



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

(21) PI 1104910-3 A2



(22) Data de Depósito: 16/09/2011

(43) Data da Publicação: 21/07/2015
(RPI 2324)

(54) Título: PNEUS COM REFORÇO DE ALTA RESISTÊNCIA

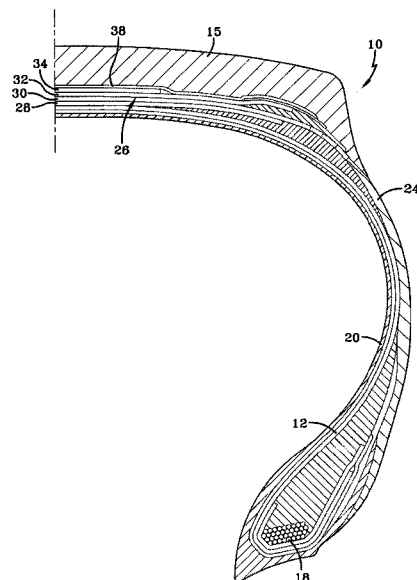
(51) Int.Cl.: B60C9/20; B60C9/18; B60C9/16; B60C9/00; D07B1/06

(30) Prioridade Unionista: 22/09/2010 US 12/887.751

(73) Titular(es): The Goodyear Tire & Rubber Company

(72) Inventor(es): Antonio Veneziani, Maurice Peter Klinkenberg, Yann Bernard Duval

(57) Resumo: PNEUS COM REFORÇO DE ALTA RESISTÊNCIA. Um pneumático inclui uma estrutura de carcaça, duas paredes laterais espaçadas em uma distância, dois talões, uma banda de rodagem disposta radialmente para fora de uma coroa da estrutura de carcaça, uma estrutura de correia interposta radialmente entre a estrutura de carcaça e a banda de rodagem e uma estrutura de reforço que tem cordões de aço TRIPLEX com alto teor de alumínio ferrítico



“PNEUS COM REFORÇO DE ALTA RESISTÊNCIA”

Campo da Invenção

A presente invenção se refere a um pneumático e, mais particularmente, a estruturas de reforço para um pneumático.

5 Fundamentos da Invenção

Artigos elastoméricos reforçados são bem conhecidos na técnica. Por exemplo, correias transportadoras ou de tipos similares, pneus, etc., são construídos com cordões de fibras ou filamentos têxteis e/ou cabo de aço fino. Em particular, as correias usadas em pneus pneumáticos são construídas com até oito camadas de lona com o reforço de cordão de lonas adjacentes disposto com respeito à direção de movimento do pneu onde é desejado reforçar na direção lateral e na direção de rotação do pneu. Além disso, os cordões fabricados com filamentos de fibras multitorcidas de fio fino com uma construção de filamento única que tem duas ou mais fibras e um filamento de envoltório em torno das mesmas para reforçar a estrutura do cordão são conhecidos.

15 Em alguns casos, o reforço inclui o uso de cordões de filamento único de múltiplas fibras que não são torcidas em torno umas das outras, mas, ao invés disso, torcidas em conjunto como um feixe ou maço (cordão em feixe) para simplificar a construção do cordão. Exigências de maior vida útil contra a fadiga para os compósitos em pneus resultaram em cordões com um menor diâmetro de filamento, exigindo mais fibras no cordão para obter a
20 resistência necessária.

As estruturas de correias de pneus de duas lonas convencionais para pneus de carros de passageiros e caminhões leves podem ter cordões de $2 \times 0,255\text{ST}$ e $2 + 2 \times 0,32-0,40\text{ST}$, respectivamente. Esta designação se refere a um cordão de duas fibras de 0,255 mm de diâmetro e um cordão de quatro fibras de 0,32 a 0,40 mm de diâmetro (com duas
25 fibras torcidas em um comprimento longitudinal mais curto do que as outras duas fibras), respectivamente. Foi descoberto que os cordões de múltiplos filamentos, tais como $2 + 2 \times 0,32$ a $0,40\text{ST}$ são necessários para satisfazer a demanda maior quanto à resistência de compósitos em correias de pneus, tais como em aplicações de caminhões leves. Esses dois cordões são fabricados de aço de super tração (ST), conforme definido em seguida. Embora os projetos de cordão que incorporam aço de super tração (ST) tenham provado ser eficazes, há uma necessidade contínua quanto ao desenvolvimento de construções de cordão de menor peso com características aperfeiçoadas, tais como maior resistência à propagação de corrosão e desempenho aperfeiçoado do pneu, em relação às construções convencionais de alta tração (HT) e super tração (ST).

35 Estas construções de cordão convencionais geralmente não encontram uso em pneus maiores, tais como pneus para veículos *off-the-road* (OTR). Pneus para OTR maiores convencionalmente utilizam construções, tais como $7 \times 7 \times 0,25 + 1\text{HT}$ e $3 \times 7 \times 0,22\text{HT}$,

compreendendo sete filamentos, cada um com sete fibras de alta tração (HT) de 0,25 mm de diâmetro que são torcidas em conjunto e espiraladas; e três filamentos, cada um com sete fibras de alta tração (HT) de 0,22 mm de diâmetro que são torcidas em conjunto, respectivamente. Um cabo de cordão de aço convencional usado para o reforço da lona em
5 pneus para veículos OTR para tamanhos 36R51 e maiores consiste de um cordão com filamentos de filamentos de cordão de pneu de alta tração (HT), tal como o cordão 7 x 19 x 0,20 + 1HT compreendendo sete filamentos, cada um de dezenove fibras de alta tração (HT) de 0,20 mm de diâmetro que são torcidas em conjunto e espiraladas.

Os pneus para veículos OTR também podem ser construídos com múltiplas correias
10 as ou uma única correia com cordões de reforço, tais como 27 x 0,265ST ou 5 + 8 + 14 x 0,265 + 1ST. Além disso, as construções de cordão de aço convencionais têm limitações de carga de ruptura e calibre do cabo que impedem que a resistência de polegada do projeto necessária seja obtida para pneus maiores do que 40R57 usados em caminhões e escavadeiras que pesam até 320 toneladas e, algumas vezes, até mais. Além disso, há uma
15 necessidade quanto ao aumento na área de rebite na lona e correia, isto é, o espaço entre os cordões, para tamanhos de pneu de 36R51 e maiores, de modo que mais borracha possa penetrar entre os cordões durante a fabricação do pneu para realçar a qualidade do tratamento calandrado através do impedimento de "rebite fraco" ou "revestimento solto" (o que pode resultar em ar preso nos pneus).

As ligas de aço de maior resistência resultaram em mudanças no módulo do cordão,
20 levando à possibilidade de ajuste dos parâmetros de uma carga pesada na correia do pneu, que depende de três fatores, assumindo uma aderência adequada do cordão à borracha. Os fatores são o módulo do cordão, a razão do volume do cordão para o volume da borracha (frequentemente expressada como o número de extremidades do cordão por 2,54
25 cm (polegada) (epi)) e o ângulo de reforço de cordão. Além disso, conforme o ângulo de reforço de cordão se aproxima da direção de rotação do pneu, o suporte do reforço na direção lateral se desloca para zero. Um aumento nos dois outros fatores relacionados ao cordão mencionados acima, isto é, o módulo do cordão e a razão do volume do cordão para o volume da borracha, geralmente resulta em um aumento de peso para a correia. Peso adicional
30 adicionado pode significar custo aumentado, maior resistência de rolamento e menor economia de combustível de um pneu. O simples uso de cordões mais leves com um módulo menor não resolve o problema, pois, ainda que eles tenham menor peso, o módulo menor do cordão deve ser alterado através do aumento da razão do cordão para o volume da borracha. Este aumento no volume do cordão é limitado pelo tamanho físico do cordão e do espaçamento
35 resultante entre os cordões, o que determina a quantidade de rebite, isto é, a capacidade de a borracha penetrar entre os cordões para uma aderência satisfatória do cordão à

Definições

“Enchimento do talão” se refere a um material de enchimento elastomérico localizado radialmente acima do núcleo do talão e entre as lonas e a lona de redobra.

