



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

(21) **PI0804730-8 A2**

(22) Data de Depósito: 31/10/2008
(43) Data da Publicação: 20/07/2010
(RPI 2063)



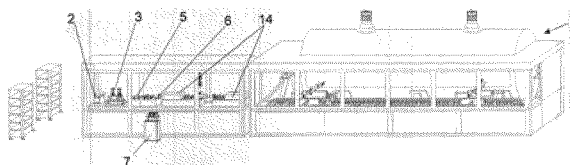
(51) *Int.Cl.:*
C22C 47/00
C22C 49/00

(54) Título: **PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO, MÁQUINA E BARRA OBTIDA**

(73) Titular(es): CLAUDIO ANTONIO CORREA DUBOY, MIGUEL ANGEL MIRÓ AGUIRRE

(72) Inventor(es): MIGUEL ANGEL MIRÓ AGUIRRE

(57) Resumo: A presente invenção trata de um processo de fabricação de barras de material composto, máquina e barra obtida, especialmente fabricada para ser usada na armação de estruturas de concreto armado, em substituição às usuais barras de aço. O presente processo de pultrusão incompleta e extrusão, onde a barra (B) é formada tracionada e com ressalios sobre o núcleo, gera uma barra (B) com boas propriedades mecânicas, melhorando a resistência à tração das estruturas. A barra (B) assim produzida oferece melhores condições de aderência com o concreto, além de não sofrer corrosão, qualquer que seja o ambiente de sua utilização.





PI0804730-8

PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL
COMPOSTO, MÁQUINA E BARRA OBTIDA

A presente invenção refere-se a um processo de
fabricação de barras de material composto, máquina e barra
5 obtida, especialmente fabricada para ser usada no reforço
de estruturas de concreto armado, em substituição às usuais
barras de aço.

Histórico da invenção

É do conhecimento do homem da técnica estrutura
10 de concreto armado onde se utilizam barras de aço para
estruturar concreto, reforçando-o, de forma a atribuir à
estrutura resistência à tração.

Ao se utilizar o aço, deve-se tomar cuidado para
evitar sua oxidação, tal como oferecer um recobrimento
15 mínimo de concreto sobre a barra, que varia de acordo com o
local. Quanto mais agressivas são as condições ambientais,
tais como regiões próximas ao mar, maior deve ser o
recobrimento de concreto a utilizar.

Apesar desse cuidado, em ambientes agressivos ou
20 corrosivos, tem-se uma degradação das barras de aço 85%
mais rápida que em locais menos agressivos. O concreto
também se quebra no local onde o aço se oxida, já que ele
aumenta de volume, quebrando os concretos, causando enormes
gastos de reparo e manutenção das obras de concreto, além
25 de diminuir significativamente a vida útil destas obras.

Por isso, por volta dos anos 80 foram iniciados
estudos de uso de barras de material composto em
substituição às barras de aço. Elas foram especialmente
desenvolvidas para resistir e durar, por muito tempo, em
30 ambientes de alta corrosão, dando uma solução efetiva e
válida a este grave problema.

Elas não se deterioram, nem degradam os
concretos, não são afetadas pelos íons de cloro, ácidos,

nem pela alta alcalinidade.

As barras de material composto são fabricadas de polímeros reforçados com fibras FRP (Fiber Reinforced Polymer). Dentre os reforços utilizados têm-se as fibras de vidro (GFRP - Glass Fiber Reinforced Polymer), fibra de carbono (CFRP - Carbon Fiber Reinforced Polymer), fibra de aramida (AFRP - Aramid Fiber Reinforced Polymer) ou fibras de Basalto (BFRP - Basalt Fiber Reinforced Polymer). As fibras são banhadas em um aglutinante polimérico termoe estável, que pode ser de resinas de poliéster, vinylester e/ou Epóxicas, dependendo do uso a que se destine e também de outros tipos de aglutinantes.

Essas barras podem ser utilizadas em quaisquer locais, e, vantajosamente, onde se tem um ambiente agressivo ao aço.

As barras de material composto são capazes de eliminar os problemas de corrosão causados pelo aço, e com isso reduzir consideravelmente, a manutenção e custos de reparação em: locais de clima frio onde se usam grandes quantidades de sal para degelar os concretos em ruas, pontes, estradas. Seu uso é adequado também quando os agregados misturados ao cimento para fabricar o concreto, contêm sal ou outros produtos químicos corrosivos. Essas aplicações incluem: estacionamentos; recobrimento de pontes; varandas tipo Jersey, parapeitos; muros de contenção; fundações; vigas; pavimentos e todas as obras que usam agregados contaminados.

A corrosão é um grave problema para as estruturas de concreto armado e é muito comum em: estruturas construídas em ou próximas de água salgada, como por exemplo: cais de portos; muros de retenção; diques; muros de defesa costeira; divisórias; estruturas flutuantes; canais, estradas e edifícios costeiros; plataformas;

piscinas; aquários; lajes e outros; em geral, de toda infra-estrutura de concreto que esteja situada dentro o perto da água salgada.

Nas indústrias de processamento de produtos químicos e processadora de animais, onde existem todo tipo de agentes corrosivos, assim como as águas servidas de origem doméstica ou industrial, também provocam corrosões do aço. As aplicações típicas para estes casos são: matadouros; plantas de tratamento de águas servidas; plantas petroquímicas; plantas de polpa para papel; plantas de gás líquidas; plantas químicas; tubulações; tanques para combustível fóssil; represas; torres de esfriamento; chaminés; instalações minerais como refinarias; plantas nucleares para energia; containeres de concreto para despejos nucleares; etc.

É muito difícil, complexo e custoso usar barras de aço para o reforço de concretos, em lugares onde se necessita baixa condutividade elétrica ou que necessite transparência eletromagnética, contudo essa dificuldade é vencida ao se utilizar as barras de material composto. Algumas das possíveis aplicações são: fundições e refinarias de alumínio e cobre; postes para o transporte de eletricidade e comunicação por telefone. Também podem ser utilizadas em estruturas onde estejam instaladas: equipamentos eletrônicos para telecomunicações e navegação aérea; torres de aeroporto; pisos de aeroportos, equipamentos de ressonância magnética em hospitais; cruzamento de ferrovias; estruturas militares com requisito de invisibilidade ao radar; etc.

As barras de FRP são vantajosamente utilizadas como chumbadores de fortificação, também conhecidos como Rockbolts com a vantagem de que em obras que não são permanentes, se pode perfurar ou escavar, através deles sem

danificar os equipamentos de perfuração; também em túneis ou minas com águas ácidas ou ambientes muito agressivos para o aço em seu interior; em minas onde o mineral extraído é contaminado pelo aço em seu processo de refinação.

As barras de material composto podem ser aplicadas como fortificação também em: paredes mineiras de cortes abertos; túneis; piques, taludes etc.

O uso das barras de material composto, cuja densidade é baixa comparada ao aço (perto de 25% do peso do aço), é muito conveniente em construções de concreto armado onde os solos não resistem a cargas muito pesadas; lugares geográficos remotos, áreas de meio ambientes sensíveis e em locais sísmicos ativos, são exemplos de lugares problemáticos onde o uso de armação leve nos concretos pode resolver o problema.

Particularmente, em países da América do Sul como no Chile, Peru e Brasil, as barras de material composto têm sido utilizadas como reforço de concreto polimérico em células de eletro-obtenção de cobre em mineiras como: Chuquicamata, Enami, El Abra, Mantos Verdes, Escondida, Cerro Colorado, no Chile; Ilo, Milpilla, Mantos de La Luna, no Peru; Caraíba, no Brasil; também como reforços de vigas pré-fabricadas de concreto para ampliação dique seco N°2 e lajes para galpões industriais deste artilheiro, ASMAR, no Talcahuano Chile.

Esses tipos de barras são usados também em concretos instalados em ambientes agressivos nos Estados Unidos, Canadá, Bélgica, Suécia, Japão, Alemanha, UK, China, Índia, Austrália e outros.

De maneira vantajosa, as barras de material composto apresentam alta resistência à tração, maior que o aço; e elevada proporção da resistência/peso; baixo peso

(um quarto que o aço); proporciona excelente reforço quando o peso é importante na obra, por exemplo, para as peças premoldadas de concreto, além de reduzir consideravelmente os custos de transporte, já que se pode movimentar quatro
5 vezes mais em volume; não se corroem; estes materiais compostos oferecem uma proteção química e resistência mecânica segura, em toda a escala de Ph; não conduzem eletricidade; proporcionam um excelente isolamento elétrico e térmico; possuem excelente resistência a fadiga (CFRP, AFRP);
10 comportam-se muito bem em situações de cargas cíclicas; apresentam boa resistência ao impacto; resistem cargas severas, ou imprevistas e em pontos específicos; são dotadas de transparência magnética; não são afetadas pelos campos eletromagnéticos; excelentes para o uso onde existam
15 equipamentos de ressonância magnética, navegação e telecomunicações; são estáveis dimensionalmente a variações térmicas severas; a expansão/contração é baixa, o que é muito importante quando estão confinadas dentro de concretos em ambientes que estão sujeitos a amplas
20 variações de temperatura; as barras de FRP são uma alternativa economicamente viável, para solucionar o problema de corrosão das armaduras de aço.

Apesar de todas essas vantagens do uso de barras de material composto em substituição às de aço nas
25 estruturas de concreto armado, tais barras não são homogêneas, motivando uma restrição a seu uso.

É, pois um objetivo da presente invenção um processo e máquina para fabricação de barras de material composto, que apresentam homogeneidade ao longo de seu
30 comprimento, e que são dotadas de ressalto helicoidais que oferecem excelente aderência com o concreto.

De maneira vantajosa, o presente processo de produção outorga homogeneidade e permite uma produção

massiva, elimina totalmente a umidade que se estabelece entre as fibras, antes de seu umedecimento com resinas termoestáveis, de forma a não afetar a aderência entre as fibras e a resina que as recobrem.

5 Os fios de fibra das barras são mantidos em tensão o tempo todo de produção, o que possibilita que os fios das fibras fiquem praticamente paralelos entre si, e todos os fios que conformam o reforço da barra são submetidos à mesma tensão. Isso permite obter barras com
10 melhores propriedades mecânicas que as barras fabricadas pelos processos da arte anterior, além de garantir uma homogeneidade estrutural ao longo da barra.

 Este processo propicia um porcentual reforço/resina termoestável, homogêneo e constante durante toda a
15 fabricação, sendo preferencialmente 75 a 80% de reforço e 25 a 20% de resina para GFRP, e 60 a 70% de reforço e 30 a 40% de resina para CFRP, AFRP e BFRP, o que permite a obtenção de uma excelente e homogênea resistência à tração

 A barra formada pelo presente processo compreende
20 ressaltos reforçados com fibras, oferecendo assim resistência de aderência entre a barra e os concretos muito semelhantes e ainda superiores à do aço.

 A barra compreende uma cobertura feita por um processo de extrusão que garante a eliminação total do ar
25 da resina termoestável externa e uma aplicação homogênea de espessura, preferencialmente entre 0,4 a 0,6 mm, inclusive sobre os ressaltos já reforçados, garantindo um selo perfeito do núcleo estrutural das barras, para proteger as fibras estruturais da umidade e de agentes agressivos, esta
30 cobertura é resistente aos golpes também.

 O processo garante uma cura homogênea e completa das barras qualquer que seja seu diâmetro, assim como uma pós-cura, obtendo dessa forma as melhores propriedades

mecânicas e químicas das resinas.

Breve descrição das ilustrações apresentadas

Para facilitar a compreensão da presente invenção são apresentadas figuras esquemáticas de uma realização particular, cujas dimensões e proporções não são necessariamente as reais, pois as figuras têm apenas a finalidade de apresentar didaticamente os diversos aspectos da invenção, cuja abrangência de proteção está determinada apenas pelo escopo das reivindicações anexas.

10 São apresentadas em anexo as seguintes figuras:

- a figura 1 representa uma vista esquemática da máquina (1) da presente invenção;

- a figura 2 ilustra uma vista esquemática da máquina (1) sem a cobertura;

15 - a figura 3 ilustra uma vista em perspectiva do sistema de secagem (2);

- a figura 4 ilustra uma vista em corte parcial da câmara de secagem (21);

20 - a figura 5 ilustra uma vista em perspectiva do umedecedor (3);

- a figura 6 ilustra uma vista explodida do umedecedor (3);

25 - a figura 7 ilustra uma vista lateral dos pistões (411) e (412) de movimentação dos cilindros (312) e (313) do umedecedor (3), respectivamente;

- a figura 8 ilustra uma vista em perspectiva do direcionador ou matriz fria (5);

- a figura 9 ilustra uma vista frontal umedecedor secundário (7) e do girador (6);

30 - a figura 10 ilustra uma vista em perspectiva do girador (6);

- a figura 11 ilustra uma vista em corte parcial do dosador (8);

- a figura 12 ilustra uma vista em corte parcial do moldador (9);

- a figura 13 ilustra uma vista em perspectiva do sistema tensor (10) com os carros porta braços (12);

5 - a figura 14 ilustra outra vista em perspectiva do sistema tensor (10) com os carros porta braços (12);

- a figura 15 ilustra uma vista frontal do sistema tensor (10) e do carro porta braços (12) travado a um carro de arraste (101);

10 - a figura 16 ilustra uma vista frontal do braço (121) sendo erguido pelo pistão (125);

- a figura 17 ilustra uma vista frontal do braço (121) com a pinça (127) girada para a horizontal pelo pistão (126);

15 - a figura 18 ilustra uma vista em perspectiva do forno (11);

- a figura 19 ilustra uma vista em perspectiva de um carro trator ou de arraste (101);

20 - a figura 20 ilustra uma vista em perspectiva do cilindro (112) da câmara do forno (11).

