 8,0 mm; profundidade = 4,5 - 8,5 mm). Preferivelmente, a primeira porção retilínea 42b e segunda porção retilínea 42d convergem em correspondência ao corte circunferencial 15.

Em uma forma de realização preferida da presente invenção (figuras 2 e 4), a extremidade de topo da segunda porção substancialmente retilínea 42d é conectada com a fenda circunferencial 4 através de uma porção ligeiramente curva 42e que tem uma reduzida profundidade com respeito à porção retilínea 42d. A profundidade da porção de curva 42e é em torno de 1,0 - 4,0 mm, preferivelmente em torno de 2,0 mm. Preferivelmente, a porção de curva 42e tem uma largura de desde 4,0 mm a 8,0 mm. Como é mostrado na figura 2 e na figura 4, depressões 4b são providas na porção de elevação 4a para “conexão” da porção de curva 42e com a porção substancialmente retilínea 32a na região central.

Alternativamente, de acordo com uma outra forma de

realização da presente invenção (mostrada nas figuras 6, 7 e 8), a fenda transversal principal 42 não é provida com uma porção de curva 42e e a segunda porção substancialmente retilínea 42d termina suavemente em torno de 4,0 - 10,0 mm a partir da fenda 4. Preferivelmente, a segunda porção substancialmente retilínea 42d termina a uma distância (L5) a partir de em torno de 5% até em torno de 40% de L2, mais preferivelmente a partir de em torno de 15% até em torno de 30% de L2. Preferivelmente, a segunda porção substancialmente retilínea 42d termina a uma distância de em torno de 30% até 40% da largura da fenda 4.

10 Preferivelmente, a distância entre duas fendas principais 42 circunferencialmente consecutivas (adjacentes) é substancialmente constante. Preferivelmente, a distância entre duas fendas principais 42 circunferencialmente consecutivas (adjacentes) é de em torno de 25% e 35% do diâmetro de pneu. O dito aspecto contribui positivamente para a sonoridade e desempenhos de rigidez longitudinal do pneu da invenção.

15 O corte circunferencial 15 é provido no pneu de acordo com a presente invenção a fim de contribuir com o efeito de articulação na região de ressalto. Vantajosamente, o corte circunferencial 15 tem uma largura de em torno de 10 - 30 mm. A profundidade do corte circunferencial 15 varia de uma profundidade reduzida de em torno de 1,0 a 4,0 mm até uma profundidade total de em torno de 4,0 - 7,5 mm. As partes (15a) do corte circunferencial 15 que têm uma profundidade total são aquelas na proximidade das fendas transversais secundárias 43. Preferivelmente, as fendas transversais secundárias 43 não cruzam as porções de corte 15b.

25 O número de blocos no ressalto externo (quando cada bloco é definido entre duas fendas transversais principais 42) varia de 28 a 40). Desta maneira, de acordo com uma forma de realização preferida da presente invenção, o passo do padrão de banda de rodagem é o mesmo nas duas regiões de ressalto bem como na região central. A parte mais axialmente

externa da região de ressalto externa 8 (isto é, a parte que é externa ao corte circunferencial 15 - a parte à esquerda na figura 2) tem um padrão similar àquele da região de ressalto interna 9 com fendas transversais secundárias 43, 13 que são arrançadas entre, e são preferivelmente substancialmente paralelas às, fendas transversais principais 42, 12, respectivamente.

Esta disposição de fendas transversais (12, 13 na região de ressalto interna 9 e 42, 43 na região de ressalto externa - todas delas pertencendo ao mesmo módulo de fenda transversal 10) é vantajosa na redução de ruído do padrão de banda de rodagem de pneu da presente invenção, uma vez que as fendas pertencendo a um ressalto são circunferencialmente escalonadas com respeito às fendas pertencendo ao ressalto oposto, de modo que elas entram na área útil de cobertura em diferentes instantes no tempo, por meio disto distribuindo o ruído de banda de rodagem sobre uma ampla faixa de frequências e favoravelmente melhorando o desempenho de sonoridade do pneu.

A outra parte (axialmente interna) da região de ressalto externa 8 (a parte entre o corte circunferencial 15 e a fenda circunferencial 4) é provida com as fendas transversais principais 42 altamente inclinadas. Se as fendas transversais principais do padrão de banda de rodagem 2 forem consideradas, pode ser notado que, em combinação com as fendas transversais 22 da porção central remanescente 7 e com as fendas transversais 12 da porção de ressalto interna 9, elas foram um padrão de onda substancialmente contínuo, o qual se inicia em um ressalto de pneu e atinge o ressalto oposto.

Em consideração a uma vista plana (como mostrada na figura 2), os blocos que são definidos entre o corte circunferencial 15, a fenda circunferencial adjacente 4 e duas fendas transversais principais 42 são substancialmente configurados rombóides, enquanto que os blocos definidos entre o corte circunferencial 15, o ressalto de pneu externo e duas fendas transversais principais consecutivas 42 são substancialmente de forma

retangular.

A largura do padrão de pneu de acordo com a presente invenção é indicada com L (L é geralmente \geq que aproximadamente 200 mm). O ressalto externo tem uma largura L1 que varia de em torno de 25% a 35% de L. Em particular, a região entre o corte circunferencial 15 e a fenda circunferencial 4 tem uma largura L2 que varia de 20% a 35% de L1. O ressalto interno 9 tem uma largura L3 que é menor do que L1 e é preferivelmente entre em torno de 20% e 30% de L. finalmente, a região central 7 tem uma largura L4 entre em torno de 25 e 40% de L.

O ressalto externo do pneu de acordo com a presente invenção é substancialmente rijo, mas o corte circunferencial 15 provê uma flexibilidade positiva e controlada do ressalto de pneu em um plano paralelo ao plano equatorial e passando através do dito corte circunferencial. O corte circunferencial 15 não deve ser considerado como uma fenda circunferencial e não contribui para desempenhos de aquaplanagem. Os desempenhos de aquaplanagem são altamente elevados pela presença das fendas transversais principais 42 em combinação com as fendas circunferenciais 4, 5, 6. Como mencionado acima, o corte circunferencial 15 provê um “efeito de articulação” que resulta em uma maior área de contato, de modo que uma maior área de borracha está em contato com a superfície de rolamento e, desta maneira, tanto aderência quanto desempenhos de manuseio são vantajosamente elevados.

A figura 9 é uma vista plana parcial de uma banda de rodagem de um pneu de acordo com uma terceira forma de realização da presente invenção. Números de referência similares àqueles das figuras 2 a 8 foram usados na figura 9 para indicar componentes funcionais equivalentes. Será imediatamente reconhecido que o padrão de banda de rodagem da figura 9 é substancialmente simétrico e pode ser classificado como um padrão “direcional” cuja direção de rolamento é indicada pela seta F.

Em detalhes, a banda de rodagem da figura 9 compreende duas fendas circunferenciais 4 e 8. As fendas circunferenciais 4 e 8 dividem uma região central de banda de rodagem 7 a partir de duas regiões de ressalto 8 e 9. Uma descrição detalhada da região de ressalto 8 não será repetida porque
5 ela substancialmente corresponde à região de ressalto externa 8 das figuras 2 a 6.

Como claramente indicado na figura 9a, o módulo de fenda transversal 10' da forma de realização mostrada na figura 9 compreende uma primeira porção de ressalto 8'', a qual substancialmente corresponde à porção
10 de ressalto 8' do módulo 10, e uma segunda porção de ressalto 9'', a qual compreende uma fenda transversal principal 42' e uma fenda transversal secundária 43'.

Preferivelmente, a fenda transversal principal 42' e a fenda transversal secundária 43' da segunda porção de ressalto 9'' são elementos do
15 tipo de imagem de espelho - com respeito ao plano equatorial de pneu 2 - da fenda transversal principal 42 e fenda transversal secundária 43 da porção de ressalto 8'' (isto é, a fenda transversal principal 42' e fenda transversal secundária 43' da segunda porção de ressalto 9'' são imagens de espelho da
20 fenda transversal principal 42 e fenda transversal secundária 43 da primeira porção de ressalto 8'' com respeito ao plano equatorial de pneu 2).

Mais preferivelmente, a fenda transversal principal 42' da segunda porção de ressalto 9'' do módulo 10' é circunferencialmente escalonada por uma distância X com respeito à fenda transversal principal 42 da primeira porção de ressalto 8''.

25 Preferivelmente, a dita distância X é compreendida de em torno de 5% até em torno de 25% de um comprimento de passo Y, circunferencialmente medido. O comprimento de passo Y é indicado na figura 9^a.

Preferivelmente, as fendas circunferenciais 4 e 6

substancialmente correspondem com as fendas 4 e 6 das figuras 2 a 6 e não serão descritas em detalhes.

