



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

(21) PI 0721914-8 A2



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

(22) Data de Depósito: 09/08/2007

(43) Data da Publicação: 25/02/2014

(RPI 2251)

(51) *Int.Cl.:*

B24B 5/36

B24B 49/16

B29D 30/06

G01M 1/34

G01M 17/02

(54) **Título:** PROCESSO E APARELHO PARA
RETIFICAR PNEU.

(57) **Resumo:**

(66) **Prioridade Interna:** 860446

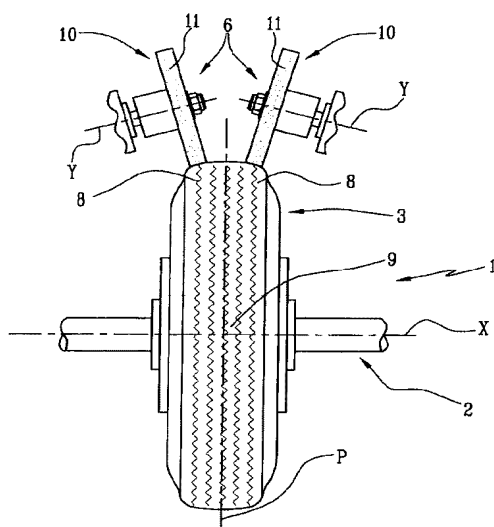
(73) **Titular(es):** Pirelli Tyre S.P.A.

(72) **Inventor(es):** Stefano De Gradi

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

(86) **Pedido Internacional:** PCT IB2007053161 de 09/08/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2009/019537de
12/02/2009



“PROCESSO E APARELHO PARA RETIFICAR PNEU”

A presente invenção diz respeito a um processo e a um aparelho para retificar pneu.

5 Mais particularmente, a invenção tem como seu objetivo um processo para retificar pneu realizado para melhorar o comportamento dinâmico do pneu propriamente dito.

10 Um pneu para rodas de veículos inclui uma estrutura de carcaça incluindo pelo menos uma lona da carcaça com bordas limites respectivamente opostas presas nas respectivas estruturas de ancoragem anular, construídas nas áreas normalmente identificadas com o nome de "talões", que têm um dispositivo interno substancialmente correspondente ao assim denominado "diâmetro de assentamento" do pneu e um respectivo aro.

15 A estrutura da carcaça é associada com uma estrutura de cinta incluindo uma ou mais camadas de cinta localizadas em sobreposição radial uma em relação à outra e com relação à lona da carcaça, tendo cordonéis de reforço têxtil ou metálico com orientação transversal e/ou substancialmente paralela à direção da extensão circunferencial do pneu. Em uma posição radialmente externa à estrutura da cinta, uma banda de rodagem é aplicada, esta também sendo de material elastomérico, como outras partes constituintes
20 semiacabadas do pneu.

Nas superfícies laterais da estrutura da carcaça, cada qual se estendendo de uma das bordas laterais da banda de rodagem até as proximidades das respectivas estruturas anulares que ancoram o talão, existem respectivos costados de material elastomérico aplicados em uma posição
25 axialmente externa. Nos pneus do tipo "sem câmara", uma camada de revestimento impermeável ao ar, normalmente denominada "pano-forro", cobre as superfícies internas do pneu.

O processo de constituir o pneu bruto, que é realizado montando os respectivos componentes, é em geral seguido pela realização de

um tratamento de moldagem e vulcanização visando atingir a estabilização estrutural do pneu pela reticulação dos componentes elastoméricos, e também um processo de imprimir nele um padrão de banda de rodagem desejado e qualquer marca gráfica distintiva na região dos costados do pneu.

5 Depois da vulcanização, os pneus são submetidos a uma verificação individual para identificar qualquer irregularidade geométrica, particularmente na banda de rodagem, e uma verificação dinâmica, realizada enquanto o pneu está girando, para identificar qualquer desequilíbrio por causa de defeitos internos na estrutura, situado, por exemplo, nas
10 proximidades dos ressaltos e/ou dos costados do pneu.

 Pneu que não se enquadram nos parâmetros predeterminados com relação a defeitos geométricos e/ou dinâmicos, e que, portanto, precisam ser sucitados, são submetidos a processamento posterior para melhorar ambos os aspectos supramencionados. Esses processos permitem que uma proporção
15 dos defeitos seja remediada e consegue-se uma redução na porcentagem de produção de pneu total que tem que ser sucitada.

 O documento U.S. 3.491.493 descreve um método e um aparelho para melhorar o comportamento dinâmico de um pneu pela remoção abrasiva de uma porção da superfície externa do próprio pneu. O tamanho e a
20 posição são determinados da força radial máxima exercida pelo pneu em rotação sob carga. O pneu é montado excentricamente, de uma maneira tal que a excentricidade máxima coincida com o ponto de máxima força radial, e o pneu é rotacionado contra um rebolo de esmeril que remove material do pneu de maneira a compensar as irregularidades no pneu e assim produzir um
25 pneu com comportamento mais regular na estrada.

 O documento U.S. 3.724.137 revela a combinação de um retificador e um sistema de controle incluindo dispositivos de suporte de um pneu enquanto ele gira em torno de seu próprio eixo. Rodas de retificação são montadas próximas do pneu e são móveis em relação ao próprio pneu para

retificar porções selecionadas do mesmo pneu em repouso em proporção a variações na força medida em torno da circunferência do pneu. O sistema de controle inclui dispositivo de geração de sinais elétricos representativos das variações na força e incluindo transdutores que encaixam o pneu, uma
5 memória para armazenar os sinais elétricos e emitir um sinal de saída em resposta à informação armazenada, um servomecanismo para movimentar as rodas de retificação em relação ao pneu, a favor e contra uma posição de retificação em resposta ao sinal de saída supramencionado.

O documento U.S. 3.739.533 descreve um método de otimizar
10 a uniformidade para um pneu que inclui o estágio de medir o desvio na força lateral e a variação na força radial de um pneu posto em rotação, de gerar sinais corretivos com base nas forças medidas, de gerar a partir dos sinais corretivos dois sinais compostos e de retificação as bordas da banda de rodagem do pneu em resposta aos sinais compostos.

15 O documento U.S. 3.817.003 revela um sistema programável para aumentar a capacidade de máquinas de retificação pela incorporação de comutação programada de retificação com base na variação real na força para retificação com base em um harmônico da variação na força.

O documento U.S. 4.173.850 revela um método e um aparelho
20 para reduzir a variação na força tangencial em um pneu. O pneu é montado em um aro e posto para rotacionar contra um tambor de carregamento. Transdutores de força localizados no eixo do tambor medem a variação na força tangencial enquanto a roda gira. A medição é armazenada na memória de um computador que processa os dados e obtém o primeiro harmônico desta
25 força, a magnitude deste primeiro harmônico e a distância angular do ponto máximo desta magnitude. A roda de retificação encaixa o pneu de um ponto 90° antes deste máximo até um ponto 90° depois do máximo. Os ressaltos do pneu não são tocados pelo retificador, a menos que a retificação seja feita para reduzir a variação nas forças laterais e radiais.

Foi decidido atacar o problema de reduzir a porcentagem de pneus que tem que ser sucata em virtude de terem defeitos que podem comprometer seu desempenho e impossibilitar vendê-los e usá-los.

5 Foi decidido também atacar o problema de reduzir o desequilíbrio dinâmico de pneus que são considerados defeituosos no final do processo de produção, isto é, depois da vulcanização.

10 Em particular, foi decidido atacar o problema de reduzir a variação na força radial (RFV) por causa de defeitos de fabricação, com maior eficiência do que as soluções conhecidas: esta variação na força radial aumenta a vibração e ruído gerado pelo pneu em uso na estrada.

O termo "variação da força radial" (RFV) é para denotar a variação máxima na força radial medida entre o valor mínimo e o valor máximo (distância pico a pico) da curva da força radial supramencionada (RF).

15 Foi decidido também atacar o problema de simplificar os processos conhecidos que visam corrigir defeitos em pneus e simplificar o aparelho dedicado a esses processos.

20 Foi decidido também atacar o problema de aumentar a velocidade dos processos que visa realizar essas correções a fim de aumentar a produtividade do processo de fabricação como um todo.

25 De acordo com a presente invenção, observou-se que, removendo-se da banda de rodagem porções circunferenciais discretas de material ao longo de um arco da circunferência, e com profundidades diferenciadas de remoção aumentando da extremidade do arco em direção a um ponto geométrico correspondente ao máximo do primeiro harmônico da força radial (RF), uma melhoria líquida é obtida nas propriedades dinâmicas do pneu.

Mais especificamente de acordo com um primeiro aspecto, a presente invenção diz respeito a um processo para retificar pneus,

compreendendo os estágios de: medir a curva da força radial de um pneu; calcular o primeiro harmônico da dita força radial; identificar no pneu um ponto correspondente ao máximo do dito primeiro harmônico; remover material da banda de rodagem do pneu sobre um arco que subtende um ângulo principal posicionado em qualquer lado do ponto máximo do primeiro harmônico; em que o estágio de remoção é realizado removendo-se da banda de rodagem porções circunferenciais discretas do arco com profundidades diferenciadas de remoção que aumentam das extremidades opostas do dito arco em direção ao ponto máximo do primeiro harmônico.

Observou-se que o processo supramencionado permite que o primeiro harmônico da força radial seja suavizado e garante a redução na variação da força radial (RFV), o que significa que a distância entre o ponto máximo e o ponto mínimo da curva da força radial, de maneira a atenuar as forças dinâmicas que agem no pneu em rotação e melhorar seu comportamento na estrada.

Verificou-se que, usando o processo citado, é possível colocar o valor de RFV e o valor do primeiro harmônico substancialmente de todos os pneus defeituosos dentro de um campo de valores aceitável.

Ao mesmo tempo, observou-se que este resultado é obtido removendo-se uma quantidade mínima de material, certamente menor que a quantidade removida pelos processos de tipos conhecidos.

Observou-se também que este processo é muito simples e rápido e não exige dispositivos de medição e correção complicados que agem por realimentação.

De acordo com um aspecto adicional, a presente invenção diz respeito a um aparelho para retificar pneu, compreendendo: dispositivos para medir a força radial de um pneu, calcular o primeiro harmônico da dita força radial e identificar no pneu um ponto correspondente ao máximo do dito primeiro harmônico; um dispositivo para fazer o pneu girar em torno de seu

próprio eixo de rotação; um dispositivo de remoção, por exemplo, um retificador, com superfícies de trabalho que podem se encaixar em uma banda de rodagem do dito pneu; dispositivos para mover o dito dispositivo de remoção com relação ao pneu; um dispositivo capaz de controlar o movimento do dito dispositivo de remoção, de maneira a remover material da banda de rodagem do pneu sob um arco que subtende um ângulo principal posicionado em qualquer lado do ponto máximo do primeiro harmônico, removendo-se da banda de rodagem porções circunferenciais discretas do arco com profundidades diferenciadas de remoção que aumentam das extremidades opostas do dito arco em direção ao ponto máximo do primeiro harmônico.