“Anular” se refere a formado como um anel.

5 “Razão de Aspecto” se refere à razão de uma altura da seção do pneu para a sua largura da seção.

“Axial” e “axialmente” são usados neste relatório para se referir a linhas ou direções que são paralelas ao eixo de rotação do pneu.

10 “Talão” se refere àquela parte do pneu que compreende um elemento de tração anular envolto por cordões de lona e moldado, com ou sem outros elementos de reforço, tais como cobre-talões, reforços de arame na área do talão, enchimentos do talão, protetores de unhas de borracha e tecidos antiatrito, para se ajustar ao projeto do aro do pneu.

15 “Estrutura de correia” se refere a pelo menos duas camadas ou lonas anulares de cordões paralelos, tecidos ou não tecidos, subjacentes à banda de rodagem, não ancoradas ao talão, e que têm cordões inclinados com respeito ao plano equatorial do pneu. A estrutura de correia também pode incluir lonas de cordões paralelos inclinado em ângulos relativamente baixos, atuando como camadas de restrição.

20 “Pneu de lona diagonal” (lona transversal) se refere a um pneu em que os cordões de reforço na lona de carcaça se estendem diagonalmente através do pneu de talão a talão a cerca de um ângulo de 25° a 65° com respeito ao plano equatorial do pneu. Se múltiplas lonas estão presentes, os cordões de lona se movem em ângulos opostos em camadas alternadas.

25 “Reforços” significam pelo menos duas camadas ou lonas anulares de cordões de reforço paralelos que têm o mesmo ângulo com referência ao plano equatorial do pneu como os cordões de reforço paralelos nas lonas de carcaça. Os reforços são usualmente associados com pneus de lona diagonal.

“Cabo” se refere a um cordão formado através da torcedura em conjunto de dois ou mais fios dobrados.

30 “Carcaça” se refere à estrutura do pneu separada da estrutura de correia, da banda de rodagem, da banda de rodagem subjacente e da borracha de parede lateral sobre as lonas, mas incluindo os talões.

“Cobertura” se refere à carcaça, estrutura de correia, talões, paredes laterais e todos os outros componentes do pneu, exceto a banda de rodagem e a banda de rodagem subjacente, isto é, o pneu integral.

35 “Reforço de arame na área do talão” se refere a uma banda estreita de cordões de tecido ou aço localizada na área do talão, cuja função é reforçar a área do talão e estabilizar a parte radialmente mais interna da parede lateral.

“Circunferencial” se refere a linhas ou direções que se estendem ao longo do perímetro da superfície do pneu anular paralelo ao Plano Equatorial (PE) e perpendicular à direção axial; também pode se referir à direção dos conjuntos de curvas circulares adjacentes, cujos raios definem a curvatura axial da banda de rodagem, conforme observado em seção transversal.

“Cordão” se refere a um dos filamentos de reforço dos quais as estruturas de reforço do pneu são compreendidas.

“Ângulo do cordão” se refere ao ângulo agudo, esquerdo ou direito em uma vista plana do pneu, formado por um cordão com respeito ao plano equatorial do pneu. O “ângulo do cordão” é medido em um pneu curado, mas não inflado.

“Coroa” se refere àquela parte do pneu dentro dos limites de largura da banda de rodagem do pneu.

“Denier” se refere ao peso em gramas por 9000 metros (unidade para expressar a densidade linear). Dtex se refere ao peso em gramas por 10.000 metros.

“Densidade” se refere ao peso por unidade de comprimento.

“Elastômero” se refere a um material resiliente capaz de recuperar o tamanho e forma depois da deformação.

“Plano equatorial (PE)” se refere ao plano perpendicular ao eixo de rotação do pneu e que passa através do centro de sua banda de rodagem; ou ao plano que contém a linha de centro circunferencial da banda de rodagem.

“Tecido” se refere a uma rede de cordões que se estendem essencialmente na forma unidirecional, que podem ser torcidos e que, por sua vez, são compostos de uma pluralidade de fibras (que também podem ser torcidas) de um material de alto módulo.

“Fibra” é uma unidade de matéria, natural ou sintética, que forma o elemento básico dos filamentos. É caracterizada pelo fato de que tem um comprimento de pelo menos 100 vezes seu diâmetro ou largura.

“Contagem de filamentos” se refere ao número de fibras que constituem um fio. Exemplo: poliéster de 1000 denier tem aproximadamente 190 fibras.

“Cobre-talão” se refere a um tecido de reforço em torno do fio do talão para resistência e amarração do fio do talão no corpo do pneu.

“Calibre” se refere geralmente a uma medição e, especificamente, a uma medição de espessura.

“Aço de Alta Tração (HT)” se refere a um aço carbono com uma resistência à tração de pelo menos 3400 MPa a um diâmetro de filamento de 0,20 mm.

“Interno” se refere à direção para o interior do pneu e “externo” se refere a direção para seu exterior.

“Revestimento interno” se refere à camada ou camadas de elastômero ou outro ma-

material que formam o interior da superfície de um pneu sem a câmara de ar e que contêm o fluido que infla dentro do pneu.

“LASE” é a carga em alongamento especificado.

“Lateral” se refere a uma direção axial.

5 “Comprimento longitudinal” se refere à distância em que um filamento ou fibra torcida se move para realizar uma rotação de 360 graus sobre um outro filamento ou fibra.

“Faixa de Carga” se refere aos limites de carga e inflação para um pneu fornecido usado em um tipo específico de serviço, conforme definido pelas tabelas no The Tire and Rim Association, Inc.

10 “Aço de Mega Tração (MT)” se refere a um aço carbono com uma resistência à tração de pelo menos 4500 MPa a um diâmetro de filamento de 0,20 mm.

“Carga Normal” se refere à pressão e carga de inflação específicas do projeto determinadas pela organização de padrões apropriados para a condição de serviço para o pneu.

15 “Aço de Tração Normal (NT)” se refere a um aço carbono com uma resistência à tração de pelo menos 2800 MPa a um diâmetro de filamento de 0,20 mm.

“Lona” se refere a uma camada reforçada com cordão de cordões revestidos com elastômero, radialmente posicionados ou, de outro modo, paralelos.

20 “Radial” e “radialmente” se referem a direções radialmente perpendiculares do eixo de rotação do pneu.

“Estrutura da Lona Radial” se refere a uma ou mais lonas de carcaça ou que pelo menos uma lona tenha cordões de reforço orientados em um ângulo entre 65° e 90° com respeito ao plano equatorial do pneu.

25 “Pneu de Lona Radial” se refere a um pneumático cintado ou circunferencialmente restrito, em que os cordões da lona que se estendem de talão a talão são colocados em ângulos de cordão entre 65° e 90° com respeito ao plano equatorial do pneu.

“Rebite” se refere a um espaço aberto entre os cordões em uma camada.

“Altura de Seção” se refere à distância radial a partir do diâmetro de aro nominal ao diâmetro externo do pneu em seu plano equatorial.

30 “Largura de Seção” se refere à distância linear máxima paralela ao eixo do pneu e entre o exterior de suas paredes laterais quando e depois de ter sido inflado em pressão normal durante 24 horas, porém sem carga, excluindo as elevações das paredes laterais devido a faixas de etiquetas, decoração ou proteção.

35 “Parede lateral” se refere àquela parte de um pneu entre a banda de rodagem e o talão.

“Razão de rigidez” se refere ao valor de uma rigidez da estrutura de correia de controle dividido pelo valor de uma outra rigidez da estrutura de correia quando os valores são

determinados por um teste de flexão de três pontos fixos que tem as duas extremidades do cordão sustentadas e flexionadas por uma carga centrada entre as extremidades fixas.