A região central 7 compreende fendas transversais principais 32, 32' e fendas transversais secundárias 33, 33'. As fendas transversais principais 32, 32' se estendem a partir das fendas circunferenciais 4, 6, respectivamente, e são preferivelmente inclinadas pelo mesmo ângulo γ que foi definido acima. A largura e profundidade das fendas transversais principais 32, 32' na forma de realização da figura 9 são as mesmas das fendas transversais principais 32 de acordo com as formas de realização mostradas nas figuras 2 - 8. Será reconhecido que as fendas transversais principais 32, 32' são substancialmente projeções curtas das fendas transversais principais 42, 42', respectivamente. As fendas transversais secundárias 33, 33' são preferivelmente inclinadas pelo mesmo ângulo γ que as fendas transversais principais 32, 32'. Preferivelmente, as fendas transversais secundárias 33, 33' têm a mesma largura e profundidade das fendas transversais principais 32, 32', respectivamente. As fendas transversais secundárias 33, 33' se comunicam com as fendas circunferenciais 4, 6, respectivamente, e são arranjadas entre as fendas transversais principais 32, 32', respectivamente.

Pode ser destacado que o padrão de banda de rodagem da figura 2 ou figura 6, que possui apenas três fendas longitudinais (circunferenciais), provê o pneu com uma rigidez lateral que é maior do que aquela de um pneu similar tendo quatro fendas longitudinais, enquanto que o desempenho de aquaplanagem é até mesmo mais elevado do que aquele de um pneu similar tendo quatro fendas longitudinais, enquanto assegura muito bons desempenhos de aderência, frenagem, sonoridade e desgaste.

Pneus tendo um padrão de banda de rodagem de acordo com a primeira forma de realização (figuras 1 - 5) foram sujeitos a testes comparativos com pneus fabricados pela mesma Requerente e

comercialmente conhecidos como “PzeroRosso[®]”. Os ditos pneus comparativos foram escolhidos porque eles são pneus de alto desempenho com excelentes características e foram aprovados para carros de esporte rápidos e de desempenho muito alta. Os pneus de rodas traseiras de acordo com a presente invenção tinham um tamanho de 265/35 R8; os pneus das rodas frontais de acordo com a presente invenção tinham um tamanho de 225/40 R18. A pressão de inflação foi de 2,5 bar para as rodas frontais e 3,0 bar para as rodas traseiras. Os pneus comparativos tinham a mesma estrutura, tamanhos e pressões de inflação dos pneus da invenção.

10 Um carro, modelo “Porsche 996”, foi primeiramente equipado com quatro pneus de acordo com a invenção e então com quatro pneus comparativos.

Testes de aquaplanagem foram realizados ao longo de seções de estrada retilíneas e curvas redondas, juntamente com testes de frenagem sobre superfícies de estradas secas e úmidas, testes para ruído dentro e fora do carro, e testes de conforto.

15 O teste de aquaplanagem ao longo de seções de estrada retilíneas foi realizado ao longo de uma seção retilínea de asfalto liso, de comprimento previamente definido (100 m), com uma camada de água de altura constante (7 mm) previamente definida, a qual foi automaticamente restaurada após cada veículo de teste ter passado sobre ela. O veículo entrou a uma velocidade constante (aproximadamente a 100 km/h) em condições de perfeita aderência e acelerou até que as condições de perda total de aderência ocorreram.

25 O teste de aquaplanagem ao redor de curvas foi realizado ao longo de uma seção de estrada com asfalto liso e seco, ao redor de uma curva com raio constante 9100 m), tendo um previamente definido comprimento e compreendendo, ao longo de uma seção final, uma zona de previamente definido comprimento (20 m) inundada com uma camada de água de

previamente definida espessura (6 mm),. O teste foi realizado a uma velocidade constante para diferentes valores de velocidade.

O teste de frenagem foi realizado tanto sobre uma superfície seca quanto sobre uma superfície úmida onde uma queda de chuva de 60 mm de água por hora foi simulada. O teste de frenagem a seco consistiu em reduzir a velocidade do carro de teste de 100 Km/h para 5 Km/h; o teste de frenagem a úmido consistiu em reduzir a velocidade do carro de teste de 80 Km/h para 5 Km/h. o teste foi realizado ao longo de uma seção de estrada retilínea e as distâncias de frenagem foram medidas.

Os resultados dos testes de aquaplanagem e frenagem são mostrados na Tabela I onde os valores designados são expressos como uma percentagem contra os valores do pneu comparativo, fixados em 100. Desta maneira, valores mais altos do que 100 indicam um aperfeiçoamento com respeito aos pneus comparativos.

15

Tabela I

	Carro com pneus comparativos	Carro com pneus de acordo com a invenção
Aquaplanagem ao longo de seções retilíneas (“aquaplanagem retilínea”)	100	102,4
Aquaplanagem ao redor de curvas (“aquaplanagem lateral”)	100	113,0
Teste de frenagem a seco	100	104,0
Teste de frenagem a úmido	100	101,0

Como pode ser inferido da tabela I, o carro equipado com pneus de acordo com a presente invenção forneceram desempenhos muito bons em todas condições. Em particular, desempenhos excelentes foram obtidos na aquaplanagem lateral.

20

O conforto foi avaliado em termos das sensações totais percebidas por um motorista de teste em comparação com a capacidade de o pneu absorver a rugosidade da superfície de estrada.

Os resultados do teste de conforto são mostrados na Tabela II onde os valores designados são expressos como uma percentagem contra os valores do pneu comparativo, fixados em 100. Como pode ser visto, o motorista de teste percebeu as mesmas sensações ao dirigir o carro com os pneus comparativos e com os pneus de acordo com a invenção.

	Carro com pneus comparativos	Carro com pneus de acordo com a invenção
Conforto	100	100

Os testes de ruído foram realizados tanto interiormente quanto externamente.

Os testes internos foram realizados em uma câmara externamente a prova de som (câmara semianecrónica) por meio do uso do carro acima mencionado, equipado primeiro com um pneu de acordo com a invenção e então com um pneu comparativo, mantendo o pneu em contato com o tambor rotativo colocado para girar a diferentes velocidades. Microfones foram arranjados dentro e fora do carro para medir, respectivamente, o ruído interno e o ruído externo.

O teste externo foi realizado ao longo de uma seção retilínea equipada com microfones. O carro entrou na seção a uma velocidade de entrada previamente definida, após a qual o motor foi desligado e o ruído fora do carro, em marcha neutra, foi medido.

As figuras 10a, 10b, 11a e 11b mostra os gráficos relativos ao nível de ruído em dB(A) fora (figuras 10a, 10b) e dentro (figuras 11a, 11b) do carro de teste em relação à velocidade 9km/h) variando de 20 a 150 km/h. as curvas A1 e A2 se referem ao pneu comparativo Pzero Rosso[®] 225/40ZR18; as curvas B1 e B2 se referem ao pneu com uma banda de rodagem de acordo com a primeira forma de realização da presente invenção, enquanto que as curvas B3 e B4 se referem ao pneu com uma banda de rodagem de acordo com a segunda forma de realização da presente invenção. Pzero Rosso[®]

265/35ZR18 e o pneu com a primeira forma de realização de padrão de banda de rodagem foram montados na esquerda traseira do dito carro;. Pzero Rosso[®] 225/40ZR18 e o pneu com a segunda forma de realização de padrão de banda de rodagem foram montados na esquerda frontal do dito carro.

5 Com referência à figura 10a, pode ser notado que o pneu de acordo com a invenção teve um nível de ruído externo que foi menor do que aquele do pneu comparativo a velocidades inferiores a aproximadamente 95 Km/h e que foi substancialmente equivalente ao mesmo a velocidades superiores a 95 Km/h. com referência à figura 10b, pode ser notado que o
10 pneu de acordo com a invenção teve um nível de ruído externo que foi menor do que aquele do pneu comparativo a velocidades mais elevadas do que aproximadamente 85 Km/h e que foi substancialmente equivalente ao mesmo a velocidades inferiores a 85 Km/h. com referência à figura 11a, pode ser notado que o pneu de acordo com a invenção teve um nível de ruído interno
15 que foi geralmente menor que ou igual àquele do pneu comparativo. Finalmente, com referência à figura 11b, pode ser notado que o pneu de acordo com a invenção teve um nível de ruído interno que foi menor do que aquele do pneu comparativo a velocidades mais elevadas do que aproximadamente 85 Km/h e que foi mais alto que ele a velocidades mais
20 elevadas que 85 Km/h.

A figura 12 mostra um gráfico de nível de pressão de som normalizado (SPL) como uma função de uma velocidade de veículo e a figura 13 mostra um espectro de ruído a 80 Km/h. As curvas A, A1 se referem ao pneu comparativo, enquanto que as curvas B, B1 se referem ao pneu de
25 acordo com a presente invenção. Em ambos casos, o pneu tinha um tamanho de 265/35ZR18, montado sobre um aro de 8Jx18.

Os gráficos mostram o resultado dos assim chamados testes de “coast-by-noise” (ISSO 362-1981, Emenda 1, publicado em 1985), realizados com o carro acima descrito de acordo com a norma ISSO 10844. Durante

estes testes, a velocidade de referência foi 80 Km/h.

A figura 12 mostra que o pneu de acordo com a invenção provou ser menos ruidoso do que o pneu comparativo. Em particular, como pode ser deduzido da figura 13, uma redução de ruído foi experimentada em frequências mais elevadas do que em torno de 500 Hz. Também em faixa de frequências de 115 - 145 Hz e 183 - 230 Hz, uma grande redução de ruído foi detectada.