"Girar" na forma aqui usada significa tanto uma rotação contínua do pneu em torno de seu próprio eixo de rotação e em uma direção pré-estabelecida, em uma ou mais revoluções completas, quanto um movimento de oscilação alternado realizado em torno de seu próprio eixo de rotação.

A presente invenção, em pelo menos um dos aspectos citados, pode apresentar uma ou mais características preferidas que são descritas a seguir.

Preferivelmente, o ângulo principal é menor ou igual a 240° . A eficácia de usinagem de acordo com a invenção não aumenta significativamente para ângulos maiores que 240° . Por outro lado, a usinagem em um ângulo de menores dimensões permite que um pneu seja efetivamente retificado em um menor tempo.

O ângulo principal pode vantajosamente ser maior ou igual a 180° .

Usando um arco maior que 180° é possível agir também em pelo menos um dos picos do segundo harmônico, obtendo uma redução ainda mais efetiva do RFV.

Preferivelmente, o material é removido de pelo menos um dos ressaltos da banda de rodagem e, ainda mais preferivelmente, de cada um dos ressaltos da banda de rodagem.

5 A área dos ressaltos é a mais rígida e, portanto, a remoção de material dessa área causa uma alteração desprezível na rigidez estrutural do pneu.

10 Em uma modalidade preferida, a remoção de porções circunferenciais discretas gera superfícies curvas correspondentes centralizadas no eixo de rotação do pneu. Além disso, a remoção de porções circunferenciais discretas gera superfícies curvas que apresentam um perfil simétrico em relação ao raio que passa pelo ponto máximo.

15 De acordo com uma modalidade, material com uma espessura radial máxima de 1,2 mm ou menos é removido na área de uma primeira porção circunferencial discreta localizada nas proximidades do ponto máximo.

Preferivelmente, material com uma espessura radial máxima de 0,4 mm ou mais é removido na área de uma primeira porção circunferencial discreta localizada nas proximidades do ponto máximo.

20 De acordo com uma modalidade do aparelho, o pneu é posto em oscilação, começando de um ângulo de oscilação máximo, através de ângulos de oscilação que diminuem até um ângulo de oscilação mínimo, e o dispositivo de remoção avança em direção ao pneu a cada variação do ângulo de oscilação.

25 De acordo com uma modalidade do aparelho, o pneu é posto em oscilação, começando de um ângulo de oscilação mínimo, através de ângulos de oscilação crescentes até um ângulo de oscilação máximo, e o dispositivo de remoção é retraído do pneu a cada variação do ângulo de oscilação.

Preferivelmente, o ângulo de oscilação é menor ou igual a

240°.

Além disso, o ângulo de oscilação máximo é maior ou igual a 180°.

5 Preferivelmente, o dispositivo de remoção avança em direção ao pneu a cada variação do ângulo de oscilação em um intervalo menor ou igual a 0,1 mm.

Mais preferivelmente, o dispositivo de remoção avança em direção ao pneu a cada variação do ângulo de oscilação em um intervalo menor ou igual a 0,08 mm.

10 Esses valores para o intervalo de avanço permitem que um pouco de material seja removido por vez sem o risco de destruir o pneu e comprometer seu desempenho na estrada. De acordo com uma modalidade adicional do aparelho, o pneu é posto em rotação continuamente em uma direção pré-definida, e o dispositivo de remoção é posto em movimento entre
15 uma posição retraída de repouso e uma posição avançada de encaixe no pneu, com profundidades decrescentes de trabalho: na posição avançada, o dispositivo de remoção trabalha a uma profundidade máxima enquanto o pneu desloca através de um arco mínimo de encaixe no dispositivo de remoção posicionado em torno do ponto máximo do primeiro harmônico; ele trabalha a
20 uma profundidade mínima enquanto o pneu desloca através de um arco máximo de encaixe no dispositivo de remoção posicionado em torno do ponto máximo do primeiro harmônico; e trabalha a profundidades decrescentes enquanto o pneu desloca através de arcos de encaixe no dispositivo de remoção, com variações que aumenta do arco mínimo até o arco máximo.

25 De acordo com uma modalidade variante do aparelho, o pneu é rotacionado continuamente em uma direção pré-definida, e o dispositivo de remoção é posto em movimento entre uma posição retraída de repouso e uma posição avançada de encaixe no pneu, com profundidades crescentes de trabalho: na posição avançada, o dispositivo de remoção trabalha a uma

profundidade mínima enquanto o pneu desloca através de um arco máximo de encaixe no dispositivo de remoção posicionado em torno do ponto máximo do primeiro harmônico; ele trabalha a uma profundidade máxima enquanto o pneu desloca através de um arco mínimo de encaixe no dispositivo de remoção posicionado em torno do ponto máximo do primeiro harmônico; e ele trabalha em profundidades crescentes enquanto o pneu desloca em arcos de encaixe no dispositivo de remoção, com variações que diminuem do arco máximo até o arco mínimo.

No que diz respeito a um arco de encaixe máximo, preferivelmente, este arco de encaixe máximo no dispositivo de remoção subtende um ângulo de encaixe máximo menor ou igual a 240° .

Preferivelmente, o arco de encaixe máximo no dispositivo de remoção pode subtender um ângulo de encaixe máximo maior ou igual a 180° .

Preferivelmente, na posição avançada de encaixe no pneu, o dispositivo de remoção avança em direção ao pneu a cada variação do ângulo de encaixe em um intervalo menor ou igual a 0,1 mm.

Mais preferivelmente, na posição avançada de encaixe no pneu, o dispositivo de remoção avança em direção ao pneu a cada variação do arco de encaixe em um intervalo menor ou igual a 0,08 mm.

Características e vantagens adicionais ficarão mais claramente aparentes a partir da descrição detalhada de uma modalidade preferida, mas não exclusiva, de um processo e de um aparelho para retificar pneu de acordo com a presente invenção.

Esta descrição será apresentada a seguir com referência aos desenhos anexos, providos somente com propósitos indicativos e, portanto, não limitantes, em que:

A figura 1 mostra uma vista esquemática parcial de um aparelho para retificar pneu de acordo com a presente invenção;

A figura 2 mostra uma vista esquemática lateral de um pneu no final do processo de retificação;

As figuras 3a, 3b e 3c mostram uma vista esquemática lateral de um pneu durante sucessivos estágios de usinagem de acordo com uma primeira modalidade do processo de acordo com a invenção;

As figuras 4a, 4b e 4c mostram uma vista esquemática lateral de um pneu durante sucessivos estágios de usinagem de acordo com uma variante da primeira modalidade do processo de acordo com a invenção;

As figuras 5a, 5b, 5c e 5d mostram uma vista esquemática lateral de um pneu durante sucessivos estágios de usinagem de acordo com uma segunda modalidade do processo de acordo com a invenção;

As figuras 6a, 6b, 6c e 6d mostram uma vista esquemática lateral de um pneu durante sucessivos estágios de usinagem de acordo com uma variante da segunda modalidade do processo de acordo com a invenção;

A figura 7 ilustra a maneira que a força radial varia e a resolução desta força nos primeiros dois harmônicos.

Com referência aos desenhos mencionados, o número 1 indica de forma abrangente um aparelho de acordo com a presente invenção para retificação de pneus, configurado para realizar trabalho de retificação de acordo com a presente invenção.

O aparelho 1 inclui um dispositivo 2 capaz de fazer um pneu 3 girar em torno de seu próprio eixo de rotação "X" de acordo com modalidades descritas a seguir. O dispositivo 2, meramente a título de exemplo não limitante, pode incluir um aro 4 no qual o pneu 3 é montado. O aro 4 é suportado por um eixo 5 coaxial com o próprio aro 4 e com o pneu 3, e conectado operacionalmente a um motor, não ilustrado. Um dispositivo de remoção 6, por exemplo, um retificador 6, fica localizado próximo do pneu 3 (que é montado no aro 4) e é móvel na direção de avanço e/ou retração com relação ao pneu 3 com o objetivo de remover porções 7 do próprio pneu 3.

O retificador 6 é modelado e posicionado de forma a remover porções pertencentes à banda de rodagem 9 do pneu 3.

Preferivelmente, o retificador 6 fica posicionado de maneira a remover porções pertencentes a um ou ambos os ressaltos 8 da banda de rodagem 9 do pneu 1.

De acordo com o que está ilustrado na figura 1, o retificador 6 inclui um par de rodas abrasivas 10 rotacionável em torno dos respectivos eixos "Y" inclinados com o eixo de rotação "X" do pneu 3 e arranjos simetricamente com relação a um plano equatorial "P" do próprio pneu 3.

10 Cada roda abrasiva 10 tem uma superfície de trabalho lateral 11, possivelmente modelada encaixável em um respectivo ressalto 8 do pneu 3.

O aparelho 1, além disso, inclui dispositivos, não ilustrados, para medir a força radial "RF" gerada pelo pneu 1 durante sua rotação, resolvendo esta força radial "RF" em harmônicos, de maneira a calcular pelo menos o primeiro harmônico "1Hr" desta força radial "RF" e identificar no pneu 1 um ponto "Pmax" correspondente ao "Max1Hr" máximo do dito primeiro harmônico "1Hr". Esses dispositivos, por exemplo, são implementados no próprio dispositivo 2 e são capazes de fazer o pneu 3 girar, ou feitos como parte de uma máquina independente.

20 A figura 7, a título de exemplo, ilustra a força radial "RF" medida e a resolução desta força radial "RF" no primeiro harmônico "1Hr" e no segundo harmônico "2Hr". Este desenho também mostra a variação na força radial "RFV" e a variação no primeiro harmônico "1HrV"

Depois de computar a detecção supramencionada e a resolução relativa da força radial "RF", o ponto "Pmax" (mostrado nos desenhos anexos) é identificado e marcado no pneu 3, correspondente ao "Max1Hr" máximo do primeiro harmônico "1Hr".

O pneu 3 subsequentemente é submetido a um processo de retificação por meio da remoção de material dos ressaltos 8 da banda de

rodagem 9 do pneu 3 em um arco 12 que subtende um ângulo principal " α " menor que 360° posicionado em qualquer lado do ponto máximo "Pmax" do primeiro harmônico "1Hr". Em outras palavras, o bissetor do ângulo principal " α " coincide com o raio do pneu 3 que passa pelo ponto máximo "Pmax" do primeiro harmônico "1Hr". Preferivelmente, o ângulo principal supramencionado " α " é entre cerca de 160° e cerca de 240° e, ainda mais preferivelmente, entre cerca de 180° e cerca de 220° .

De acordo com uma modalidade preferida, o ângulo principal " α " é um pouco mais que 180° , de forma que a usinagem também tenham um efeito em pelo menos um do "Max2Hr" máximo do segundo harmônico "2Hr", dado que, de qualquer maneira, pelo menos um dos máximos do segundo harmônico "2Hr" tem uma diferença de fase máxima com relação ao "Max1Hr" máximo do primeiro harmônico de 90° (figura 7).