“Aço de Super Tração (ST)” se refere a um aço carbono com uma resistência à tração de pelo menos 3650 MPa a um diâmetro de filamento de 0,20 mm.

5 “Tenacidade” é a tensão expressada como força por unidade de densidade linear da amostra não deformada (gm/tex ou gm/denier). Usada em têxteis.

“Tração” é a tensão expressada em forças/área de seção transversal. Resistência em psi = 12.800 vezes a gravidade específica vezes a tenacidade em gramas por denier.

10 “Protetor de unha” se refere à parte de contato ao aro elastomérico circunferencialmente desenvolvida do pneu axialmente interna de cada talão.

“Banda de rodagem” se refere a um componente de borracha moldada que, quando ligado a uma cobertura do pneu, inclui aquela parte do pneu que entra em contato com a estrada quando o pneu é normalmente inflado e sob carga normal.

15 “Largura da banda de rodagem” se refere ao comprimento do arco da superfície da banda de rodagem em um plano, incluindo o eixo de rotação do pneu.

“Extremidade de redobra” se refere à parte de uma lona de carcaça que é dobrada (isto é, radialmente para fora) a partir dos talões sobre os quais a lona está envolta.

“Aço de Ultra Tração (UT)” se refere a um aço carbono com uma resistência à tração de pelo menos 4000 MPa a um diâmetro de filamento de 0,20 mm.

20 “Fio” é um termo genérico para um filamento contínuo de fibras têxteis. O fio é apresentado nas formas seguintes: 1) várias fibras torcidas em conjunto; 2) várias fibras definidas em conjunto, sem torcedura; 3) várias fibras definidas em conjunto, com um grau de torcedura; 4) um filamento único com ou sem torcedura (monofilamento); 5) uma tira estreita de material com ou sem torcedura.

25 Sumário da Invenção

Um pneumático, de acordo com a presente invenção, inclui uma estrutura de carcaça, duas paredes laterais espaçadas em uma distância, dois talões, uma banda de rodagem disposta radialmente para fora de uma coroa da estrutura de carcaça, uma estrutura de correia interposta radialmente entre a estrutura de carcaça e a banda de rodagem e uma estrutura de reforço que tem cordões de aço TRIPLEX com alto teor de alumínio ferrítico.

30 De acordo com um outro aspecto da presente invenção, os cordões de reforço de aço TRIPLEX são arranjos para que tenham de 8 a 20 extremidades por 2,54 cm (polegada).

35 De acordo com um outro aspecto da presente invenção, os cordões de reforço de aço TRIPLEX têm uma construção 2 x.

De acordo com um outro aspecto da presente invenção, os cordões de reforço de aço TRIPLEX têm fibras com 0,185 mm de diâmetro.

De acordo com um outro aspecto da presente invenção, os cordões de reforço de aço TRIPLEX têm fibras de 0,210 mm de diâmetro.

De acordo com um outro aspecto da presente invenção, os cordões de reforço de aço TRIPLEX têm uma construção 2 + 1.

5 De acordo com um outro aspecto da presente invenção, os cordões de reforço de aço TRIPLEX têm uma construção 2 + 2.

De acordo com um outro aspecto da presente invenção, os cordões de reforço de aço TRIPLEX têm uma construção 5 x.

10 De acordo com um outro aspecto da presente invenção, a carcaça compreende a estrutura de reforço.

De acordo com um outro aspecto da presente invenção, os talões compreendem a estrutura de reforço.

De acordo com um outro aspecto da presente invenção, a estrutura de correia compreende a estrutura de reforço.

15 Um outro pneumático, de acordo com a presente invenção, inclui uma estrutura de carcaça, duas paredes laterais espaçadas em uma distância, dois talões, uma banda de rodagem disposta radialmente para fora de uma coroa da estrutura de carcaça, uma estrutura de correia radialmente interposta entre a banda de rodagem e a estrutura de carcaça e uma estrutura de reforço que tem cordões de aço TRIPLEX com alto teor de alumínio ferrítico. Os cordões têm fibras com diâmetros que variam de 0,18 mm a 0,22 mm.

Breve Descrição dos Desenhos

A FIG. 1 é uma representação esquemática de uma seção transversal de uma modalidade exemplar de um pneumático para o uso com a presente invenção;

25 A FIG. 2 é uma representação esquemática de uma seção transversal parcial de uma segunda modalidade exemplar de um pneumático para o uso com a presente invenção;

A FIG. 3 é uma representação esquemática de uma seção transversal de um cordão de reforço exemplar, de acordo com a presente invenção;

A FIG. 4 é uma representação esquemática de uma seção transversal de um outro cordão de reforço exemplar, de acordo com a presente invenção;

30 A FIG. 5 é uma representação esquemática de uma seção transversal de um outro cordão de reforço exemplar, de acordo com a presente invenção; e

A FIG. 6 é uma representação esquemática de uma seção transversal de um outro cordão de reforço exemplar, de acordo com a presente invenção.

Descrição Detalhada das Modalidades Exemplares da Presente Invenção

35 Referindo-se às FIGS. 1 e 2, as lonas 12, 14 são mostradas dentro de um pneumático exemplar 10 com uma carcaça radial, em que os elementos receberam numerais de referência. O pneu exemplar 10 tem uma estrutura de carcaça de lona radial quando os cor-

dões da lona de reforço de carcaça, ou lonas 12, 14, são orientados em ângulos na faixa de 75° a 90° com respeito ao plano equatorial (PE) do pneu exemplar.

As lonas 12, 14 podem ser reforçadas com os cordões metálicos, raiom, poliéster, náilon ou qualquer outro reforço adequado. As lonas de carcaça reforçadas com cordão metálico 12 ou 14 podem ter uma camada de cordões de aço arranjada de modo que tenha de cerca de 8 a cerca de 20 extremidades por 2,54 cm (polegada) (EPI), quando medida em uma direção circunferencial do pneu em uma localização que tem uma largura máxima MW. Por exemplo, a camada dos cordões de aço pode ser arranjada de modo que tenha cerca de 12 a cerca de 16 extremidades por 2,54 cm (polegada) (EPI) na localização que tem a largura máxima MW. Em termos de unidades métricas, os cordões de aço podem ser arranjados de modo que tenham de 3 a 8 extremidades por cm (EPC) quando medidos em uma direção circunferencial do pneu na localização que tem uma largura máxima do pneu MW. Um alto número de extremidades por 2,54 cm (polegada) pode incluir o uso de um fio de diâmetro menor para uma resistência fornecida *versus* um baixo número de extremidades por 2,54 cm (polegada) para um fio de diâmetro maior para a mesma resistência. Além disso, o uso de um monofilamento de um diâmetro fornecido pode exigir mais ou menos extremidades por 2,54 cm (polegada), dependendo da resistência do fio do monofilamento.

O pneumático 10 pode ter um par de talões anulares substancialmente inextensíveis 16, 18, que são axialmente espaçados de um outro. Cada um dos talões 16, 18 pode estar localizado em uma parte do talão do pneumático 10, que tem superfícies externas configuradas para serem complementares aos talões e flanges de retenção de um aro (não mostrado) no qual o pneumático é projetado para ser montado. As lonas 12, 14 podem ser de cordões de reforço lado a lado de poliéster, aço ou outro material adequado e se estendem entre os talões 16, 18 com uma parte axialmente externa da estrutura de carcaça dobrada sobre cada um dos talões. A estrutura da lona de carcaça da FIG. 1 compreende duas lonas 12, 14 de material de reforço. Uma ou mais lonas de carcaça de qualquer material adequado podem ser utilizadas.