Além disto, rigidez lateral e longitudinal de um pneu de acordo com a primeira forma de realização da presente invenção foram calculadas por meio de simulação de computador. A banda de rodagem foi modelada em elementos finitos como uma placa de borracha tendo uma espessura igual àquela da cinta de banda de rodagem. Como a estrutura de carcaça de pneu é conhecida, a área de contato é experimentalmente estabelecida para um número de cargas. Na placa modelada em elementos finitos, uma área tendo uma forma correspondente à área de contato é considerada. Todos os nós que estão em contato com o solo são constrangidos de modo que eles se tornam fixos. Todos os outros nós (aqueles que não estão em contato com o solo) são movidos em uma primeira direção X (resultando em um deslocamento S_X em uma tal primeira direção) e em uma segunda direção Y (resultado em um deslocamento S_Y em uma tal segunda direção). Desta maneira, torna-se possível calcular as forças que são requeridas para mover os nós na primeira e segunda direções (F_X e F_Y , respectivamente). Finalmente, a rigidez na primeira direção X (rigidez longitudinal) é dada por $K_X = F_X/S_X$ e a rigidez na segunda direção Y (rigidez lateral) é dada por $K_Y = F_Y/S_Y$.

Os resultados da simulação de rigidez em computador são mostrados na Tabela III, onde os valores designados são expressos como um a percentagem contra os valores do pneu comparativo, fixados em 100. Assim, valores mais altos que 100 indicam um aperfeiçoamento com respeito ao pneu comparativo.

Tabela III

	Pneu comparativo	Pneus de acordo com a invenção
Rigidez longitudinal (K_x)	100	112,6
Rigidez lateral (K_x)	100	112,3

Desta maneira, o pneu de acordo com a presente invenção mostrou uma rigidez mais alta.

Finalmente, um teste de manuseio em condições de superfície seca foi realizado ao longo de seções previamente definidas. Para o teste de manuseio foi usado um carro Ferrari, modelo 575. Para este teste, os pneus de rodas traseiras de acordo com a presente invenção tinham um tamanho de 305/35 R19; os pneus de rodas frontais de acordo com a presente invenção tinham um tamanho de 255/40 R19. A pressão de inflação foi 2,5 bar para as rodas frontais e 3,0 bar para as rodas traseiras. Os pneus comparativos Pzero Rosso[®] tinham a mesma estrutura, tamanhos e pressões de inflação dos pneus da invenção.

Para avaliar o comportamento de pneu, o motorista de teste simulou alguma manobra característica (alteração de pista, entrada em uma curva, saída de uma curva, por exemplo) realizada a velocidade constante, em aceleração e em desaceleração. Então, o motorista de teste julgou o comportamento de pneu e designou um score na dependência do desempenho de pneu durante a referida manobra.

O manuseio é geralmente dividido em duas expressões (manuseio suave e manuseio severo) dependendo do tipo de manobra realizada pelo motorista de teste. O manuseio suave se refere ao uso do pneu sob condições normais de condução, isto é, em condições de velocidade normal e boa aderência transversal. Em contraste, os testes de manuseio severo descrevem o comportamento do pneu no limite de aderência, isto é, sob extremas condições de condução. No último caso, o motorista de teste executa manobras que um motorista médio poderia ser forçado a realizar no

caso de circunstâncias imprevisíveis e perigosas: curvas fechadas a alta velocidade, súbita alteração de pistas para evitar obstáculos, súbita frenagem, e similares.

Dois diferentes tipos de testes foram realizados: comportamento a velocidade normal (manuseio suave) e comportamento no limite de aderência (manuseio severo).

Com relação aos testes de manuseio suave, o acionador de teste avaliado: vazão no centro, que é o retardo e o grau de resposta do veículo a pequenos ângulos de direção; a prontidão de resposta à direção que vem para dentro de uma curva; a progressividade de resposta a deslocamento sob direção em uma curva, centralização em uma curva, isto é, a capacidade do pneu de manter o veículo sobre uma curva com um constante raio sem contínuas correções de direção; realinhamento, isto é, a capacidade do pneu permitir que o veículo retorne para uma trajetória retilínea na saída de uma curva, com oscilações transversais restritas e amortecidas.

No que se refere aos testes de manuseio severo, o motorista de teste avaliou: a força sobre o volante quando do giro violento; a prontidão de inserção, isto é, o comportamento do pneu na transição para a entrada da curva feita na velocidade-limite; o balanceamento, isto é, o grau de sobre-direção ou sub-direção ou sub-direção do veículo; a produtividade, isto é, a capacidade do pneu absorver uma forte transferência rápida da carga como uma consequência de uma súbita alteração de pista sem deformação excessiva, e, por conseguinte, sem comprometer a estabilidade e controlabilidade do veículo, liberação em uma curva, isto é, a capacidade do pneu de amortecer os efeitos de instabilidade que resultam da súbita liberação do acelerador durante uma curva feita na velocidade-limite; controlabilidade, isto é, a capacidade do pneu de manter e/ou retornar o veículo para a trajetória após a perda de aderência.

A Tabela IV acrescenta a folha de escore do motorista para a

controlabilidade de pneus. Os resultados dos referidos testes são expressos por meio de uma escala de avaliação representando a opinião subjetiva expressa pelo motorista de teste através de um sistema de pontos. Os valores reproduzidos na seguinte tabela representam um valor médio entre aqueles obtidos em várias sessões de teste (5 - 6 testes, por exemplo) e dados por vários motoristas de teste.

Tabela IV

Manuseio	Teste realizado pelos motoristas de teste	Carro com pneus de acordo com a invenção	Carro com pneus comparativos
Comportamento de direção (manuseio suave)	Vazio no centro	7	6,5
	Prontidão	7	6
	Progressividade	7	6
	Centralização na curva	7,5	6
	Realinhamento	7	6
Comportamento no limite (Manuseio severo)	Prontidão de inserção	7	6
	Balanceamento	7	6
	Liberação em curva	7	6
	Sub-direção	7	6,5
	Sobre-direção	7,5	6,5
	Controlabilidade	7,5	6,5

REIVINDICAÇÕES

1. Pneu para um veículo automotor, caracterizado pelo fato de compreender uma banda de rodagem (3) tendo uma largura total (L) e compreendendo uma primeira e uma segunda fendas circunferenciais (4, 6) que separam uma região central (7) a partir de uma primeira e uma segunda regiões de ressalto (8, 9), em que a banda de rodagem compreende:

- um corte circunferencial (15) na a referida primeira região de ressalto (8) a uma distância (L2) a partir da referida primeira fenda circunferencial (4); e

- uma pluralidade de módulos de fenda transversais (10; 10'), repetidos circunferencialmente, e em que uma primeira porção de ressalto (8'; 8'') de cada módulo de fenda transversal (10; 10') compreende pelo menos uma fenda transversal principal (42) que compreende:

- uma primeira porção substancialmente retilínea (42b) inclinada por um primeiro ângulo (α) com respeito a um plano radial,

- uma segunda porção substancialmente retilínea (42d) inclinada por um segundo ângulo (δ) com respeito ao referido plano radial e arranjada entre o referido corte circunferencial (15) e a referida primeira fenda circunferencial (4), e

- uma primeira porção de curva (42c) conectando a referida primeira e a referida segunda porções substancialmente retilíneas.

2. Pneu de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a referida fenda transversal principal (42) também compreende uma segunda porção de curva (42e) conectando a referida segunda porção substancialmente retilínea (42d) com a referida primeira fenda circunferencial (4).

3. Pneu de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a referida segunda porção de curva (42e) tem uma profundidade que é menor do que uma profundidade da referida segunda porção

substancialmente retilínea (42d).

4. Pneu de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a referida primeira região de ressalto (8) tem uma largura (L1) que é entre 25% e 35% da referida largura total (L).

5. Pneu de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a referida distância (L2) entre o referido corte circunferencial (15) e a referida primeira fenda circunferencial (4) é entre 25% e 35% de uma largura (L1) da referida primeira região de ressalto (8).

6. Pneu de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a referida segunda porção substancialmente retilínea (42d) termina a uma distância (L5) a partir da referida primeira fenda circunferencial (4) que é de cerca de 5% a cerca de 40% da distância (L2) entre o referido corte circunferencial (15) e a referida primeira fenda circunferencial (4).

7. Pneu de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 e 4 a 6, caracterizado pelo fato de que a referida segunda porção substancialmente retilínea (42d) termina a uma distância (L5) a partir da referida primeira fenda circunferencial (4) que é entre cerca de 30% e 40% de uma largura da referida primeira fenda circunferencial (4).

8. Pneu de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o referido primeiro ângulo (α) varia de 3° a 10° .

9. Pneu de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o referido primeiro ângulo (α) varia de 7° a 9° .

10. Pneu de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o referido segundo ângulo (δ)

varia de 105° a 130°.

11. Pneu de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o referido segundo ângulo (δ) varia de 110° a 120°.

5 12. Pneu de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a referida fenda transversal principal (42) também compreende uma cauda (42a) conectada com a referida primeira porção substancialmente retilínea (42b).

10 13. Pneu de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o referido corte circunferencial (15) compreende porções de corte (15a) tendo uma primeira profundidade e porções de corte (15b) tendo uma segunda profundidade, a referida primeira profundidade sendo menor do que a referida segunda profundidade.