- a figura 21 ilustra uma vista ampliada do detalhe A da figura 20;

- a figura 22 ilustra uma vista frontal do forno (11) e do carro porta braço (121) apanhando uma barra (B);

25 - a figura 23 ilustra uma vista frontal do carro porta braço (121) posicionando uma barra (B) no forno (11);

- a figura 24 ilustra uma vista frontal do forno (11) e de um gerador de ar quente (117);

30 - a figura 25 ilustra uma vista lateral da barra (B);

- a figura 26 ilustra um gráfico das curvas comparativas de tensão/deformações das barras de aço, barras compostas com fibras de grafite, carbono, aramida,

vidro e poliéster.

Descrição da invenção

Em um primeiro aspecto a presente invenção trata de um processo de fabricação de barras de material composto (B) dotadas de ressaltos (B1), mais especificamente barras de material composto reforçados com fibras, para uso como reforço de concretos e estruturas, que compreende um processo conjunto em que o núcleo (B2) e os reforços dos ressaltos (B1) de material composto são formados em um processo similar, mas não igual, ao de pultrusão, chamada variante incompleta de pultrusão enquanto o recobrimento sobre o núcleo (B2) e os ressaltos (B1) são feito por extrusão.

O presente processo compreende as etapas de:

- a) Agrupamento de fios (f) de fibras orientadas paralelamente entre si;
- b) Aplicação de tensão nos fios (f) agrupados;
- c) Banho dos fios (f) agrupados em resinas termoestáveis, mantidos tensionados;
- d) Eliminação do excesso das resinas termoestáveis por pressão, e regulação da razão (%) entre a resina e as fibras;
- e) Formação do núcleo (B2) da barra (B) por meio de uma matriz fria (5);
- f) Aplicação de um cordão de fibra com resinas termoestáveis em forma helicoidal sobre o núcleo (B2) como reforço dos ressaltos (B1);
- g) Início do processo de polimerização da resina termoestável do núcleo (B2) e dos ressaltos (B1), mantidos tensionados, em um forno microondas lineares (14);
- h) Aplicação de uma capa de resina termoestável a temperatura ambiente ao redor do núcleo (B2) e dos reforços dos ressaltos (B1);

- i) Modelagem da barra (B);
- j) Início do processo de polimerização da resina termoeestável da cobertura aplicada, em um forno microondas linear (14);
- 5 k) Polimerização da resina termoeestável do núcleo (B2) com ressaltos (B1), ainda tensionados, e da cobertura a uma temperatura controlada;
- l) Pós-cura das barras (b), por aquecimento por cerca de uma hora a temperatura igual ou superior à temperatura de
- 10 transição vítrea (tg) da resina termoeestável da barra (B);
- m) Corte das barras (B) nas dimensões desejadas.

O presente processo apresenta uma união e posterior banho em resinas termoeestáveis, filamentos de fibras, tais como de vidro, de carbono, aramidas e/ou

15 basalto, que são formadas por fios (f) finíssimos dessas fibras, estirados e orientados em linha reta, paralelos entre si, para obter as melhores propriedades mecânicas do material.

Este processo linear permite obter materiais

20 compostos reforçados contínuos, uma vez que é retirada das fibras o excesso de resinas termoeestáveis e ordenadas, paralelamente entre si, e dirigidas a um banho de resina termoeestável, que contém catalisador, aceleradores e outros aditivos, mantendo-se sempre os fios de fibras tensionados.

25 A etapa seguinte é a da pré-formação do núcleo (B2) de material composto, na qual se elimina o excesso de resina das fibras e se controlam os percentuais de fibra / resina ou reforço/resina termoeestável, preferencialmente na proporção de 50 até 80% de fibra e 20% até 50% de resina,

30 de forma semelhante ao processo de pultrusão.

A seguir, o núcleo (B2) formado de fibra e resina, em porcentagens definidas, entra em uma matriz fria ou direcionador (5) para lhe dar um formato cilíndrico que,

diferentemente dos processos da arte anterior, em que são utilizadas matrizes quentes, o presente processo não precisa de calor para conformar a barra (B).

Ao sair da matriz fria (5), mediante o processo
5 chamado variante incompleta de pultrusão e sem aumento da temperatura da matriz (5), o núcleo (B2) passa para a colocação de um cordão (c) de fibra, umedecido com resina que é disposto em forma helicoidal ao redor do núcleo (B2), servindo de reforço dos ressaltos (B1) (vide figura 9).
10 Depois disso segue para um forno microondas linear (14), onde se inicia a polimerização da resina do núcleo (B2) e dos ressaltos (B1); seguindo então para uma câmara fechada (834) no dosador (8) (vide figura 11). A câmara fechada (834) fica no final da extrusora (8), onde o núcleo (B2) e
15 os reforços helicoidais dos ressaltos (B1), são revestido com resinas termoestáveis adicionadas com material tixotrópico, tudo a temperatura ambiente. As resinas termoestáveis se agregam ao núcleo e reforços helicoidais dos ressaltos (B1) no redor de toda sua superfície. Esta
20 capa de resina tixotrópica (resina com carga), serve como proteção química aos reforços de fibras do núcleo (B2) e aos ressaltos (B1).

Na etapa seguinte, com um suporte giratório ou moldador (9), que molda a barra (B), fazendo o acabamento
25 externo sobre o núcleo (B2) e os ressaltos (B1). Estes ressaltos (B1) dão às barras (B) uma aderência ao concreto, suficiente e necessária, de acordo com as normas estabelecidas.

Após esta etapa, o núcleo (B2) de material
30 composto e seu recobrimento com ressaltos (B1) saem unidos do moldador (9) e entram em um segundo forno de microondas linear (14) para dar início à polimerização da cobertura de resina tixotrópica.

Por meio de um sistema de tração (10), se puxa a barra (B) para realizar um processo contínuo de produção. A barra (B) pronta, sempre tensionada, entra em um forno (11) com temperatura controlada que acelera e maximiza o processo de polimerização, logo em este forno (11), também se faz a pós-cura que é um procedimento para obter as melhores propriedades mecânicas e químicas das resinas. A pós-cura é realizada durante uma hora a temperaturas iguais ou superiores à temperatura de transição vítrea (t_g) da resina utilizada.

Uma vez endurecidas e pós-curadas, as barras (B) são cortadas na medida requerida, e depois da saída do forno (11) são esfriadas.

De maneira preferencial, o presente processo compreende uma etapa inicial de secagem dos fios (f) das fibras que precede ao seu umedecimento com resina. Ele é realizado em um sistema de secagem (2) dotado de um ventilador (22), um aquecedor (23) e uma câmara de secagem (21) que promovem a retirada de umidade dos fios (f) (vide figuras 3 e 4).

A secagem prévia dos fios (f) é vantajosa, pois melhora muito a aderência da resina com as fibras, além de evitar qualquer deterioração prematura da barra (B) pela presença de umidade.

Em outro aspecto a presente invenção trata de uma máquina (1) para fabricar barras (B) de polímeros reforçados com fibras - FRP, dotada de três partes básicas: uma parte de formação de barra, uma de tração da barra e outra de pós-cura.

Na primeira parte da máquina (1) dá-se o início de formação da barra (B). É o local onde o núcleo (B2) da barra (B) é formado, através da captura das fibras em fios (f), formando um feixe de fios (f) paralelos, onde também

se acrescenta um reforço helicoidal para os ressaltos (B1), e a resina termoe estável para proteger as fibras do núcleo (B2) e do ressalto (B1); além de ser onde começa a polimerização da resina.

5 Na segunda parte da máquina o núcleo (B2) da barra é tracionado através de carros tratores ou de arraste (101), montados em um par de correntes (102), onde os carros (101) estão dispostos a uma distância de 12 metros entre si.

10 Na terceira parte da máquina, faz-se a finalização da cura, a pós-cura e secagem da barra (B) em um forno (11) de pós-cura, por cerca de uma hora contados desde a entrada da barra (B) até sua saída do forno (11), onde a barra (B) é mantida no forno em movimento
15 rotacional, a uma velocidade de uma revolução por hora. Também aqui se faz o resfriamento das barras na saída do forno (11).

De maneira mais detalhada, pode-se ver pelas figuras anexas que a primeira parte da máquina compreende
20 um sistema de secagem (2) para retirar a umidade dos fios (f) das fibras. Ele é dotado de um ventilador do tipo turbina (22), um aquecedor (23) e uma câmara de secagem (21) (vide figuras 3 e 4). Preferencialmente estes equipamentos são conectados através de dutos de aço
25 inoxidável, que assim não se deterioram com a umidade extraída dos fios (f).

As fibras em fios (f) ingressam primeiramente na câmara de secagem (21) que, dotada de um circuito aberto, retira a umidade dos fios (f), para melhor aderência da
30 resina líquida e principalmente para evitar a deterioração da barra (B) por qualquer umidade residual.

Esse sistema funciona com ar absorvido do meio ambiente por um ventilador (22), do tipo turbina, que gera

uma corrente de ar no sistema (2).

O ar é aquecido por meio de um aquecedor (23), que gera uma temperatura de 75 a 90°C, suficiente para secar os fios (f).

5 Na câmara de secagem (21) ocorre a evaporação da umidade, pela ação do calor, que é arrastada pela corrente de ar, deixando os fios (f) secos. Dita câmara (21) compreende uma pluralidade de rolos (211) por onde os fios (f) passam, para assegurar sua secagem de forma homogênea.

10 De maneira preferencial, a câmara de secagem (21) compreende um sistema de controle de temperatura (25), responsável pelo controle da temperatura interna do local, onde é estabelecido o set point, programado no processo. Esse sistema pode também controlar o respiro (24), que
15 regula o fluxo, sendo tudo ajustado de acordo com a velocidade do processo.

A umidade pode ser controlada por infravermelho (não ilustrado) e preferivelmente é avaliada a distância, sendo transmitida para uma central de monitoramento por
20 qualquer meio conhecido.

Após a passagem dos fios (f) pelo sistema de secagem (2), eles são direcionados a um umedecedor (3) dotado de um tanque (31) com resina, que se auto-abastece com resina catalisada (vide figuras 5 e 6). Os fios (f)
25 passam através do tanque (31), que contém uma série de cilindros (311, 312 e 313), para direcionamento dos fios (f) dentro do tanque (31) de forma a impregná-los com resina. A quantidade de resina é medida por células de carga (32) que registram o peso.

30 O tanque (31) é de qualquer material adequado ao recebimento de resina, de forma a não reagir com ela. Ele é apoiado em quatro pequenas células de carga (32) distribuídas uniformemente que, de acordo com o peso,

indicam o nível de resina existente no tanque (31), podendo assim determinar o consumo por metro de fio (f), e ativar o sistema de autoabastecimento.

Após a passagem dos fios (f) pelo tanque (31), eles seguem para prensas para a retirada do excesso de resina. Tais prensas estão presentes na forma de dois cilindros (313) e (311) que são aproximados um do outro, limitando o espaço para a passagem dos fios (f) impregnados, retirando-se assim o excesso de resina.

O tanque (31) compreende uma carcaça (33) (vide figura 6) onde são fixados dois pistões (411 e 412) através de uma estrutura (42) na forma de "U" invertido. Os pistões (411) e (412) movimentam verticalmente os cilindros superiores (312) e (313), respectivamente, de forma a aproximá-los ou afastá-los dos cilindros inferiores (311) (vide figuras 5, 6 e 7).

A parte superior (331) da carcaça (33) é dotada de dobradiças (330) que possibilitam seu pivotamento em relação à base (332), permitindo eventuais deslocamentos do tanque (31) quando necessários. Toda essa carcaça (33) é ancorada à máquina de forma a permitir seu deslocamento longitudinal, de maneira preferencial, por meios de furos alongados (não ilustrados), comumente chamados de "olhos de chinês", que permite que a carcaça (33) tenha certo movimento, que serve para que células de cargas (32), baseadas nas informações de peso, avaliarem a tensão necessária para manter os fios do núcleo tensionados, determinando-se numericamente a tensão necessária para atuar nos fios do núcleo e da barra (B), em função do peso.

O pistão (411) move-se (vide figura 7), deslocando verticalmente o cilindro superior (312) que é sustentado pelas laterais da estrutura (42), mediante um rolamento (não ilustrado), até encontrar o cilindro

inferior (311), que só gira em torno de si mesmo, e também sobre rolamentos. Estes dois cilindros (311) e (312) se destinam a comprimir e dar tensão necessária aos fios (f) quando da formação da barra (B).

5 Referido pistão (412) (vide figura 7), movimenta o cilindro (313) na direção do cilindro (311), regulando a passagem dos fios (f) impregnados com resina, e assim sua quantidade de resina, de acordo com uma porcentagem pré-estabelecida, por um sistema similar ao descrito no
10 parágrafo anterior. A quantidade de resina que adere aos fios (f) é pesada e monitorada por uma balança eletrônica que informa o peso constantemente, para se obter o consumo de resina por hora ou fração desta.

 A máquina compreende ainda um direcionador ou
15 matriz fria (5) (vide figura 8) de formato cônico usado para direcionar os fios (f) e formar o núcleo (B2) da barra (B), ao obrigar os fios (f) a se juntar e formar a primeira etapa que corresponde à formação do núcleo da barra (B).

 Para formar o ressalto helicoidal (B1) da barra
20 (B), a máquina compreende um girador (6) (vide figuras 9 e 10) que promove seu giro à velocidade determinada pelo operador, à medida que o núcleo (B2) da barra (B) passa pelo centro do girador (6), de acordo com o tipo de barra (B) que se deseja obter. Isso se realiza mediante um
25 movimento de rotação e de avanço do núcleo (B2) da barra, obtendo-se o passo helicoidal que se deseja.

 O girador (6) compreende um eixo de suporte (61) de todo o conjunto móvel que é perfurado por um orifício de diâmetro equivalente ao maior diâmetro do núcleo da barra
30 (B). O eixo (61) está montado em um conjunto de rolamentos (62) e estes por sua vez, em porta rolamentos (64) de acordo com tipo e formato desejado.

 Ao eixo (61) é acoplada uma engrenagem (63) de

diâmetro e número de dentes, que se determina pela relação de transmissão do conjunto móvel desejado.