Uma camada de um material de baixa permeabilidade 20 pode ser internamente disposta nas lonas de carcaça 12, 14, e contígua a uma câmara de inflação definida pelo pneumático 10 e aro. As paredes laterais elastoméricas 22, 24 podem ser dispostas axialmente para fora da estrutura de carcaça 12, 14. Uma estrutura de correia que se estende circunferencialmente 26 de duas camadas de correias 28, 30 (FIG. 1), ou quatro camadas de correias 28, 30, 32, 34 (FIG. 2), pode incluir cordões de reforço de aço 36, conforme mostrado na FIG. 3. A estrutura de correia 26 também pode incluir um revestimento 38 interposto radialmente entre as correias 28, 30, 32, 34 e a banda de rodagem 15 (FIG. 2).

A estrutura de correia 26 das FIGS. 1 e 2 pode ser caracterizada pelos cordões exemplares 36 que têm fibras de Aço de Ultra Tração (UT) ou Aço de Mega Tração (MT)

(conforme definido acima) com diâmetros na faixa de 0,08 mm a 0,35 mm e comprimentos longitudinais apropriados. Por exemplo, o cordão 36 da FIG. 3 pode ter uma construção de 2 x fibras 363. O cordão exemplar 36 da FIG. 4 pode ter uma construção de 2 + 1 fibras 364. O cordão exemplar 36 da FIG. 5 pode ter uma construção de 2 + 2 fibras 365. O cordão exemplar 36 da FIG. 6 pode ter uma construção de 5 x fibras 366.

Um método exemplar de se obter resistência UT pode ser a fusão do processo, conforme divulgado na Patente U.S. 4.960.473, que é integralmente incorporada como referência neste relatório, com um bastão de carbono microligado com um ou mais dos elementos seguintes: Cr, Si, Mn, Ni, Cu V e B. Uma construção exemplar pode ser C 0,88 a 1,00, Mn 0,30 a 0,50, Si 0,10 a 0,30, Cr 0,10 a 0,40, V 0 a 0,10, Cu 0 a 0,50, Ni 0 a 0,50 e Co 0,20 a 0,10 com o equilíbrio sendo Fe e resíduos. O bastão resultante depois pode ser trefilado até uma resistência à tração equivalente a 4000 Mpa a 0,20 mm.

Fibras exemplares de fio de aço UT de 0,30 mm a 0,35 mm de diâmetro podem ter uma resistência de ruptura do cordão de pelo menos 1,020 Newtons (N), mais ou menos 5 %. Uma estrutura exemplar pode ter duas fibras torcidas em conjunto com um comprimento longitudinal de 16,0 mm com estas duas fibras torcidas em conjunto em um comprimento longitudinal de 16,0 mm na mesma direção de torcedura com duas outras fibras que não são torcidas e paralelas entre si quando torcidas em conjunto com as fibras torcidas. Este cordão exemplar, uma construção 2 + 2 (FIG. 5), pode ser designado como 2 + 2 x 30 UT ou 2 + 2 x 35 UT. A construção 2 + 2 pode exibir acessibilidade e penetração de borracha satisfatória resultante da acessibilidade. 0,30 e 0,35 designam o diâmetro do filamento em milímetros e UT indica que o material é aço de ultra de tração.

Os exemplos acima de estrutura do cordão UT e MT podem ter desempenho similar às construções de aço HT e ST de maior calibre. Desse modo, quando esta estrutura exemplar do cordão incorpora fibras que têm um diâmetro menor do que aqueles das estruturas do cordão HT e ST, há uma redução resultante no calibre e custo do material em comparação com as estruturas do cordão HT e ST anteriores que tornam os pneus mais leves e menos caros.

Além disso, para diâmetros de filamentos iguais, os cordões UT e MT têm maior resistência e geralmente uma vida útil maior antifadiga em relação aos cordões HT e ST anteriores. Estas vantagens levam a produtos elastoméricos que têm menos material de reforço e, desse modo, menor peso e custo. Adicionalmente, a vida útil do produto pode ser aumentada com uma vida útil maior antifadiga de tais cordões 36 e fibras 363, 364, 365, 366, conforme mostrado na Patente U.S. 7.082.978, que é integralmente incorporada como referência neste relatório.

Um parâmetro que pode ser variado em um compósito reforçado de elastômero é a contagem de extremidades em extremidade por 2,54 cm (polegada) (EPI), isto é, o número

de cordões por unidade de comprimento na direção lateral à direção em que o elastômero é reforçado. A resistência aumentada das amostras UT e MT pode permitir uma redução em EPI para obter resistência comparável. Alternativamente, o diâmetro do cordão pode ser reduzido e a contagem de extremidades mantida ou aumentada para obter resistência comparável. Além disso, um rebite mínimo de 0,018" (0,46 mm) pode ser mantido para fornecer penetração apropriada de elastômeros entre os cordões impregnados. A penetração pode ser ainda realçada pelo menor diâmetro e construções de cordão mais simples (menos fibras em um cordão) alcançáveis por fibras de aço UT e MT.

As construções UT, tais como aquelas das FIGS. 3 a 6, com diâmetros, por exemplo, de 0,185 mm ou 0,21 mm, fornecem uma alternativa mais leve e menos cara para as construções de correia de pneus leves. Além disso, o peso e custo reduzidos fornecem igual ou melhor processabilidade (calandragem), assim como maior desempenho do pneu em relação às construções convencionais.

Conforme estabelecido acima, uma estrutura de correia 26 de cordões de aço UT ou MT 36 produz excelente desempenho antifadiga em um pneumático 10, assim como permite o uso de menos material na correia e outras partes do pneumático 10. Entretanto, o uso de aço TRIPLEX para fios de reforço (isto é, talões, lonas, correias, etc.) em um pneumático, de acordo com a presente invenção, forneceria maiores vantagens em pneus pneumáticos, visto que uma redução no peso pode ser obtida com aço TRIPLEX, mantendo as características de resistência equivalentes. Por exemplo, um feixe de talão de aço TRIPLEX para um pneu de aeronave ou caminhão forneceria resistência similar, porém menos peso.

A redução no peso de pneus pneumáticos é geralmente limitada por uma quantidade mínima exigida de material. Entretanto, com aço TRIPLEX, a resistência exigida pode ser obtida com menos peso. Por exemplo, um pneu de caminhão com talões de aço TRIPLEX pode pesar 13 % a menos, ou 500 gramas a menos do peso total do pneu.

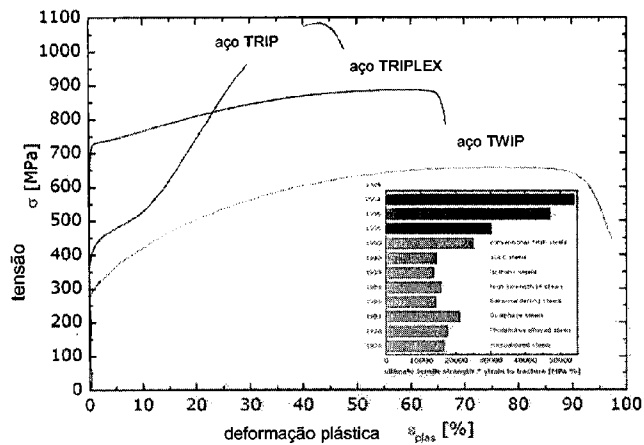
Com as propriedades do aço TRIPLEX, e o menor peso correspondente, outros benefícios, tais como resistência de rolamento reduzida, também podem ser obtidos em pneus pneumáticos. Aços TRIPLEX com alta resistência e menor peso geralmente compreendem a composição genérica Fe-xMn-yAl-Zc contendo 18 a 28 % de manganês, 9 a 12 % de alumínio e 0,7 a 1,2 % de C (% em massa). A microestrutura pode ser composta de uma matriz de solução sólida de γ -Fe(Mn, Al, C) austenítica que possui uma dispersão fina de K-carburetos $(\text{Fe,Mn})_3\text{AlC}_{1-x}$ de nano-tamanho e ferrita α -Fe(Al, Mn) de frações de volume variadas. A energia livre de Gibbs calculada da transformação de fase $\gamma_{fcc} \rightarrow E_{hcp}$ corresponde a $\Delta G^{\gamma \rightarrow E} = 1757 \text{ J/mol}$ e a energia de falha de empilhamento foi determinada $\Gamma_{SF} = 110 \text{ mJ/m}^2$. Desse modo, a austenita é muito estável e nenhuma e-martensita induzida por deformação pode ser formada. A maclação mecânica é quase inibida durante a deformação plástica. Os aços TRIPLEX exibem baixa densidade de 6,5 a 7,0 g/cm³ e propriedades me-