15 14. Pneu de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que a referida fenda transversal principal (42) cruza o referido corte circunferencial (15) em uma porção de corte (15a) tendo a referida primeira profundidade.

20 15. Pneu de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que também compreende, para cada módulo de fenda transversal (10; 10'), uma fenda transversal secundária (43).

25 16. Pneu de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que a referida fenda transversal secundária (43) compreende uma cauda (43b) e uma porção substancialmente retilínea (43a) paralela à referida primeira porção substancialmente retilínea (42b) da referida fenda transversal principal (42) da referida porção de resalto (8'; 8'').

17. Pneu de acordo com a reivindicação 15 ou 16, caracterizado pelo fato de que a referida fenda transversal secundária (43) tem uma largura que é menor do que uma largura da referida fenda transversal principal (42).

18. Pneu de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a referida segunda região de ressalto (9) compreende, para cada módulo de fenda transversal (10), uma fenda transversal principal (12) e uma fenda transversal secundária (13) pelo menos parcialmente paralela à referida fenda transversal principal (12).

19. Pneu de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que a referida fenda transversal principal (12) e a referida fenda transversal secundária (13) são inclinadas por um terceiro ângulo (β) com respeito ao referido plano radial, o referido ângulo (β) variando de 3° a 10° .

20. Pneu de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que o referido terceiro ângulo (β) é o mesmo que o referido primeiro ângulo (α).

21. Pneu de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a referida região central (7) compreende, para cada módulo de fenda transversal (10; 10'), uma fenda transversal principal (22, 32; 22', 32) e uma fenda transversal secundária (23, 33; 23', 33').

22. Pneu de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que a referida fenda transversal secundária (23, 33; 23', 33') é paralela à referida fenda transversal principal (22, 32; 22', 32).

23. Pneu de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que as referidas fendas transversais principais (22, 32; 22', 32) e secundárias (23, 33; 23', 33') são inclinadas por um quarto ângulo (γ) com respeito a um plano radial, o referido terceiro ângulo (γ) variando de 10° a 30° .

24. Pneu de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes 1 a 17, caracterizado pelo fato de que a referida segunda região de ressalto (9) compreende, para cada módulo de fenda transversal (10'), uma fenda transversal principal (42') que é uma imagem de espelho da fenda

transversal principal (42) da referida primeira região de ressalto (8) com respeito ao plano equatorial de pneu (2).

5 25. Pneu de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de que a fenda transversal principal (42') da segunda região de ressalto (9) é circunferencialmente escalonada por uma distância (X) com respeito à fenda transversal principal (42) da referida primeira região de ressalto (8).

 26. Pneu de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o número (p) de módulos de fenda transversal (10, 10') é entre 28 e 40.

10 27. Pneu de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que os módulos de fenda transversal (10, 10') são circunferencialmente consecutivos.

