



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

(21) **PI 0612388-0 A2**



(22) Data de Depósito: 28/06/2006
(43) Data da Publicação: 24/04/2012
(RPI 2155)

(51) *Int.Cl.:*
B60C 9/20
B60C 9/18

(54) **Título:** PNEUMÁTICO COM ARMADURA DE CARÇAÇA RADIAL

(30) **Prioridade Unionista:** 30/06/2005 FR 0506761

(73) **Titular(es):** MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A.,
SOCIÉTÉ DE TECHNOLOGIE MICHELIN

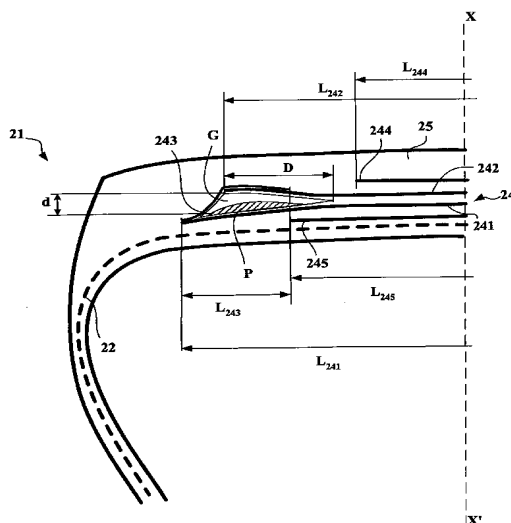
(72) **Inventor(es):** François Barbarin , Jean Coue, Robert Radulescu

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

(86) **Pedido Internacional:** PCT EP2006063654 de
28/06/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/003558 de
11/01/2007

(57) **Resumo:** PNEUMÁTICO COM ARMADURA DE CARÇAÇA RADIAL. A invenção refere-se a um pneumático com armadura de carcaça radial compreendendo uma armadura de ápice formada de pelo menos duas camadas de ápice de trabalho de elementos de reforço inextensíveis, cruzados de uma lona à outra formando, com a direção circunferencial, ângulos compreendidos entre 10° e 45°, ela mesma coberta radialmente com uma banda de rodagem, sendo que a referida banda de rodagem é unida a dois talões por meio de dois flancos, e sendo que pelo menos duas camadas de trabalho apresentam larguras axiais diferentes. De acordo com a invenção, pelo menos um primeiro perfilado P de mistura borrachosa separa uma camada de trabalho de pelo menos uma extremidade de uma segunda camada axialmente mais estreita, sendo que o referido perfilado P é separado radialmente, pelo menos em parte, da calandragem C da referida camada de trabalho axialmente mais estreita por um segundo perfilado de mistura borrachosa G, sendo que os referidos primeiro e segundo perfilados de mistura borrachosa P e G e a referida calandragem C apresentam respectivamente módulos secantes de elasticidade sob tensão a 10% de alongamento MP, MG, MC de maneira que $MC > MG > MP$, sendo que o referido pneumático compreende adicionalmente, em cada ombro, pelo menos uma camada de elementos de reforço, paralelos entre si na camada adicional e orientados de forma substancialmente perpendicular com relação aos elementos de reforço da camada de trabalho radialmente adjacente à referida camada adicional, e sendo que a extremidade axialmente interior da referida camada adicional é radialmente adjacente à borda de pelo menos uma camada de ápice de trabalho.



“PNEUMÁTICO COM ARMADURA DE CARÇAÇA RADIAL”

A presente invenção se refere a um pneumático com armadura de carçaça radial e mais especialmente a um pneumático destinado a equipar veículos que levam cargas pesadas e que rodam em velocidade constante, tais como, por exemplo os caminhões, tratores, reboques ou ônibus rodoviários.

A armadura de reforço ou reforço dos pneumáticos e notadamente dos pneumáticos de veículos de tipo veículos pesados é atualmente – e na maior parte das vezes – constituída por um empilhamento de uma ou várias lonas designadas classicamente “lonas de carçaça”, “lonas de topo”, etc. Esse modo de designar as armaduras de reforço provém do processo de fabricação, que consiste em realizar uma série de produtos semi-acabados em forma de lonas, providas de reforços filares com frequência longitudinais, que são em seguida unidas ou empilhadas a fim de confeccionar um esboço de pneumático. As lonas são realizadas no plano, com grandes dimensões, e são em seguida cortadas em função das dimensões de um produto dado. A união das lonas é também realizada, em um primeiro tempo, sensivelmente no plano. O esboço assim realizado é em seguida conformado para adotar o perfil toroidal típico dos pneumáticos. Os produtos semi-acabados ditos “de acabamento” são em seguida aplicados sobre o esboço, para obter um produto pronto para a vulcanização.

Um tal tipo de processo “clássico” implica, em especial para a fase de fabricação do esboço do pneumático, a utilização de um elemento de ancoragem (geralmente um cordonel), utilizado para realizar a ancoragem ou a retenção da armadura de carçaça na zona dos frisos do pneumático. Assim, para esse tipo de processo, é efetuado um reviramento de uma porção de todas as lonas que compõem a armadura de carçaça (ou de uma parte somente) em torno de um cordonel disposto no friso do pneumático. Cria-se desse modo uma ancoragem da armadura de carçaça no friso.

A generalização na indústria desse tipo de processo clássico,

apesar de numerosas variantes no modo de realizar as lonas e as uniões, levou o profissional a utilizar um vocabulário calcado no processo; daí a terminologia geralmente admitida, que compreende notadamente os termos “lonas”, “carcaça”, “cordonel”, “conformação” para designar a passagem de um perfil plano a um perfil toroidal, etc.

Existem hoje em dia pneumáticos que não compreendem propriamente falando “lonas” ou “cordoneis” de acordo com as definições precedentes. Por exemplo, o documento EP 0 582 196 descreve pneumáticos fabricados sem o auxílio de produtos semi-acabados sob a forma de lonas. Por exemplo, os elementos de reforço das diferentes estruturas de reforço são aplicados diretamente sobre as camadas adjacentes de misturas borrachosas, tudo sendo aplicado por camadas sucessivas em um núcleo toroidal do qual a forma permite obter diretamente um perfil que se aparenta ao perfil final do pneumático em decorrer de fabricação. Assim, nesse caso, não são mais encontrados “semi-acabados”, nem “lonas”, nem “cordonel”. Os produtos de base tais como as misturas borrachosas e os elementos de reforço sob a forma de fios ou filamentos, são diretamente aplicados no núcleo. Esse núcleo tendo uma forma toroidal, não é mais necessário formar o esboço para passar de um perfil plano a um perfil sob a forma de toro.

Por outro lado, os pneumáticos descritos nesse documento não dispõem do “tradicional” reviramento de lona de carcaça em torno de um cordonel. Esse tipo de ancoragem é substituído por uma disposição na qual são dispostos de modo adjacente à dita estrutura de reforço de flanco fios circunferenciais, tudo sendo embutido em uma mistura borrachosa de ancoragem ou de ligação.

Existem também processos de montagem em núcleo toroidal que utilizam produtos semi-acabados especialmente adaptados para uma colocação rápida, eficaz e simples em um núcleo central. Finalmente, é também possível utilizar um misto que compreende ao mesmo tempo certos

produtos semi-acabados para realizar certos aspectos arquiteturais (tais como lonas, cordonéis, etc.), enquanto que outros são realizados a partir da aplicação direta de misturas e/ou de elemento de reforço.

No presente documento, a fim de levar em consideração as evoluções tecnológicas recentes tanto no domínio da fabricação quanto para a concepção de produtos, os termos clássicos tais como “lonas”, “cordonéis”, etc. são vantajosamente substituídos por termos neutros ou independentes do tipo de processo utilizado. Assim, o termo “reforço de tipo carcaça” ou “reforço de flanco” é válido para designar os elementos de reforço de uma lona de carcaça no processo clássico, e os elementos de reforço correspondentes, em geral aplicados ao nível dos flancos, de um pneumático produzido de acordo com um processo sem semi-acabados. O termo “zona de ancoragem” por sua parte, pode designar tanto o “tradicional” reviramento de lona de carcaça em torno de um cordonel de um processo clássico, quanto o conjunto formado pelos elementos de reforço circunferenciais, a mistura borrachosa e as porções adjacentes de reforço de flanco de uma zona baixa realizada com um processo com aplicação em um núcleo toroidal.

De uma maneira geral nos pneumáticos de tipo veículos pesados, a armadura de carcaça é ancorada de um lado e de outro na zona do friso e é encimada radialmente por uma armadura de topo constituída por pelo menos duas camadas, superpostas e formadas por fios ou cabos paralelos em cada camada. Ela pode também compreender uma camada de fios ou cabos metálicos de pequena extensibilidade que formam com a direção circunferencial um ângulo compreendido entre 45° e 90° , essa lona, dita de triangulação, sendo radialmente situada entre a armadura de carcaça e a primeira lona de topo dita de trabalho, formadas por fios ou cabos paralelos que apresentam ângulos no máximo iguais a 45° em valor absoluto. A lona de triangulação forma com pelo menos a dita lona de trabalho uma armadura triangulada, que apresenta, sob as diferentes tensões que ela sofre, poucas

deformações, a lona de triangulação tendo como papel essencial compensar os esforços de compressão transversal dos quais é o objeto o conjunto dos elementos de reforço na zona do topo do pneumático.

5 A armadura de topo compreende pelo menos uma camada de trabalho; quando a dita armadura de topo compreende pelo menos duas camadas de trabalho, essas últimas são formadas por elementos de reforço metálicos inextensíveis, paralelos entre si em cada camada e cruzados de uma camada para a seguinte formando assim com a direção circunferencial ângulos compreendidos entre 10° e 45° . As ditas camadas de trabalho, que
10 formam a armadura de trabalho, podem ainda ser recobertas por pelo menos uma camada dita de proteção e que é formada por elementos de reforço vantajosamente metálicos e extensíveis, ditos elásticos.

No caso dos pneumáticos para “Veículos Pesados”, uma só camada de proteção está habitualmente presente e seus elementos de proteção
15 são, na maior parte dos casos, orientados na mesma direção e com o mesmo ângulo em valor absoluto que aqueles dos elementos de reforço da camada de trabalho que está radialmente mais no exterior e portanto radialmente adjacente. No caso de pneumáticos de Engenharia Civil destinados às rodagens em solos mais ou menos acidentados, a presença de duas camadas
20 de proteção é vantajosa, os elementos de reforço sendo cruzados de uma camada para a seguinte e os elementos de reforço da camada de proteção radialmente interior sendo cruzados com os elementos de reforço inextensíveis da camada de trabalho radialmente exterior e adjacente à dita camada de proteção radialmente interior.