cônicas superiores, tais como alta resistência de 700 a 1100 MPa e alongamentos totais de até 60 % e mais. A absorção de energia específica obtida em altas taxas de deformação de 10^3 s^{-1} é de cerca de $0,43 \text{ J/mm}^3$. As investigações de TEM revelaram que a formação de banda de cisalhamento homogênea, acompanhada por deslizamento de discordâncias, ocorreu em amostras de tração deformadas. O mecanismo de deformação dominante dos aços TRIPLEX é a plasticidade induzida por banda de cisalhamento (efeito SIP) sustentada por um arranjo uniforme de K-carburetos de nano-tamanho coerente com a matriz austenítica. As tensões e resistências à tração de alto fluxo são causadas por endurecimento da solução sólida eficaz e reforço de dispersão sobreposto.

10 Aços com alto teor de alumínio ferrítico fornecem redução considerável do peso específico com base na alta solubilidade de Al na rede cristalina do ferro cúbica centrada e o forte reforço da solução sólida de cerca de 40 MPa por % em peso de Al. Devido à formação da k-fase abaixo de $400 \text{ }^\circ\text{C}$, o teor de Al máximo é restrito a cerca de 6,5 % em peso. Neste teor de Al, a redução de densidade é de cerca de 9 %. O limite de formação de baixa temperatura é amplamente expandido por microligamento com metais B, Nb e Ti para evitar a fragilização dos carburetos nos contornos do grão.

Nos aços de plasticidade induzida por transformação (TRIP) e plasticidade induzida por maclação (TWIP), a redução de densidade pode ser obtida através da liga com os elementos Al e Si aumentando o peso leve ou rede cristalina. Os altos teores de Mn entre 15 e 20 30 % em peso podem estabilizar a austenita. Na variação de composição de 1,5 a 4 % em peso de Al e Si, as energias de falha de empilhamento (SFE's) dos aços Mn-Al-Si podem variar para gerar mecanismos de deformação diferentes: Plasticidade Induzida por Transformação através de transformação martensítica e Plasticidade Induzida por Maclação.

Os aços TRIPLEX em base da construção de Fe-Mn-Al-C quaternária combinam os 25 conceitos de liga apresentados acima. Tais aços TRIPLEX possuem densidade de cerca de 15 % a menos, propriedades de resistência superiores, comportamento anticorrosão aperfeiçoados e alta flexibilidade de tração em comparação com aços de estampagem profunda convencionais devido a sua química, microestrutura, deformação e mecanismos de reforço. A microestrutura TRIPLEX consiste de austenita, ferrita e k-carburetos (Fe, Mn) 3Al-C nano-dispersos. A morfologia e distribuição destes carburetos são fortemente influenciadas pelos 30 elementos de liga, embora o tratamento térmico possa afetar significativamente suas propriedades mecânicas. A formação de banda de cisalhamento homogênea considerável causa Plasticidade Induzida por Banda de Cisalhamento (efeito SIP) e as propriedades de alta resistência se devem ao endurecimento da solução sólida eficaz e interações de discordâncias nas bandas de cisalhamento cruzadas. A flexibilidade e dureza extraordinárias do aço 35 TRIPLEX, ainda sob carregamento de impacto, promovem alta absorção de energia em taxas de deformação muito altas (até 10^3 s^{-1}).



Curvas de tensão-deformação de aços TRIP, TWIP e TRIPLEX

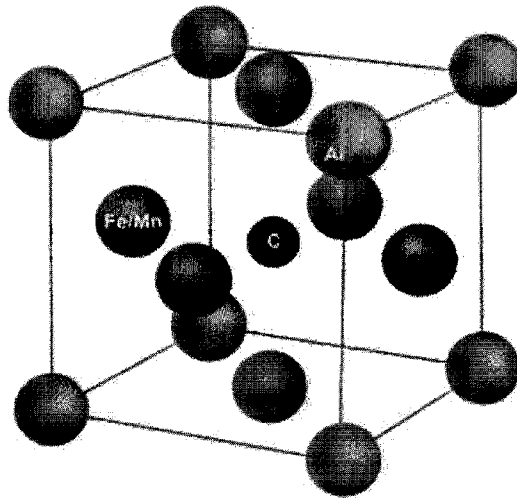
Desse modo, ligas de alta resistência constituídas na base de Fe-Mn-Al-C representam uma das ligas com alto teor de manganês de uma geração conhecida como TRIPLEX, que tem a microestrutura cúbica de face centrada (FCC), predominantemente com 8 % de ferrita e 6 a 9 % de k-carburetos de nano-tamanho dispersos em uma matriz de solução sólida FCC.

A liga TRIPLEX consiste da matriz FCC caracterizada por maclas de recozimento, cerca de 8 % de ferrita e k-carburetos de nano-tamanho regularmente distribuídos na matriz FCC e que têm uma estrutura FCC regularmente arranjada. Para propriedades ideais, uma aplicação de envelhecimento adicional pode ser utilizada, desse modo, contribuindo para regular a precipitação do k-carbureto exigida para a realização subsequente de um mecanismo de deformação específico (efeito SIP). Tais ligas TRIPLEX podem ser resistentes à transformação de ϵ -martensita. Isto é, decomposição da austenita de entalpia livre positiva em ϵ -martensita ($\Delta G_{\gamma \rightarrow \epsilon} = +1755 \text{ J.mol}^{-1}$) é uma razão para a alta estabilidade da matriz FCC. A transformação em martensita também é eliminada devido à energia de falha de empilhamento (SFE) relativamente alta de cerca de 110 mJ/m^2 . O alto nível de SFE também é uma razão para nenhuma suscetibilidade à maclação mecânica da liga TRIPLEX. Foi descoberto que a tendência para a ϵ -martensita ocorre quando a SFE é menor do que 15 a 20 mJ/m^2 . A modificação detectada do nível de SFE e a resistência de transformação em ϵ -martensita (rede cristalina cristalográfica HCP) são causadas pela adição de alumínio (Al) à solução sólida básica com manganês (Mn), desse modo, aumentando a SFE e eliminando a deformação por maclação. A redução da densidade específica ocorre devido aos níveis de solubilidade de Al e Mn na matriz FCC e ao raio atômico mais alto do Al e Mn em comparação com o raio atômico do ferro (Fe). Por exemplo, em uma liga de 12 % de Al e 28 % de Mn, a densidade da matriz FCC corresponde a $6,5 \text{ g/cm}^3$. A diminuição do peso geral de FCC coexistente e fases cúbicas de base centrada (BCC) na solução sólida leva a uma re-

dução do peso molar médio da matriz da liga e a uma diminuição da densidade molar da célula unitária. A rede cristalina da matriz será maior, resultante dos raios atômicos de Al e Mn ($r_{Al} = 0,147 \text{ nm}$, $r_{Mn} = 0,134 \text{ nm}$) em comparação com os átomos de Fe ($r_{Fe} = 0,126 \text{ nm}$).

- 5 Além da fase FCC básica, a microestrutura TRIPLEX pode consistir de ferrita (6 a 8 %) e k-carburetos de nano-tamanho que precipitam na matriz FCC e mostram arranjo regular (veja L12 abaixo) com o átomo de C situado no centro. A célula unitária pode ser expressada como $(FeMn)_3AlC$. O nível médio do parâmetro da rede cristalina é $a_0 = 0,3857 \text{ nm}$ e é principalmente dependente do teor de Al na liga. A rede cristalina do k-carbureto é representada na figura abaixo.