Além disso, o estágio supramencionado de remoção é realizado removendo-se de cada um dos ressaltos 8 porções circunferenciais discretas 7 do arco 12, com profundidades diferenciadas de remoção que crescem das extremidades opostas 12a, 12b do arco 12 em direção ao ponto máximo "Pmax" do primeiro harmônico "1Hr".

Em outras palavras, a profundidade de remoção é no seu máximo na área do ponto máximo "Pmax" e diminui pouco a pouco ao aproximar-se das extremidades 12a, 12b do arco 12.

A figura 2 ilustra esquematicamente o pneu 3 no final da usinagem. Nos desenhos anexos, a dimensão radial das porções circunferenciais discretas 7 removidas foi deliberadamente aumentada em comparação com a usinagem real, a fim de ilustrar melhor a invenção. A remoção das porções discretas 7 gera no ressalto 8 um perfil "escalonado" formado de superfícies curvas adjacentes 13 com seu centro no eixo de rotação "X" do pneu 3.

Na realidade, o perfil e as dimensões do retificador 6 não

produzem os degraus ilustrados, mas, preferivelmente, as superfícies curvas adjacentes 13 geradas pela remoção de porções discretas 7 acabam conectadas uma na outra.

5 As superfícies curvas 13 dão origem a um perfil simétrico com relação a um raio que passa pelo ponto máximo "Pmax" identificado no pneu 3.

10 Cada uma das superfícies curvas 13 preferivelmente subtende um ângulo secundário " β " entre cerca de 10° e cerca de 30° , mais preferivelmente entre cerca de 15° e cerca de 20° . Os ângulos secundários " β " podem ser iguais entre si, ou diferentes.

15 Preferivelmente, a remoção de uma primeira porção circunferencial discreta 7a localizada em qualquer lado do raio que passa pelo ponto máximo "Pmax" do primeiro harmônico "1Hr" é realizada para uma espessura radial máxima " $S_{\max}$ " entre cerca de 0,4 mm e 1,2 mm e, mais preferivelmente, entre cerca de 0,6 mm e cerca de 0,8 mm. Preferivelmente, além disso, a remoção de segundas porções circunferenciais discretas 7b localizadas em proximidade com as extremidades opostas 12a, 12b do arco 12 é realizada para uma espessura radial mínima " $S_{\min}$ " entre cerca de 0,01 mm e 0,1 mm e, mais preferivelmente, entre cerca de 0,03 mm e cerca de 0,08 mm.

20 Finalmente, preferivelmente, cada porção circunferencial discreta 7 apresenta uma variação na espessura radial " ΔS " com relação à porção circunferencial discreta seguinte e/ou anterior 7 entre cerca de 0,01 mm e cerca de 0,1 mm, mais preferivelmente entre cerca de 0,03 mm e cerca de 0,08 mm.

25 De qualquer maneira, a magnitude do ângulo principal " α ", isto é, a extensão do arco 12, a magnitude dos ângulos secundários " β " e, conseqüentemente, seu número, e as profundidades de usinagem " $S_{\min}$ ", " $S_{\max}$ " e " ΔS " são todos parâmetros que podem ser ajustados com base nas características do pneu 3 e da força radial "RF" detectada.

A usinagem no pneu 3, tal como anteriormente descrito, pode ser realizada usando dispositivos dedicados para mover o retificador 6 com relação ao pneu 3 de acordo com diferentes modalidades. Com este propósito, preferivelmente, os movimentos do retificador e do aro 4 no qual o pneu 3 é montado são controlados por uma unidade de controle eletrônica, não ilustrada.

De acordo com uma modalidade, o pneu 3 suportado pelo eixo 5 oscila por meio do motor, não ilustrado, em torno de seu próprio eixo de rotação "X" (figuras 3a, 3b e 3c) começando de um ângulo de oscilação máximo " $\gamma_{\max}$ ", através de ângulos de oscilação decrescentes " γ ", até um ângulo de oscilação mínimo " $\gamma_{\min}$ ". Essas oscilações são preferivelmente simétricas em relação à posição do retificador 6.

A cada variação " $\Delta\gamma$ " do ângulo de oscilação " γ ", o retificador 6 avança em direção ao pneu 3 para gerar o perfil formado pelas superfícies curvas adjacentes 13.

As figuras anexas 3a, 3b e 3c mostram os ângulos " $\Delta\gamma/2$ " cuja soma fornece a variação " $\Delta\gamma$ " no ângulo de oscilação.

Preferivelmente, o retificador 6 avança em direção ao pneu 3 a cada variação " $\Delta\gamma$ " no ângulo de oscilação " γ " e um intervalo "p" entre cerca de 0,01 mm e cerca de 0,1 mm, mais preferivelmente entre cerca de 0,03 mm e cerca de 0,08 mm.

Com mais detalhes, enquanto o pneu 3 oscila descrevendo o ângulo de oscilação máximo " $\gamma_{\max}$ " com um ou mais passes, o retificador 6 é posto em encaixe contra os ressaltos 8, de maneira a remover uma espessura predefinida correspondente à espessura radial mínima " $S_{\min}$ " supramencionada. A figura 3a representa o retificador 6 trabalhando no pneu 3 em um momento intermediário do estágio supramencionado de remoção da espessura mínima " $S_{\min}$ ", enquanto o pneu 3 está girando no sentido horário "V1". Como se pode notar olhando para a figura 3a, a porção do pneu 3

localizada acima do retificador 6 já está desprovida da espessura mínima " $S_{\min}$ ", enquanto a porção abaixo do retificador 6 continua ainda sem ser usinada.

Depois do término do primeiro estágio de remoção, o retificador 6 avança em direção ao pneu 3 um intervalo " p " para remover material com maior profundidade, e o pneu 3 oscila descrevendo um ângulo " γ " menor que o ângulo máximo " $\gamma_{\max}$ ", neste caso também com um ou mais passes, dando origem à situação ilustrada na figura 3b. Na figura 3b, o retificador 6 está em um estágio intermediário de remoção de material até a maior profundidade mencionada, enquanto o pneu 3 gira no sentido anti-horário "V2". Em particular, como se pode notar olhando para a figura 3b, a porção do pneu 3 localizada abaixo do retificador 6 já está desprovida da espessura adicional, enquanto a porção acima do retificador 6 permanece ainda sem ser usinada.

Este estágio é repetido até que o ângulo de oscilação mínimo " $\gamma_{\min}$ " seja atingido, correspondente à máxima espessura de usinagem radial " $S_{\max}$ " supramencionada (figura 3c). Na figura 3c, o retificador 6 está em um estágio intermediário de remoção de material até a profundidade máxima, enquanto o pneu 3 gira no sentido horário "V1".

De acordo com uma variante da modalidade supradescrita (figuras 4a, 4b e 4c), o pneu 3 suportado pelo eixo 5 é posto em movimento começando de um ângulo de oscilação mínimo " $\gamma_{\min}$ ", através de ângulos de oscilação crescentes " γ " até um ângulo de oscilação máximo " $\gamma_{\max}$ ". Essas oscilações são preferivelmente simétricas em relação à posição do retificador 6.

A cada variação " $\Delta\gamma$ " do ângulo de oscilação " γ ", o retificador 6 é retraído, em outras palavras, ele é retirado do pneu 3, em um intervalo " p ".

As figuras 4a, 4b e 4c anexas mostram os ângulos " $\Delta\gamma/2$ " cuja soma fornece a variação " $\Delta\gamma$ " no ângulo de oscilação.

Preferivelmente, o retificador 6 é retraído do pneu 3 a cada variação " $\Delta\gamma$ " no ângulo de oscilação " γ " em um intervalo " p " entre cerca de 0,01 e cerca de 0,1 mm, mais preferivelmente entre cerca de 0,03 mm e cerca de 0,08 mm.

5 Com mais detalhes, enquanto o pneu 3 oscila descrevendo o ângulo de oscilação mínimo " $\gamma_{\min}$ " com um ou mais passes, o retificador 6 é colocado em encaixe contra os ressaltos 8, de maneira a remover uma espessura predefinida correspondente à espessura radial máxima " $S_{\max}$ " supramencionada, ilustrada na figura 4a. A figura 4a representa o retificador 6
10 trabalhando no pneu 3 em um momento intermediário do estágio supramencionado de remoção da espessura máxima " $S_{\max}$ " enquanto o pneu 3 está girando no sentido horário " $V1$ ".

Depois do término do primeiro estágio de remoção, o retificador 6 é retraído no intervalo " p " para remover material com menos
15 profundidade, e o pneu 3 é posto em movimento descrevendo um ângulo " γ " maior que o ângulo mínimo " $\gamma_{\min}$ ", neste caso também com um ou mais passes, dando origem à situação ilustrada na figura 4b. Na figura 4b, o retificador 6 está em um estágio final de remoção de material na menor profundidade mencionada, enquanto o pneu 3 gira no sentido anti-horário
20 " $V2$ ".

Este estágio é repetido até que o ângulo de oscilação máximo " $\gamma_{\max}$ " seja atingido, correspondente à espessura de usinagem radial mínima " $S_{\min}$ " supramencionada (figura 4C). Na figura 4C, o retificador 6 está em um estágio final de remoção de material até a profundidade mínima, enquanto o
25 pneu 3 gira no sentido horário " $V1$ ".

Com referência tanto à modalidade quanto a sua variante supradescrita, o ângulo de oscilação máximo " $\gamma_{\max}$ " é preferivelmente entre cerca de 160° e cerca de 240° , mais preferivelmente entre cerca de 180° e cerca de 220° .

O ângulo de oscilação mínimo " $\gamma_{\min}$ " é preferivelmente entre cerca de 20° e cerca de 60° , mais preferivelmente entre cerca de 30° e cerca de 40° .

A variação " $\Delta\gamma$ " no ângulo de oscilação " γ " é preferivelmente entre cerca de 20° e cerca de 60° , mais preferivelmente entre cerca de 30° e cerca de 40° .

De acordo com uma modalidade adicional (figuras 5a, 5b, 5c e 5d), o pneu 3 é rotacionado continuamente em torno de seu próprio eixo de rotação "X" em uma direção pré-definida "V", enquanto o retificador 6 move-se entre uma posição retraída de repouso (figura 5b) e uma posição avançada de encaixe no pneu 3 (figuras 5a, 5c e 5d) com profundidades decrescentes de trabalho.

Na posição avançada, o retificador 6 trabalha a uma profundidade máxima enquanto o pneu 3 desloca através de um arco mínimo de encaixe no retificador 6 subtendendo um ângulo mínimo " $\delta_{\min}$ ", enquanto posicionado em qualquer lado do ponto máximo " $P_{\max}$ " do primeiro harmônico "1Hr" (figura 5a).