25 Cabos são ditos inextensíveis quando os ditos cabos apresentam sob uma força de tração igual a 10% da força de ruptura um alongamento relativo no máximo igual a 0,2%.

Cabos são ditos elásticos quando os ditos cabos apresentam sob uma força de tração igual à carga de ruptura um alongamento relativo

pelo menos igual a 4%.

A direção circunferencial do pneumático, ou direção longitudinal, é a direção que corresponde à periferia do pneumático e que é definida pela direção de rodagem do pneumático.

5 A direção transversal ou axial do pneumático é paralela ao eixo de rotação do pneumático.

A direção radial é uma direção que corta o eixo de rotação do pneumático e que é perpendicular a esse último.

10 O eixo de rotação do pneumático é o eixo em torno do qual ele gira em utilização normal.

Um plano radial ou meridiano é um plano que contém o eixo de rotação do pneumático.

15 O plano mediano circunferencial, ou plano equatorial, é um plano perpendicular ao eixo de rotação do pneu e que divide o pneumático em duas metades.

20 Certos pneumáticos atuais, ditos, “de estrada”, são destinados a rodar em grande velocidade e em trajetos cada vez maiores, devido à melhoria da rede rodoviária e ao crescimento da rede de auto-estradas no mundo. O conjunto das condições, sob as quais um tal pneumático é solicitado a rodar, permite sem nenhuma dúvida um aumento do número de quilômetros percorridos, o desgaste do pneumático sendo menor; em contrapartida a resistência desse último e em especial da armadura de topo se encontra prejudicada por isso.

25 Existem de fato tensões ao nível da armadura de topo e mais especialmente tensões de cisalhamento entre as camadas de topo, aliadas a uma elevação não desprezível da temperatura de funcionamento ao nível das extremidades da camada de topo que é axialmente a mais curta, que têm como consequência o aparecimento e a propagação de fissuras da goma ao nível das ditas extremidades.

A fim de melhorar a resistência da armadura de topo do tipo de pneumático estudado, soluções relativas à estrutura e qualidade das camadas e/ou perfilados de misturas borrachosas que são dispostos entre e/ou em torno das extremidades de lonas e mais especialmente das extremidades da lona que é axialmente a mais curta já foram trazidas.

A patente FR 1 389 428, para melhorar a resistência à degradação das misturas de borracha situadas na proximidade das bordas da armadura de topo, preconiza a utilização, em combinação com uma banda de rodagem de pequena histerese, de um perfilado de borracha que cobre pelo menos os lados e as bordas marginais da armadura de topo e que é constituído por uma mistura borrachosa de pequena histerese.

A patente FR 2 222 232, para evitar as separações entre lonas de armadura de topo, ensina envolver as extremidades da armadura em um colchão de borracha, do qual a dureza Shore A é diferente daquela da banda de rodagem que encima a dita armadura, e maior do que a dureza Shore A do perfilado de mistura borrachosa disposto entre as bordas das lonas de armadura de topo e armadura de carcaça.

O pedido francês FR 2 728 510 propõe dispor, por um lado entre a armadura de carcaça e a lona de trabalho de armadura de topo, que está radialmente a mais próxima do eixo de rotação, uma lona axialmente contínua, formada por cabos metálicos inextensíveis que formam com a direção circunferencial um ângulo pelo menos igual a 60°, e cuja largura axial é pelo menos igual à largura axial da lona de topo de trabalho mais curta, e por outro lado entre as duas lonas de topo de trabalho uma lona adicional formada por elementos metálicos, orientados sensivelmente paralelamente à direção circunferencial.

As rodagens prolongadas dos pneumáticos assim construídos fizeram aparecer rupturas de fadiga dos cabos da lona adicional e mais especialmente das bordas da dita lona, que a lona dita de triangulação esteja

presente ou não.

Para corrigir tais inconvenientes e melhorar a resistência da armadura de topo desses pneumáticos, o pedido francês WO 99/24269 propõe, de um lado e de outro do plano equatorial e no prolongamento axial imediato da lona adicional de elementos de reforço sensivelmente paralelos à direção circunferencial, juntar, em uma certa distância axial, as duas lonas de topo de trabalho formadas por elementos de reforço cruzados de uma lona para a seguinte para em seguida separar as mesmas com perfilados de mistura de borracha pelo menos no restante da largura comum às ditas duas lonas de trabalho.

Um objetivo da invenção é fornecer pneumáticos para “Veículos Pesados” cujos desempenhos de resistência são ainda mais melhorados em relação aos pneumáticos usuais.

Esse objetivo é atingido de acordo com a invenção por um pneumático com armadura de carcaça radial que compreende uma armadura de topo formada por pelo menos duas camadas de topo de trabalho de elementos de reforço inextensíveis, cruzados de uma lona para a outra formando assim com a direção circunferencial ângulos compreendidos entre 10° e 45° , ela própria coberta radialmente por uma banda de rodagem, a dita banda de rodagem sendo reunida a dois frisos por intermédio de dois flancos, as ditas duas lonas tendo larguras axiais desiguais, pelo menos um primeiro perfilado P de mistura borrachosa separando a lona de elementos de reforço que é axialmente a mais larga de pelo menos uma extremidade de uma segunda lona axialmente mais estreita do que a lona que é axialmente a mais larga, o dito perfilado P sendo radialmente separado pelo menos em parte da calandragem C da dita lona de elementos de reforço axialmente mais estreita por um segundo perfilado de mistura borrachosa G, e os ditos primeiro e segundo perfilados de mistura borrachosa P e G e a dita calandragem C tendo respectivamente módulos secantes de elasticidade sob tensão a 10% de

alongamento MP, MG, MC de modo que $MC \geq MG > MP$, o dito pneumático compreendendo adicionalmente em cada ombro pelo menos uma camada de elementos de reforço, paralelos entre si na camada e orientados sensivelmente perpendicularmente em relação aos elementos de reforço da camada de trabalho radialmente adjacente à dita camada adicional, a extremidade axialmente interior da dita camada sendo radialmente adjacente à borda de uma camada de topo de trabalho.

De acordo com um modo preferido de realização da invenção, a extremidade axialmente interior da dita camada adicional é radialmente adjacente à borda da camada de topo de trabalho que é axialmente a menos larga e de preferência radialmente exterior à dita camada de trabalho que é axialmente a menos larga.

Elementos de reforço orientados sensivelmente perpendicularmente em relação a elementos de reforço de uma camada de trabalho correspondem no sentido da invenção a ângulos formados entre as direções desses diferentes elementos compreendidos entre 70 e 90° e de preferência superiores a 80°.

As larguras axiais das camadas de elementos de reforço ou posições axiais das extremidades das ditas camadas são medidas em um corte transversal de um pneumático, o pneumático estando portanto em um estado não inflado.

As medições de módulo são efetuadas em tração de acordo com a norma AFNOR-NFT-46002 de setembro de 1988: mede-se em segunda elongação (i.e., depois de um ciclo de acomodação) o módulo secante nominal (ou tensão aparente, em MPa) a 10% de alongamento (condições normais de temperatura e de higrometria de acordo com a norma AFNOR-NFT-40101 de dezembro de 1979).

Os ensaios realizados com pneumáticos assim definidos de acordo com a invenção colocaram em evidência que os desempenhos em

termo de resistência do pneumático são melhorados em relação a pneumáticos de concepção mais tradicional que não compreendem uma combinação de acordo com a invenção de perfilados de mistura borrachosa e de camadas adicionais. Uma interpretação desses resultados pode ser constatar que a
5 camada adicional, e mais exatamente os elementos de reforço da camada adicional, permite limitar a propagação de eventuais inícios de fissuras na extremidade da camada de trabalho à qual ela é adjacente. Uma tal ação pode eventualmente ser a consequência de um reforço das massas borrachosas de calandragem entre os elementos de reforço da dita camada de trabalho pelos
10 elementos de reforço da camada adicional. Esse efeito sobre as massas borrachosas de calandragem é por outro lado reforçado pela presença das camadas de misturas borrachosas P e G.

A combinação das camadas de misturas borrachosas P e G, devido á escolha de seus módulos de elasticidades respectivos MP e MG
15 permite primeiramente uma melhora da resistência da arquitetura de topo à separação entre as extremidades das lonas de trabalho. A presença dessas camadas de mistura borrachosa parece de fato permitir, devido à separação das lonas assim obtida, proteger notadamente a extremidade da lona mais estreita e assim prevenir ou pelo menos retardar o aparecimento de uma
20 deslaminação da dita extremidade da lona que é a mais estreita axialmente. Em seguida, parece que esse efeito seja acentuado pela combinação com a camada adicional.

De preferência, a soma das espessuras respectivas dos perfilados de mistura borrachosa P e F, medida na extremidade da lona que é
25 a menos larga das duas lonas consideradas, será preferencialmente compreendida entre 30% e 80% da espessura global de mistura borrachosa entre geratrizes de cabos respectivamente das duas lonas: uma espessura inferior a 30% não permitindo obter resultados convincentes, e uma espessura superior a 80% sendo inútil em relação à melhora na resistência à separação

entre lonas e desvantajosa do ponto de vista do custo.

Uma primeira variante de realização da invenção prevê que a extremidade axialmente exterior da dita camada adicional é situada a uma distância do plano equatorial do pneumático inferior ou igual à distância que
5 separa do dito plano a extremidade da camada de trabalho à qual ela é adjacente. De acordo com essa variante de realização da invenção, a extremidade axialmente exterior da camada adicional é portanto axialmente interior à extremidade de pelo menos a camada de trabalho adjacente à dita camada adicional.

10 Uma segunda variante de realização da invenção prevê que a extremidade axialmente exterior da dita camada adicional é axialmente exterior à extremidade da camada de topo de trabalho à qual ela é adjacente.

De acordo com uma ou outra dessas variantes de realização da invenção, um modo de realização vantajoso da invenção prevê que a distância
15 entre a dita camada e a extremidade da camada de topo de trabalho que é axialmente a mais larga é superior a 1.5 mm e de preferência compreendida entre 2 e 12 mm.