Célula unitária do k-carbureto (tipo L12)



- A deformação por maclação e transformação de fase em martensita realizadas em ligas com alto teor de manganês podem ser substituídas pela formação de banda de cisalhamento uniformemente arranjada nos planos $\{111\}$ de densidade mais alta dentro da matriz FCC. Estas características representam uma contribuição significativa para deformação por cisalhamento homogênea até um grande alongamento plástico conhecido como o efeito SIP (plasticidade induzida por banda de cisalhamento). Devido ao valor de entalpia livre positivo fornecido acima ($+1755 \text{ J/mol}^1$) para a transformação da martensita e devido à SFE relativamente alta (aproximadamente 110 mJ/m^2), as ligas TRIPLEX podem não ser propensas à transformação da martensita ou à maclação mecânica severa.

- A análise microestrutural da morfologia de precipitação do k-carbureto demonstra distribuição regular de partículas de nano-tamanho desta fase coerente com a matriz FCC. Esta descoberta confirma o papel importante da distribuição de k-carburetos debatidos acima na matriz FCC através da influência das bandas de cisalhamento uniformemente arranjadas contribuindo para o reforço da liga TRIPLEX.

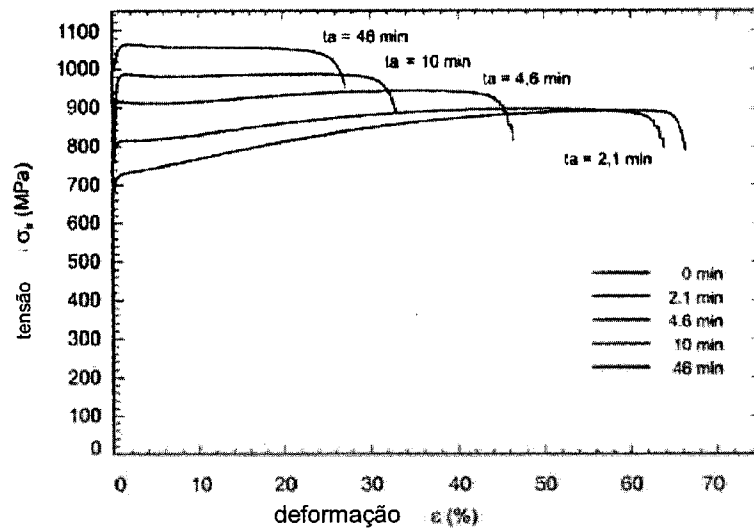
As curvas de tensão-deformação construídas de liga TRIPLEX com alto teor de Mn-Al em temperaturas de teste entre -100 °C e 400 °C ilustram o endurecimento por deformação distinto e um mecanismo de deformação diferente no intervalo de temperatura. A melhor deformação plástica (ϵ_{pl}) de cerca de 53 % foi detectada a 20 °C (a resistência atingiu 1100 MPa). Com a temperatura mais alta, a ϵ_{pl} aumentou junto com a resistência (a 400 °C para $\epsilon_{pl} = 19$ %, a resistência foi de 700 MPa). A menor temperatura de teste foi escolhida, o maior nível de tensão foi atingido junto com a pior ϵ_{pl} (a -100 °C para $\epsilon_{pl} = 37$ %, a resistência foi de 1260 MPa). Os resultados são resumidos na Tabela 1 abaixo. De modo a aumentar as características mecânicas no nível de resistência sem degradação da resposta plástica, particularmente, a liga investigada é usualmente submetida ao envelhecimento térmico a 550 °C para tempos de envelhecimento isotérmico diferentes entre 2,1 min e 46 min. Os resultados são resumidos na Figura 3 abaixo na forma de curvas construídas de amostras envelhecidas. Depois do tempo de envelhecimento prolongado, a $R_p(0,2)$ é aumentada de 700 MPa para 1060 MPa (determinada na temperatura ambiente). As dependências tensão-deformação apresentadas mais similares àquelas de um elástico ideal (plástico sólido onde nenhum endurecimento por deformação ocorre). Isto demonstra a necessidade de cisalhamento uniforme para obter deformação plástica estendida realizada pelo mecanismo de endurecimento por deformação moderado.

Tabela 1

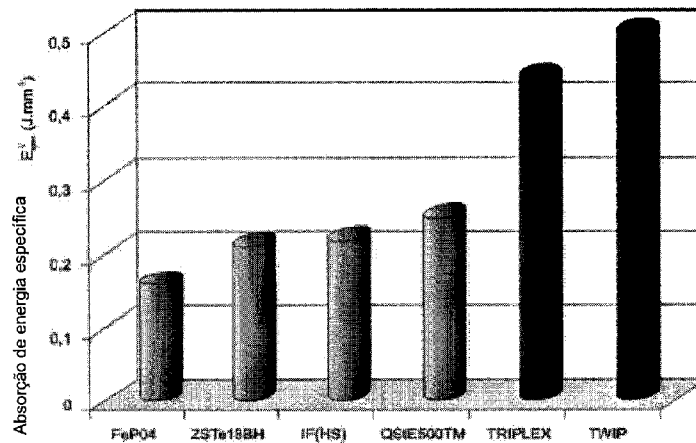
Relação entre valores de tensão e deformação das ligas TRIPLEX na região de pescoço (através do teste de tração)

Temperatura de Teste [°C]	Resistência [Mpa]	Deformação plástica [%]
-100	1260	37
20	1100	53
200	850	44
400	700	19

As curvas de tensão-deformação construídas da liga TRIPLEX termicamente envelhecida são demonstradas na figura abaixo. O envelhecimento foi realizado a 550 °C para intervalos de tempo diferentes.



A absorção de energia específica (EV espec.) de ligas com alto teor de Mn e aços de estampagem profunda convencionais (modelagem de impacto) são mostrados abaixo.



Na figura acima, as absorções de energia específicas (Evespec.) definidas como energia dissipadora por unidade de volume em alta taxa de deformação de 102 a 103 s^{-1} (nas condições relevantes à modelagem de impacto) dos tipos de material escolhidos são comparadas. No conjunto dos aços e ligas avaliados, duas variantes da liga de alto teor de Mn e quatro tipos aço aplicados como materiais de estampagem profunda são indicados. A comparação mostra que a energia de absorção dos aços de estampagem profunda convencionais é menor do que o nível de absorção das ligas TWIP e TRIPLEX. A capacidade de absorção destas ligas é maior do que o dobro em comparação com os tipos de aço de estampagem profunda considerados. Estes valores de absorção maiores das ligas menciona-

das acima refletem um fluxo de tensão maior e um nível de alongamento plástico benéfico. Na liga TRIPLEX, um papel significativo na capacidade de absorção pode ser atribuído ao efeito da formação de banda de cisalhamento severa em alta taxa de deformação.

5 A liga TRIPLEX de Fe-26/30Mn-10/12Al-0,9/1,2C consiste principalmente da micro-
estrutura FCC com uma dispersão de k-carburetos de nano-tamanho (L12 acima) e á-ferrita
parcialmente ordenada. A composição química do k-carbureto é $(\text{FeMn})_3\text{AlC}$. As proprieda-
des superiores obtidas do TRIPLEX podem ser atribuídas à solução sólida eficaz e reforço
de precipitação. O alto nível de absorção de energia (Evespec.) das ligas com alto teor de
10 Mn representa o efeito benéfico do Mn. A contribuição do mecanismo de deformação para a
flexibilidade realçada está conectada com o efeito SIP (plasticidade induzida por banda de
cisalhamento). A formação de banda de cisalhamento homogênea pode ser acompanhada
por deslizamento de discordâncias. A realização deste mecanismo depende da formação
uniforme do arranjo dos k-carburetos de nano-tamanho sendo coerente com a matriz FCC.
15 A liga TRIPLEX, devido a sua redução no peso específico, alta resistência e formabilidade
desejável, incluindo resistência ao impacto superior, pode ter muitas aplicações, tais como
estruturas de economia de peso em pneus pneumáticos. Por exemplo, a utilização da liga
TRIPLEX para um feixe de talão, especialmente para aeronaves e caminhões, pode forne-
cer excelentes resultados.