Um moto-redutor (65) gera o movimento de acordo com o passo helicoidal (B1) desejado. A saída de força e a
5 velocidade do moto-redutor (65) são reguladas pelo pinhão (66) que conecta a engrenagem (63) do eixo (61) com o diâmetro e número de dentes determinado na relação de transmissão.

A fim de possibilitar a variação de velocidade de
10 giro e mudar os passos helicoidais, o moto-redutor (65) conta com um controlador de velocidade que aumenta ou diminui suas revoluções.

A máquina (1) compreende um torcionador (75) que tem a função de torcer um fio de fibra para formar um
15 cordão de fibra (c), base da nervura helicoidal (B1).

Pelo orifício do eixo (61) do girador (6) passa o núcleo (B2) da barra (B); enquanto que o cordão (c) de formação do reforço (B1) passa por um umedecedor secundário (7) onde é umedecido com resina, após ser torcido em um
20 torcionador (75), até formar um cordão (c) de fibra que se assenta em volta do núcleo (B2), em forma helicoidal.

O núcleo (B2) passa girando pelo centro do girador (6), sendo aplicado sobre ele o cordão (c) de fibra, através da abertura (67), para formação do reforço
25 (B1). A velocidade de avanço e o giro do núcleo (B2) são definidos de acordo com o passo helicoidal do reforço (B1) desejado.

Conforme o especificado no cálculo estrutural do construtor, define-se o diâmetro da barra (B), as alturas
30 dos reforços (B1), seu ângulo de inclinação e seu passo, ou distância entre os reforços (B1).

O umedecedor secundário (7) é formado por um tanque com resina (71), para umedecimento do fio (f) de

fibra, base do reforço dos ressaltos helicoidais (B1) sobre o núcleo (B2). Esse umedecedor secundário (7) compreende cilindros (72, 73 e 74) que direcionam o cordão (c) de fibra dentro do tanque (71), umedecendo-o, além do que os
5 cilindros (73) e (74) retiram o excesso de resina na passagem do cordão (c) entre eles.

A máquina (1) compreende um forno microondas linear (14), por onde passa o núcleo (B2) com o cordão já umedecido com resina, a fim de dar início ao processo de
10 polimerização da resina que fica no núcleo e no cordão de fibra em volta do núcleo (B2). De maneira preferencial, utiliza-se um forno microondas linear (14) que permite iniciar a polimerização da resina de forma homogênea, especialmente em barras de grandes diâmetros.

15 A máquina (1) compreende também um dosador (8) (vide figura 11) que adiciona, ao núcleo (B2) e aos reforços dos ressaltos (B1), uma cobertura de resina termoestável adicionada com material tixótropico preparada com catalisador, formando uma barra cilíndrica (B) ainda
20 sem forma.

O dosador (8) compreende um eixo (81) acoplado a um parafuso sem fim, formando uma peça móvel. O conjunto eixo sem fim tem um orifício que permite a passagem do núcleo da barra (B). O eixo (81) está montado em um
25 conjunto de rolamentos e estes por sua vez, em porta rolamentos (811).

Ao eixo (81) se acopla uma engrenagem (82) de diâmetro e número de dentes, de acordo com o avanço desejado.

30 O eixo sem fim (81) é o mecanismo distribuidor de resina preparada, que adiciona a quantidade de matéria, necessária para formar a barra (B).

O percurso do helicoidal (812), mais a revolução

do giro, desloca a resina e a pressiona até o cilindro (831) seguido do cone (832) do dosador (8), que diminui seu diâmetro até um cilindro (833) de mesmo diâmetro da barra (B). Esta peça cilíndrica (833) pode ser alterada de acordo com o diâmetro de barra (B) desejada.

O motor redutor (não ilustrado) gera o movimento para que a passagem do eixo sem fim (81) mova a resina e a comprima entre a extremidade distribuidora cilíndrica (833) e o núcleo (B2). Cada revolução do eixo sem fim (81) injeta um volume de mistura pré-definida ao redor do núcleo da barra (B). A sincronização é estabelecida para que a dosagem esteja de acordo com a velocidade de produção. A força e a velocidade do moto-redutor é transmitida a um pinhão (não ilustrados) que conecta com a engrenagem (82) do eixo sem fim (81), sendo o diâmetro e número de dentes determinado de acordo com a transmissão. Para possibilitar a variação de velocidade de giro e mudar a dosagem da mistura no núcleo (B2), o moto-redutor compreende um controlador de velocidade que aumenta ou diminui suas revoluções.

O dosador (8) compreende ainda um alimentador (85) que fornece matéria prima de forma continua, gerando a pressão necessária para operar normalmente. O alimentador (85) é dotado de um mecanismo que permite tirar o ar indesejável que é introduzido no processo. Ele compreende um motor (851) que gira um parafuso sem fim (852), transportando matéria-prima ao dosador (8).

A velocidade do alimentador (85) é controlada com um controlador de velocidade (não ilustrado) que permite mudar a rotação do motor (851), alimentando o dosador (8) segundo a necessidade requerida na produção. O parafuso sem fim (852) é acoplado a um eixo, conformados em uma peça única móvel.

Para acoplar o eixo do motor (851) ao eixo do parafuso sem fim (852) tem-se uma união (853), preferencialmente em borracha com suportes de ferro, que permite absorver os torques do arranque.

5 O conjunto parafuso/eixo sem fim (812) tem o orifício no meio para que a barra (B) passe por ele. O eixo está montado em um conjunto de rolamentos e estes por sua vez, em porta rolamentos (811).

10 Um moldador (9) (vide figura 12) gira em torno do núcleo (B2) da barra (B1) dando-lhe forma. Ele gira à mesma velocidade e direção que o girador (6), efetuando a modelagem do passo helicoidal, sobre o passo da espiral feito por seu motor (não ilustrado).

15 O moldador (9) compreende discos modeladores (91) que exercem pressão sobre a barra (B), gerando uma distribuição uniforme do material. A forma dos discos modeladores (91) varia de acordo com o modelo de barra (B) que se deseja fabricar.

20 Um eixo (92) acopla o mecanismo moldador, conformando uma peça móvel única. O eixo (92) leva em seu interior o molde da barra que ao girar vai retocando e tomando as características de um parafuso, finalizando o acabamento da barra (B). O eixo (92) é montado em um conjunto de rolamentos e estes, por sua vez, em porta
25 rolamentos (93).

 O eixo (92) se acopla a uma engrenagem dotada de um determinado diâmetro e número de dentes de acordo com o avanço desejado.

30 O moto-redutor gera o movimento do moldador (9) sincronizado com o passo do girador (6), estes dois sistemas trabalham na mesma velocidade. A engrenagem do referido moto-redutor, tem seu diâmetro e número de dentes determinado na relação de transmissão. Para variar a

velocidade de giro e a sincronização, é incorporado ao motor um controlador de velocidade que aumenta ou diminui suas revoluções.

A máquina compreende um segundo forno microondas (14) linear, por onde passa o núcleo (B2) com o cordão já umedecido com resina, e com a cobertura de resina tixotrópica já moldada, a finalidade de este forno é dar início ao processo de polimerização da resina tixotrópica que fica ao redor do núcleo (B2) e sobre o cordão de fibra em volta do núcleo que faz o reforço dos ressaltos (B1) em forma helicoidal. O forno microondas é preferido, pois ele permite iniciar a polimerização da resina com agente tixotrópico de forma homogênea, especialmente em barras de grandes diâmetros.

Na segunda parte da máquina a barra (B) já com resina é mantida tensionada por um sistema de tração (10) dotado de três carros tratores ou de arraste (101), distantes 12 metros entre si, sendo que dois carros (101) tracionam um comprimento de barra (B) entre eles, equivalente a uma unidade de barra (B) de aproximadamente 12 metros. O sistema é tracionado por correntes duplas (102) de 36 metros cada uma, engrenadas ao sistema motriz por coroas (103) de cerca de 0,822 metros de diâmetro.

O sistema de tração (10) composto por carros tratores (101) fixados nas correntes (102), através de guias e coroas (103), é suportado por uma estrutura em perfil de aço duplo T (105) ancorados no piso.

As correntes (102) são tracionadas pelos descansos, suportes da porta rolamentos e a caixa de rolamento, dos eixos das rodas dentadas (104).

Um moto-redutor (não ilustrado) do tensor (10) estabelece a velocidade de produção da máquina (1), gerenciando-a diretamente; de forma sincronizada com todo o

conjunto de fabricação. A engrenagem do moto-redutor tem o diâmetro e número de dentes definidos de acordo com a transmissão.

Para mudar a velocidade de produção da máquina (1), é incorporado um controlador de velocidade (não ilustrado), que aumenta ou diminui as rotações do motor do tensor (10).

As correntes (102) são mantidas esticadas entre duas coroas (103) e sustentadas pela estrutura (105) (vide figuras 13 e 14). Elas contam com guias (105), entre as coroas (103). Dessa forma o sistema compreende dois jogos de correntes (102) e quatro guias (não ilustradas) nos carros (101), que de forma paralela e consecutiva, funcionam no mesmo ritmo, arrastando os três carros (101) do sistema de tração (10).

O carro de arraste (101) é o mecanismo de tração da máquina (1), que se desloca entre as coroas (103), que tracionam as correntes (102) do sistema. A operação de agarre da barra (B) pelo carro (101) é feita por mordanças (106). A ativação de compressão da barra (B) tem a função de bloqueá-la no carro (101) superior transversal porta mordança (106); este mecanismo atua ao longo de 12,1 metros, enquanto a barra (B) está em fabricação. Depois de atingir o comprimento especificado, a barra (B) é tomada por braços mecânicos e pneumáticos (121), sempre mantendo a tensão nas barras (B), que então é cortada e tirada do eixo da máquina (1) de fabricação de barras (B), para ser levada ao forno (11), já na terceira parte da máquina.

Os carros porta braços (12) (vide figuras 13 e 14) são dois e estão dispostos nas extremidades da estrutura (105) do sistema de tração (10). Estão instalados em quatro guias (128) por carro (12), que se deslocam à mesma velocidade estabelecida para a produção e atreladas

ao carro de arraste (101) para o corte da barra (B).

O acoplamento do carro porta braços (12) ao carro de arraste (101) é feito através de um pistão pneumático (122), que é perpendicular ao carro porta braços (12), e
5 que é acionado por um sensor (não ilustrado), acoplando-os em uma posição exata. Uma vez cortada a barra (B), os pistões pneumáticos (122) são liberados, desacoplando-se os dois carros (12) dos de arraste (101). Em seguida operam-se os dois pistões (125) que estão instalados em uma das
10 extremidades do carro porta braços (12), para levar a barra (B) ao forno (11).

Uma vez liberada a barra (B) dos braços mecânicos, os pistões (125) retornam o carro porta-braços (12) ao seu ponto de partida.

15 Os braços mecânicos (121) são os mecanismos de transferência que parte do sistema de tração (10) indo até o forno (11). Seu mecanismo é pneumático e conta com quatro pistões, sendo um pistão (123) o que aciona uma pinça (127) de agarre da barra (B); um pistão (125) o que eleva o braço
20 (121) com a barra (B) (vide figura 16), tirando-a do eixo de produção; o terceiro pistão (126) gira a pinça (127) de uma posição vertical a uma posição horizontal (vide figura 17), direcionando-a para posicionar a barra (B) no forno (11) e, o quarto pistão (124) faz a aproximação final da
25 barra (B) no forno (11). Toda a operação do braço (121) se faz sem deter o sistema de tração (10), para evitar os cortes ou intermitências na fabricação, que geram problemas de qualidade no produto terminado. Os braços mecânicos (121) são suportados nos carros porta-braço (12) com
30 suportes, posicionados nos extremos de cada braço, assegurando sua efetividade de operação.

A máquina (1) compreende ainda um sistema cortador (129) de barra (B) na forma de uma pequena

ferramenta (vide figura 16) instalada em um dos braços mecânicos (121) de sustentação da barra, que corta a barra (B) na medida especificada. Dita ferramenta de corte (129) possui um disco de alta dureza que gira a alta velocidade.

5 De maneira preferencial, esta ferramenta é operada de forma automática e seu mecanismo é pneumático.

A terceira parte da máquina é o forno (11), que segundo ilustrado na figura 18, tem formato cilíndrico, e compreende um disco (111) concêntrico que gira o eixo do
10 cilindro (112) da câmara interna do forno (11), que é suportado por barras (113). A carcaça (110) é fixa e apoiada no piso, de forma independente do disco (111). A carcaça (110) compreende seis misturadores ventiladores (114) que homogeneízam a temperatura do forno (11), que é
15 monitorada por sensores (não ilustrados), os quais por meios eletrônicos mantém a temperatura constante, requerida para a pós-cura do material.

De maneira preferencial, o sistema de aquecimento é feito através de geradores de ar quente (117) (vide
20 figura 24).

A entrada ou saída do ar quente é controlada por válvulas pneumáticas proporcionais (não ilustradas), as quais segundo o requisito de temperatura, modulam o fluxo do fluido térmico.

25 A carcaça (110) é dotada de um recobrimento isolante, que impede a fuga de calor para o ambiente.

Os ventiladores (114) são os meios utilizados para homogeneizar a temperatura do forno (11). Estes 6 equipamentos projetados estão dispostos de tal forma, que
30 asseguram uma temperatura constante no forno (11).

O sistema de controle de temperatura é monitorado por termopares (não ilustrados) dispostos em diferentes pontos do forno (11), e assim monitoram a temperatura de

diferentes pontos. Essa informação é recebida pelo sistema de controle onde é processada. O mecanismo de controle ordena às válvulas de fluido térmico abrir, fechar ou manter seu estado inalterado, de acordo com a necessidade.

- 5 As válvulas de controle são de ação proporcional, o que faz que sua abertura entre estes pontos, varie de 0% até 100%.