As camadas de mistura borrachosa P e G são então vantajosamente dispostas por um lado para levar a uma separação das
20 camadas de topo de trabalho que contribui em si para a melhora da resistência do pneumático e por outro lado para contribuir para assegurar uma distância mínima superior a 1.5 mm entre a camada adicional de elementos de reforço circunferenciais e a extremidade da camada de topo de trabalho que é axialmente a mais larga. De acordo com esse modo de realização, as
25 extremidades dos elementos de reforço da camada de trabalho que é axialmente a mais larga não são solicitadas devido à proximidade muito grande dos elementos de reforço circunferenciais. Em outros termos, os elementos de reforço circunferenciais da camada adicional não penetram vantajosamente um círculo igual a 1.5 mm centrado na extremidade dos

elementos de reforço da camada de trabalho que é axialmente a mais larga.

É preciso entender por lonas unidas lonas cujos elementos de reforço respectivos são separados radialmente de no máximo 1.5 mm, a dita espessura de borracha sendo medida radialmente entre as geratrizes respectivamente superior e inferior dos ditos elementos de reforço.

De acordo com um outro modo de realização, pelo menos uma parte da camada adicional é radialmente e/ou axialmente adjacente à borda da camada de trabalho que é axialmente a mais larga. De acordo com esse modo de realização da invenção, ou a camada adicional é unicamente adjacente à camada de trabalho que é axialmente a mais larga, ou a camada adicional é adjacente a duas camadas de trabalho e a extremidade axialmente exterior do perfilado borrachoso G e/ou P é situada a uma distância do plano equatorial do pneumático inferior à distância que separa do dito plano a extremidade da lona de elementos de reforço que é axialmente a mais larga.

Uma realização preferida da invenção prevê que a extremidade axialmente exterior do dito primeiro perfilado P está situada a uma distância do plano equatorial do pneumático inferior à distância que separa do dito plano a extremidade da lona de elementos de reforço que é axialmente a mais larga.

Uma realização vantajosa da invenção prevê que a extremidade axialmente exterior do segundo perfilado de mistura borrachosa G é situada a uma distância do dito plano pelo menos igual à meia largura da dita lona de elementos de reforço axialmente mais estreita. De acordo com essa realização da invenção, a extremidade da dita lona que é axialmente a mais estreita é radialmente separada da lona mais larga pela superposição radial dos dois perfilados de mistura borrachosa P e G.

De acordo com uma realização preferida da invenção, o segundo perfilado de mistura borrachosa G tem sua extremidade axialmente interior situada a uma distância do plano equatorial no máximo igual à

distância que separa do dito plano a extremidade axialmente interior do dito primeiro perfilado de mistura borrachosa P. De acordo com essa realização e notadamente quando a extremidade axialmente exterior do segundo perfilado de mistura borrachosa G é situada a uma distância do dito plano pelo menos
 5 igual à meia largura da dita lona de elementos de reforço axialmente mais estreita, o primeiro perfilado de mistura borrachosa P não está em contato com a dita lona que é axialmente a mais estreita.

De acordo com um modo de realização vantajoso da invenção, a camada de topo de trabalho que é axialmente a mais larga está radialmente
 10 no interior das outras camadas de topo de trabalho.

De acordo com esse modo de realização o primeiro perfilado de mistura borrachosa G é então pelo menos em parte radialmente exterior ao segundo perfilado de mistura borrachosa P.

De preferência ainda, a largura axial D do perfilado P e/ou G
 15 compreendida entre a extremidade que está axialmente mais no interior do perfilado P e/ou G e a extremidade da lona de topo de trabalho que é axialmente a menos larga é tal que:

$$3.\phi_2 \leq D \leq 20.\phi_2$$

com ϕ_2 , diâmetro dos elementos de reforço da lona de topo de trabalho que é axialmente a menos larga. Uma tal relação define uma zona de compromisso
 20 entre o perfilado P e/ou G de misturas borrachosas e a lona de trabalho que é axialmente a menos larga. Um tal compromisso abaixo de um valor igual a três vezes o diâmetro dos elementos de reforço da lona de trabalho radialmente exterior pode não ser suficiente para obter uma separação das lonas de trabalho para notadamente obter uma atenuação das solicitações na
 25 extremidade da lona de trabalho que é axialmente a menos larga. Um valor desse compromisso superior a vinte vezes o diâmetro dos elementos de reforço da lona de trabalho que é axialmente a menos larga pode levar a uma diminuição muito grande da rigidez de deriva da armadura de topo do

pneumático.

De preferência, a largura axial D do perfilado P e/ou G compreendida entre a extremidade que está axialmente mais no interior do perfilado P e/ou G e a extremidade axialmente exterior da camada de topo de trabalho que é axialmente a menos larga é superior a 5 mm.

A invenção prevê ainda de preferência que a espessura cumulada dos perfilados P e G, na extremidade axialmente exterior da lona de topo de trabalho que é axialmente a menos larga, apresente uma espessura tal que a distância radial d entre as duas lonas de topo de trabalho, separadas pelo perfilado P e/ou G, verifique a relação:

$$3/5.\phi_2 < d < 5.\phi_2$$

com ϕ_2 , diâmetro dos elementos de reforço da lona de topo de trabalho que é axialmente a menos larga.

A distância d é medida de cabo a cabo, quer dizer entre o cabo de uma primeira lona de trabalho e o cabo de uma segunda lona de trabalho. Em outros termos, essa distância d engloba a espessura do perfilado P e/ou G e as espessuras respectivas das misturas borrachosas de calandragem, radialmente exterior aos cabos da lona de trabalho radialmente interior e radialmente interior aos cabos da lona de trabalho radialmente exterior.

As diferentes medições de espessura são efetuadas em um corte transversal de um pneumático, o pneumático estando portanto em um estado não inflado.

De preferência ainda, a diferença entre a largura axial da camada de topo de trabalho que é axialmente a mais larga e a largura axial da camada de topo de trabalho que é axialmente a menos larga está compreendida entre 5 e 30 mm.

De acordo com uma variante de realização vantajosa da invenção, o ângulo formado com a direção circunferencial pelos elementos de reforço das camadas de topo de trabalho é inferior a 30° e de preferência

inferior a 25° .

De acordo com uma variante de realização da invenção, as camadas de topo de trabalho compreendem elementos de reforço, cruzados de uma lona para a outra, que formam com a direção circunferencial ângulos variáveis de acordo com a direção axial, os ditos ângulos sendo superiores nas bordas axialmente exteriores das camadas de elementos de reforço em relação aos ângulos dos ditos elementos medidos ao nível do plano mediano circunferencial. Uma tal realização da invenção permite aumentar a rigidez circunferencial em certas zonas e ao contrário diminuir a mesma em outras, notadamente para diminuir as colocações em compressão da armadura de carcaça.

Uma realização preferida da invenção prevê ainda que a armadura de topo é completada radialmente no exterior por pelo menos uma camada suplementar, dita de proteção, de elementos de reforço ditos elásticos, orientados em relação à direção circunferencial com um ângulo compreendido entre 10° e 45° e de mesmo sentido que o ângulo formado pelos elementos inextensíveis da camada de trabalho que lhe é radialmente adjacente.

A camada de proteção pode ter uma largura axial inferior à largura axial da camada de trabalho menos larga. A dita camada de proteção pode também ter uma largura axial superior à largura axial da camada de trabalho menos larga, tal que ela recobre as bordas da camada de trabalho menos larga. A camada de proteção formada por elementos de reforço elásticos pode, no último caso citado acima, ser por um lado eventualmente separada das bordas da dita camada de trabalho menos larga por perfilados, e ter por outro lado uma largura axial inferior ou superior à largura axial da camada de topo mais larga.

Quando a camada de proteção é axialmente mais estreita do que a camada de topo de trabalho que é axialmente a menos larga, que a dita camada de topo de trabalho é radialmente a camada de trabalho que está mais

no exterior, a invenção prevê vantajosamente que a borda da camada de proteção é radialmente adjacente e de preferência radialmente exterior a pelo menos a borda axialmente interior da camada adicional.

5 Em comparação com as variantes precedentes da invenção, para obter uma tal realização da invenção, de acordo com a qual a borda da camada de proteção é radialmente adjacente e exterior à camada adicional, ou a extremidade da camada de proteção está axialmente mais no exterior, ou a extremidade axialmente interior da camada adicional está axialmente mais no interior. Em outros termos, ou a camada de proteção é axialmente mais larga, 10 ou a camada adicional é axialmente mais larga sendo para isso alongada axialmente para o interior.

 De acordo com um qualquer dos modos de realização da invenção evocado precedentemente, a armadura de topo pode ainda ser completada, por exemplo radialmente entre a armadura de carcaça e a camada 15 de trabalho que está radialmente mais no interior, por uma camada de triangulação constituída por elementos de reforço inextensíveis que formam, com a direção circunferencial, um ângulo superior a 40° e de preferência de mesmo sentido que aquele do ângulo formado pelos elementos de reforço da camada radialmente mais próxima da armadura de carcaça.

20 De acordo com uma primeira variante de realização da invenção, os elementos de reforço da camada adicional são elementos de reforço metálicos.

 De acordo com uma outra variante de realização da invenção, os elementos de reforço da camada adicional são elementos de reforço têxteis.

25 Um modo de realização vantajoso da invenção prevê que a armadura de topo do pneumático compreende por outro lado pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais dos quais a largura axial é de preferência inferior à largura axial da camada de topo de trabalho que é axialmente a mais larga.

As larguras axiais das camadas contínuas de elementos de reforço são medidas em um corte transversal de um pneumático, o pneumático estando em um estado não inflado.

A presença no pneumático de acordo com a invenção de pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais pode permitir contribuir para a obtenção de raios de curvaturas axiais quase infinitos das diferentes camadas de reforço em uma zona centrada no plano mediano circunferencial, o que contribui para os desempenhos de resistência do pneumático.

De acordo com um modo de realização vantajoso da invenção, os elementos de reforço de pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais são elementos de reforço metálicos que apresentam um módulo secante a 0,7% de alongamento compreendido entre 10 e 120 GPa e um módulo tangente máximo inferior a 150 GPa.

De acordo com uma realização preferida, o módulo secante dos elementos de reforço a 0,7% de alongamento é inferior a 100 GPa e superior a 20 GPa, de preferência compreendido entre 30 e 90 GPa e mais de preferência inferior a 80 GPa.

De preferência também, o módulo tangente máximo dos elementos de reforço é inferior a 130 GPa e mais de preferência inferior a 120 GPa.