O retificador 6 trabalha a uma profundidade mínima enquanto o pneu 3 desloca através de um arco máximo de encaixe no retificador 6 subtendendo um ângulo máximo " $\delta_{\max}$ ", enquanto posicionado em qualquer lado do ponto máximo " $P_{\max}$ " do primeiro harmônico "1Hr" (figura 5c). O retificador 6 trabalha a profundidades decrescentes enquanto o pneu 3 desloca através dos arcos de encaixe no retificador 6 com variações que diminuem do arco mínimo até o arco máximo.

Preferivelmente, quando a posição avançada de encaixe no pneu 3 é atingida, o retificador 6 é retraído do pneu 3 a cada variação no arco de encaixe por um intervalo "p" entre cerca de 0,01 mm e cerca de 0,1 mm, mais preferivelmente entre cerca de 0,03 mm e cerca de 0,08 mm.

Com referência às figuras 5a-5d, enquanto o pneu 3 gira no

sentido horário "V", o retificador 6 é posto em encaixe contra os ressaltos 8 ao longo do arco mínimo subtendendo o ângulo mínimo " $\delta_{\min}$ " de forma a remover uma espessura predefinida correspondente à espessura radial máxima " $S_{\max}$ " supramencionada, ilustrada na figura 5a, e é retraído do pneu 3 enquanto o pneu 3 em si completa sua própria revolução de 360° , de maneira a não usinar a porção restante dos ressaltos 8, como ilustrado na figura 5b. Em particular, na figura 5a, o retificador 6 está em um estágio final de remoção da porção com a espessura radial máxima " $S_{\max}$ ".

Depois do término do primeiro estágio de remoção, enquanto o pneu 3 continua girar na mesma direção "V", o retificador 6 entra em encaixe com os ressaltos 8 ao longo de um arco que subtende um ângulo de encaixe " δ ", maior que o arco mínimo e com uma profundidade de trabalho menor que a anterior, dando origem à configuração ilustrada na figura 5c. Na figura 5c, o retificador 6 está no final de um segundo estágio de remoção. Este desenho também mostra o deslocamento do retificador 6 no intervalo "p" com relação à posição assumida pelo retificador 6 durante a usinagem mostrada na figura 5a. Esses passes são repetidos até que o arco máximo seja usinado para a espessura de usinagem mínima " $S_{\min}$ " supramencionada (figura 5d). Na figura 5d, o retificador 6 está no final do estágio de remoção da porção com a espessura radial mínima " $S_{\min}$ ". Este desenho também mostra o deslocamento do retificador 6 no intervalo "p" com relação à posição assumida pelo retificador 6 durante a usinagem anterior.

De acordo com uma variante da modalidade adicional supradescrita (figuras 6a, 6b, 6c e 6d), enquanto o pneu 3 é rotacionado continuamente na direção pré-definida "V", o retificador 6 move-se/oscila entre uma posição retraída de repouso (figura 6b) e uma posição avançada de encaixe no pneu 3 (figuras 6a, 6c e 6d) com profundidades crescentes de trabalho.

Na posição avançada, o retificador 6 trabalha a uma

profundidade mínima enquanto o pneu 3 desloca através de um arco máximo de encaixe no retificador 6 posicionado em qualquer lado do ponto máximo " $P_{\max}$ " do primeiro harmônico "1Hr" (figura 6a); o retificador 6 trabalha a uma profundidade máxima enquanto o pneu 3 desloca através de um arco mínimo de encaixe no retificador 6 posicionado em torno do ponto máximo do primeiro harmônico "1Hr" (figura 6d); e trabalha a profundidades crescentes enquanto o pneu 3 desloca em arcos de encaixe no retificador 6 com variações que diminuem do arco máximo até o mínimo.

Preferivelmente, quando a posição avançada de encaixe no pneu 3 é atingida, o retificador 6 avança em direção ao pneu 3 a cada variação no arco de encaixe em um intervalo " p " entre cerca de 0,01 mm e cerca de 0,1 mm, mais preferivelmente entre cerca de 0,03 mm e cerca de 0,08 mm.

Com mais detalhes, enquanto o pneu 3 gira, o retificador 6 entra em encaixe com os ressaltos 8 ao longo do arco máximo, subtendendo um ângulo de encaixe máximo " $\delta_{\max}$ " de maneira a remover uma espessura predefinida correspondente à espessura radial mínima " $S_{\min}$ " supramencionada, ilustrada na figura 6a, e é retraído do pneu 3 enquanto pneu 3 em si completa sua própria revolução de 360° , de maneira a não usinar a porção restante dos ressaltos 8, como ilustrado na figura 6b.

Depois do término deste primeiro estágio de remoção, enquanto o pneu 3 continua girar, o retificador 6 entra em encaixe com os ressaltos 8 ao longo de um arco menor que o arco máximo e com uma profundidade de trabalho maior que a anterior, dando origem à configuração ilustrada na figura 6c.

Este estágio é repetido até que o arco mínimo seja usinado, subtendendo um ângulo de encaixe mínimo " $\delta_{\min}$ ", para a espessura de usinagem radial máxima " $S_{\max}$ " supramencionada (figura 6d). As figuras 6c e 6d também mostram o deslocamento do retificador 6 no intervalo " p " com relação à posição assumida pelo retificador 6 durante a usinagem anterior.

Com referência tanto à modalidade adicional quanto à sua variante supradescrita, o ângulo de encaixe máximo " $\delta_{\max}$ " é preferivelmente entre cerca de 160° e cerca de 240° , mais preferivelmente entre cerca de 180° e cerca de 220° . Além disso, o ângulo de oscilação mínimo " $\delta_{\min}$ " é
 5 preferivelmente entre cerca de 20° e cerca de 60° e, mais preferivelmente, entre cerca de 30° e cerca de 40° .

Preferivelmente, além disso, a variação no arco de encaixe no retificador 6 subtende uma variação " $\Delta \delta$ " no ângulo de encaixe " δ " entre
 10 cerca de 20° e cerca de 60° , mais preferivelmente entre cerca de 30° e cerca de 40° .

As figuras anexas 5a-5d e 6a-6e mostram os ângulos " $\Delta \delta/2$ " cuja soma fornece a variação " $\Delta \delta$ " no ângulo de encaixe no retificador 6.

A título de exemplo, as três tabelas a seguir mostram valores relativos a três processos de retificação, dois para comparação e um de acordo
 15 com a invenção.

As tabelas A1 e A2 mostram valores relativos a processos de retificação realizados removendo-se uma espessura constante e uniforme de material dos ressaltos do pneu em um arco de 180° .

A tabela B por outro lado mostra valores relativos ao processo
 20 de retificação de acordo com a invenção. Em cada tabela, cada uma das fileiras representa um pneu. A segunda coluna a partir da esquerda indica os valores para a variação "RFV" antes do processo de retificação, isto é, depois da vulcanização. A terceira coluna indica os valores para "RFV" depois da usinagem. A quarta coluna indica a variação em "RFV" entre antes e depois
 25 do processo de retificação. A quinta coluna a partir da esquerda indica os valores para "1HrV" antes do processo de retificação, isto é, depois da vulcanização. A sexta coluna indica os valores para "1HrV" depois do processo de retificação. A sétima coluna indica a variação em "1HrV" entre antes e depois do processo de retificação.

Em virtude de um pneu poder ser usado como equipamento original, é necessário que o valor "RFV" e o valor de "1HrV" não excedam patamares pré-definidos. Nos exemplos mostrados, esses patamares foram fixados em valores respectivamente de 115 N e 70 N.

5 **Tabela A1 (Comparação)**

	Antes de RFV	Depois de RFV	Δ RFV	Antes de 1BrV	Depois de 1HrV	Δ HrV
1	128	108	20	45	33	12
2	138	113	25	59	28	31
3	125	133	-8	59	36	23
4	146	132	14	74	36	38
5	153	125	28	125	87	39
6	120	115	5	111	73	38
7	140	115	25	123	86	38
8	125	107	18	111	56	55
9	137	140	-3	114	109	5
10	113	96	17	94	58	36
	132,5	118,4	14,1	91,6	60,1	31,5

Tabela A2 (Comparação)

	Antes de RFV	Depois de RFV	Δ RFV	Antes de 1BrV	Depois de 1HrV	Δ HrV
1	114	87	27	77	74	3
2	85	61	24	67	26	41
3	116	108	8	55	32	23
4	116	112	4	77	60	17
5	110	124	-14	89	115	-26
6	96	87	9	80	70	10
7	97	79	18	81	63	18
8	125	145	-20	80	109	-29
9	144	10	43	106	77	29
	111,4	100,4	11,0	79,1	69,6	9,6

Como se pode notar pela tabela A1, antes de a usinagem ser realizada, a remoção de uma espessura constante em um ângulo de 1800°, oito pneus (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) têm "RFV" fora dos limites e sete (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) têm "1HrV" fora dos limites. Depois da usinagem, quatro pneus (3, 4, 5, 9) ainda têm "RFV" fora dos limites e três pneus (5, 6 e 9) ainda têm limites externos de "1HrV".

Como se pode notar pela tabela A2, antes de a usinagem ser realizada, a remoção de uma espessura constante em um ângulo de 180°,

quatro pneus (3, 4, 8, 9) têm "RFV" fora dos limites e sete (1, 4, 5, 6, 7, 8, 9) têm "1HrV" fora dos limites. Depois da usinagem, quatro pneus (3, 4, 5, 9) ainda têm um "RFV" fora dos limites e três pneus (5, 6 e 9) ainda têm um "1HrV" fora dos limites.

- 5 Como se pode notar pela tabela A2, antes de a usinagem ser realizada, a remoção de uma espessura constante em um ângulo de 180° , quatro pneus (3, 4, 8, 9) têm um "RFV" fora dos limites e sete (1, 4, 5, 6, 7, 8, 9) têm um "1HrV" fora dos limites. Depois da usinagem, dois pneus (8 e 9) ainda têm um "RFV" fora dos limites e três pneus (5, 8 e 9) ainda têm um
- 10 "1HrV" fora dos limites.

Tabela B (Invenção)

	Antes de RFV	Depois de RFV	Δ RFV	Antes de 1HrV	Depois de 1HrV	Δ HrV
1	125	107	18	97	3	94
2	124	91	33	105	64	41
3	126	78	48	86	20	66
4	121	95	26	94	63	31
5	111	97	14	75	62	13
6	96	55	41	67	33	34
7	104	71	33	75	25	50
8	110	108	2	79	50	29
9	113	100	13	59	35	24
10	102	63	39	74	46	28
11	100	98	2	71	55	16
12	111	94	17	87	65	22
13	121	91	30	89	61	28
14	132	73	59	102	39	63
15	97	43	54	81	16	65
16	126	114	12	84	47	37
17	119	91	28	82	45	37
18	123	87	56	88	46	42
	111,4	85,3	29,2	83,1	43,1	40,0

- 15 Como se pode notar pela tabela B, antes de o processo de retificação ser realizado de acordo com a invenção, removendo material em um ângulo de 180° , nove pneus (1, 2, 3, 4, 13, 14, 16, 17, 18) têm um "RFV" fora dos limites e dezesseis (1-5, 7, 8, 10-18) têm um "1HrV" fora dos limites. Depois de o processo de retificação ser realizados de acordo com a presente invenção, todos os pneus têm um "RFV" e "1HrV" dentro dos limites.