As barras (B) são posicionadas dentro do forno (11) pelos braços (121), que as levam, atravessando a janela (162) da carcaça (110) até seu posicionamento no cilindro (112) da câmara do forno (11). As barras são posicionadas em reentrâncias (161) de coroas (16) periféricas do cilindro (112) e fixadas por mordças (118) que atuam mecanicamente, em uma guia de deslocamento, que está dentro do cilindro (112) da câmara, que dirige a abertura ou o fechamento das mordças (118). De maneira preferencial, o deslocamento da barra (B) não deve ser superior a 6 centímetros, espaço de tolerância entre as barras (B).

Uma vez completado o giro de 360 graus do cilindro (112) dentro do forno (11), a barra (B) é cortada em cada extremidade, a uma medida especificada por uma ferramenta (não ilustrada) instalada em um sistema anexo, que é operado por um sensor quando detecta a barra (B). Esta ferramenta de corte é dotada de um disco de alta dureza, gira a alta velocidade, e é operada de forma automática, cujo mecanismo é pneumático. Quando a barra (B) é cortada, os resíduos que estão na mordça são liberados e eliminados, ficando prontos para receber a próxima barra (B).

30 O suporte do rotor é composto por um eixo concêntrico que percorre todo o rotor, apoiando-se sobre suportes e/ou rolamentos (115), que se apóiam sobre uma estrutura (116), mantendo os elementos móveis elevados.

O aquecimento do forno (11) pode ser feito por qualquer meio conhecido do homem da técnica, tal como a vapor, a óleo, eletricidade ou a gás.

Quando o aquecimento for à eletricidade, pode-se, por exemplo, instalar resistências elétricas, dispostas nas entradas de ar, esquentando o forno (11) de acordo com uma temperatura necessária para pós-curar a barra (B).

Esta temperatura é homogeneizada com controladores de temperatura e ventiladores. A primeira corrente de ar quente entra na saída da barra (B) do forno (11), do comprimento da longitude da barra (B) em contra corrente, e a segunda entrada de ar fica no centro do forno (11), também em contra corrente.

A saída de ar esta quase na entrada das barras (B) no outro extremo do forno em um coletor que se canaliza até a chaminé (119) (vide figura 24) de saída de ar quente com os gases que são expelidos pela cura, estes gases ficam retidos num filtro de carvão ativado, para no jogar eles na atmosfera.

Quando o aquecimento for a gás, pode-se, por exemplo, ter dois queimadores de gás (não ilustrados) dispostos nas entradas de ar, que assim esquentam o ar com chama direta, com defletores e resta chama, que faz com que os gases quentes da combustão passem através do forno (11) em contra corrente à temperatura que se necessita para curar a barra (B).

O sistema de motor e redutor do forno (11) tem uma velocidade máxima resultante de uma revolução por hora, que é o tempo de duração do processo de cura. O pinhão do moto-redutor, que atua com a engrenagem do eixo de disco tem o diâmetro e número de dentes determinado na relação de transmissão.

Na saída do forno (11) dá-se o resfriamento das

barras (B) por meio de ar frio, para assim poder manipular rápido as barras (B) e passar à etapa seguinte; de controle de qualidade, por meio de elementos eletrônicos, raios e mecânicos.

5 De maneira preferencial, a presente máquina compreende um porta-rolo (13), que segundo ilustrado nas figuras 1 e 2, é uma estante formada a partir de perfis com diversas prateleiras onde são dispostos diversos rolos de fios (f) de fibra que são utilizados na fabricação do
10 núcleo da barra. Dita estante é dotada de quatro rodas (131) de forma a ser facilmente movimentada. O número de estantes porta-rolo utilizadas varia de acordo com a necessidade da produção, tendo-se tantas quantas necessárias para que não falte fibra para alimentar a
15 máquina (1) de matéria prima.

Os fios (f) de uma estante porta-rolos (13) são unidos aos da estante (13) seguinte, mantendo-se contínua a produção de barras (B), sem que seja necessário pará-la para repor matéria prima.

20 A falta de matéria prima faz com que a máquina (1) pare imediatamente, de forma a evitar falhas na produção, por núcleos (B2) fora de especificação.

Esta máquina (1) fabrica barras de FRP e conta com mecanismos pneumáticos, hidráulicos, mecânicos,
25 eletrônicos e elétricos. Sua capacidade máxima de produção são de 200 barras por hora, a uma velocidade linear de 2400 metros por hora, com eficiência operacional de 100%. Ela opera de forma automática, com set point de temperatura, pressão, velocidade, etc.

30 A presente máquina (1) compreende ainda um suporte (15) para barras (B) prontas, dotado de uma pluralidade de alças semicirculares (151) para receber e acomodar as barras (B) já curadas, quando de sua saída do

forno (11). As barras (B) são liberadas do forno (11) quando da abertura das mordças (118), saindo então pela janela (162) da carcaça (110), e então são depositadas nas alças (151) até resfriarem.

5 A invenção trata ainda de barras (B) obtidas na presente máquina pelo processo chamado variante incompleta de pultrusão e de extrusão, formada a partir de um material composto.

 As principais características desta barra são:
10 alta resistência à corrosão qualquer que seja o ambiente, o que a faz inoxidável e durável; apresentam excelente resistência mecânica, suportam cargas de ruptura superiores ao aço; possuem um módulo de elasticidade variável de acordo com as fibras utilizadas; tem um nível de deformação
15 maior que o aço; são de grande tenacidade e rigidez; pesam um quarto do que pesa seu similar em aço; possuem um coeficiente de dilatação térmica muito próximo ao do aço e do concreto; não são condutoras de eletricidade; e não criam campos magnéticos por não serem metálicas.

20 As barras (B) de material composto são uma combinação de dois ou mais materiais diferentes que possuem uma interfase perceptível entre eles.

 No presente caso tratam-se de materiais poliméricos que se constituem de uma resina termoe estável e
25 de um reforço de fibras.

 Das resinas termos-estáveis dentre as quais citam-se, mas não se limitam só às resinas de poliéster, éster vinílico, epóxicas, ou suas combinações.

 Quanto aos materiais de reforço, pode-se utilizar
30 qualquer material escolhido dentre, mas sem se limitar a eles, a fibra de vidro, carbono, aramida, basalto, suas combinações ou quaisquer outras fibras de reforço.

 Estas barras (B) de FRP (polímeros reforçados com

fibras) podem ser utilizadas como armação para o concreto.

Sendo as principais características das barras (B) sua alta resistência mecânica e sua excelente resistência química, podem ser utilizadas para armar concreto de forma segura, resistente, durável e em ambientes muito agressivos. Os reforços tradicionais de aço, não têm conseguido solucionar o problema da corrosão, gerando grandes custos de reparação e manutenção devido a sua degradação. Os materiais compostos solucionam este grave problema, já que ao não apresentar problemas em nenhum tipo de ambiente corrosivo, aumentam consideravelmente a vida útil dos concretos.

Outra particularidade destas barras, é que são fabricadas mediante um processo, especificamente desenvolvido para gerar barras de material composto com ressaltos.

Foram realizados ensaios de resistência com barras de aço e de material composto fabricadas pelo presente processo, cujos resultados estão apresentados na tabela abaixo e na figura 26. Como pode ser visto as barras de material composto se apresentam superiores às de aço.

As propriedades mecânicas das barras de material composto para armar concretos, são superiores às de aço devido à orientação das fibras, porcentagem fibra/resina termoestável, ressaltos (B1) para aumentar a aderência com o concreto, propriedades mecânicas e químicas do aglutinante polimérico.

A tabela abaixo apresenta uma comparação entre as armaduras de aço, cabo de aço e cabos de materiais compostos.

Propriedades	Armaduras de	Cabos de Aço	Armaduras de GFRP	Cabos de	Cabos de	Cabos de
--------------	--------------	--------------	-------------------	----------	----------	----------

	Aço			GFRP	CFRP	AFRP
Resistência a Tração (Mpa)	483-690	1379-1862	517-1207	1379-1724	165-2410	1200-2068
Tensão de Fluência (Mpa)	276-414	1034-1396	N/A	N/A	N/A	N/A
Módulo de Elasticidade (Gpa)	200	186-200	41-55	48-62	152-165	50-74
Deformação Máxima (mm/mm)	>0,10	>0,04	0,020-0,05	0,03-0,045	0,01-0,015	0,02-0,026
Resistência a compressão (Mpa)	276-414	N/D	310-482	N/D	N/D	N/D
Coefficiente Dilatação Térmica ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	11,7	11,7	9,9	9,9	0,0	-1
Densidade (g./cm^3)	7,9	7,9	1,5-2,0	2,4	1,5-1,6	1,25

REIVINDICAÇÕES

1. PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO caracterizado pelo fato de compreender as seguintes etapas:

- 5 a) Agrupamento de fios (f) de fibras orientadas paralelamente entre si;
- b) Aplicação de tensão nos fios (f) agrupados;
- c) Banho dos fios (f) agrupados em resina termoe estável, mantidos tensionados;
- 10 d) Eliminação do excesso da resina termoe estável por pressão, e regulação da razão entre a resina e as fibras;
- e) Formação do núcleo (B2) da barra (B) por meio de uma matriz fria (5);
- f) Aplicação de um cordão de fibra com resina
- 15 termoe estável em forma helicoidal sobre o núcleo (B2) como reforço dos ressaltos (B1);
- g) Início do processo de polimerização da resina termoe estável do núcleo (B2) e dos ressaltos (B1), ainda tensionados, em um forno microondas linear (14);
- 20 h) Aplicação de uma cobertura de resina termoe estável em temperatura ambiente ao redor do núcleo (B2) e dos reforços dos ressaltos (B1);
- i) Modelagem da barra (B);
- j) Início do processo de polimerização da resina
- 25 termoe estável da cobertura, em um forno microondas linear (14);
- k) Polimerização da resina termoe estável do núcleo (B2) com ressaltos (B1), ainda tensionados, a uma temperatura controlada;
- 30 l) Pós-cura das barras (b), por aquecimento por cerca de uma hora a temperatura igual ou superior à temperatura de transição vítrea (tg) da resina termoe estável da barra (B).
- m) Corte das barras (B) nas dimensões desejadas;

2. PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender uma etapa inicial de secagem dos fios (f) das fibras que precede à etapa (b) de seu umedecimento com resina.

3. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO para realização do processo de qualquer uma das reivindicações 1 e 2 caracterizada pelo fato de compreender na seguinte ordem um primeiro sistema de tração formado por um pistão (411) que desloca verticalmente um cilindro superior (312) contra um cilindro inferior (311), limitando o espaço de passagem dos fios (f); um umedecedor (3) com resina de banho dos fios (f); prensas de retirada de excesso de resina dos fios (f); um direcionador ou matriz fria (5) cônico; um girador (6) do núcleo (B2) e de recepção de um cordão (c) de fibras posicionado ao redor do núcleo (B2) durante seu avanço, na formação de um ressalto (B1); um primeiro forno microondas (14); um dosador (8) de resina ao núcleo (B2) e ressalto (B1); um moldador (9) da barra (B); um segundo forno microondas (14); um segundo sistema de tração (10) da barra (B) que são mantidas tensionadas entre o primeiro e o segundo sistema de tração (10); e um forno (11) de cura das barras (B).

4. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 3 caracterizada pelo fato de compreender um sistema de secagem (2) dos fios (f) das fibras anterior ao sistema de tração do cilindro superior (312) contra um cilindro inferior (311) que compreende um ventilador do tipo turbina (22), um aquecedor (23), uma câmara de secagem (21), e um respiro (24).

5. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 4 caracterizada pelo fato da câmara (21) compreender uma pluralidade de rolos

(211) para passagem dos fios (f).

6. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 4 caracterizada pelo fato da câmara (21) compreender um sistema de controle de temperatura.

7. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 3 caracterizada pelo fato do umedecedor (3) ser dotado de um tanque (31) para resina com uma série de cilindros (311, 312 e 313) de direcionamento dos fios (f) para dentro e fora do tanque (31), onde os cilindros superiores (311 e 312) direcionam a entrada dos fios (f) para o tanque (31); o cilindro inferior (311) mantém os fios (f) mergulhados na resina do tanque (31), e os cilindros superiores posteriores (313) e (311) direcionam os fios (f) para a produção da barra (B).

8. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 7 caracterizada pelo fato do tanque (31) compreender células de carga (32) de registro de peso.

9. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 7 caracterizada pelo fato do tanque (31) compreender uma carcaça (33) onde são fixados dois pistões (411 e 412) através de uma estrutura superior (42) na forma de "U" invertido, que movimentam verticalmente os cilindros superiores (312) e (313), respectivamente, de forma a aproximá-los ou afastá-los dos cilindros (311).

10. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 3 caracterizada pelo fato do extrusador ser formado pelos cilindros (313) e (311) que são aproximados um do outro por meio do pistão (412), limitando o espaço para a passagem dos fios (f) impregnados.

11. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 9 caracterizada pelo fato da carcaça (33) compreender uma parte superior (331) que pivota em relação à base (332) por meio de dobradiças (330).

12. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 9 caracterizada pelo fato da carcaça (33) ser ancorada à máquina (1) por meio de furos alongados.

13. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 3 caracterizada pelo fato do girador (6) compreender um eixo de suporte (61) de todo o conjunto móvel que é perfurado por um orifício de mesmo diâmetro que o maior diâmetro do núcleo da barra (B); dito eixo (61) está montado em um conjunto de rolamentos e estes por sua vez, em um porta rolamentos (64); um motor-reductor (65) gera o movimento de acordo com o passo helicoidal (B1) desejado; a saída de força e a velocidade do motor-reductor (65) é regulada pelo pinhão (66) que conecta a engrenagem (63) do eixo (61).

14. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 3 caracterizada pelo fato de compreender um umedecedor secundário (7) de umedecimento do cordão (c) previamente ao seu assentamento em volta do núcleo (B2) no girador (6); o umedecedor (7) compreende um tanque com resina (71), cilindros (72, 73 e 74) de direcionamento do cordão (c) de fibra dentro do tanque (71), e cilindros (73) e (74) de retirada de excesso de resina do cordão (c).

15. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 14 caracterizada pelo fato de compreender um torcionador (75) para torcer fios de fibra para formar um cordão de fibra (c), antes de

passar pelo umedecedor (7).

16. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 3 caracterizada pelo fato do dosador (8) compreender um eixo (81) acoplado a um parafuso sem fim dotado de um orifício de passagem do núcleo da barra (B).

17. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 16 caracterizada pelo fato do dosador (8) compreender ainda um alimentador (85) de fornecimento de matéria prima de forma contínua.

18. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 3 caracterizada pelo fato do moldador (9) compreender discos modeladores (91) de distribuição uniforme de material e formação da barra, sob compressão.

19. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 3 caracterizada pelo fato do sistema de tração (10) compreender três carros tratores ou de arraste (101) fixados e tracionados por correntes duplas (102), engrenados ao sistema motriz por coroas (103); as correntes (102) são mantidas esticadas entre duas coroas (103) e sustentadas pela estrutura (105); os carros de arraste (101) compreendem mordanças (106) de agarre da barra (B).

20. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 19 caracterizada pelo fato de compreender carros porta braços (12) dispostos nas extremidades da estrutura (105) do sistema de tração (10), acoplados ao carro de arraste (101) por meio de um pistão pneumático (122) perpendicular ao carro porta braços (12), e que movimentam-se com ele.

21. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 20 caracterizada

pelo fato dos braços mecânicos (121) compreenderem quatro pistões cada, sendo um pistão (123) de acionamento de uma pinça (127) de agarre da barra (B); um pistão (125) de elevação do braço (121) com a barra (B); o terceiro pistão
5 (126) de giro da pinça (127) de uma posição vertical a uma posição horizontal, e, o quarto pistão (124) de posicionamento da barra (B) no forno (11).

22. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 21 caracterizada
10 pelo fato de compreender ainda um sistema cortador (129) de barra (B).

23. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 3 caracterizada pelo fato do forno (11) ter um formato cilíndrico, e compreender
15 um disco (111) concêntrico que gira o eixo do cilindro (112) da câmara interna do forno (11), que é suportado por barras (113); a carcaça (110) é fixa e apoiada no piso, de forma independente do disco (111), e é dotada de seis misturadores ventiladores (114).

20 24. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 21 caracterizada pelo fato de compreender ainda um porta-rolo (13) na forma de uma estante dotado de quatro rodas (131) e diversas prateleiras para posicionamento dos fios (f) de fibra para
25 alimentação da produção de barra (B).

25. MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO de acordo com qualquer das reivindicações 3 a 24 caracterizada pelo fato de compreender ainda dois fornos microondas (14), sendo um posicionado após o girador (6) e
30 o outro após o moldador (9).

26. BARRA MATERIAL COMPOSTO caracterizada pelo fato de ser obtida pelo processo de qualquer uma das reivindicações 1 ou 2.

27. BARRA MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 26 caracterizada pelo fato de ser feita de material composto a partir de um aglutinante polimérico e de um reforço de fibras, com um núcleo (B2) de fibras de reforço aglutinadas por resina termoeestável, envolvido helicoidalmente (B1) por tais fibras de reforço e recobertas por resina tixotrópica termoeestável.

28. BARRA MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 26 caracterizada pelo fato do aglutinante polimérico ser escolhido dentre resinas termoeestáveis de poliéster, éster vinílico, epóxicas, ou suas combinações.

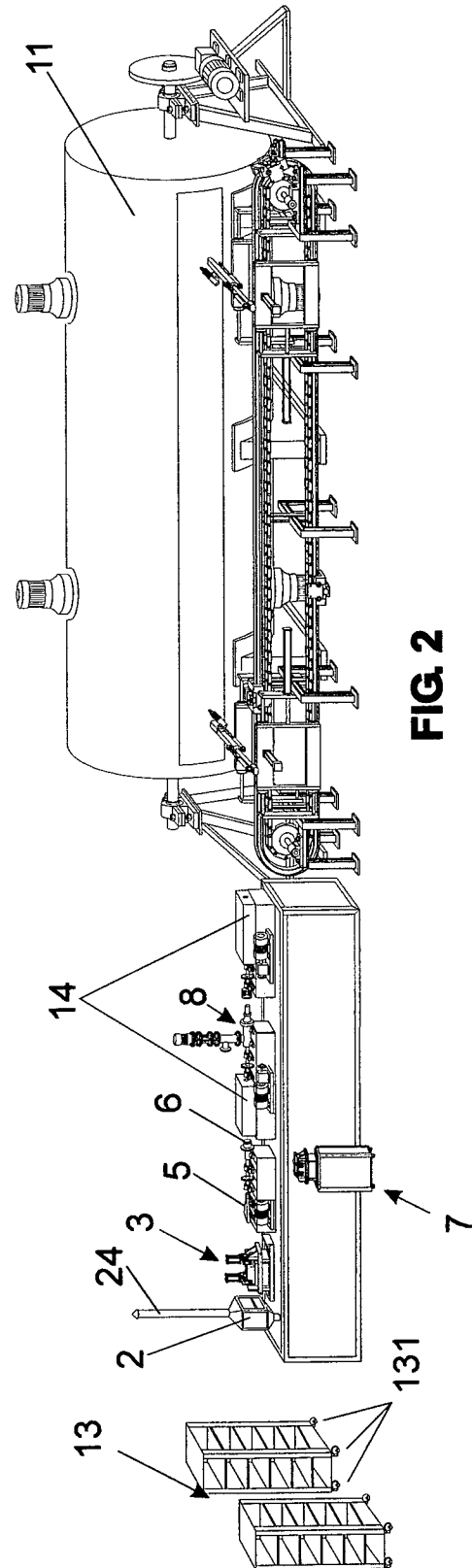
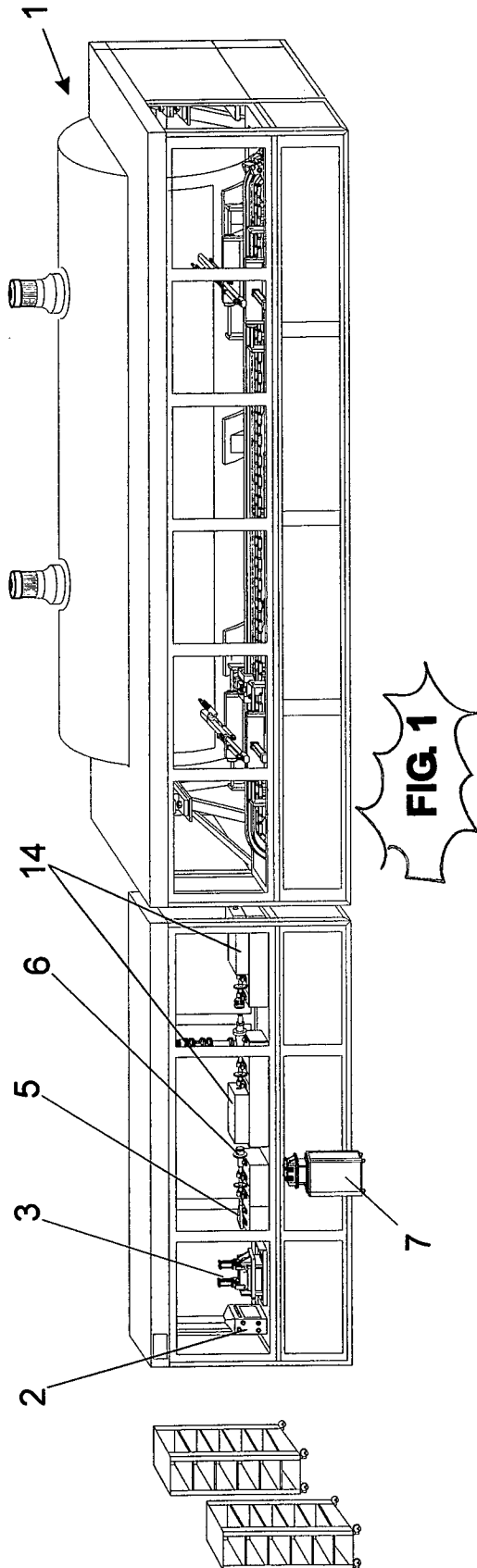
29. BARRA MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 26 caracterizada pelo fato materiais de reforço, serem selecionados dentre fibra de vidro, carbono, aramida, basalto ou suas combinações.

30. BARRA MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 29 caracterizada pelo fato da fibra ser de vidro e presente em uma proporção de 75 a 80% em peso total da barra.

31. BARRA MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 29 caracterizada pelo fato da fibra ser de carbono e presente em uma proporção de 60 a 70% em peso total da barra.

32. BARRA MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 29 caracterizada pelo fato da fibra ser de aramida e presente em uma proporção de 60 a 70% em peso total da barra.

33. BARRA MATERIAL COMPOSTO de acordo com a reivindicação 29 caracterizada pelo fato da fibra ser de basalto e presente em uma proporção de 60 a 70% em peso total da barra.