Os módulos expressos acima são medidos em uma curva de tensão de tração em função do alongamento determinada com uma tensão prévia de 20 MPa levada à seção de metal do elemento de reforço, a tensão de tração correspondendo a uma tensão medida levada à seção de metal do elemento de reforço.

Os módulos dos mesmos elementos de reforço podem ser medidos em uma curva de tensão de tração em função do alongamento determinada com uma tensão prévia de 10 MPa levada à seção global do

elemento de reforço, a tensão de tração correspondendo a uma tensão medida levada à seção global do elemento de reforço. A seção global do elemento de reforço é a seção de um elemento compósito constituído de metal e de borracha, essa última tendo notadamente penetrado o elemento de reforço durante a fase de cozimento do pneumático.

De acordo com essa formulação relativa à seção global do elemento de reforço, os elementos de reforço de pelo menos uma camada de elementos de reforço circunferenciais são elementos de reforço metálicos que apresentam um módulo secante a 0,7% de alongamento compreendido entre 5 e 60 GPa e um módulo tangente máximo inferior a 75 GPa.

De acordo com uma realização preferida, o módulo secante dos elementos de reforço a 0,7% de alongamento é inferior a 50 GPa e superior a 10 GPa, de preferência compreendido entre 15 e 45 GPa e mais de preferência inferior a 40 GPa.

De preferência também, o módulo tangente máximo dos elementos de reforço é inferior a 65 GPa e mais de preferência inferior a 60 GPa.

De acordo com um modo de realização preferido, os elementos de reforço de pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais são elementos de reforço metálicos que apresentam uma curva de tensão de tração em função do alongamento relativo que tem pequenas inclinações para os pequenos alongamentos e uma inclinação sensivelmente constante e grande para os alongamentos superiores. Tais elementos de reforço da camada contínua de elementos de reforço circunferenciais são habitualmente denominados elementos “bi-módulo”.

De acordo com uma realização preferida da invenção, a inclinação sensivelmente constante e grande aparece a partir de um alongamento relativo compreendido entre 0,1% e 0,5%.

As diferentes características dos elementos de reforço

enunciadas acima são medidas em elementos de reforço retirados em pneumáticos.

Elementos de reforço mais especialmente adaptados à realização de pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais de acordo com a invenção são por exemplo montagens de fórmula 21.23, cuja construção é $3 \times (0.26+6 \times 0.23) 4.4/6.6$ SS; esse cabo de cordões é constituído por 21 fios elementares de fórmula $3 \times (1+6)$, com 3 cordões torcidos juntos cada um deles constituído por 7 fios, um fio que forma uma alma central de diâmetro igual a 26/100 mm e 6 fios enrolados de diâmetro igual a 23/100 mm. Um tal cabo apresenta um módulo secante a 0,7% igual a 45 GPa e um módulo tangente máximo igual a 98 GPa, medidos em uma curva de tensão de tração em função do alongamento determinada com uma tensão prévia de 20 MPa levada à seção de metal do elemento de reforço, a tensão de tração correspondendo a uma tensão medida levada à seção de metal do elemento de reforço. Em uma curva de tensão de tração em função do alongamento determinada com uma tensão prévia de 10 MPa levada à seção global do elemento de reforço, a tensão de tração correspondendo a uma tensão medida levada à seção global do elemento de reforço, esse cabo de fórmula 21.23 apresenta um módulo secante a 0,7% igual a 23 GPa e um módulo tangente máximo igual a 49 GPa.

Do mesmo modo, um outro exemplo de elementos de reforço é uma montagem de fórmula 21.28, cuja construção é $3 \times (0.32+6 \times 0.28) 6.2/9.3$ SS. Esse cabo apresenta um módulo secante a 0,7% igual a 56 GPa e um módulo tangente máximo igual a 102 GPa, medidos em uma curva de tensão de tração em função do alongamento determinada com uma tensão prévia de 20 MPa levada à seção de metal do elemento de reforço, a tensão de tração correspondendo a uma tensão medida levada à seção de metal do elemento de reforço. Em uma curva de tensão de tração em função do alongamento determinada com uma tensão prévia de 10 MPa levada à seção global do

elemento de reforço, a tensão de tração correspondendo a uma tensão medida levada à seção global do elemento de reforço, esse cabo de fórmula 21.28 apresenta um módulo secante a 0,7% igual a 27 GPa e um módulo tangente máximo igual a 49 GPa.

5 A utilização de tais elementos de reforço em pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais permite notadamente conservar rigidezes da camada satisfatórias inclusive depois das etapas de conformação e de cozimento em processos de fabricação usuais.

10 De acordo com um segundo modo de realização da invenção, os elementos de reforço circunferenciais de uma camada contínua podem ser formados por elementos metálicos inextensíveis e cortados de maneira a formar segmentos de comprimento muito inferior à circunferência da camada menos longa, mas preferencialmente superior a 0,1 vez a dita circunferência, os cortes entre segmentos sendo axialmente deslocados uns em relação aos
15 outros. Ainda de preferência, o módulo de elasticidade na tração por unidade de largura da camada contínua de elementos de reforço circunferenciais é inferior ao módulo de elasticidade na tração, medido nas mesmas condições, da camada de topo de trabalho que é a mais extensível. Um tal modo de
20 realização permite conferir, de maneira simples, à camada contínua de elementos de reforço circunferenciais um módulo que pode facilmente ser ajustado (pela escolha dos intervalos entre segmentos de uma mesma fileira), mas em todos os casos menor do que o módulo da camada constituída pelos mesmos elementos metálicos mas contínuos, o módulo da camada contínua de
25 elementos de reforço circunferenciais sendo medido em uma camada vulcanizada de elementos cortados, retirada no pneumático.

 De acordo com um terceiro modo de realização da invenção, os elementos de reforço circunferenciais de uma camada contínua são elementos metálicos ondulados, a relação a/λ da amplitude de ondulação sobre o comprimento de onda sendo no máximo igual a 0,09. De preferência,

o módulo de elasticidade na tração por unidade de largura da camada contínua de elementos de reforço circunferenciais é inferior ao módulo de elasticidade na tração, medido nas mesmas condições, da camada de topo de trabalho que é a mais extensível.

5 Os elementos metálicos são preferencialmente cabos de aço.

De acordo com uma variante de realização da invenção, pelo menos uma camada contínua de elementos circunferenciais é disposta radialmente entre duas camadas de topo de trabalho.

De acordo com essa última variante de realização, a camada
10 contínua de elementos de reforço circunferenciais permite limitar de maneira mais importante as colocações em compressão dos elementos de reforço da armadura de carcaça do que uma camada semelhante colocada radialmente no exterior das outras camadas de topo de trabalho. Ela é preferivelmente radialmente separada da armadura de carcaça por pelo menos uma camada de
15 trabalho de modo a limitar as solicitações dos ditos elementos de reforço e não fatigá-los demais.

Vantajosamente ainda no caso de uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais disposta radialmente entre duas camadas de topo de trabalho, as larguras axiais das camadas de topo de
20 trabalho radialmente adjacentes à camada de elementos de reforço circunferenciais são superiores à largura axial da dita camada de elementos de reforço circunferenciais.

Outros detalhes e características vantajosos da invenção se destacarão abaixo da descrição dos exemplos de realização da invenção em
25 referência às figuras 1 a 6 que representam:

- figura 1, uma vista meridiana de um esquema de um pneumático de acordo com um modo de realização da invenção,

- figura 2, uma vista meridiana de um esquema de um pneumático de acordo com um segundo modo de realização da invenção,

- figura 3, uma vista meridiana de um esquema de um pneumático de acordo com um terceiro modo de realização da invenção,

- figura 4, uma vista meridiana de um esquema de um pneumático de acordo com um quarto modo de realização da invenção,

5 - figura 5, uma vista meridiana de um esquema de um pneumático de acordo com um quinto modo de realização da invenção,

- figura 6, uma vista meridiana de um esquema de um pneumático de acordo com um sexto modo de realização da invenção.

10 As figuras não estão representadas na escala para simplificar a compreensão das mesmas. As figuras só representam uma meia-vista de um pneumático que se prolonga de maneira simétrica em relação ao eixo XX' que representa o plano mediano circunferencial, ou plano equatorial, de um pneumático.

15 Na figura 1, o pneumático 1, de dimensão 295/60 R 22.5 X, tem uma relação de forma H/S igual a 0,60, H sendo a altura do pneumático 1 em seu aro de montagem e S sua largura axial máxima. O dito pneumático 1 compreende uma armadura de carcaça radial 2 ancorada em dois frisos, não representados na figura. A armadura de carcaça é formada por uma só camada de cabos metálicos. Essa armadura de carcaça 2 é guarnecida por uma
20 armadura de topo 4, formada radialmente do interior para o exterior:

- por uma primeira camada de trabalho 41 formada por cabos metálicos inextensíveis 11.35 não guarnecidos, contínuos em toda a largura da lona, orientados de um ângulo igual a 18° ,

25 - por uma segunda camada de trabalho 42 formada por cabos metálicos inextensíveis 11.35 não guarnecidos, contínuos em toda a largura da lona, orientados de um ângulo igual a 18° e cruzados com os cabos metálicos da camada 41; a camada 42 é axialmente menor do que a camada 41,

- por uma camada adicional 43 formada por cabos orientados sensivelmente perpendicularmente em relação aos elementos de reforço da

camada de trabalho 42; os cabos apresentam um ângulo de 72° com a direção circunferencial e de 90° com os elementos de reforço da camada 42. A camada 43 é radialmente exterior e adjacente à camada de trabalho radialmente exterior 42 e se estende axialmente o exterior até a extremidade axialmente exterior da camada 42. Ensaios foram realizados por um lado com cabos metálicos 4.23 e por outro lado com cabos têxteis PET 144x2.

A largura axial L_{41} da primeira camada de trabalho 41 é igual a 234 mm.

A largura axial L_{42} da segunda camada de trabalho 42 é igual a 216 mm.

A camada adicional 43 apresenta uma largura igual a 18 mm.

A armadura de topo é ela própria coberta por uma banda de rodagem 5.