20 Em um pneu de caminhão com talões de aço TRIPLEX, os talões podem pesar 13
% a menos. Isto fornece uma economia de 500 g, ou mais do que uma libra, do peso total
do pneu. A menor densidade (cerca de 15 %), propriedades de resistência superiores, com-
portamento anticorrosão aperfeiçoado e alta flexibilidade de tração do aço TRIPLEX em
comparação com aços de estampagem profunda convencionais (UT, MT) são fornecidos
pela química específica, microestruturas, deformação e mecanismo de resistência do aço
25 TRIPLEX.

Conforme estabelecido acima, estruturas de talão 16, 18, estruturas de lona 12, 14,
ou estrutura de correia 26 com cordões de aço TRIPLEX 36, de acordo com a presente in-
venção, produzem um pneumático mais leve 10 sem prejudicar a resistência. Estas estrutu-
ras 12, 14, 16, 18, 26 realçam o desempenho do pneumático 10, ainda que as complexida-
des da estrutura e comportamento do pneumático sejam tais que nenhuma teoria completa
e satisfatória foi proposta. Temple, Mechanics of Pneumatics Tires (2005). Embora os fun-
damentos da teoria clássica de compósitos sejam facilmente observados na mecânica de
30 pneus pneumáticos, a complexidade adicional introduzida por diversos componentes estru-
turais de pneus pneumáticos complica o problema de prognosticar o desempenho do pneu.
Mayni, Composite Effects on Tire Mechanics (2005). Adicionalmente, devido ao tempo não
linear, frequência e comportamentos de temperatura de polímeros e borracha, o projeto ana-
lítico de pneus pneumáticos é um dos maiores desafios na indústria atual. Mayni.

Um pneumático tem certos elementos estruturais essenciais. United States Department of Transportation, Mechanics of Pneumatics Tires, páginas 207 e 208 (1981). Um elemento estrutural importante é a estrutura de correia, tipicamente feita de muitos cordões de cabos de aço duro e fino ou outro metal impregnado e ligado a uma matriz de material polimérico de baixo módulo, usualmente borracha natural ou sintética. Id. em 207 e 208.

Os cordões são tipicamente dispostos como uma camada única, dupla ou quádrupla. Id. em 208. Fabricantes de pneus em toda a indústria não podem concordar ou prever o efeito de torceduras diferentes de cordões da estrutura de correia em características de ruídos, manejo, durabilidade, conforto, etc. em pneus pneumáticos, Mechanics of Pneumatics Tires, páginas 80 a 85.

Estas complexidades são demonstradas pela tabela abaixo da interrelação entre o desempenho do pneu e os componentes do pneu.

	<u>REVES-</u> <u>TIMENTO</u>	<u>LONA DE</u> <u>CARCA-</u> <u>ÇA</u>	<u>ENCHIMEN</u> <u>TO DO TA-</u> <u>LÃO</u>	<u>COR-</u> <u>REIA</u>	<u>REVES</u> <u>TIMEN-</u> <u>TO</u>	<u>BANDA</u> <u>DE</u> <u>RODA-</u> <u>GEM</u>	<u>MOLDE</u>
VIDA ÚTIL DO PNEU				X		X	X
RUÍDO		X	X	X	X	X	X
MANEJO		X	X	X	X	X	X
TRAÇÃO						X	X
DURABILIDADE	X	X	X	X	X	X	X
RESISTÊNCIA DE ROLAMENTO	X		X	X		X	X
CONFORTO DE DIREÇÃO	X	X	X			X	
ALTA VELOCIDADE		X	X	X	X	X	X
RETENÇÃO DE AR	X						
MASSA	X	X	X	X	X	X	X

Conforme observado na tabela, por exemplo, as características do cordão de estrutura de correia afetam os outros componentes de um pneumático (isto é, a estrutura de correia afeta o enchimento do talão, lona de carcaça, revestimento, etc.), levando a vários

componentes que se interrelacionam e interagem em tal modo que afeta um grupo de propriedades funcionais (ruído, manejo, durabilidade, conforto, alta velocidade e massa), resultando em um compósito complexo e completamente imprevisível. Desse modo, a modificação de um componente pode levar ao aperfeiçoamento ou degradação direto das dez características funcionais acima, assim como a alteração da interação entre tal componente e os seis outros componentes estruturais. Cada uma de tais seis interações pode, desse modo, aperfeiçoar ou degradar indiretamente as tais dez características funcionais. O aperfeiçoamento e degradação de cada uma destas características funcionais certamente seriam imprevisíveis sem a experimentação e teste conduzidos pelos inventores.

Desse modo, por exemplo, quando a estrutura (isto é, torcedura, construção do cordão, etc.) da estrutura de correia de um pneumático é modificada com a intenção de aperfeiçoar uma propriedade funcional do pneumático, quaisquer outras propriedades funcionais podem ser inaceitavelmente degradadas. Além disso, a interação entre a estrutura de correia e o enchimento do talão, lona de carcaça, revestimento e banda de rodagem também pode afetar inaceitavelmente as propriedades funcionais do pneumático. Uma modificação da estrutura de correia pode não aperfeiçoar uma propriedade funcional, devido a estas relações complexas.

Desse modo, conforme estabelecido acima, a complexidade das relações dos múltiplos componentes faz com que o resultado real da modificação de uma estrutura de correia 26, por exemplo, de acordo com a presente invenção, seja impossível de se prever a partir dos resultados infinitamente possíveis. A experimentação extensiva das estruturas do talão 16, 18, estruturas da lona 12, 14 ou estrutura de correia 26 de cordões TRIPLEX 365 da presente invenção foi mostrada como uma opção excelente, inesperada e imprevisível para um pneumático.

A linguagem descritiva prévia é o melhor modo presentemente considerado de realizar a presente invenção. Esta descrição é feita com o propósito de ilustrar um exemplo dos princípios gerais da presente invenção e não deve ser interpretada como limitante da presente invenção. O escopo da invenção é melhor determinado com referência às reivindicações anexas. Os numerais de referência, conforme representado nos desenhos esquemáticos, são os mesmos daqueles referidos no relatório descritivo. Para propósitos deste pedido, vários exemplos ilustrados nas figuras utilizam um mesmo numeral de referência para componentes similares. As estruturas exemplares podem utilizar componentes similares com variações na localização ou quantidade, desse modo, dando origem a construções alternativas, de acordo com a presente invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Pneumático, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:
uma estrutura de carcaça;
duas paredes laterais espaçadas em uma distância;
5 dois talões;
uma banda de rodagem disposta radialmente para fora de uma coroa da estrutura de carcaça;
uma estrutura de correia interposta radialmente entre a estrutura de carcaça e a banda de rodagem; e
10 uma estrutura de reforço que tem cordões de aço TRIPLEX com alto teor de alumínio ferrítico.
2. Pneumático, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os cordões de reforço de aço TRIPLEX são arrançados para que tenham de 8 a 20 extremidades por 2,54 cm (polegada).
- 15 3. Pneumático, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os cordões de reforço de aço TRIPLEX têm uma construção 2 x.
4. Pneumático, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os cordões de reforço de aço TRIPLEX têm fibras de 0,185 mm de diâmetro.
5. Pneumático, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de
20 que os cordões de reforço de aço TRIPLEX têm fibras de 0,210 mm de diâmetro.
6. Pneumático, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os cordões de reforço de aço TRIPLEX têm uma construção 2 + 1.
7. Pneumático, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os cordões de reforço de aço TRIPLEX têm fibras de 0,185 mm de diâmetro.
- 25 8. Pneumático, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os cordões de reforço de aço TRIPLEX têm fibras de 0,210 mm de diâmetro.
9. Pneumático, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os cordões de reforço de aço TRIPLEX têm uma construção 2 + 2.
10. Pneumático, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:
30 uma estrutura de carcaça;
duas paredes laterais espaçadas em uma distância;
dois talões;
uma banda de rodagem disposta radialmente para fora de uma coroa da estrutura de carcaça;
35 uma estrutura de correia radialmente interposta entre a banda de rodagem e a estrutura de carcaça; e
uma estrutura de reforço que tem cordões de aço TRIPLEX com alto teor de alumí-

nio ferrítico, os cordões que têm fibras com diâmetros que variam de 0,18 mm a 0,22 mm.