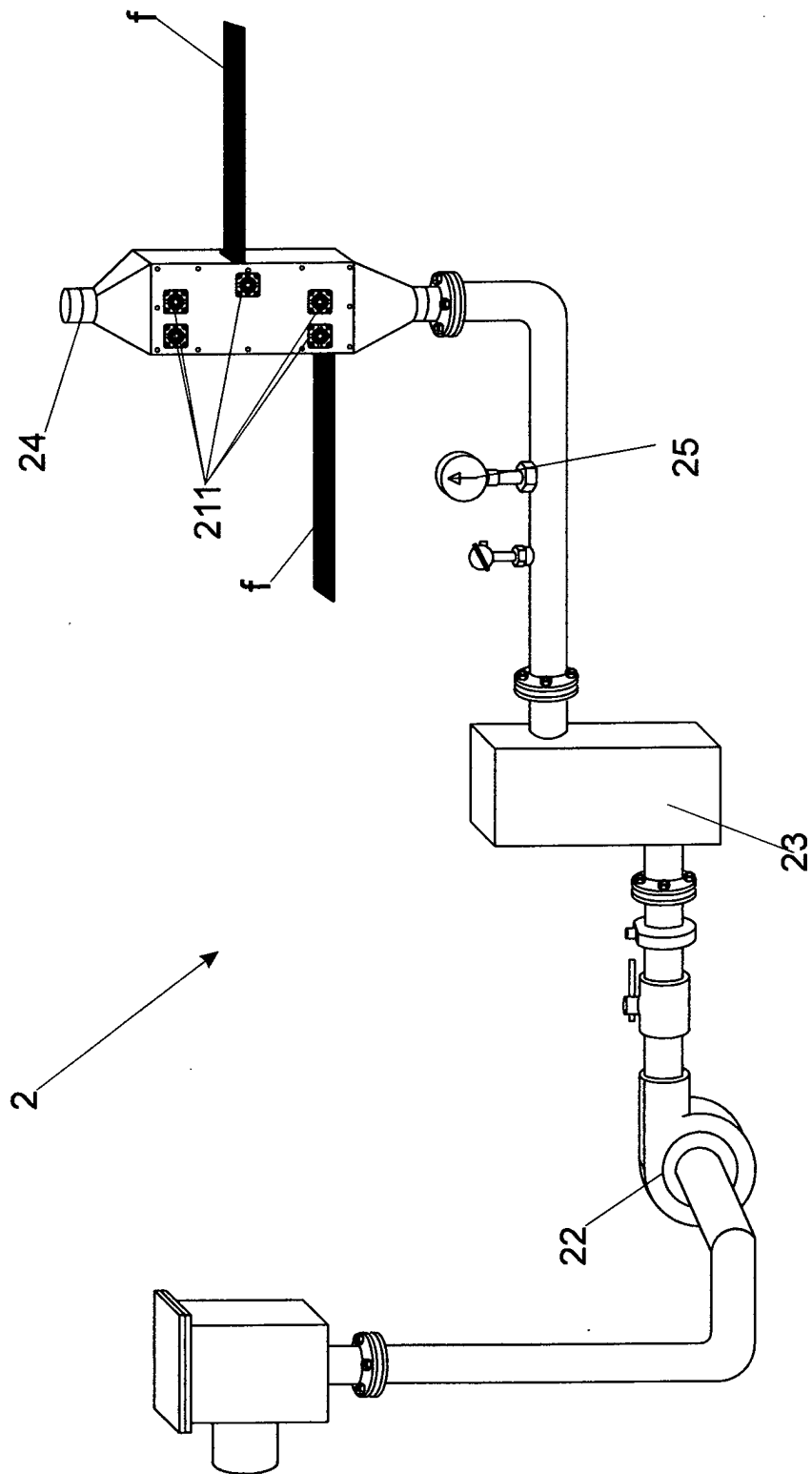


FIG. 3

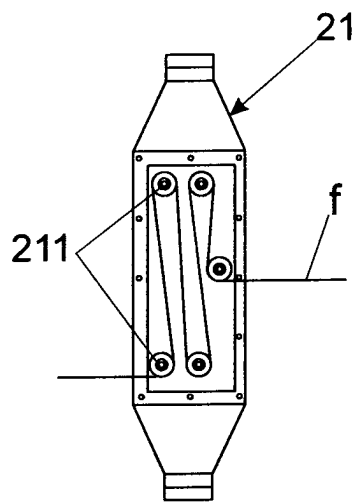


FIG. 4

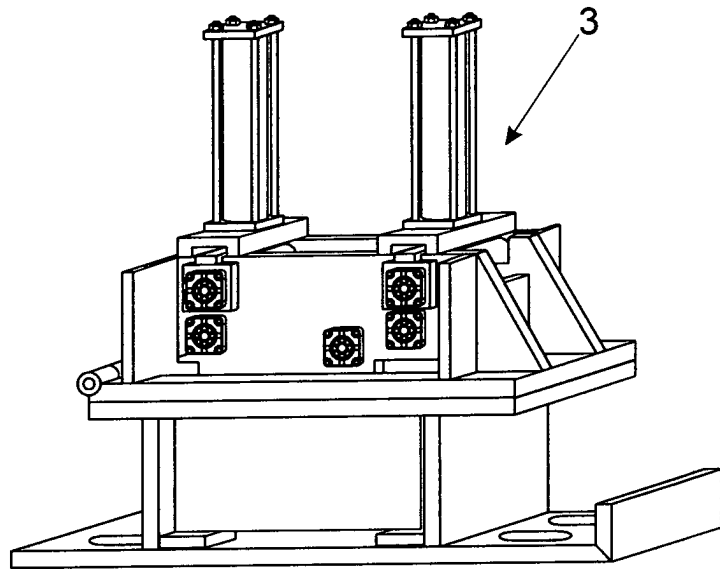


FIG. 5

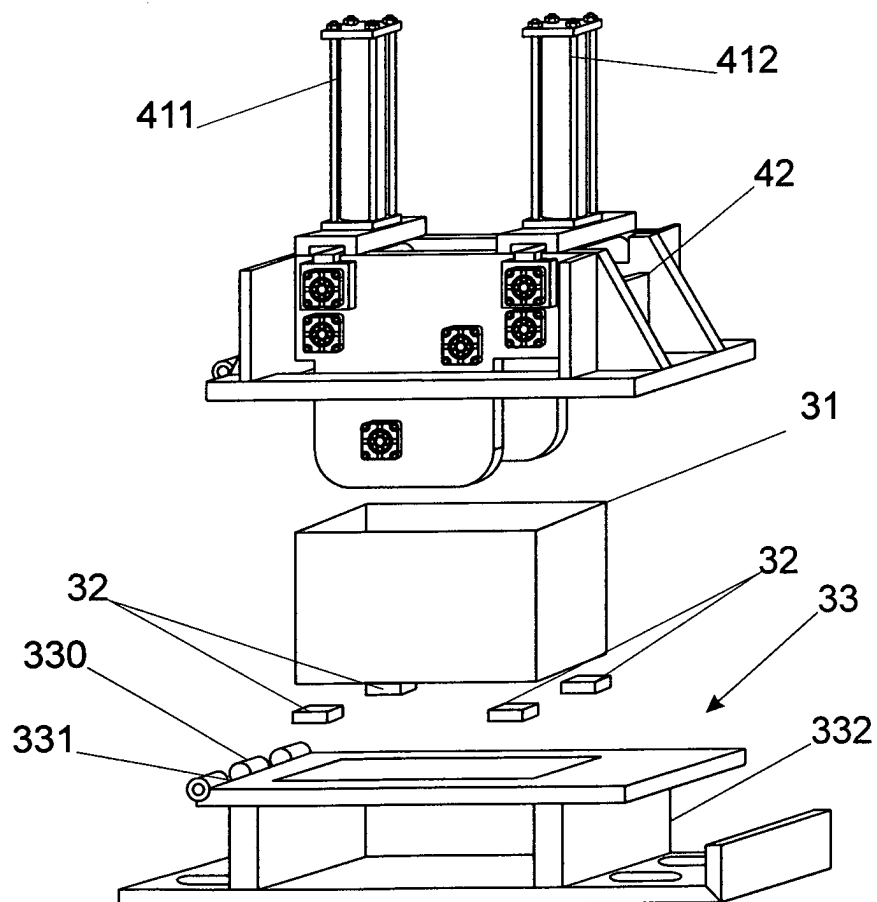


FIG. 6

4/12

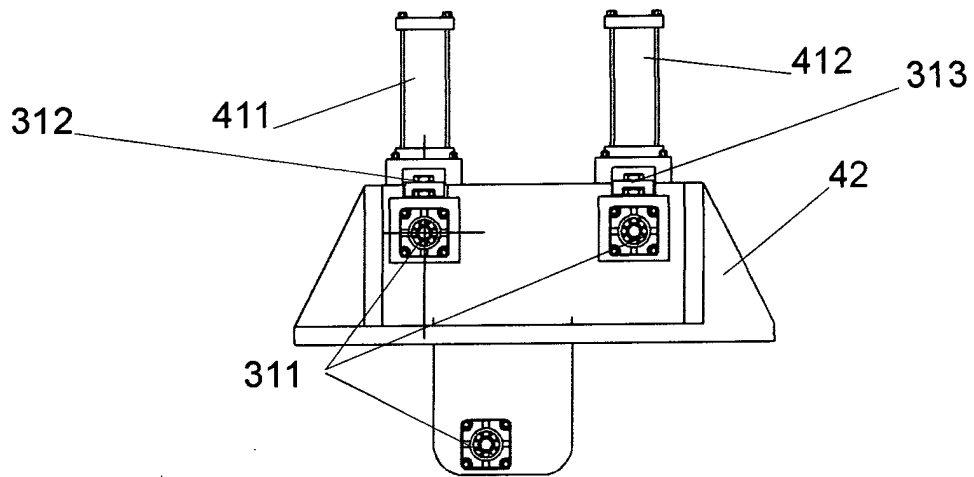


FIG. 7

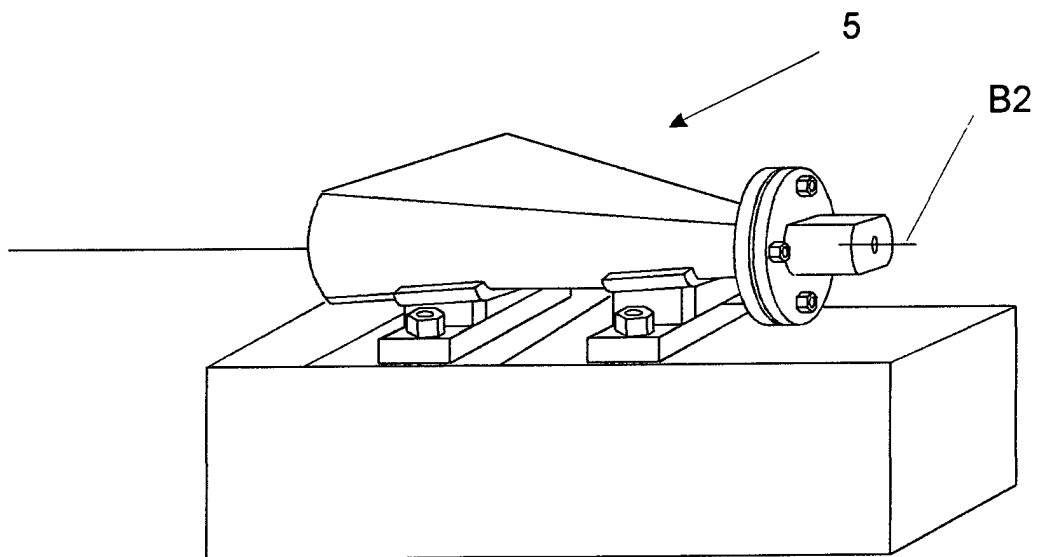