Na tabela A1, a redução média de "RFV" depois de a usinagem ser realizada (removendo uma espessura constante em um ângulo de 180°) é 14,1 N, e a redução média de "1HrV" é 31,5 N.

5 Na tabela A2, a redução média de "RFV" depois de a usinagem ser realizada (removendo uma espessura constante em um ângulo de 180°) é 11,0 N e a redução média de "1HrV" é 9,6 N.

Como se pode notar pela tabela B, a redução média de "RFV" e "1HrV" depois da usinagem de acordo com a invenção é 29,2 N e 40,0 N, respectivamente.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para retificar pneu, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

5 detectar a curva da força radial (RF) de um pneu (3);
 calcular o primeiro harmônico (1Hr) da dita força radial;
 identificar no pneu (3) um ponto (Pmax) correspondente ao
 máximo (Max1Hr) do dito primeiro harmônico (1Hr);

10 remover material da banda de rodagem (9) do pneu (3) em um
 arco (12) que subtende um ângulo principal (α) posicionado em qualquer lado
 do ponto máximo (Pmax) do primeiro harmônico (1Hr);

15 em que o estágio de remoção é realizado removendo-se da
 banda de rodagem (9) porções circunferenciais discretas (7) do arco (12) com
 profundidades diferenciadas de remoção que aumentam das extremidades
 opostas (12a, 12b) do dito arco (12) em direção ao ponto máximo (Pmax) do
 primeiro harmônico (1Hr).

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado
pelo fato de que o ângulo principal (α) é menor ou igual a 240° .

3. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado
pelo fato de que o ângulo principal (α) é maior ou igual a 180° .

20 4. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado
 pelo fato de que material é removido de pelo menos um dos ressaltos (8) da
 banda de rodagem (9).

25 5. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado
 pelo fato de que material é removido de cada um dos ressaltos (8) da banda de
 rodagem (9).

6. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado
pelo fato de que a remoção de porções circunferenciais discretas (7) gera
superfícies correspondentes (13) centralizadas no eixo de rotação (X) do pneu
(3).

7. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a remoção de porções circunferenciais discretas (7) gera superfícies curvas (13) com um perfil simétrico com relação a um raio (r) que passa pelo ponto máximo (Pmax).

5 8. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, na área de uma primeira porção circunferencial discreta (7a) localizada em qualquer lado do ponto máximo (Pmax), material com uma espessura radial máxima (S_{max}) de 1,2 mm ou menos é removido.

10 9. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, na área da primeira porção circunferencial discreta (7a) localizada em qualquer lado do ponto máximo (Pmax), material com uma espessura radial máxima (S_{max}) de 0,4 mm ou mais é removido.

10. Aparelho para retificar pneu, caracterizado pelo fato de que compreende:

15 dispositivos para medir a força radial (RF) de um pneu (3), calcular o primeiro harmônico da dita força radial (RF) e identificar no pneu (3) um ponto correspondente ao máximo (Max1Hr) do dito primeiro harmônico (1Hr);

20 um dispositivo (2) para fazer o pneu (3) girar em torno de seu próprio eixo de rotação (X);

 um dispositivo de remoção (6) com superfícies de trabalho (11) que podem se encaixar em uma banda de rodagem (9) do dito pneu (3);

 dispositivos para mover o dito dispositivo de remoção (6) com relação ao pneu (3);

25 um dispositivo capaz de controlar o movimento do dito dispositivo de remoção (6), de maneira a remover material da banda de rodagem (9) do pneu (3) sob um arco (12) que subtende um ângulo principal (α) posicionado em qualquer lado do ponto máximo (Pmax) do primeiro harmônico (1Hr), removendo-se da banda de rodagem (9) porções

circunferenciais discretas (7) do arco (12) com profundidades diferenciadas de remoção que aumentam das extremidades opostas (12a, 12b) do dito arco (12) em direção ao ponto máximo (Pmax) do primeiro harmônico (1Hr).

5 11. Aparelho de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o pneu (3) é posto em oscilação, começando de um ângulo de oscilação máximo ($\gamma_{\max}$), através de ângulos de oscilação (γ) que diminuem até um ângulo de oscilação mínimo ($\gamma_{\min}$), e o dispositivo de remoção (6) avança em direção ao pneu (3) a cada variação ($\Delta\gamma$) do ângulo de oscilação (γ).

10 12. Aparelho de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o pneu (3) é posto em oscilação, começando de um ângulo de oscilação mínimo ($\gamma_{\min}$), através de ângulos de oscilação (γ) que aumentam até um ângulo de oscilação máximo ($\gamma_{\max}$), e o dispositivo de remoção (6) é retraído do pneu (3) a cada variação ($\Delta\gamma$) do ângulo de oscilação.

15 13. Aparelho de acordo com a reivindicação 11 ou 12, caracterizado pelo fato de que o ângulo de oscilação máximo ($\gamma_{\max}$) é menor ou igual a 240° .

20 14. Aparelho de acordo com a reivindicação 11 ou 12, caracterizado pelo fato de que o ângulo de oscilação máximo ($\gamma_{\max}$) é maior ou igual a 180° .

15. Aparelho de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de remoção (6) avança em direção ao pneu (3) a cada variação ($\Delta\gamma$) do ângulo de oscilação (γ) em um intervalo (p) menor ou igual a 0,01 mm.

25 16. Aparelho de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de remoção (6) avança em direção ao pneu (3) a cada variação ($\Delta\gamma$) do ângulo de oscilação (γ) em um intervalo (p) menor ou igual a 0,08 mm.

17. Aparelho de acordo com a reivindicação 10, caracterizado

pelo fato de que o pneu (3) é posto em rotação continuamente em uma direção pré-definida (V), e o dispositivo de remoção (6) é posto em movimento entre uma posição retraída de repouso e uma posição avançada de encaixe no pneu (3) com profundidades decrescentes de trabalho; na posição avançada, com o dispositivo de remoção (6) trabalhando a uma profundidade máxima enquanto o pneu (3) desloca através de um arco mínimo de encaixe no dispositivo de remoção (6) posicionado em qualquer lado do ponto máximo (Pmax) do primeiro harmônico (1Hr); trabalhando a uma profundidade mínima enquanto o pneu (3) desloca através de um arco máximo de encaixe no dispositivo de remoção (6) posicionado em qualquer lado do ponto máximo (Pmax) do primeiro harmônico (1Hr); e trabalhando a profundidades decrescentes enquanto o pneu (3) desloca através de arcos de encaixe no dispositivo de remoção (6), com variações crescentes do arco mínimo até o arco máximo.

18. Aparelho de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o pneu (3) é posto em rotação continuamente em uma direção pré-definida (V), e o dispositivo de remoção (6) é posto em movimento entre uma posição retraída de repouso e uma posição avançada de encaixe no pneu (3) com profundidades crescentes de trabalho; na posição avançada, com o dispositivo de remoção (6) trabalhando a uma profundidade mínima enquanto o pneu (3) desloca através de um arco máximo de encaixe no dispositivo de remoção (6) posicionado em qualquer lado do ponto máximo (Pmax) do primeiro harmônico (1Hr); trabalhando a uma profundidade máxima enquanto o pneu (3) desloca através de um arco mínimo de encaixe no dispositivo de remoção (6) posicionado em qualquer lado do ponto máximo (Pmax) do primeiro harmônico (1Hr); e trabalhando a profundidades crescentes enquanto o pneu (3) desloca através de arcos de encaixe no dispositivo de remoção (6), com variações que diminuem do arco máximo até o arco mínimo.

19. Aparelho de acordo com as reivindicações 17 ou 18, caracterizado pelo fato de que o arco máximo de encaixe no dispositivo de

remoção (6) subtende um ângulo de encaixe máximo ($\delta_{\max}$) menor ou igual a 240° .

5 20. Aparelho de acordo com a reivindicação 17 ou 18, caracterizado pelo fato de que o ângulo de encaixe máximo no dispositivo de remoção (6) subtende um ângulo de encaixe máximo ($\delta_{\max}$) maior ou igual a 180° .

10 21. Aparelho de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que, na posição de encaixe avançada no pneu (3), o dispositivo de remoção (6) avança em direção ao pneu (3) a cada variação do ângulo de encaixe em um intervalo (p) menor ou igual a 0,1 mm.

22. Aparelho de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que, na posição avançada de encaixe no pneu (3), o dispositivo de remoção (6) avança em direção ao pneu (3) a cada variação do arco de encaixe em um intervalo (p) menor ou igual a 0,08 mm.