Uma camada borrachosa P está radialmente no exterior e em contato com a lona de topo de trabalho 41. Uma camada G de mistura borrachosa radialmente no exterior e em contato com a camada P de misturas borrachosas entra em contato com a camada 42. No caso da figura 1, o perfilado G recobre a extremidade da dita camada de trabalho 41 e se estende para além da extremidade axialmente exterior da dita camada 41, enquanto que vantajosamente a extremidade axialmente exterior do perfilado P não vai além da extremidade axialmente exterior da camada 41. O conjunto dos perfilados P e G forma uma camada borrachosa dita goma de separação. A combinação das camadas de mistura borrachosa P e G assegura notadamente uma separação entre a camada de trabalho 41 e a extremidade da camada de trabalho 42 radialmente exterior. A zona de compromisso dos perfilados P e G entre as duas camadas de trabalho 41 e 42 é definida por sua espessura ou mais precisamente a distância radial d entre a extremidade da lona 42 e a lona 41 e pela largura axial D do perfilado de mistura borrachosa G compreendida entre a extremidade axialmente interior do dito perfilado de mistura

borrachosa G e a extremidade da lona de topo de trabalho que é axialmente a mais estreita. A distância radial d é igual a 3.5 mm. A distância axial D é igual a 20 mm, ou seja cerca de 13.3 vezes o diâmetro ϕ_2 dos elementos de reforço da lona de trabalho 42, o diâmetro ϕ_2 sendo igual a 1.5 mm.

5 As duas lonas de trabalho 41 e 42 têm respectivamente calandragens, quer dizer camadas de mistura borrachosa em contato com os elementos de reforço, constituídas pela mesma mistura borrachosa. A natureza das calandragens pode ser a mesma para as diferentes camadas ou então diferente.

10 Os módulos de elasticidade a 10 5 de alongação das camadas de mistura borrachosa P e G e da camada de calandragem da lona de trabalho 42, respectivamente MP e MG e MC são escolhidos tais para que eles satisfaçam a relação seguinte $MP < MG \leq MC$. Uma tal realização do pneumático 1 permite uma diminuição das solicitações da camada de calandragem da camada de trabalho 42, passando pela camada de mistura borrachosa G em contato com a lona de trabalho 42 até a camada de mistura borrachosa P em contato com a lona de trabalho 41, o que permite melhorar a resistência da arquitetura de topo à separação entre as extremidades das lonas de trabalho 41 e 42.

20 Na figura 2, o pneumático 21 difere daquele representado na figura 1 por um lado, pelo fato de que ele compreende além disso:

- uma camada de proteção 244 formada por cabos metálicos elásticos 18x23 cuja largura axial é igual a 160 mm.

25 - uma camada de elementos de reforço complementar 245, dita de triangulação, de largura sensivelmente igual a 200 mm formada por cabos metálicos inextensíveis 9x28. Os elementos de reforço dessa camada 245 formam um ângulo de cerca de 45° com a direção circunferencial e são orientados no mesmo sentido que os elementos de reforço da camada de trabalho 241. Essa camada 245 permite notadamente contribuir para a

compensação dos esforços de compressão transversal dos quais é objeto o conjunto dos elementos de reforço na zona do topo do pneumático.

Por outro lado, o pneumático 21 difere ainda daquele representado na figura 1, pelo fato de que ele apresenta uma camada adicional 243 que se estende para além da extremidade axialmente exterior da camada 242 e que entra em contato com a camada 241 para se estender até a extremidade axialmente exterior da dita camada 241. Devido a isso a extremidade axialmente exterior do perfilado G é definida como sendo limitada axialmente pela extremidade da camada 241. A camada adicional 243 apresenta uma largura igual a 36 mm.

Na figura 3, o pneumático 31 difere daquele representado na figura 2 pelo fato de que a camada adicional 343 se estende axialmente para além da extremidade da camada de trabalho 341. A camada adicional 343 apresenta uma largura igual a 42 mm.

Uma outra variante de realização da invenção, não representada nas figuras, se refere ao caso de uma camada adicional que se estende axialmente para além da extremidade axialmente exterior da camada de trabalho radialmente exterior e que permanece a uma distância superior a 1.5 mm da extremidade da camada de trabalho radialmente interior. De acordo com uma tal variante de realização, a extremidade da camada adicional pode se situar axialmente entre as extremidades das duas camadas de trabalho ou então se situar para além da extremidade da camada de trabalho que é axialmente a mais larga.

Na figura 4, o pneumático 41 difere daquele representado na figura 3 pelo fato de que ele compreende uma camada adicional 443 que é inserida entre as duas camadas de trabalho 441 e 442. A camada 443 é de fato radialmente adjacente e interior à camada 442; de acordo com esse modo de realização da invenção, a camada adicional 443 é também radialmente adjacentes à camada 441. De acordo com outras realizações de acordo com a

invenção mas não representadas nas figuras, a camada adicional 443 pode estar somente em contato com a camada de trabalho 442 ou pode ainda estar somente em contato com a camada de topo de trabalho 441 ou sendo para isso radialmente adjacente e exterior a essa última ou radialmente adjacente e interior a essa última.

A figura 5 ilustra uma variante de realização de um pneumático 51 de acordo com a invenção que comparada com a realização da figura 1 compreende por outro lado uma camada contínua 546 de elementos de reforço circunferenciais intercalada entre as camadas de trabalho 541 e 542. Essa camada contínua 546 apresenta uma largura L_{546} igual a 196 mm, inferior às larguras das camadas de trabalho 541 e 542.

A figura 6 ilustra mais uma outra variante de realização de um pneumático 61 de acordo com a invenção que comparada com a realização da figura 2 apresenta uma camada de proteção 644 radialmente adjacente e exterior à camada adicional 643. De acordo com esse modo de realização a extremidade axialmente interior da camada adicional 643 está assim radialmente entre a camada de trabalho 642 e a camada de proteção 644 em uma largura axial de 10 mm.

Na figura 6, a camada de proteção foi alargada em relação àquelas das outras figuras que compreendem uma tal camada de proteção; um resultado similar e não representado nas figuras pode ser obtido com uma camada adicional mais larga e da qual a extremidade axialmente interior está mais no interior para obter uma sobreposição com uma camada de proteção axialmente mais estreita que aquela da figura 6.

Ensaio foram realizados com o pneumático realizado de acordo com a invenção de acordo com a representação da figura 2 e comparados com um pneumático de referência idêntico mas realizado de acordo com uma configuração usual. Os ensaios foram realizados por um lado com elementos de reforço da camada adicional metálicos de tipo 4.23 e por

outro lado com elementos de reforço têxteis de tipo PET 144x2.

O pneumático usual não compreende as camadas adicionais 43. Eles compreendem em contrapartida camadas de proteção e de triangulação.

5 Os primeiros ensaios de resistência foram realizados equipando-se veículos idênticos com cada um dos pneumáticos e fazendo-se cada um dos veículos seguir percursos em linha reta, os pneumáticos sendo submetidos a cargas superiores à carga nominal para acelerar esse tipo de teste.

10 O veículo de referência que compreende os pneumáticos usuais é associado a uma carga por pneumático de 3600 Kg no início de rodagem e evolui para atingir uma carga de 4350 Kg no final de rodagem.

O veículo que compreende os pneumáticos de acordo com a invenção é associado a uma carga por pneumático de 3800 Kg no início de rodagem e evolui para atingir uma carga de 4800 Kg no final de rodagem. 15

Os ensaios são interrompidos quando o pneumático é danificado e/ou não funciona mais de modo normal.

Os ensaios assim realizados mostraram que o veículo equipado com pneumáticos de acordo com a invenção com os elementos de reforço metálicos ou com os elementos de reforço têxteis percorreu distâncias superiores ou iguais à distância percorrida pelos veículos de referência. 20

Outros ensaios de resistência foram realizados em uma máquina de testes alternando-se seqüências de curva à esquerda, à direita e depois de rodagem em linha reta em condições de carga que variam de 60 a 200% da carga nominal e de esforço que variam de 0 a 0.35 vezes a carga aplicada. A velocidade está compreendida entre 30 e 70 km/h. Os ensaios são interrompidos quando o pneumático é danificado e/ou não funciona mais de modo normal. 25

Os resultados obtidos mostram ganhos em distâncias

percorridas pelos pneumáticos de acordo com os elementos de reforço metálicos e com os elementos de reforço têxteis, essas últimas sendo superiores à distância percorrida pelos pneumáticos de referência.

REIVINDICAÇÕES

1. Pneumático com armadura de carcaça radial compreendendo uma armadura de ápice formada de pelo menos duas camadas de ápice de trabalho de elementos de reforço inextensíveis, cruzados de uma lona à outra formando, com a direção circunferencial, ângulos compreendidos entre 10° e 45°, ela mesma coberta radialmente com uma banda de rodagem, sendo que a referida banda de rodagem é unida a dois talões por meio de dois flancos, sendo que pelo menos duas camadas de trabalho apresentam larguras axiais diferentes, caracterizado pelo fato de que pelo menos um primeiro perfilado P de mistura borrachosa separa uma camada de trabalho de pelo menos uma extremidade de uma segunda camada axialmente mais estreita, sendo que o referido perfilado P é separado radialmente, pelo menos em parte, da calandragem C da referida camada de trabalho axialmente mais estreita por um segundo perfilado de mistura borrachosa G, sendo que os referidos primeiro e segundo perfilados de mistura borrachosa P e G e a referida calandragem C apresentam respectivamente módulos secantes de elasticidade sob tensão a 10% de alongamento MP, MG, MC de maneira que $MC \geq MG > MP$, sendo que o referido pneumático compreende adicionalmente, em cada ombro, pelo menos uma camada de elementos de reforço, paralelos entre si na camada adicional e orientados de maneira substancialmente perpendicular com relação aos elementos de reforço da camada de trabalho radialmente adjacente à referida camada adicional, e sendo que a extremidade axialmente interior da referida camada adicional é radialmente adjacente à borda de pelo menos uma camada de ápice de trabalho.

2. Pneumático de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a extremidade axialmente interior da referida camada adicional é radialmente adjacente e, de preferência, exterior à borda da camada de ápice de trabalho axialmente menos larga.

3. Pneumático de acordo com uma das reivindicações 1 ou 2,

caracterizado pelo fato de que a extremidade axialmente exterior da referida camada adicional encontra-se situada a uma distância do plano equatorial do pneumático que é inferior ou igual à distância que separa, do referido plano, a extremidade da camada de trabalho à qual ela é adjacente.

5 4. Pneumático de acordo com uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a extremidade axialmente exterior da referida camada adicional é axialmente exterior à extremidade da camada de ápice de trabalho à qual ela é adjacente.