FIG. 8

5/12

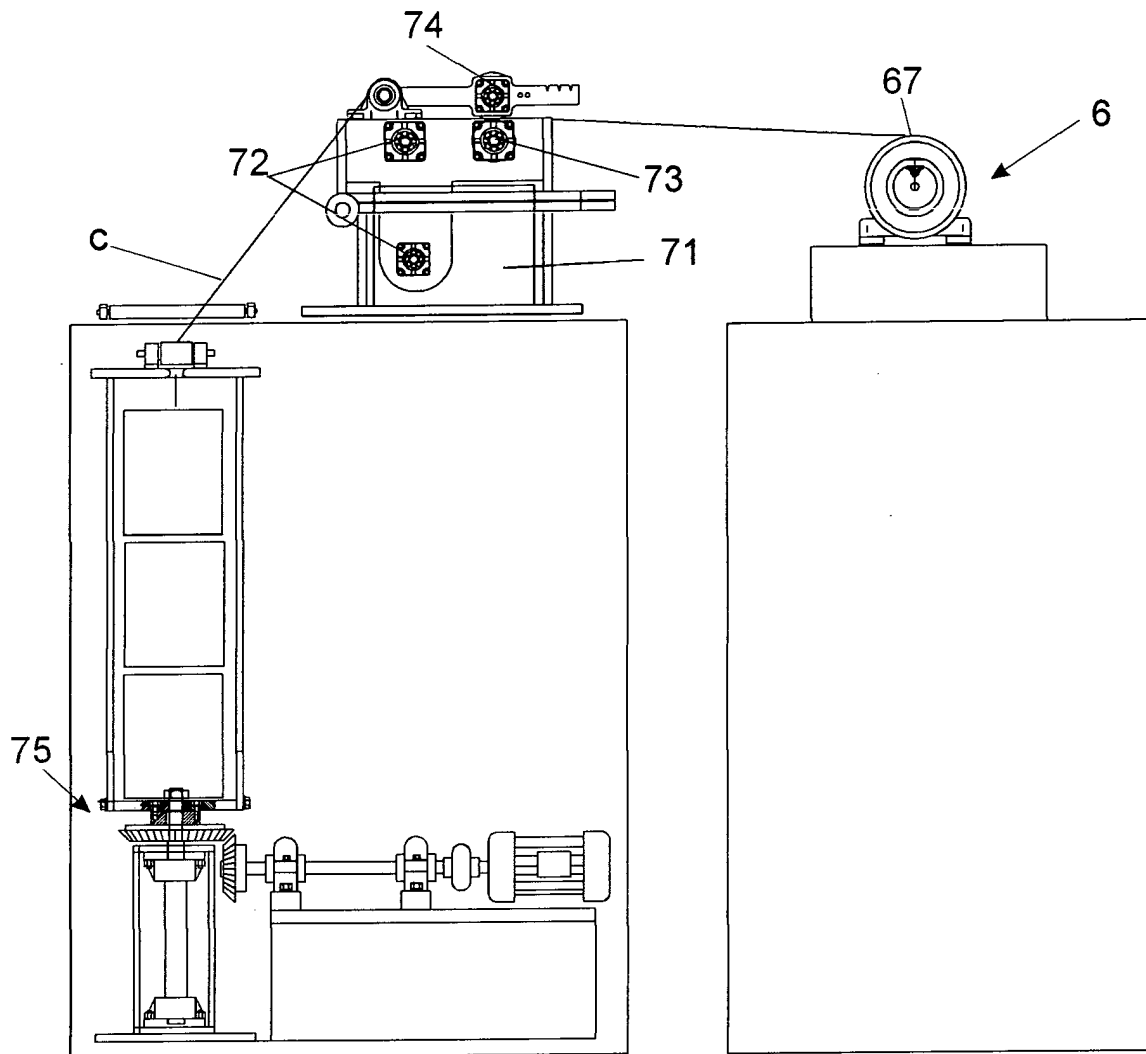


FIG. 9

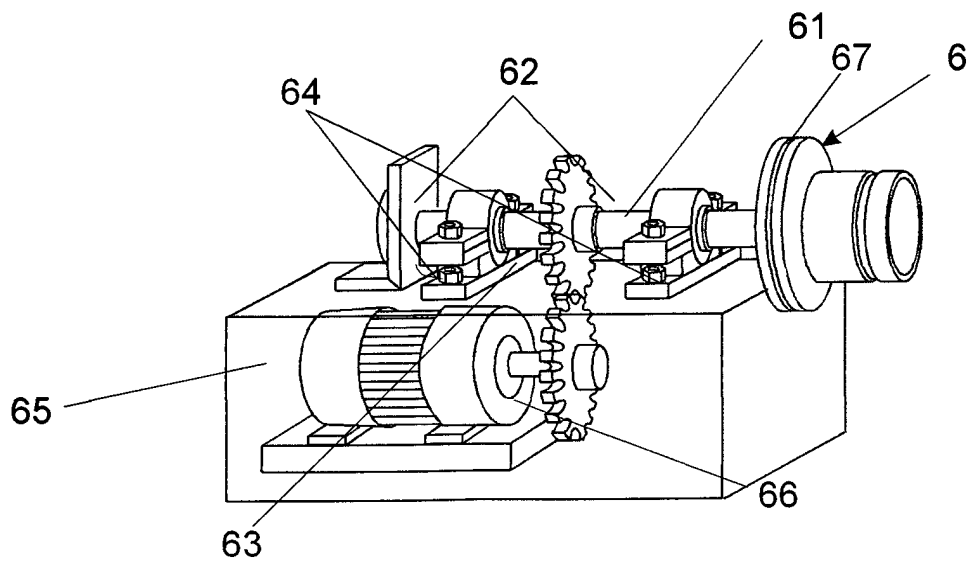


FIG. 10

6/12

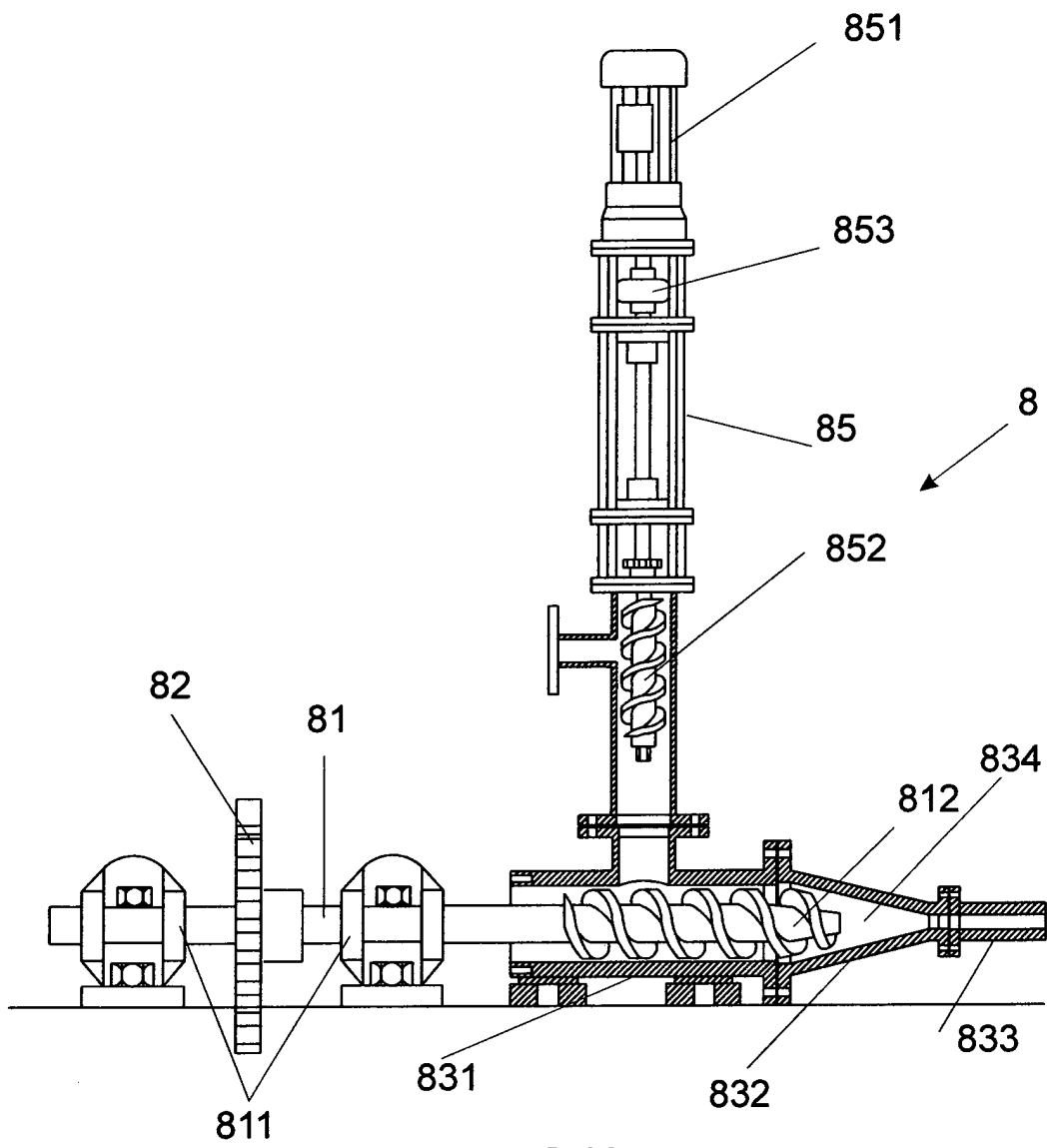


FIG. 11

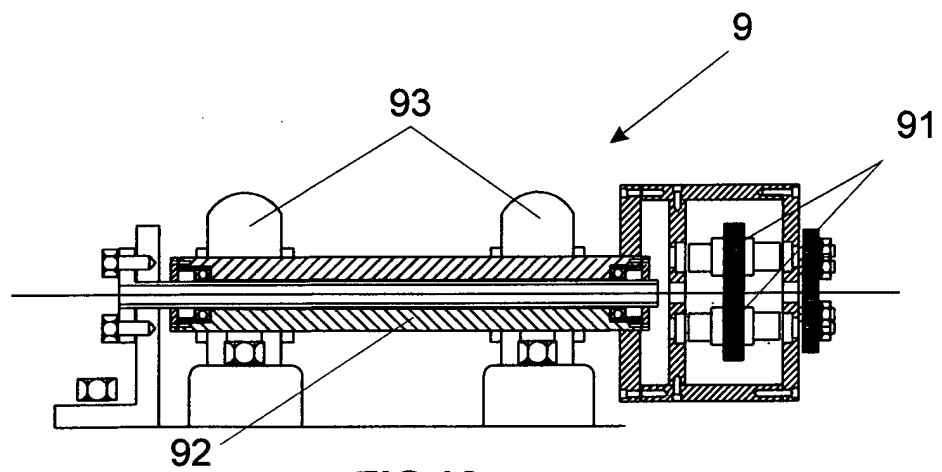
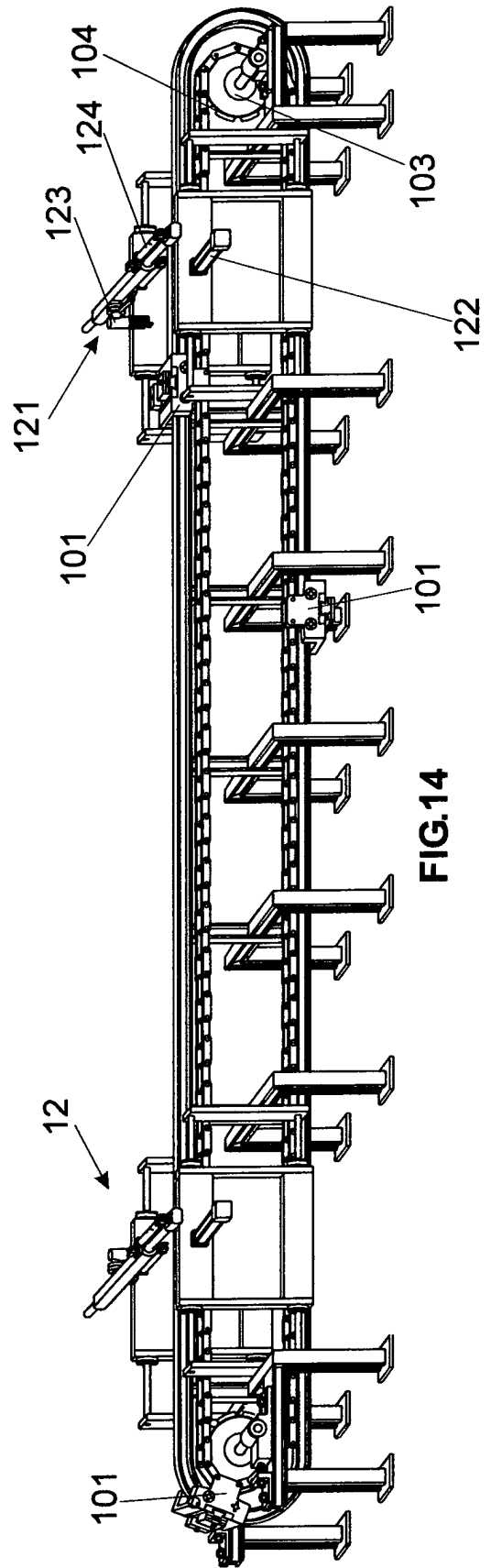
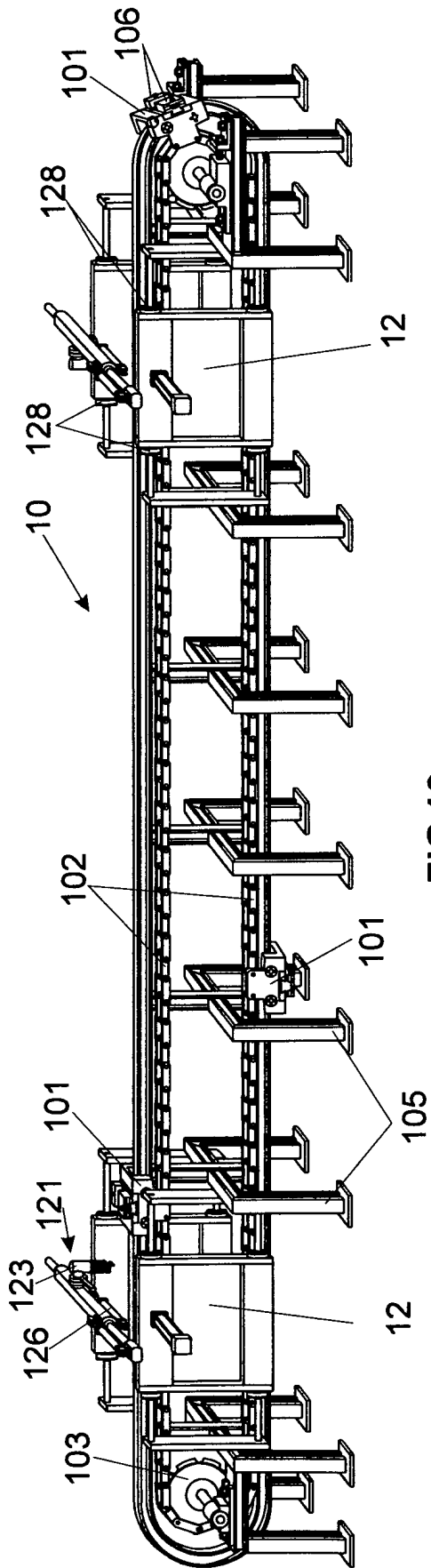