FIG 1

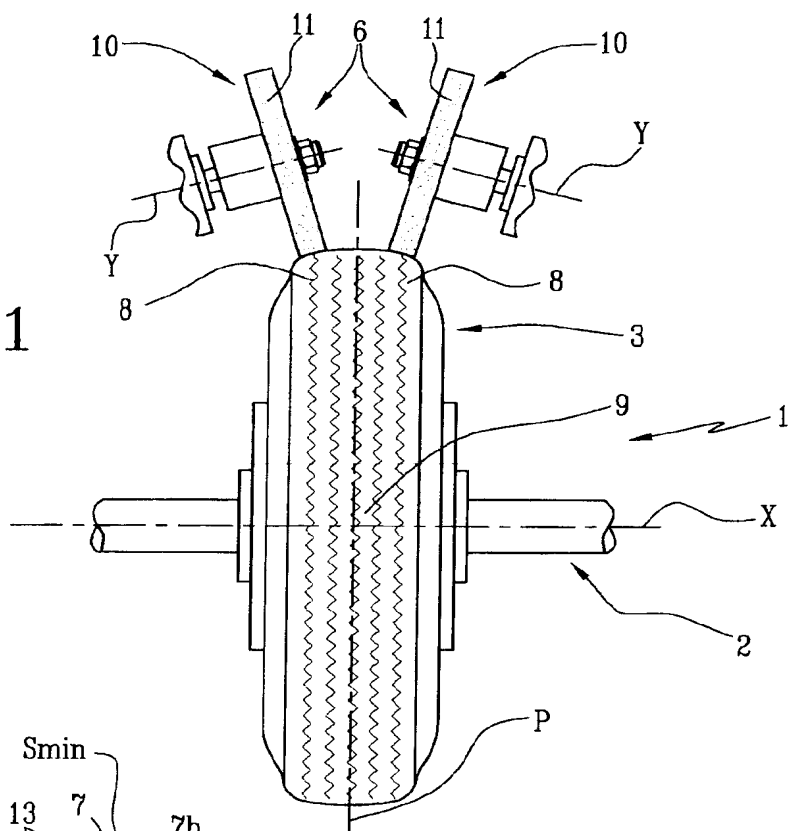
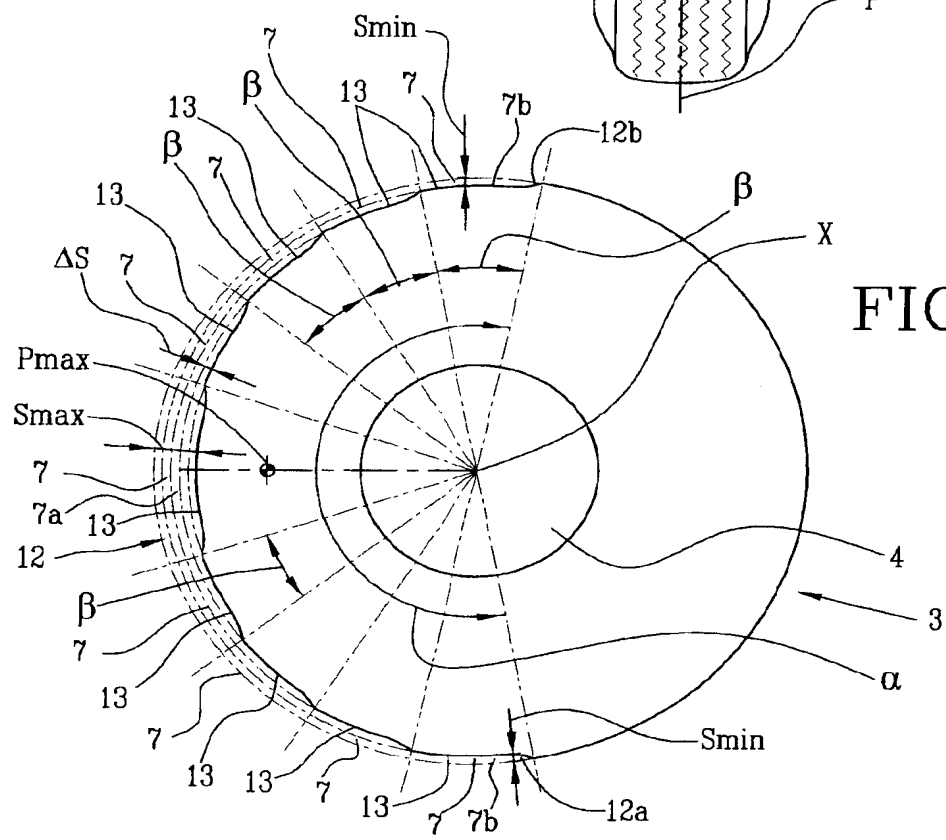


FIG 2



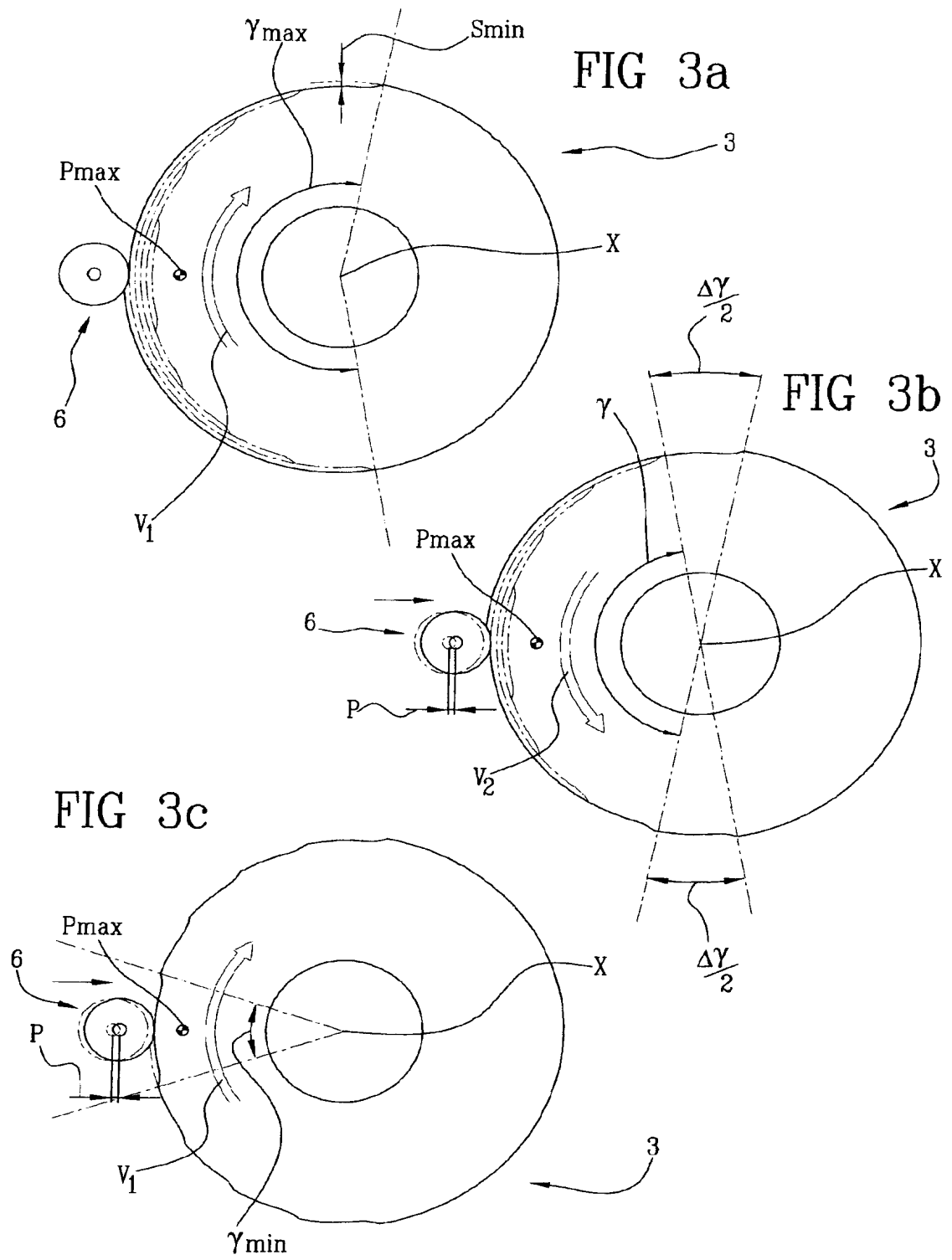


FIG 4a

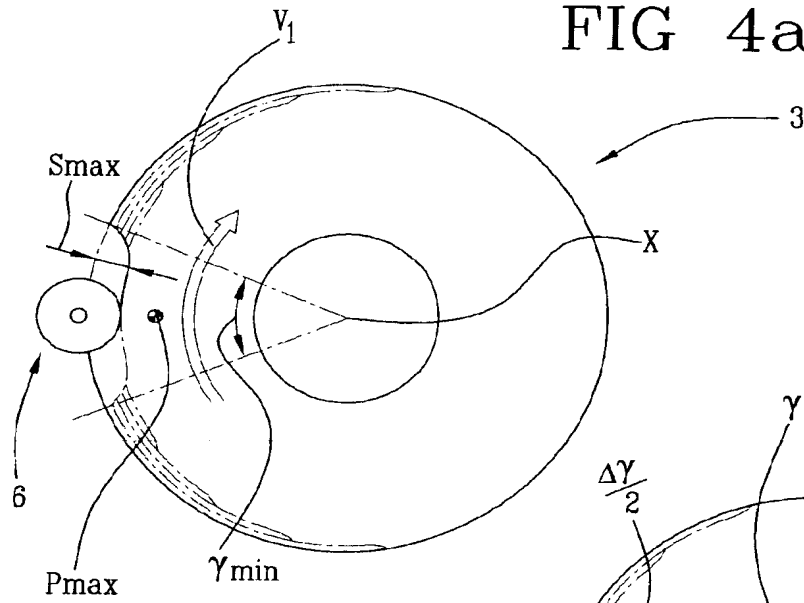


FIG 4b

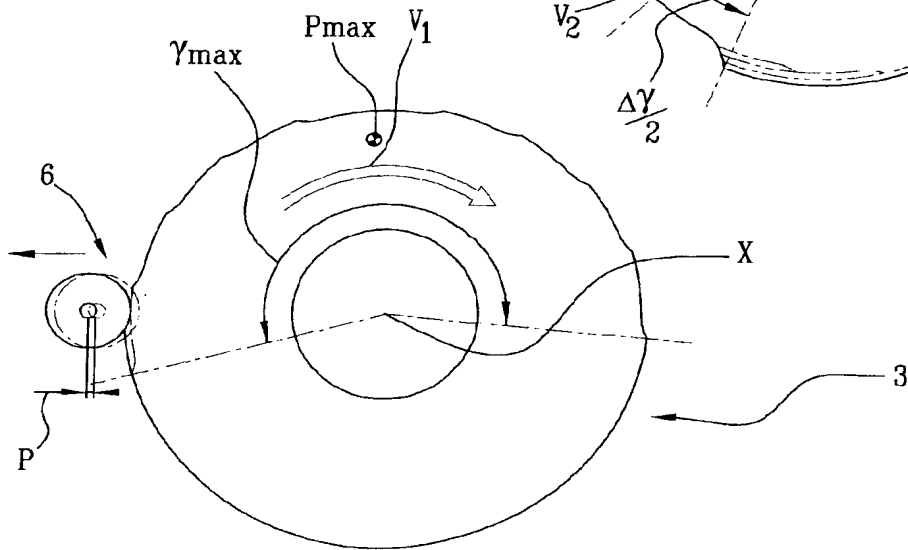
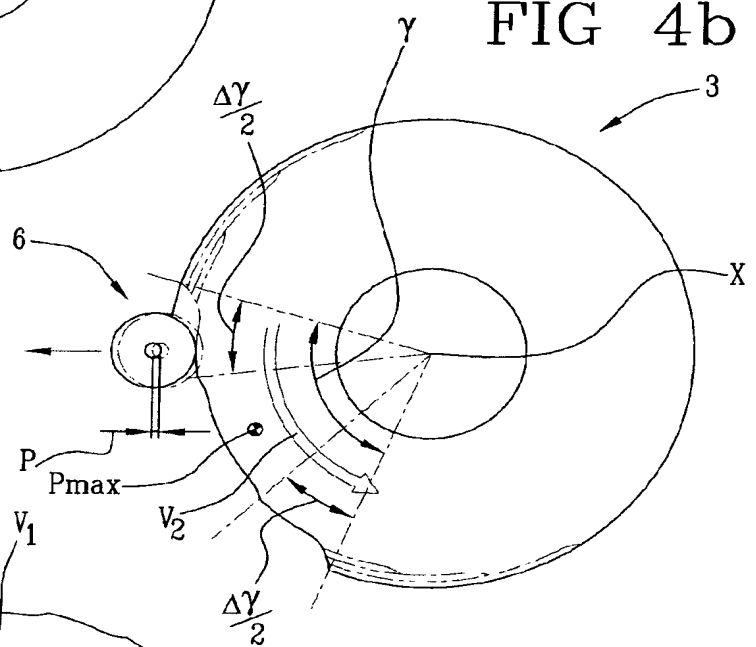