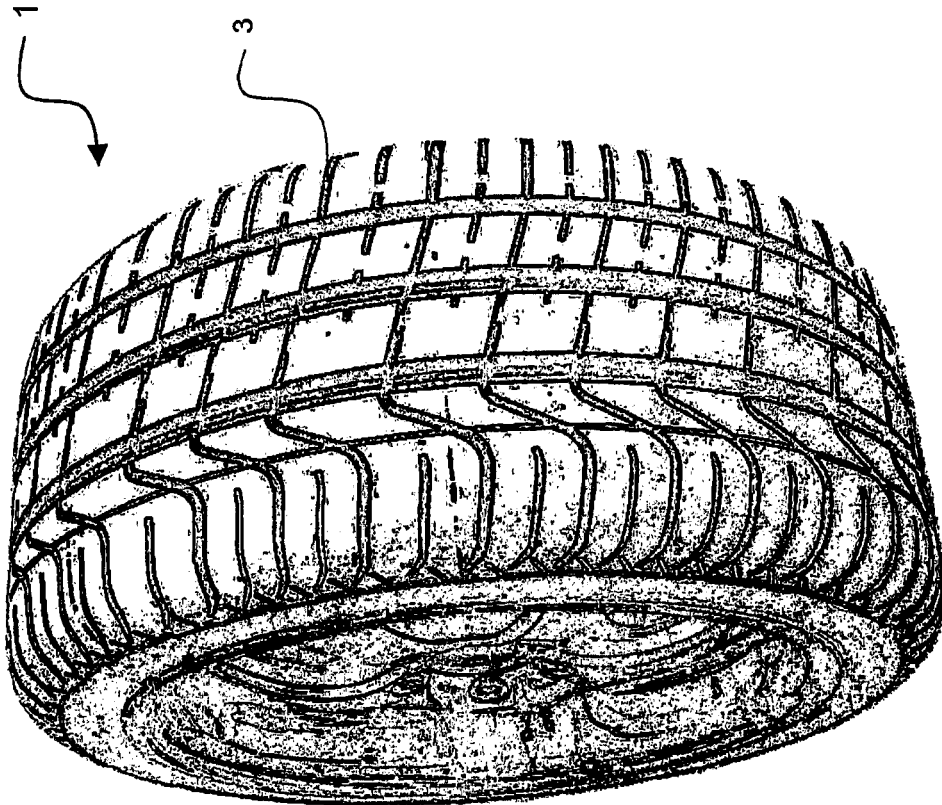


Fig. 1

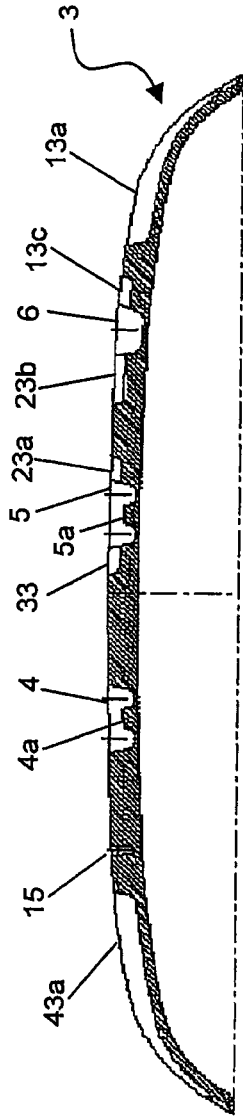


Fig. 3

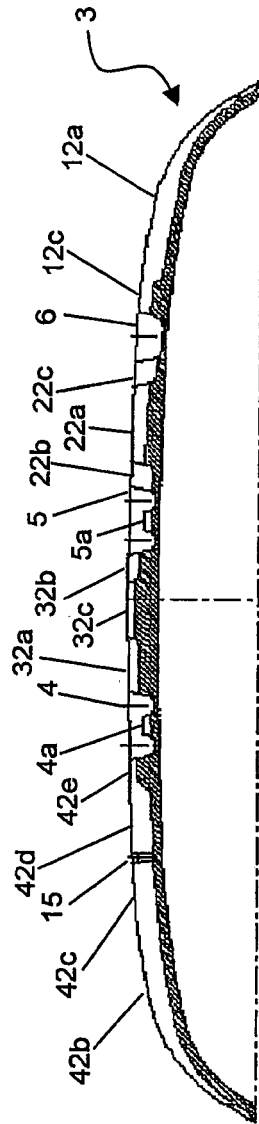


Fig. 4

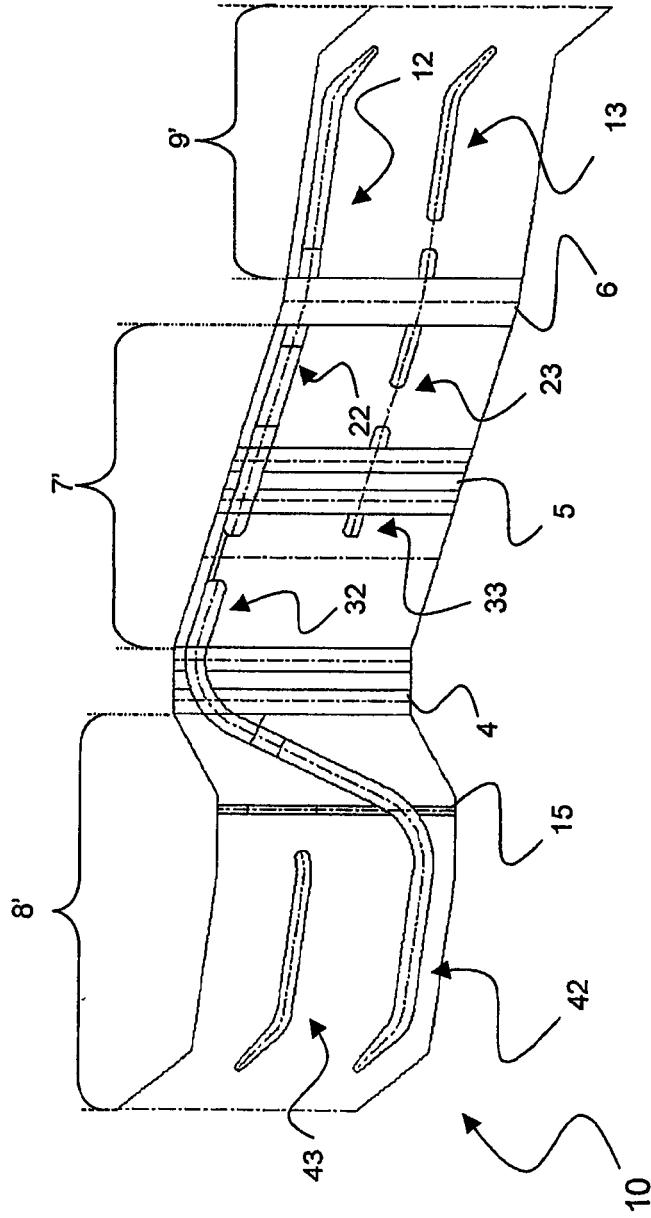


Fig. 5

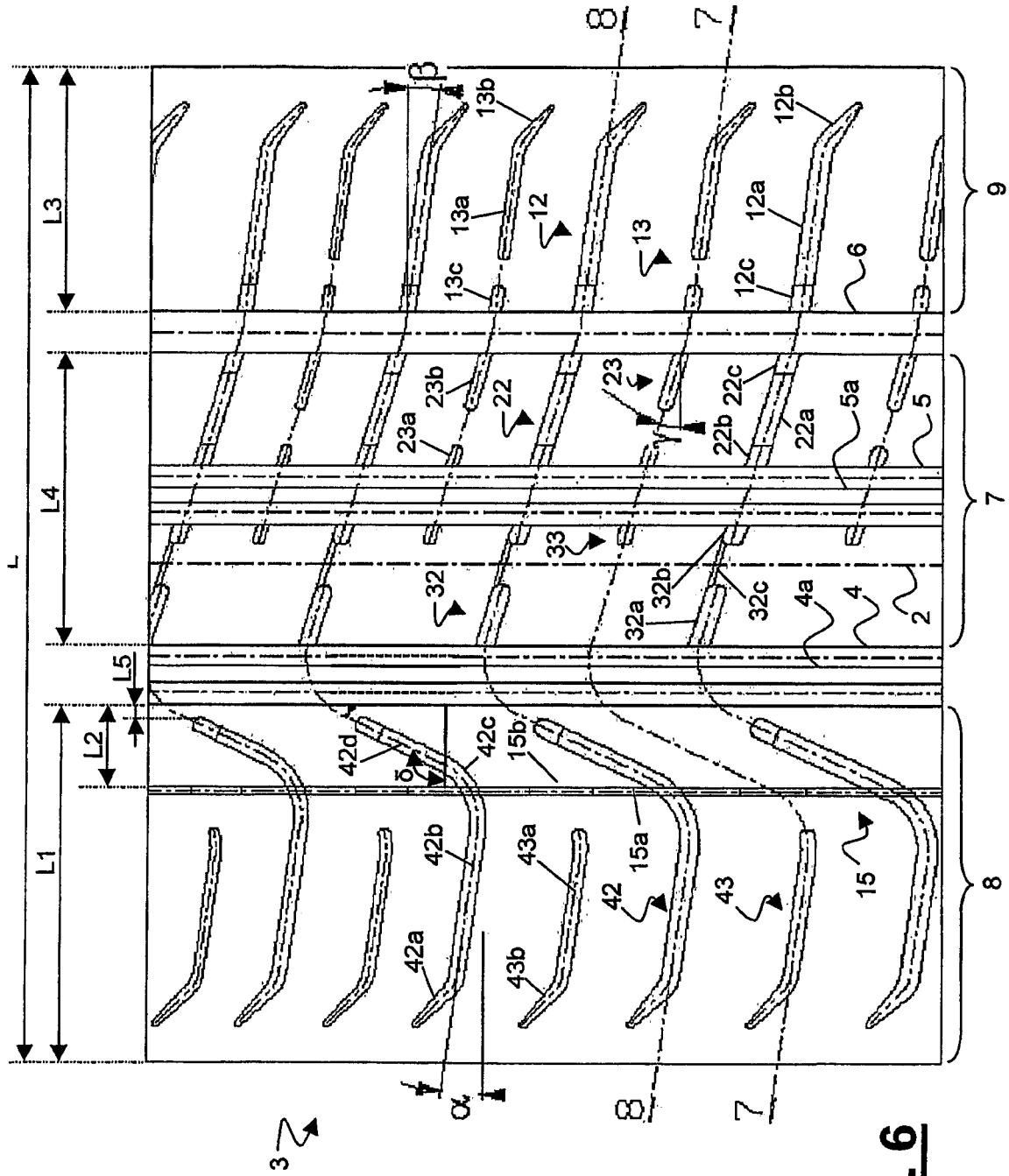


Fig. 6

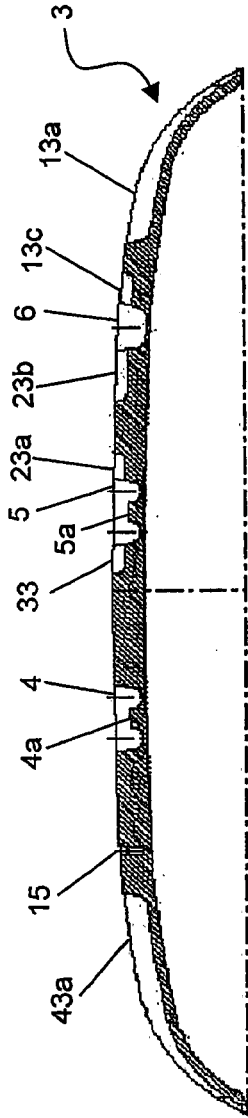


Fig. 7

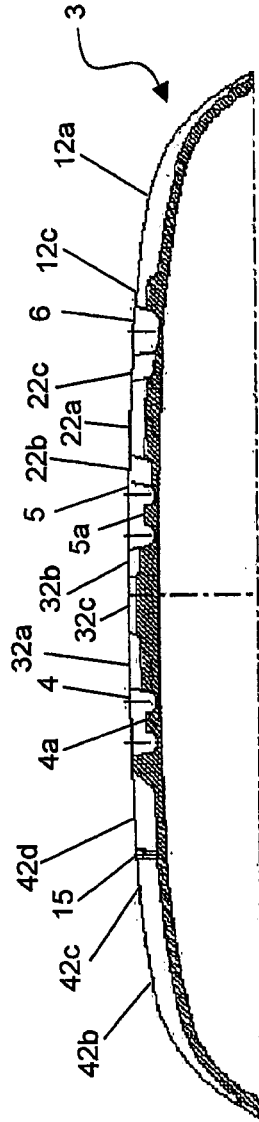


Fig. 8

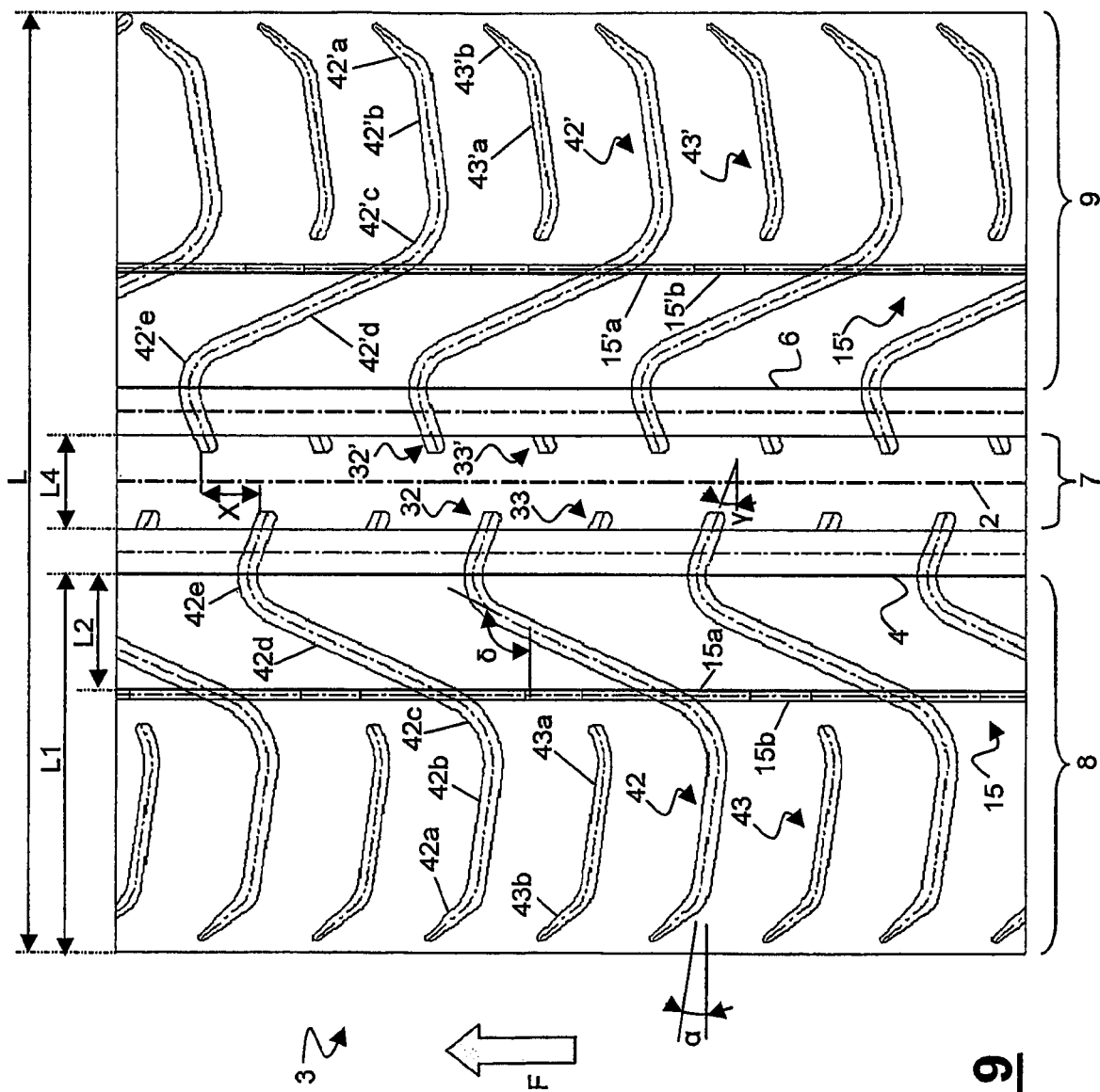


Fig. 9

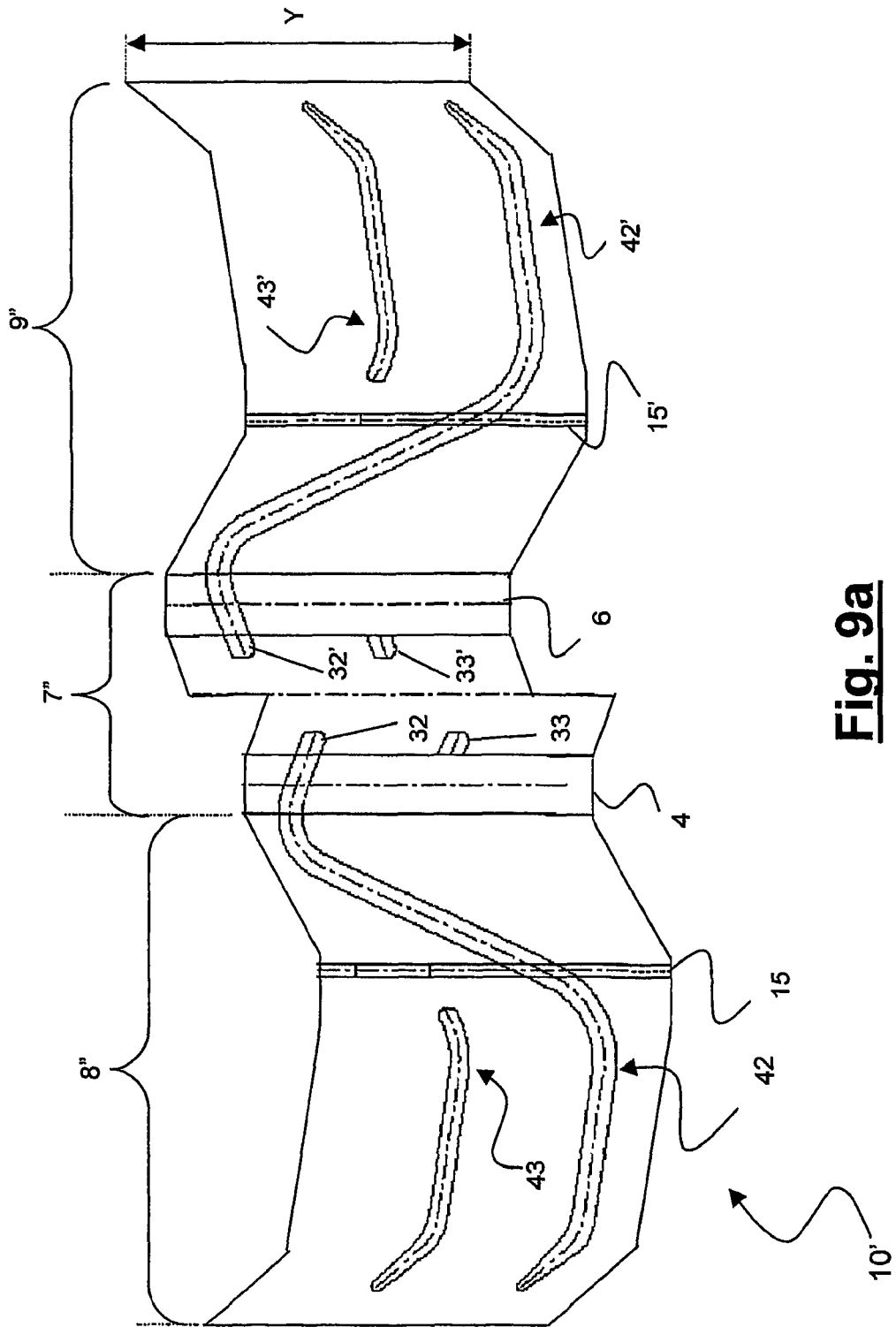


Fig. 9a

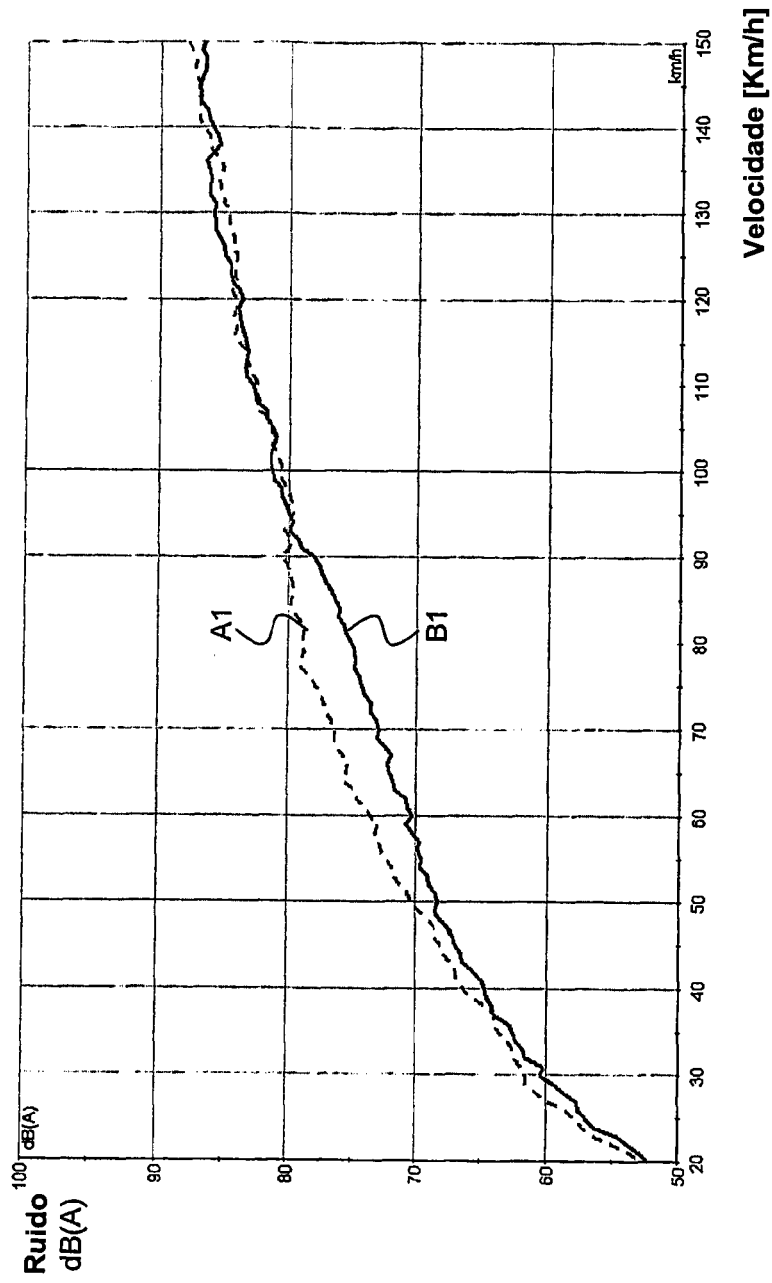


Fig. 10a