FIG. 12



8/12

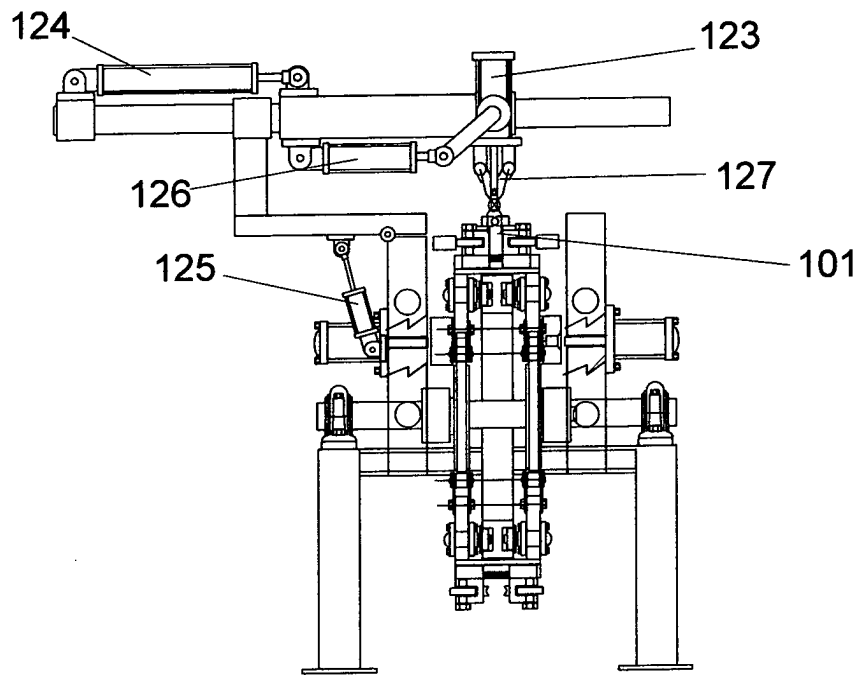


FIG. 15

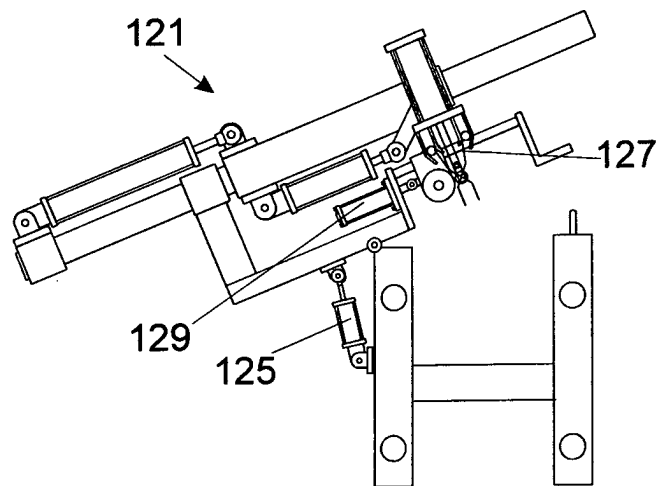


FIG. 16

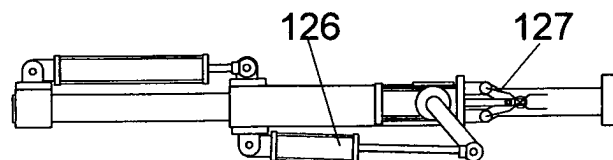


FIG. 17

9/12

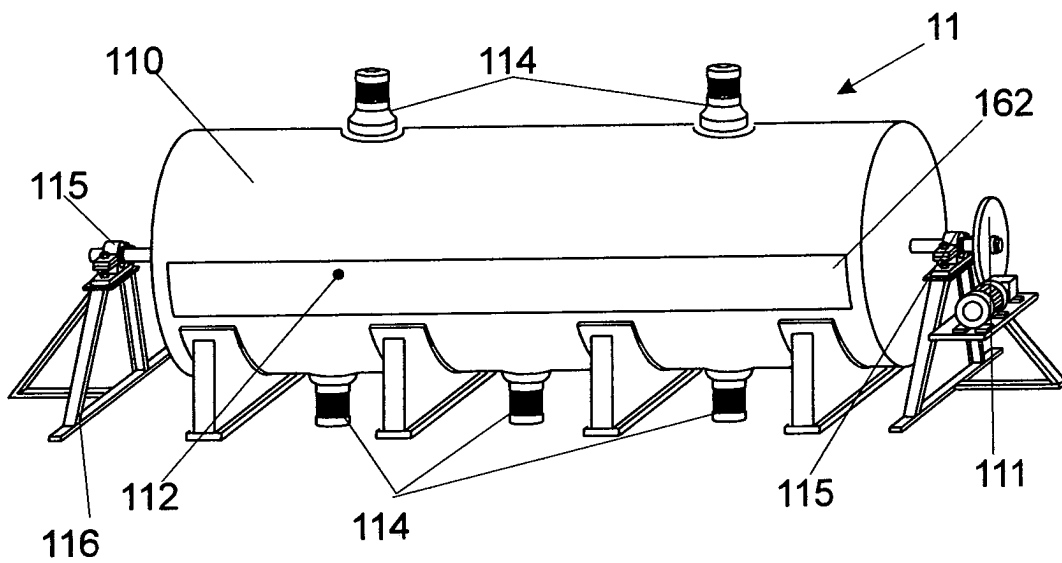


FIG. 18

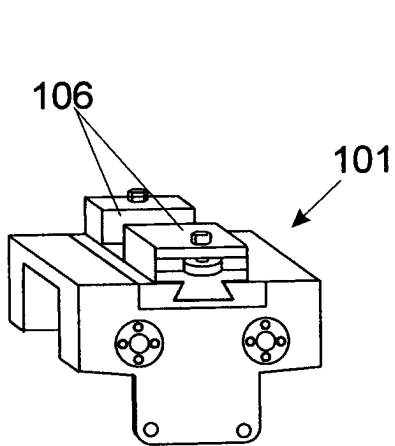


FIG. 19

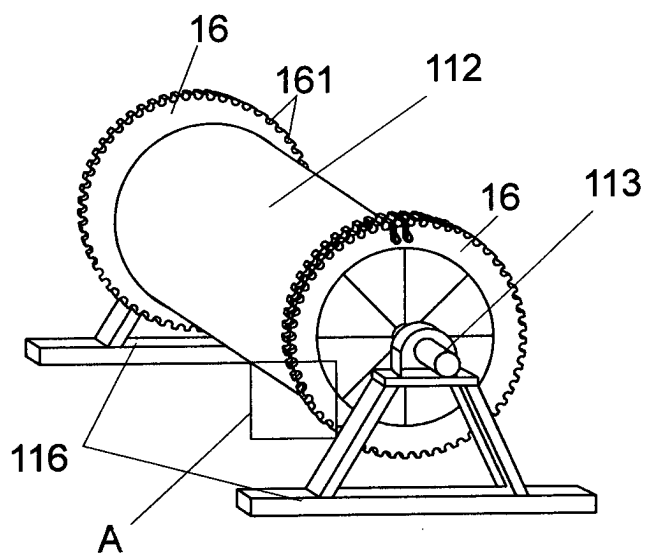


FIG. 20

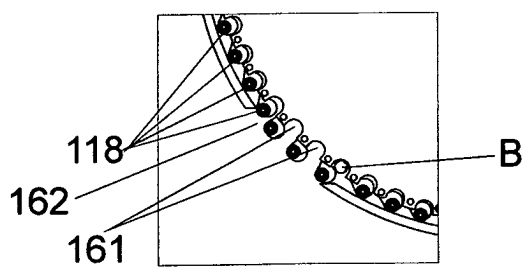


FIG. 21

10/12

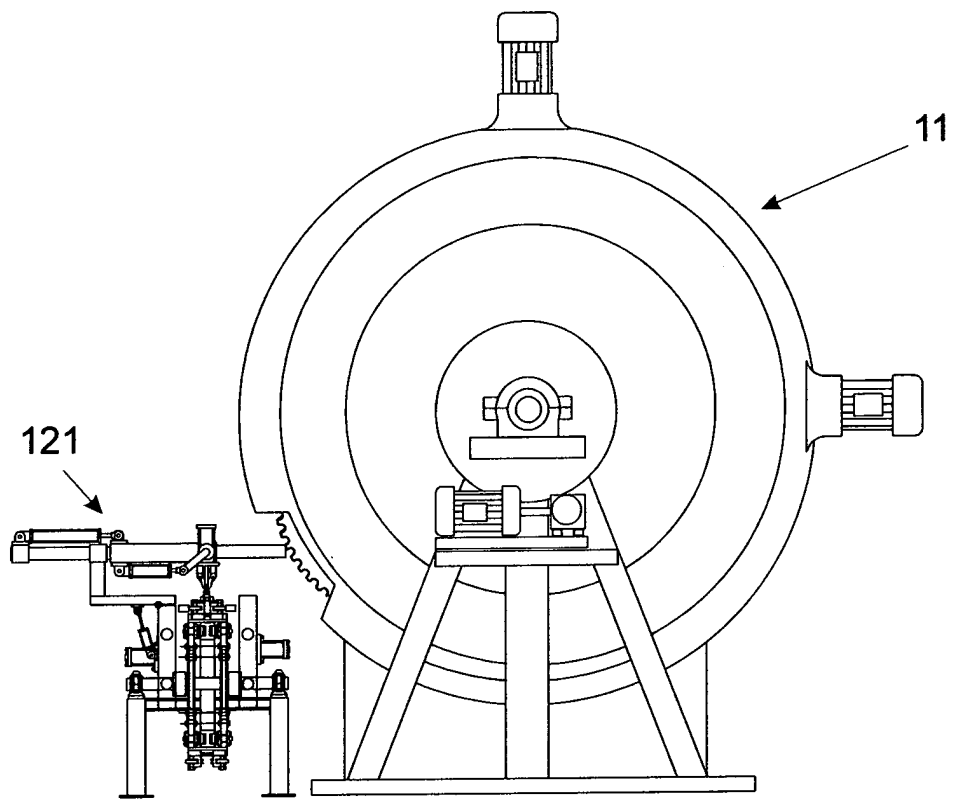


FIG. 22

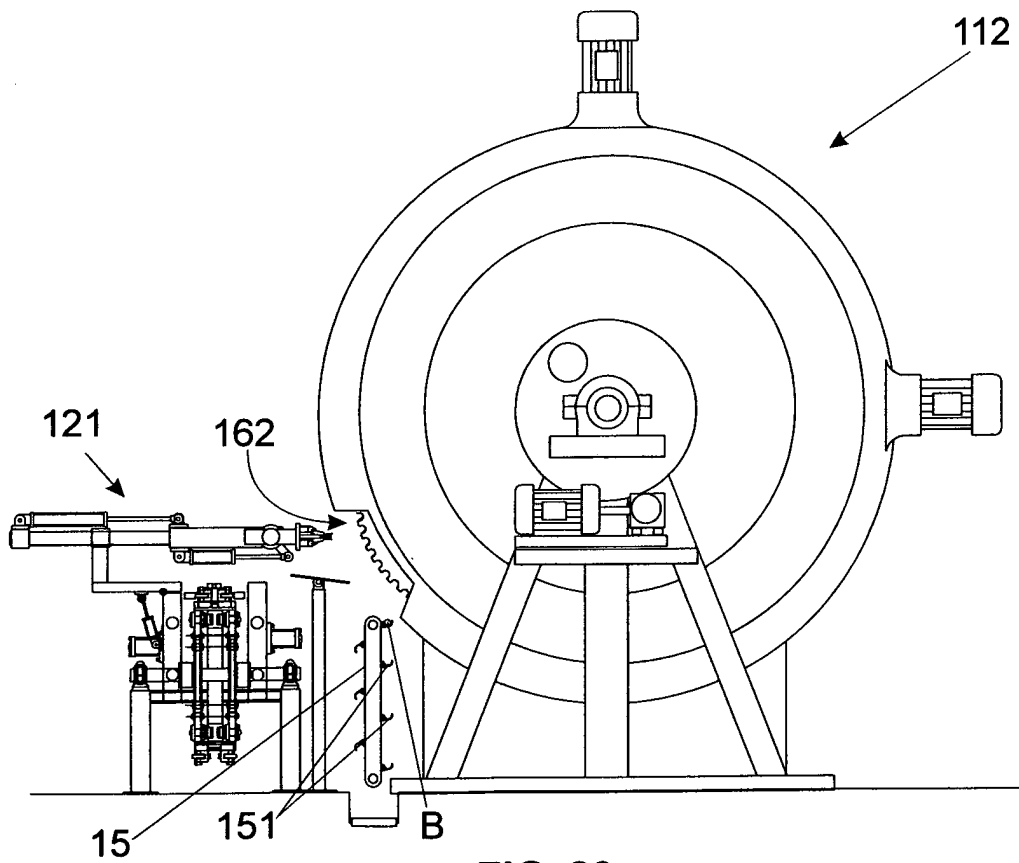


FIG. 23

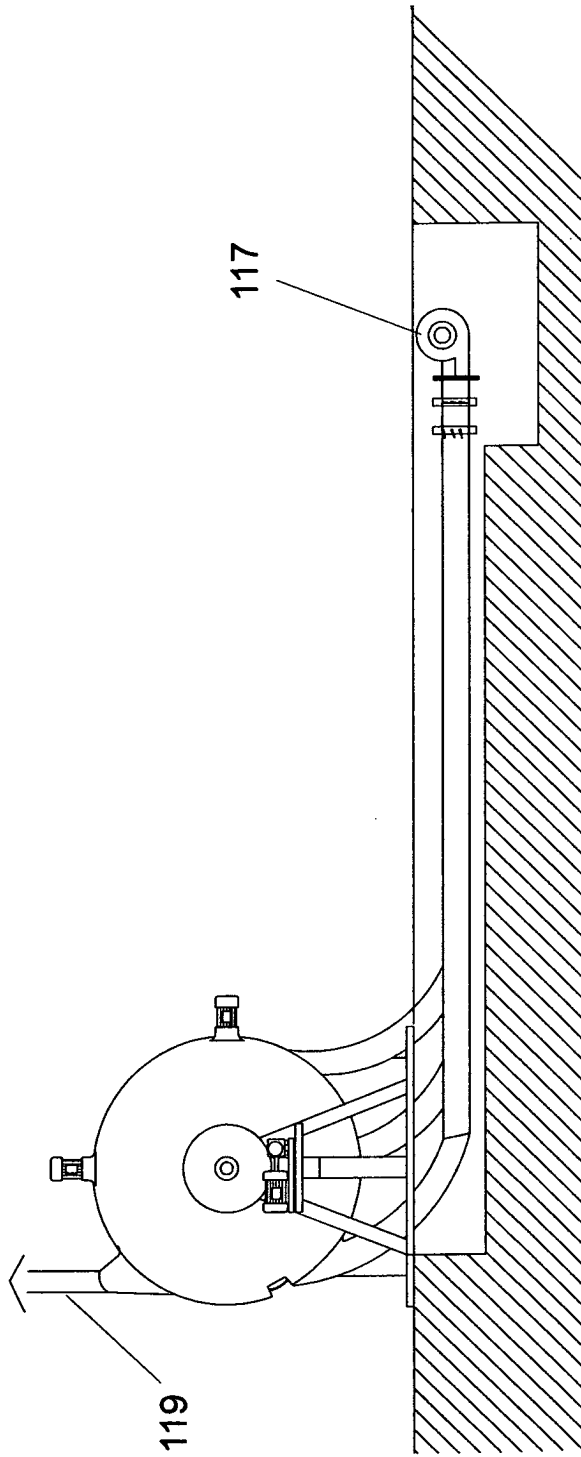


FIG. 24

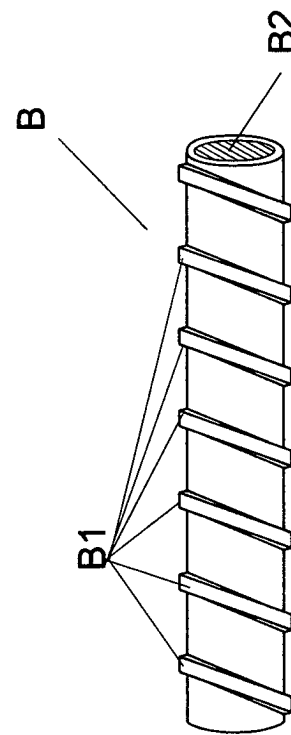


FIG. 25

CURVA COMPARATIVA DE
ESFORÇO - DEFORMAÇÃO

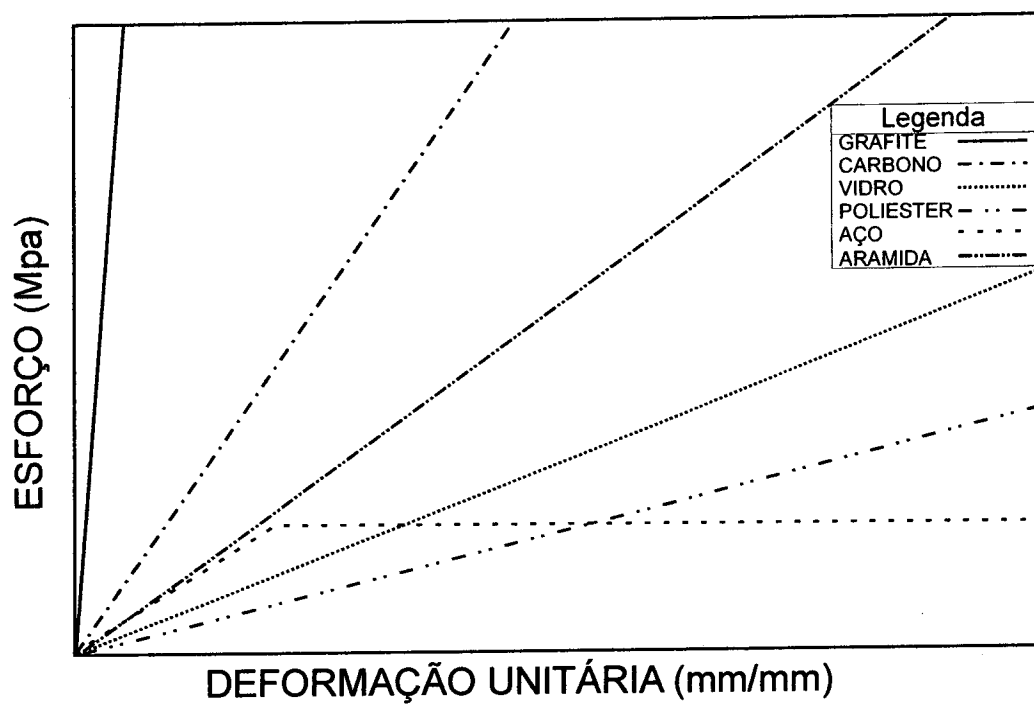


FIG. 26

RESUMO

PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BARRAS DE MATERIAL COMPOSTO, MÁQUINA E BARRA OBTIDA

A presente invenção trata de um processo de
5 fabricação de barras de material composto, máquina e barra
obtida, especialmente fabricada para ser usada na armação
de estruturas de concreto armado, em substituição às usuais
barras de aço. O presente processo de pultrusão incompleta
e extrusão, onde a barra (B) é formada tracionada e com
10 ressaltos sobre o núcleo, gera uma barra (B) com boas
propriedades mecânicas, melhorando a resistência à tração
das estruturas. A barra (B) assim produzida oferece
melhores condições de aderência com o concreto, além de não
sofrer corrosão, qualquer que seja o ambiente de sua
15 utilização.