FIG 4c

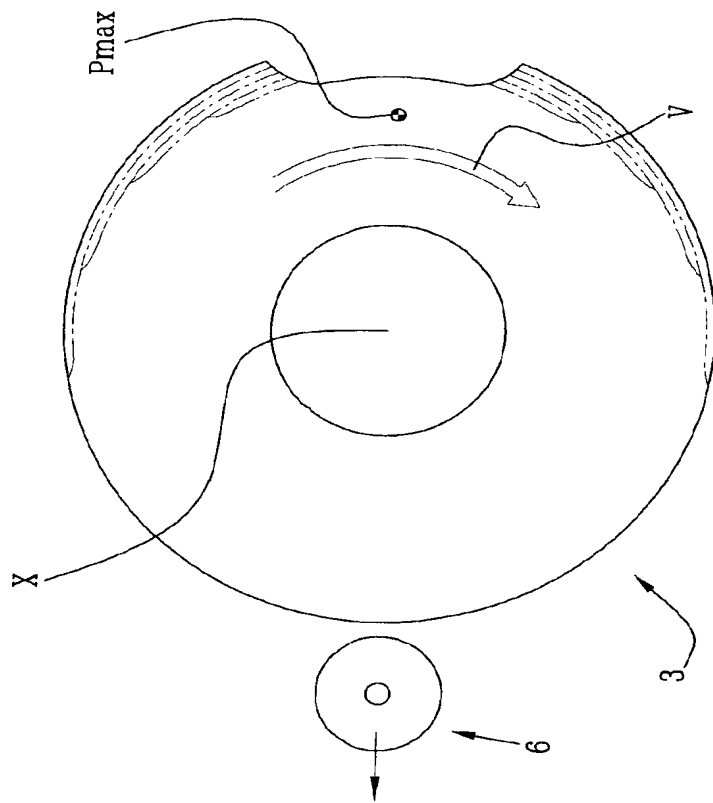
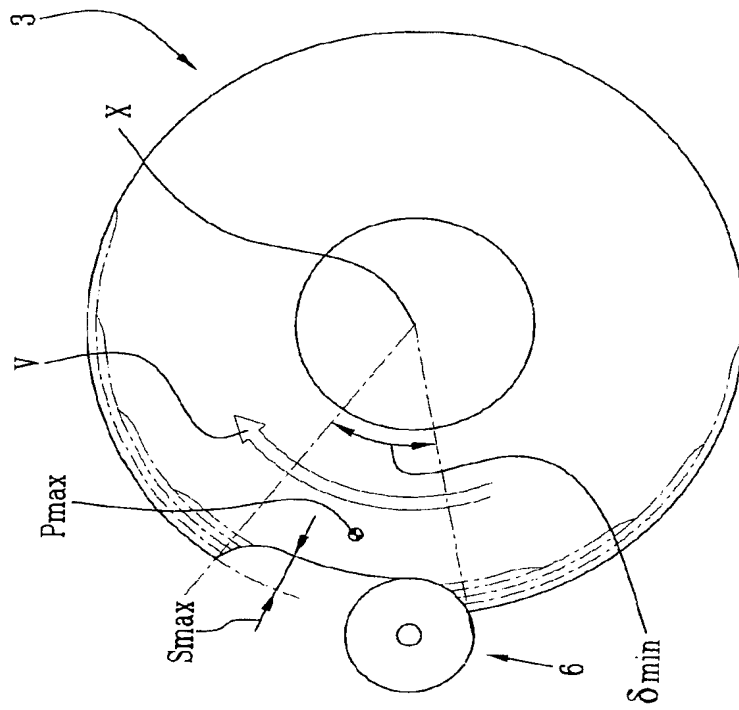
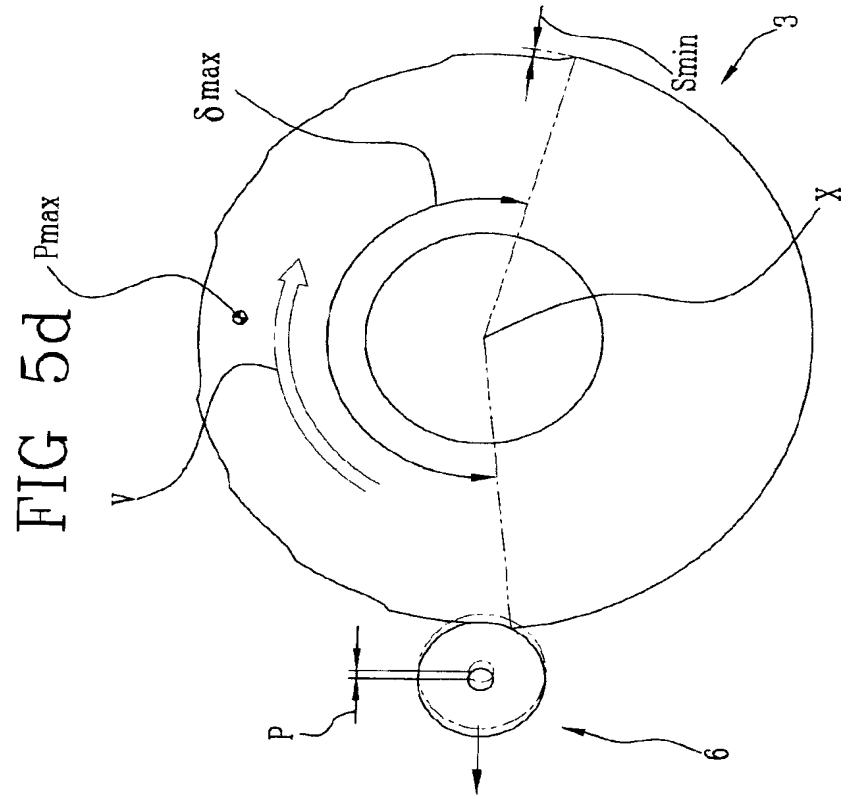
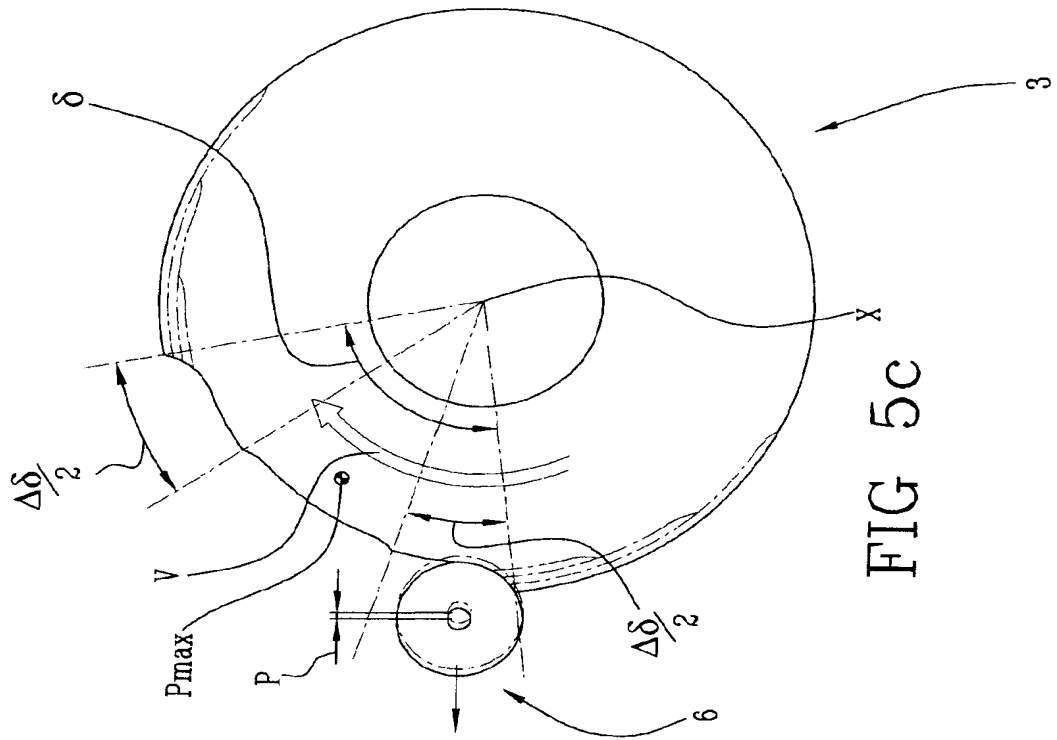
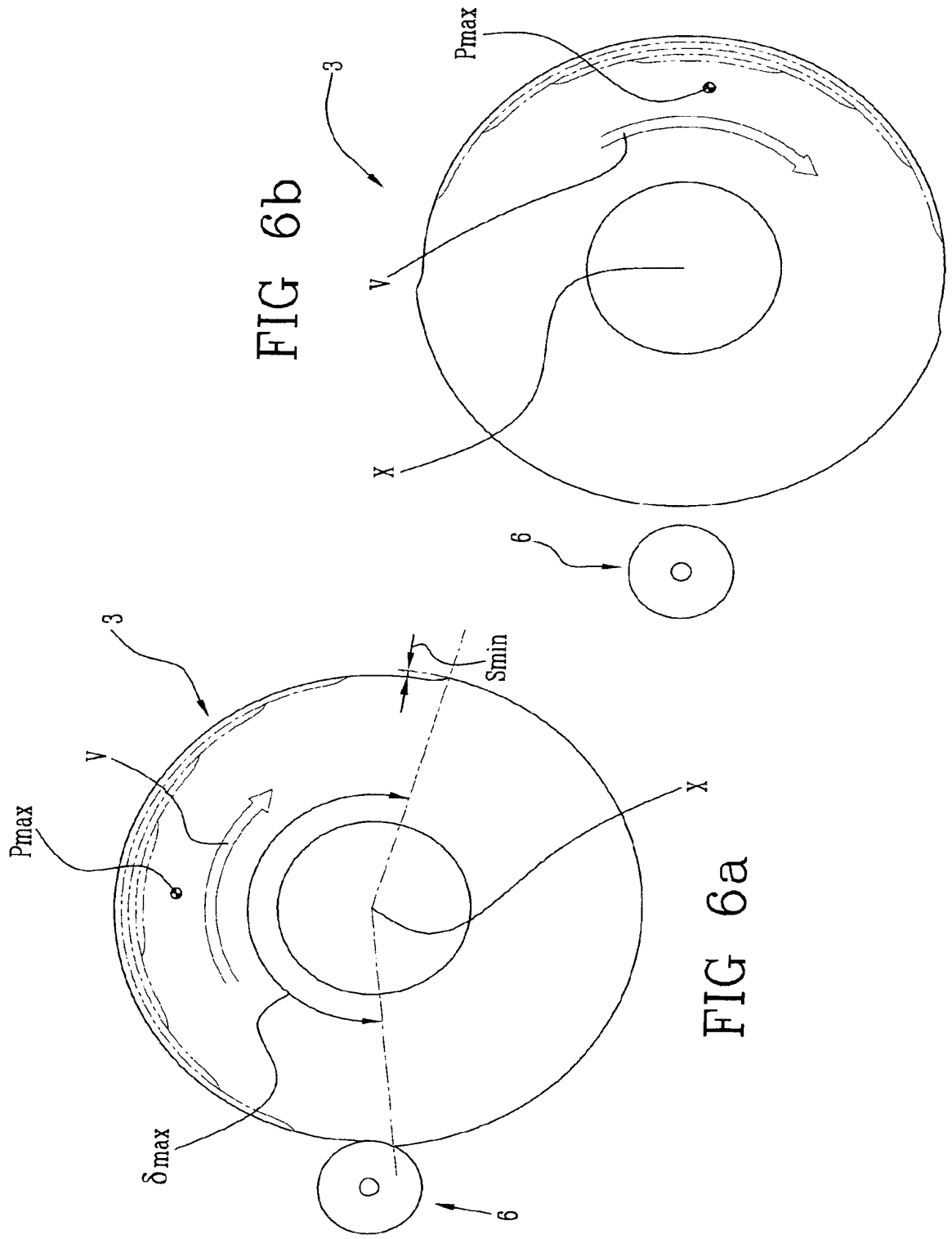