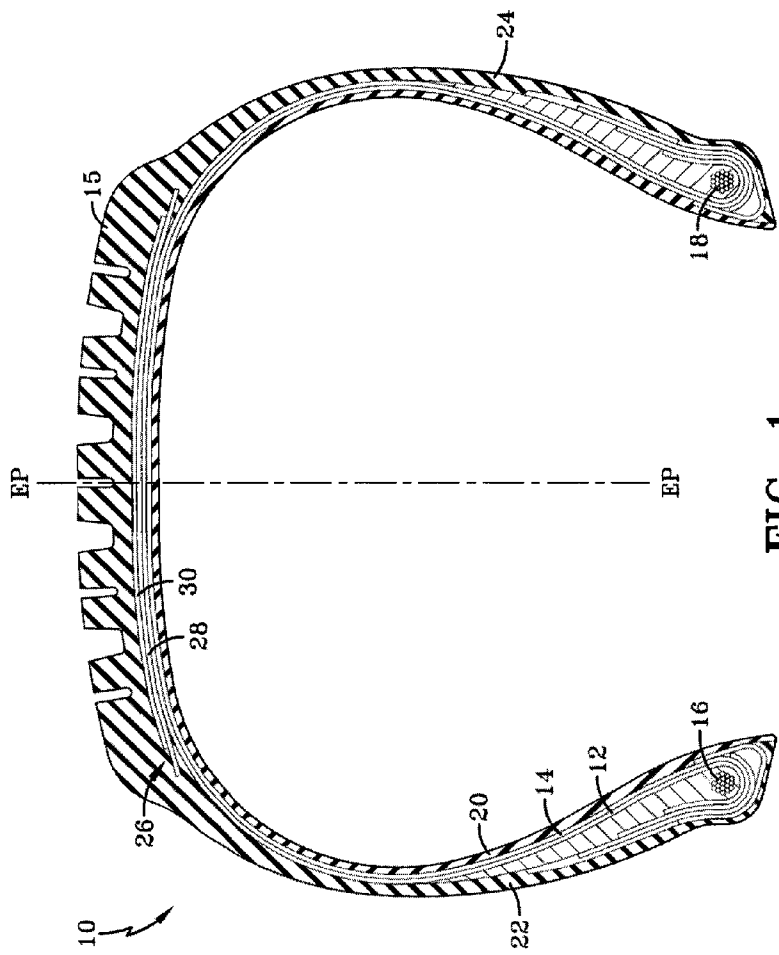


FIG-1

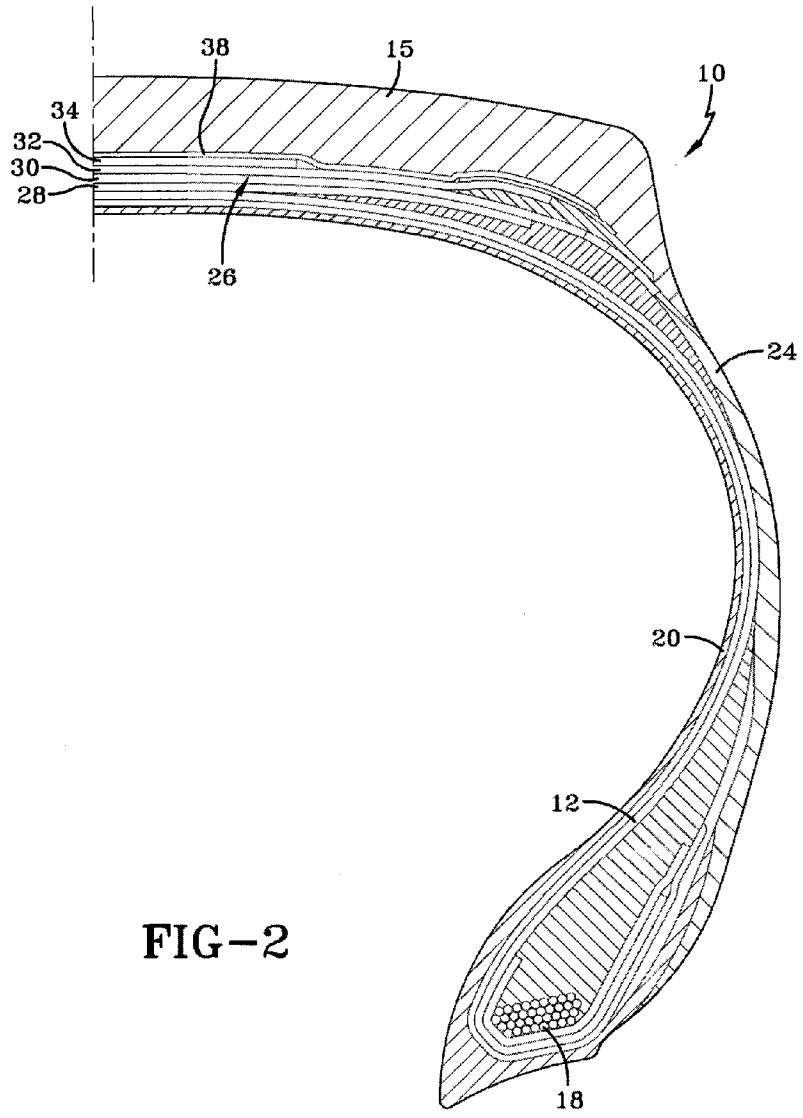


FIG-2

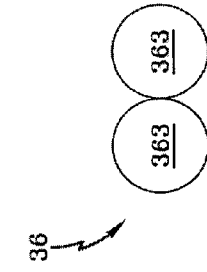


FIG-3

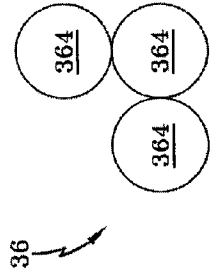


FIG-4

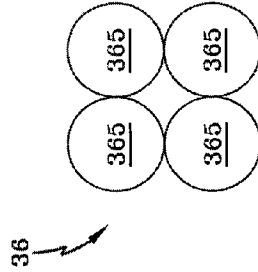


FIG-5

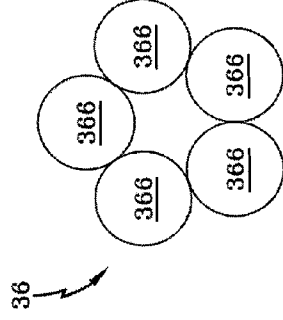


FIG-6

RESUMO

"PNEUS COM REFORÇO DE ALTA RESISTÊNCIA"

Um pneumático inclui uma estrutura de carcaça, duas paredes laterais espaçadas em uma distância, dois talões, uma banda de rodagem disposta radialmente para fora de
5 uma coroa da estrutura de carcaça, uma estrutura de correia interposta radialmente entre a estrutura de carcaça e a banda de rodagem e uma estrutura de reforço que tem cordões de aço TRIPLEX com alto teor de alumínio ferrítico.