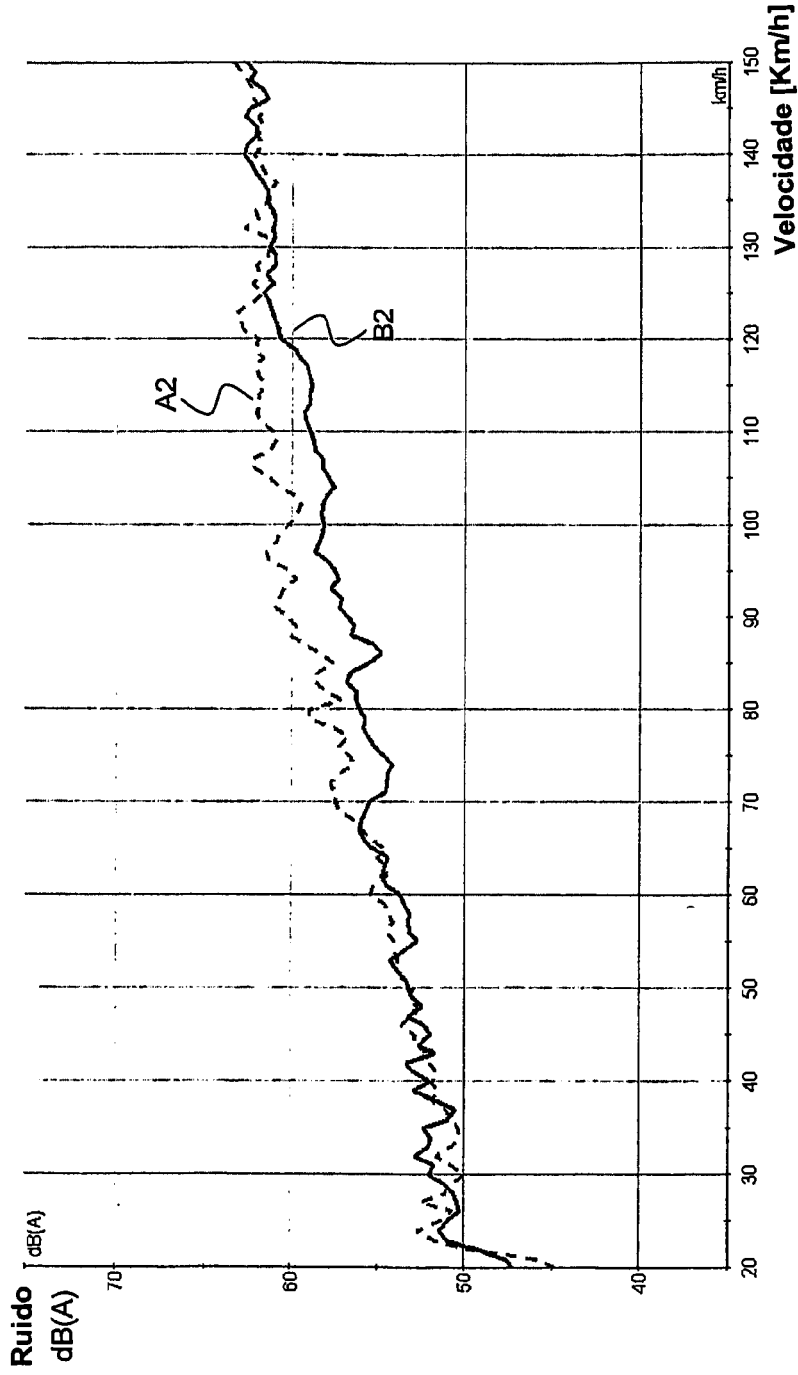


Fig. 11a

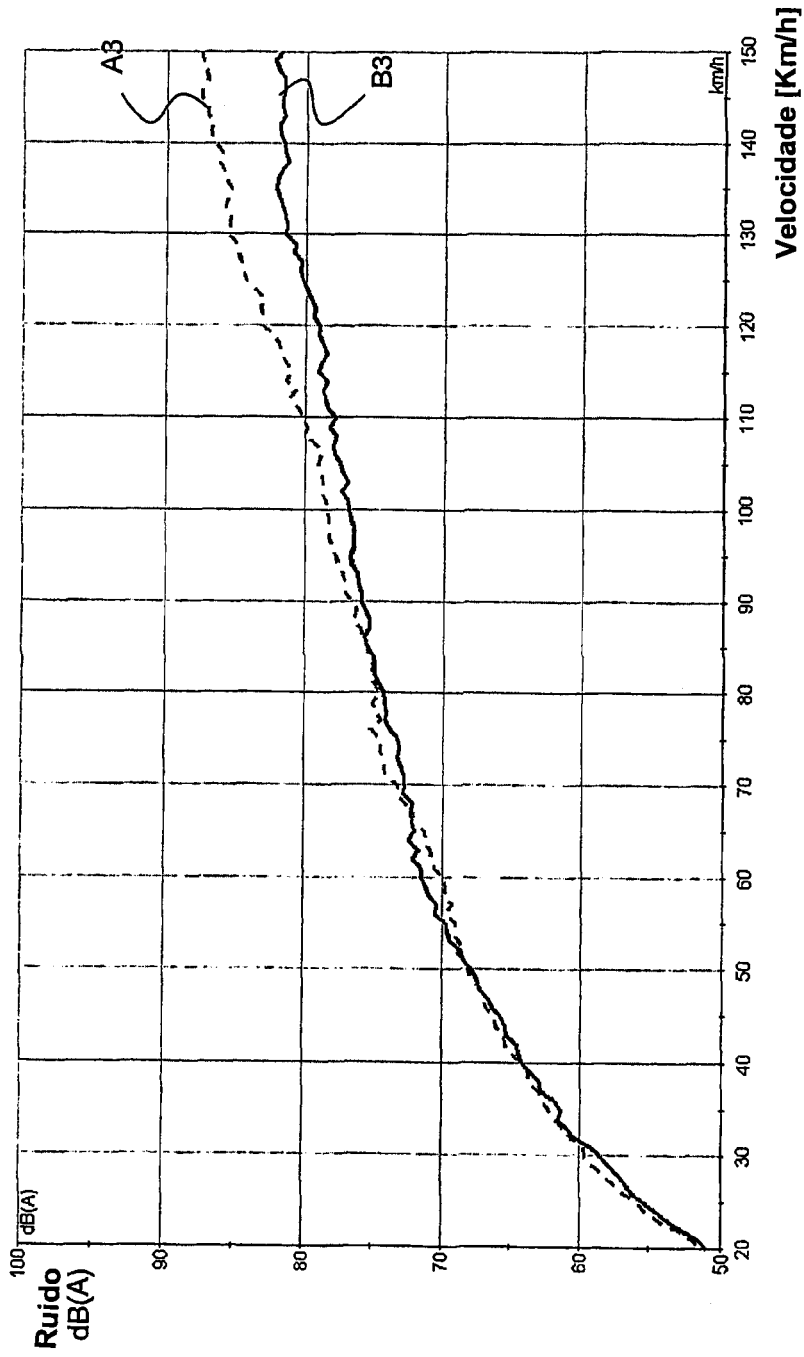


Fig. 10b

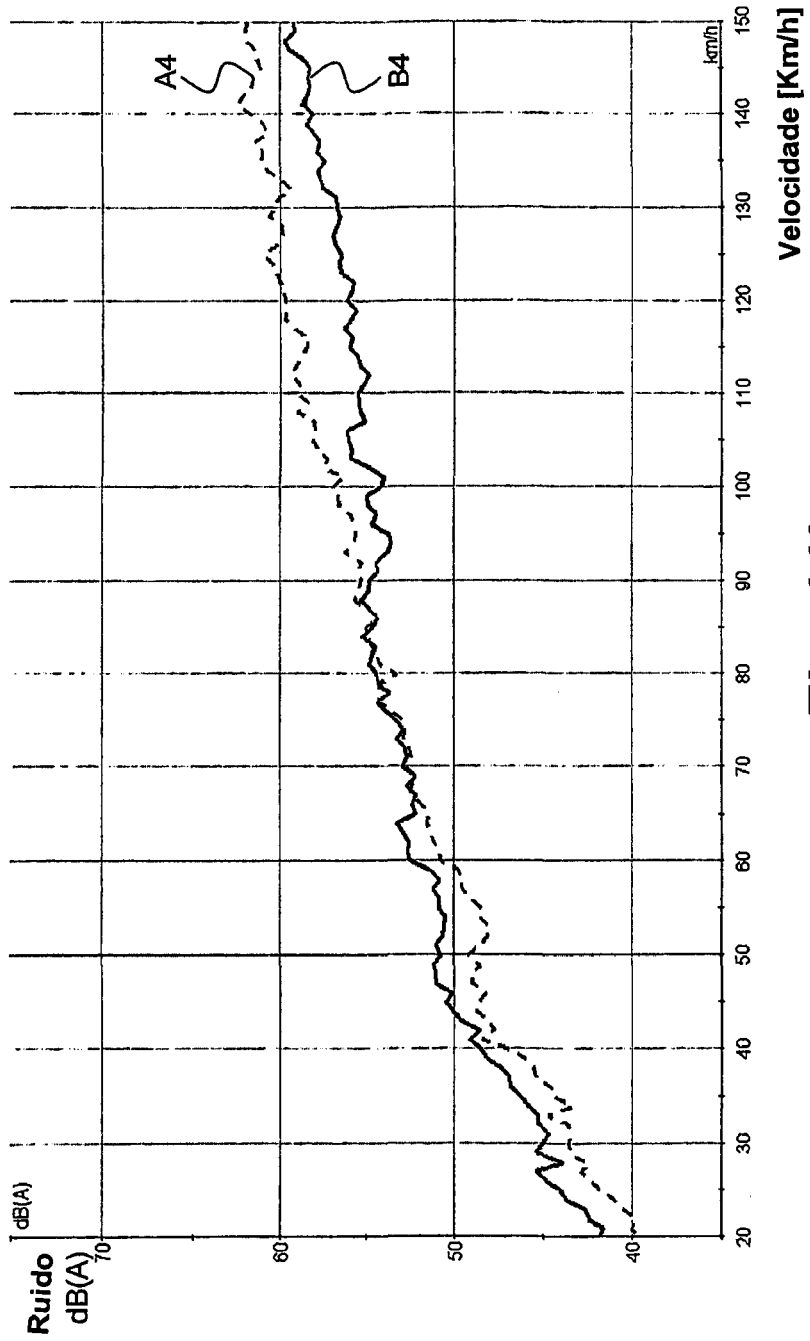


Fig. 11b

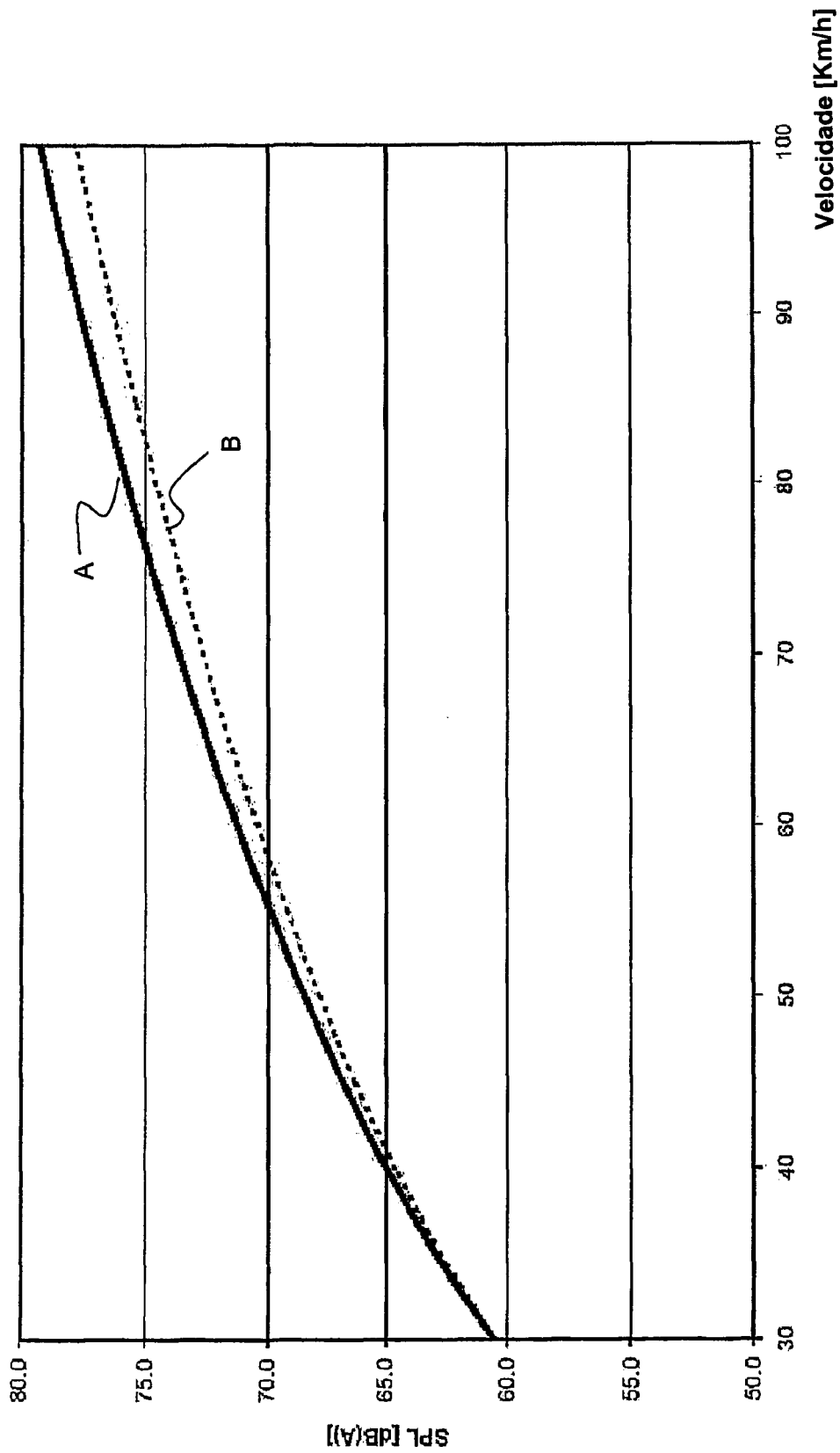


Fig. 12

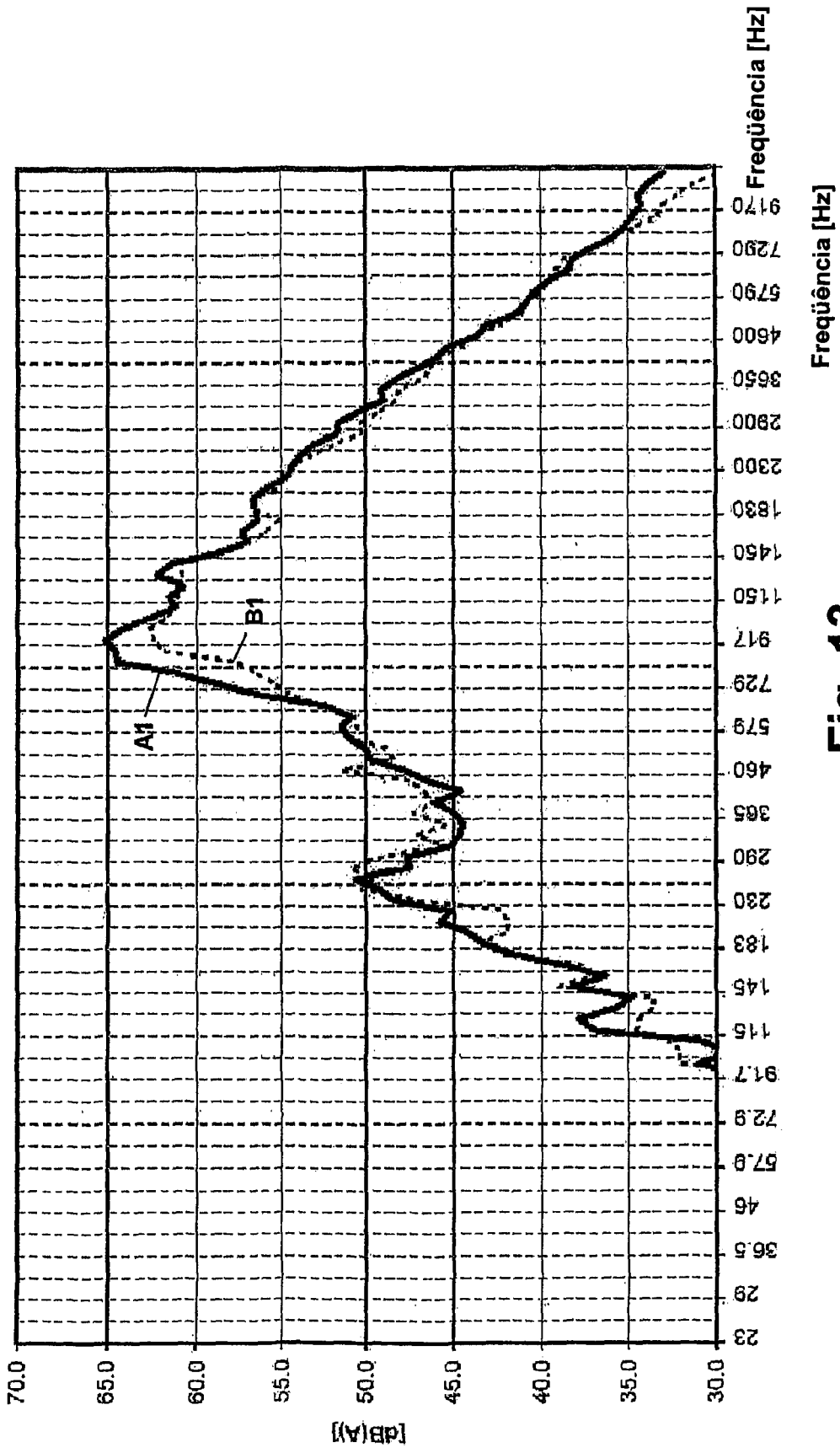


Fig. 13

RESUMO

“PNEU PARA UM VEÍCULO AUTOMOTOR”

Um pneu para um veículo automotor, em particular um pneu de alto desempenho, é provido com uma banda de rodagem (3) tendo uma largura total (L). A banda de rodagem (3) compreende uma primeira e uma segunda fendas circunferenciais (4, 6) que separam uma região central (7) a partir de uma primeira e uma segunda regiões de ressalto (8, 9). De acordo com a invenção, a banda de rodagem compreende um corte circunferencial (15) na primeira região de ressalto (8) a uma distância (L2) a partir da primeira fenda circunferencial (4); e uma pluralidade de módulos de fenda transversais (10; 10’), repetidos circunferencialmente. Uma primeira porção de ressalto (8’; 8’’) de cada módulo de fenda transversal (10; 10’) compreende pelo menos uma fenda transversal principal (42) que compreende: uma primeira porção substancialmente retilínea (42b) inclinada por um primeiro ângulo (α) com respeito a um plano radial, uma segunda porção substancialmente retilínea (42d) inclinada por um segundo ângulo (δ) com respeito ao plano radial e arranjada entre o corte circunferencial (15) e a primeira fenda circunferencial (4), e uma primeira porção de curva (42c) conectando a primeira e a segunda porções substancialmente retilíneas.