FIG 5a







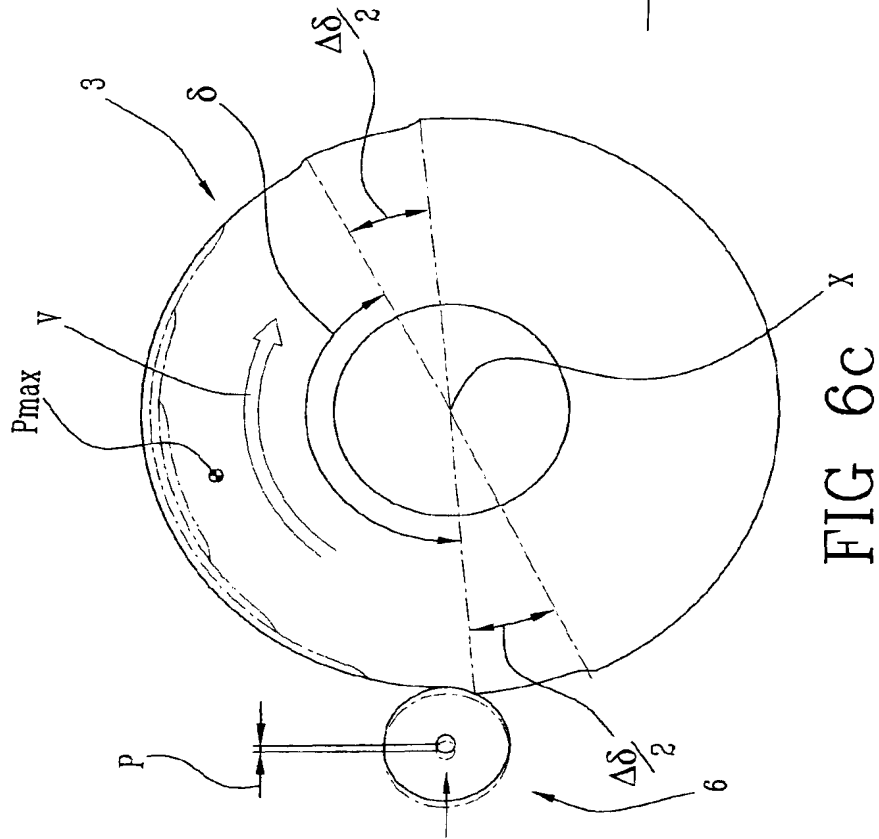


FIG 6c

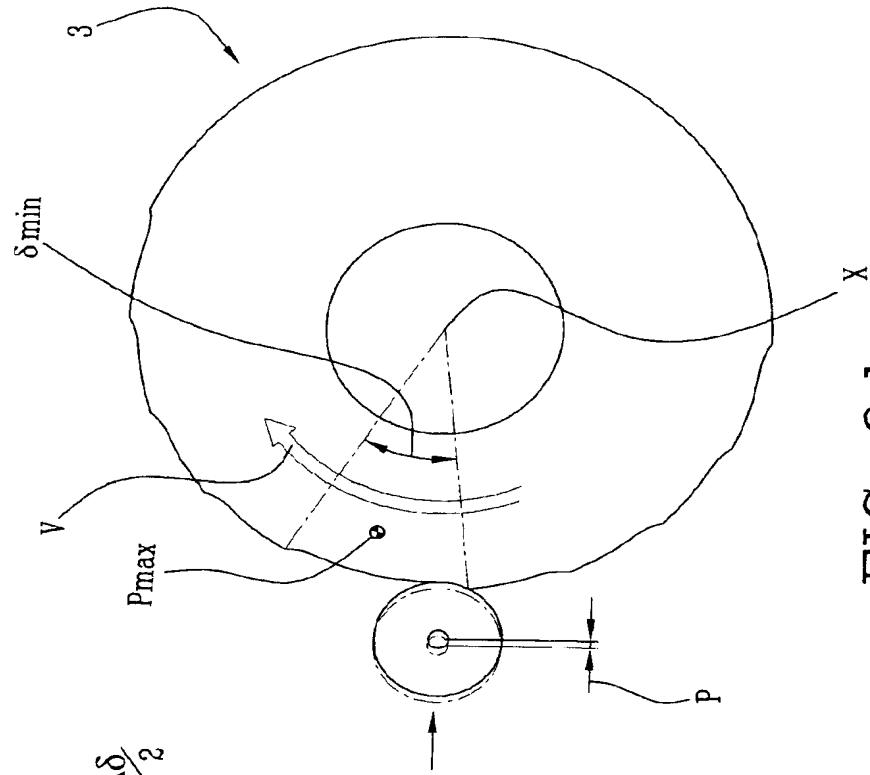
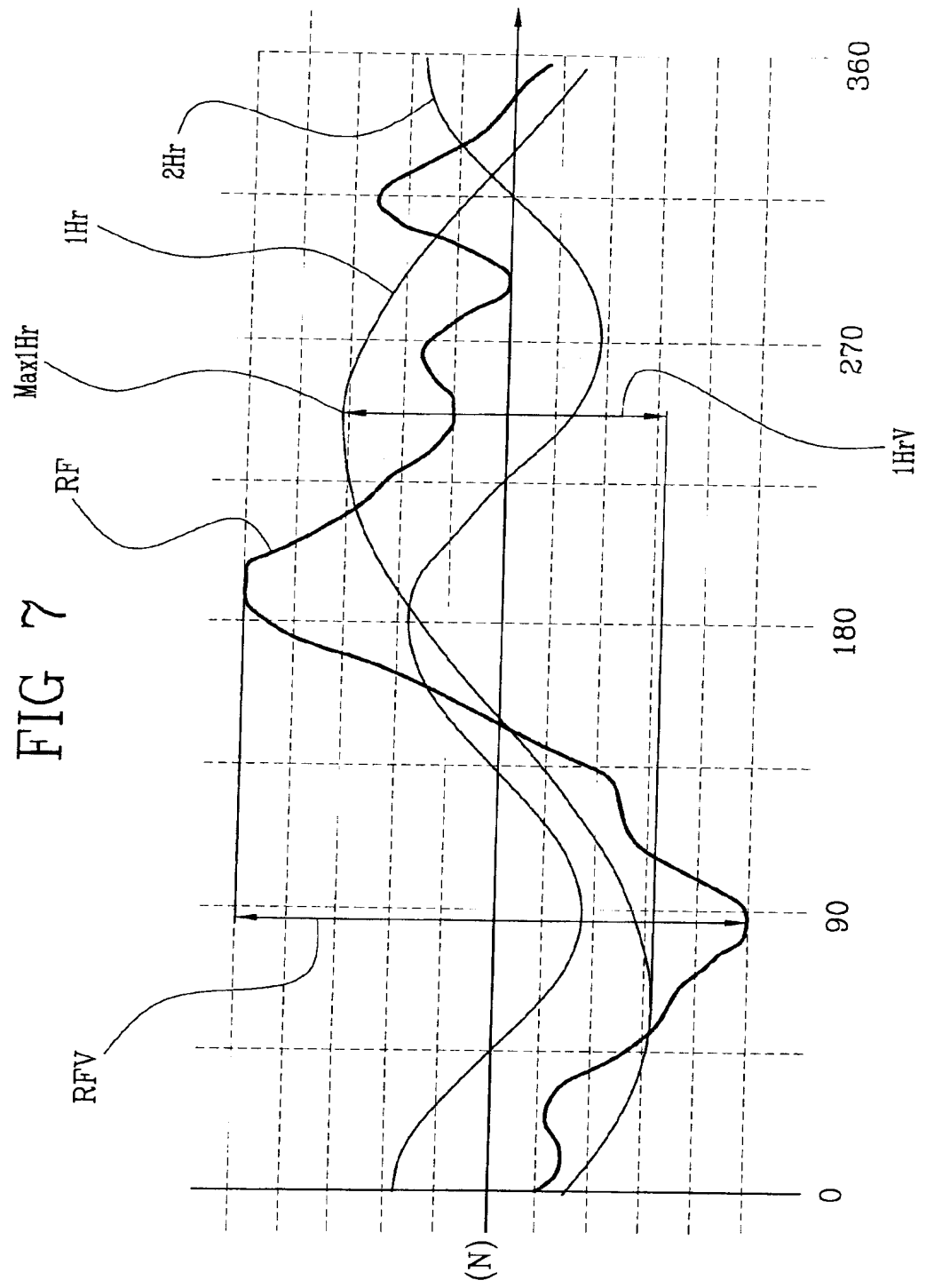


FIG 6d



RESUMO

“PROCESSO E APARELHO PARA RETIFICAR PNEU”

A presente invenção diz respeito a um processo e a um aparelho para otimizar pneus depois da vulcanização a fim de melhorar o comportamento dinâmico do pneu propriamente dito. O processo compreende primeiramente os estágios de medir a curva da força radial (RF) do pneu (3), calcular o primeiro harmônico (1Hr) desta força radial e identificar no pneu (3) um ponto (Pmax) correspondente ao máximo (Max1Hr) do primeiro harmônico (1Hr). Subsequentemente, material é removido da banda de rodagem (9) sob um arco (12) que subtende um ângulo principal (α) posicionado em qualquer lado do ponto máximo (Pmax) do primeiro harmônico (1Hr). O estágio de remoção é realizado removendo-se porções circunferenciais discretas (7) do arco (12) com profundidades diferenciais de remoção, que aumentam das extremidades opostas (12, 12b) deste arco (12) em direção ao ponto máximo (Pmax) do primeiro harmônico (1Hr).