10 5. Pneumático de acordo com uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a distância entre a referida camada adicional e a extremidade da camada de ápice de trabalho axialmente mais larga é superior a 1,5 mm.

15 6. Pneumático de acordo com uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma parte da referida camada adicional é radialmente e/ou axialmente adjacente à borda da camada de trabalho axialmente mais larga.

20 7. Pneumático de acordo com uma das reivindicações de 1 a 6, caracterizado pelo fato de que a extremidade axialmente exterior do referido primeiro perfilado P encontra-se situada a uma distância do plano equatorial do pneumático que é inferior à distância que separa, do referido plano, a extremidade da camada de trabalho axialmente mais larga.

25 8. Pneumático de acordo com uma das reivindicações de 1 a 7, caracterizado pelo fato de que a extremidade axialmente exterior do segundo perfilado de mistura borrachosa G encontra-se situada a uma distância do referido plano que é pelo menos igual à meia-largura da lona de elementos de reforço axialmente mais estreita.

 9. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o segundo perfilado de mistura borrachosa G apresenta sua extremidade axialmente interior situada a uma

distância do plano equatorial que é, no máximo, igual à distância que separa, do referido plano, a extremidade axialmente interior do referido primeiro perfilado de mistura borrachosa P.

5 10. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a camada de ápice de trabalho axialmente mais larga encontra-se radialmente no interior das outras camadas de ápice de trabalho.

10 11. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a largura axial D do perfilado P e/ou G compreendida entre a extremidade axialmente mais interior do perfilado P e/ou G e a extremidade da lona de ápice de trabalho axialmente menos larga é tal que:

$$3.\varphi_2 \leq D \leq 20.\varphi_2$$

com φ_2 , diâmetro dos elementos de reforço da lona de ápice de trabalho radialmente exterior.

15 12. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a largura axial D do perfilado P e/ou G compreendida entre a extremidade axialmente mais interior do perfilado P e/ou G e a extremidade axialmente exterior da camada de ápice de trabalho axialmente menos larga é superior a 5 mm.

20 13. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a espessura acumulada dos perfilados P e G, na extremidade axialmente exterior da lona de ápice de trabalho axialmente menos larga, é tal que a distância d radial entre as duas lonas de ápice de trabalho, separadas pelo perfilado P e/ou G, apresenta a
25 relação:

$$3/5.\varphi_2 < d < 5.\varphi_2$$

com φ_2 , diâmetro dos elementos de reforço da lona de ápice de trabalho radialmente exterior.

14. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a diferença entre a largura axial da camada de ápice de trabalho axialmente mais larga e a largura axial da camada de ápice de trabalho axialmente menos larga está compreendida entre 5 e 30 mm.

15. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o ângulo formado com a direção circunferencial pelos elementos de reforço das camadas de ápice de trabalho é inferior a 30° e, de preferência, inferior a 25°.

16. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que as camadas de ápice de trabalho compreendem elementos de reforço, cruzados de uma lona à outra, formando, com a direção circunferencial, ângulos variáveis de acordo com a direção axial.

17. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a armadura de ápice é completada radialmente no exterior por pelo menos uma lona suplementar, dita de proteção, com elementos de reforço ditos elásticos, orientados com relação à direção circunferencial com um ângulo compreendido entre 10° e 45° e no mesmo sentido que o ângulo formado pelos elementos inextensíveis da lona de trabalho radialmente adjacente à mesma.

18. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a armadura de ápice compreende uma camada de triangulação formada de elementos de reforço metálicos formando, com a direção circunferencial, ângulos superiores a 40°.

19. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que os elementos de reforço da camada adicional são elementos de reforço metálicos.

20. Pneumático de acordo com uma das reivindicações de 1 a

18, caracterizado pelo fato de que os elementos de reforço da camada adicional são elementos de reforço têxteis.

21. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a armadura de ápice compreende pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais.

22. Pneumático de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que a largura axial de pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais é inferior à largura axial da camada de ápice de trabalho axialmente mais larga.

23. Pneumático de acordo com a reivindicação 21 ou 22, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais encontra-se disposta radialmente entre duas camadas de ápice de trabalho.

24. Pneumático de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que as larguras axiais das camadas de ápice de trabalho radialmente adjacentes à camada contínua de elementos de reforço circunferenciais são superiores à largura axial da referida camada contínua de elementos de reforço circunferenciais.

25. Pneumático de acordo com uma das reivindicações de 21 a 24, caracterizado pelo fato de que os elementos de reforço de pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais são elementos de reforço metálicos apresentando um módulo secante a 0,7% de alongamento compreendido entre 10 e 120 GPa e um módulo tangente máximo inferior a 150 GPa.

26. Pneumático de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de que o módulo secante dos elementos de reforço a 0,7% de alongamento é inferior a 100 GPa, de preferência, superior a 20GPa e, mais preferivelmente, compreendido entre 30 e 90 GPa.

27. Pneumático de acordo com uma das reivindicações 25 ou

26, caracterizado pelo fato de que o módulo tangente máximo dos elementos de reforço é inferior a 130 GPa e, de preferência, inferior a 120 GPa.

28. Pneumático de acordo com uma das reivindicações de 21 a 27, caracterizado pelo fato de que os elementos de reforço de pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais são elementos de reforço metálicos apresentando uma curva de tensão de tração em função do alongamento relativo apresentando inclinações suaves para os alongamentos fracos e uma inclinação substancialmente constante e forte para os alongamentos superiores.

29. Pneumático de acordo com uma das reivindicações de 21 a 24, caracterizado pelo fato de que os elementos de reforço de pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais são elementos de reforço metálicos cortados de maneira a formar seções de comprimento inferior à circunferência da lona menos longa, mas superior a 0,1 vez a referida circunferência, sendo que os cortes entre seções são escalonados axialmente uns com relação aos outros, sendo que o módulo de elasticidade à tração por unidade de largura da camada contínua de elementos de reforço circunferenciais é, de preferência, inferior ao módulo de elasticidade à tração, medido nas mesmas condições, da camada de ápice de trabalho mais extensível.

30. Pneumático de acordo com uma das reivindicações de 21 a 24, caracterizado pelo fato de que os elementos de reforço de pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais são elementos de reforço metálicos ondulados, sendo que a relação a/λ da amplitude de ondulação a relativamente ao comprimento de onda λ é, no máximo, igual a 0,09, sendo que o módulo de elasticidade à tração por unidade de largura da camada contínua de elementos de reforço circunferenciais é, de preferência, inferior ao módulo de elasticidade à tração, medido nas mesmas condições, da camada de ápice de trabalho mais extensível.

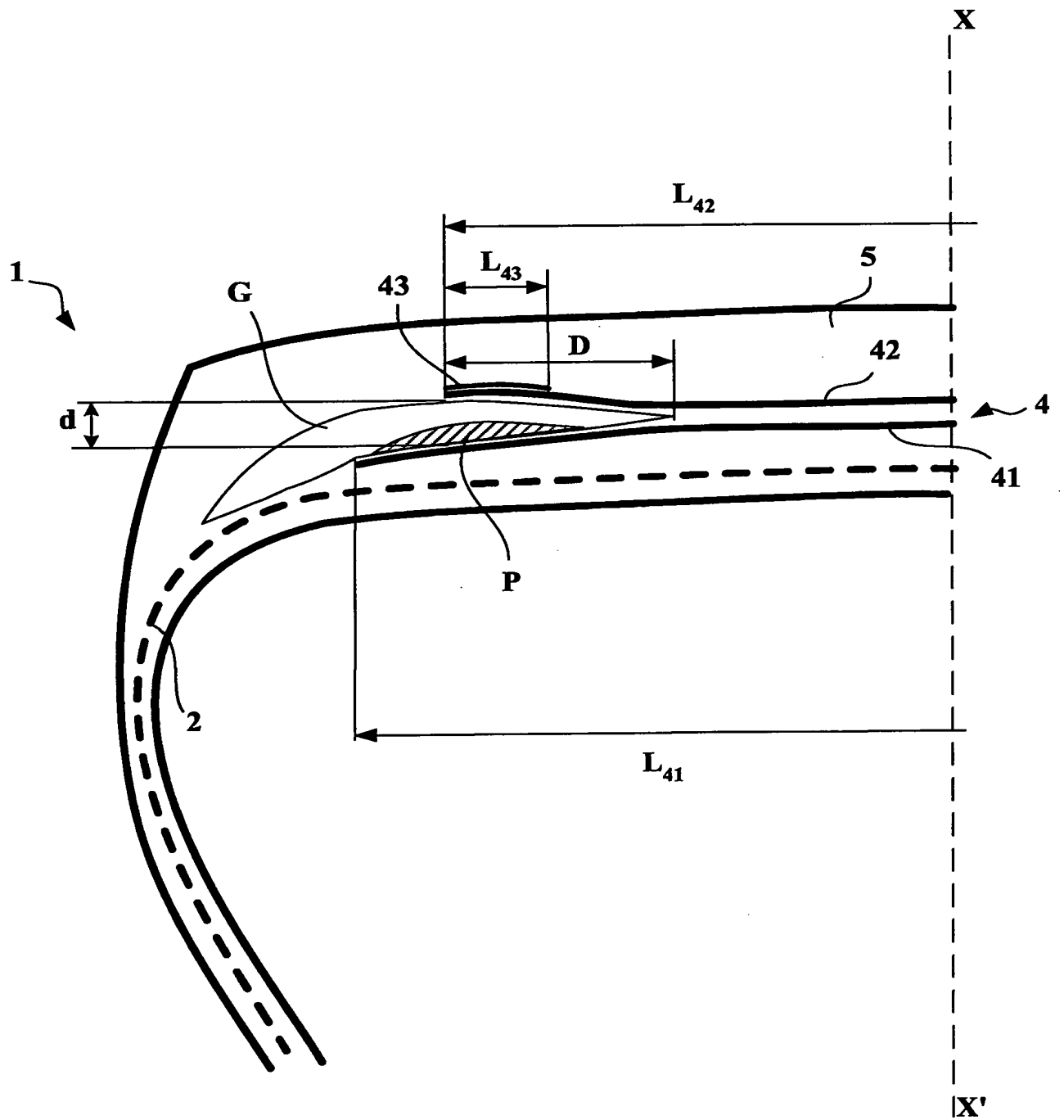


FIG.1

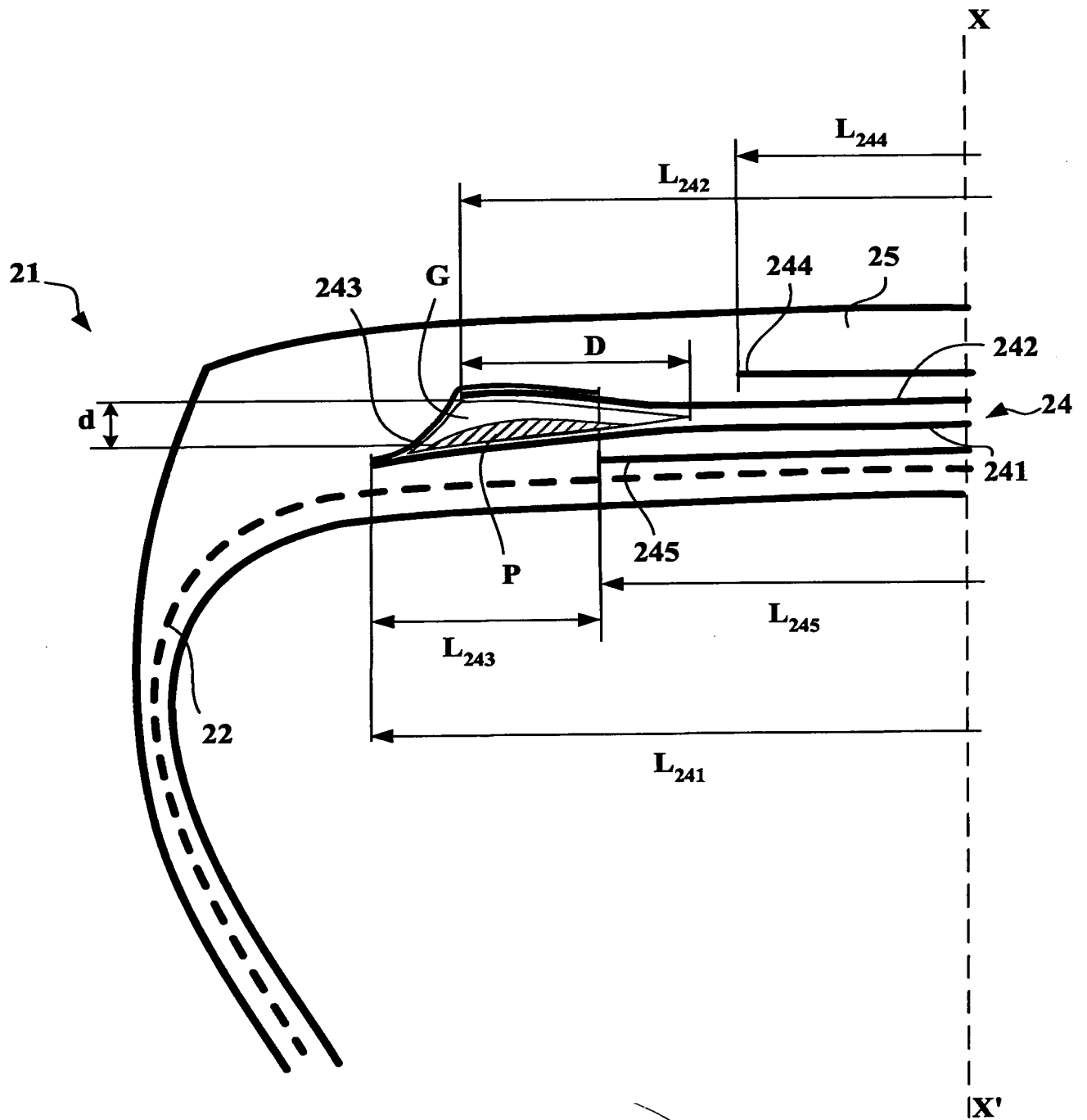


FIG.2

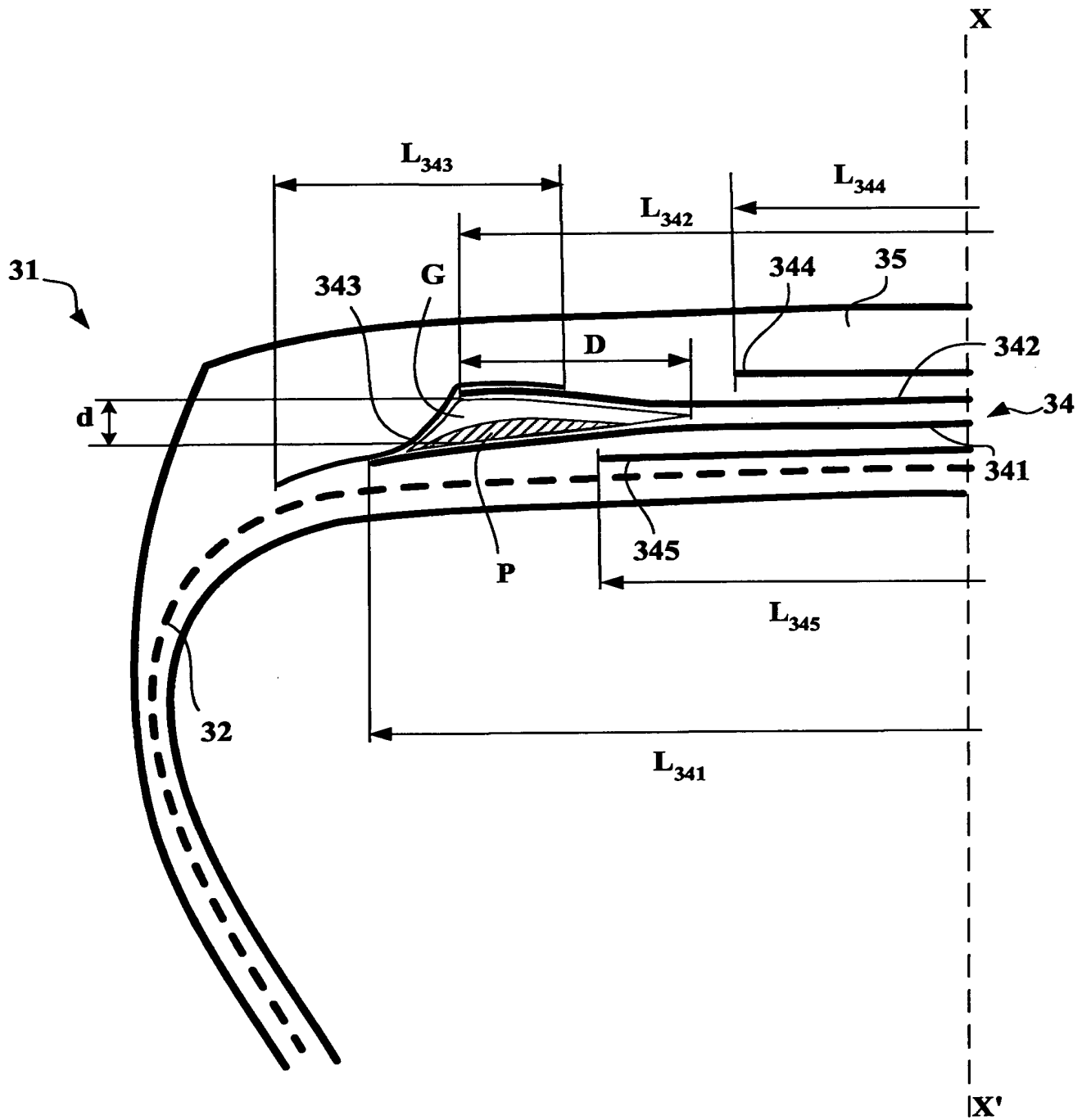


FIG.3

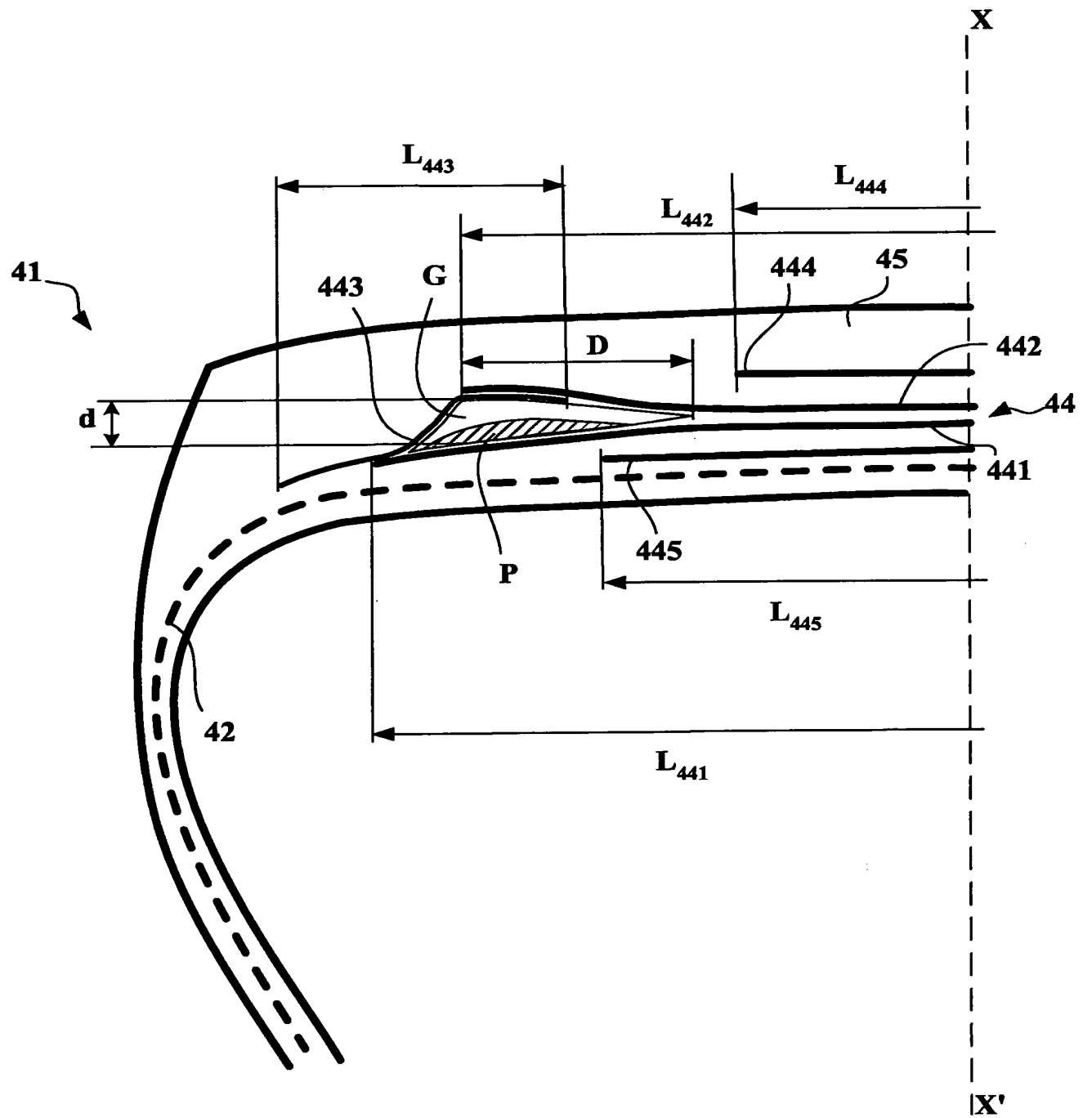


FIG.4

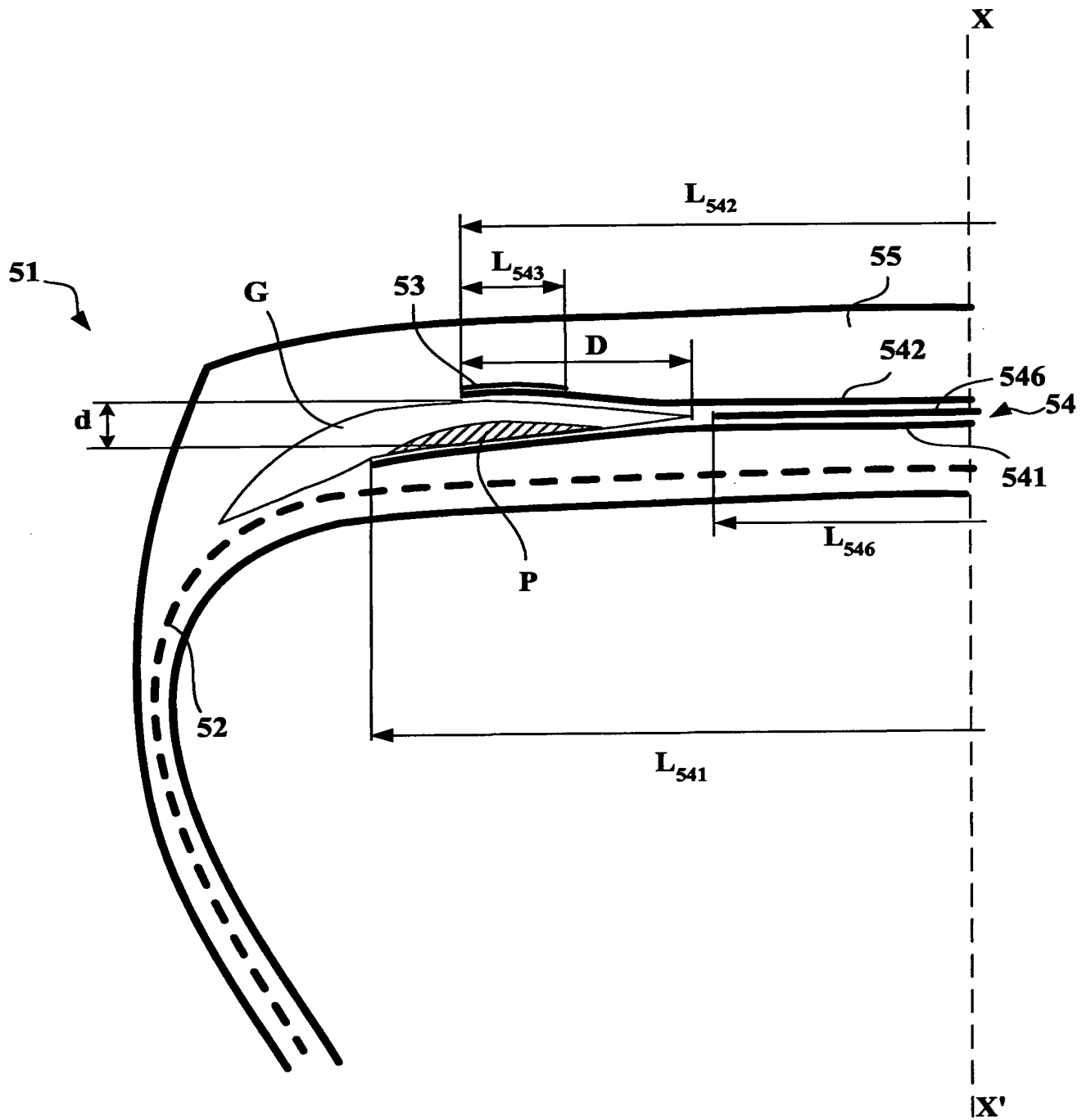


FIG.5

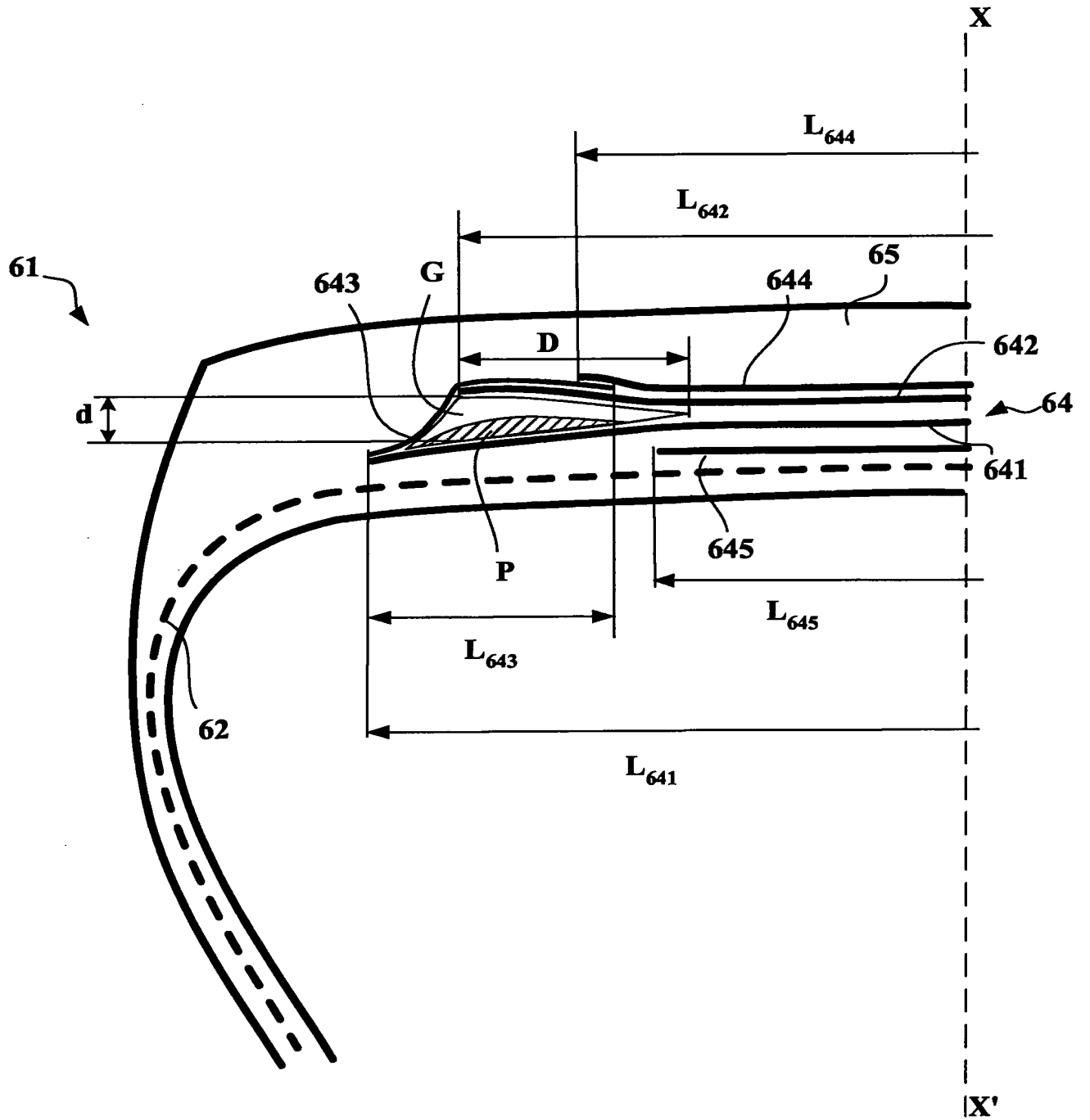


FIG.6

RESUMO"PNEUMÁTICO COM ARMADURA DE CARCAÇA RADIAL"

A invenção refere-se a um pneumático com armadura de carcaça radial compreendendo uma armadura de ápice formada de pelo menos duas camadas de ápice de trabalho de elementos de reforço inextensíveis, cruzados de uma lona à outra formando, com a direção circunferencial, ângulos compreendidos entre 10° e 45° , ela mesma coberta radialmente com uma banda de rodagem, sendo que a referida banda de rodagem é unida a dois talões por meio de dois flancos, e sendo que pelo menos duas camadas de trabalho apresentam larguras axiais diferentes. De acordo com a invenção, pelo menos um primeiro perfilado P de mistura borrachosa separa uma camada de trabalho de pelo menos uma extremidade de uma segunda camada axialmente mais estreita, sendo que o referido perfilado P é separado radialmente, pelo menos em parte, da calandragem C da referida camada de trabalho axialmente mais estreita por um segundo perfilado de mistura borrachosa G, sendo que os referidos primeiro e segundo perfilados de mistura borrachosa P e G e a referida calandragem C apresentam respectivamente módulos secantes de elasticidade sob tensão a 10% de alongamento MP, MG, MC de maneira que $MC > MG > MP$, sendo que o referido pneumático compreende adicionalmente, em cada ombro, pelo menos uma camada de elementos de reforço, paralelos entre si na camada adicional e orientados de forma substancialmente perpendicular com relação aos elementos de reforço da camada de trabalho radialmente adjacente à referida camada adicional, e sendo que a extremidade axialmente interior da referida camada adicional é radialmente adjacente à borda de pelo menos uma camada de ápice de trabalho.