



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

(11) PI 0919969-1 B1

(22) Data do Depósito: 20/10/2009

(45) Data de Concessão: 09/10/2018



(54) Título: SISTEMA DE CONEXÃO PARA PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS

(51) Int.Cl.: E04C 2/04

(30) Prioridade Unionista: 07/11/2008 IT MI2008A001971

(73) Titular(es): CARLO CALISSE

(72) Inventor(es): CARLO CALISSE

(85) Data do Início da Fase Nacional: 28/04/2011

“SISTEMA DE CONEXÃO PARA PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS”

A presente invenção se refere ao campo técnico de construções pré-fabricadas e, mais em particular, se refere a um sistema de conexão para painéis pré-fabricados assim chamados painéis de "isolamento térmico".

5 Como é conhecido, um painel de isolamento térmico para construções civis e industriais é substancialmente feito de três camadas arranjadas como um "sanduíche": uma parte de suporte de carga estrutural no lado interno do edifício, usualmente iluminada e feita de concreto, uma
10 "isolamento térmico" e que usualmente compreende lajes de poliestireno expandido, e uma camada arranjada no lado externo do edifício, que é também feita de concreto e que usualmente tem função de revestimento.

O painel é retido conjuntamente por sistemas de conexão particulares, os quais devem possibilitar que a parte estrutura suporte a
15 camada de revestimento externo com tão pouca tensão quanto possível, de forma a manter as dimensões e o custo tão reduzidos quanto possível e deve permitir que a camada de revestimento propriamente dito sofra uma diferente expansão térmica com relação àquela da parte estrutural, de forma a evitar rachadura por tensão, empeno do painel e outros problemas. Em outras
20 palavras, os sistemas de conexão conectam as duas camadas de concreto do painel, passando através da camada de isolamento térmico, para suportar a camada de revestimento externa.

É assim claro que, em um painel de isolamento térmico, quanto menos calor é transmitido entre as duas partes de concreto, tanto maior
25 a eficiência térmica total do painel propriamente dito e, assim, tanto menor é sua espessura, e o custo.

Atualmente, existem no mercado inúmeros tipos de sistemas de conexão para painéis pré-fabricados. Alguns sistemas prevêm elementos de conexão de metal, os quais podem ser providos com ou sem dispositivos

elásticos capazes de assegurar uma apropriada expansão térmica. Outros sistemas, por outro lado, prevêm plugues de conexão, feitos de plástico termoplástico, os quais são "enterrados" no concreto na etapa de fabricação do painel. O tipo conhecido de sistemas de conexão, todavia, pode ter uma série de inconvenientes, que às vezes afetam a estabilidade estrutural do painel pré-fabricado em que eles são inseridos.

Por exemplo, alguns sistemas de conexão descarregam o peso da camada de revestimento sobre a parte estrutural em um único ponto, induzindo uma tensão substancialmente concentrada. Esta situação, na etapa de projeto do painel, impõe um dimensionamento importante da estrutura pelo menos na área de concentração de tensão máxima, mas na prática sobre o painel inteiro. Todavia, na medida do que se refere aos empuxes devidos à expansão térmica, alguns sistemas de conexão transferem os mesmos diretamente para sobre a parte estrutural do painel. Conseqüentemente, a tensão que é induzida por expansão térmica pode também atingir valores particularmente altos (5÷6 mm para um painel vertical de cerca de 10 m de altura).

Similarmente, sobre a camada de revestimento feita, pelo sistema de conexão, a transmissão de tensões causadas pelo peso e pelas expansões térmicas pode induzir a formação de rachadura por tensão e outras anomalias de superfície sobre a camada de revestimento propriamente dita.

Em adição, alguns sistemas de conexão de tipo conhecido, neste caso, os plugues de conexão feitos de plástico termoplástico, podem ter problemas ao se engancharem sobre a parte estrutural do painel, bem como uma redução de seus desempenhos em função de um considerável aumento da temperatura e especialmente no caso de fogo. Por outro lado, outros sistemas de conexão, especialmente aqueles eitos de metal, podem ser particularmente complicados e caros, bem como criando substanciais pontes térmicas entre as camadas de concreto do painel. Tem geral finalidade da presente invenção é,

por conseguinte, aquela de produzir um sistema de conexão de painéis pré-fabricados que é capaz de superar, ou pelo menos minimizar, os problemas acima mencionados dos sistemas de conexão feitos de acordo com a arte anterior. Em particular, a finalidade da presente invenção é de produzir um sistema de conexão de painéis pré-fabricados que é capaz de suportar as expansões térmicas das superfícies irradiadas, e, por conseguinte, não induzindo a tensão de carga térmica sobre a estrutura dos painéis.

Outra finalidade da invenção é aquela de produzir um sistema de conexão de painéis pré-fabricados que tem uma condutividade térmica muito baixa, tornando supérfluas as correções de cálculo de transmitância devidas à presença do sistema de conexão propriamente dito no painel.

Outra finalidade da invenção é aquela de ser capaz de se ter um sistema de conexão que é compatível com os painéis pré-fabricados de qualquer formato e tamanho, adaptando-se a qualquer exigência arquitetônica.

Ainda outra finalidade da invenção é aquela de ser capaz de se ter um sistema de conexão de painéis pré-fabricados que pode ser facilmente e eficientemente ancorado às partes estruturais dos painéis propriamente ditos.

A última, mas não a única, finalidade da invenção é aquela de ser capaz de se ter um sistema de conexão de painéis pré-fabricados que é particularmente simples e efetivo em termos de custo de produzir e aplicar.

Essas e outras finalidades, de acordo com a presente invenção, são obtidas pela produção de um sistema de conexão de painéis pré-fabricados como delineado na reivindicação 1.

Outras características da invenção são destacadas nas reivindicações dependentes, que são parte integral da presente descrição.

As características e as vantagens de um sistema de conexão de painéis pré-fabricados de acordo com a presente invenção devem ficar mais claras a partir da seguinte descrição, dada como um exemplo e não para a

finalidade de limitação, com referência aos desenhos esquemáticos anexos, nos quais:

a figura 1 é uma vista em perspectiva, parcialmente em secção, de um painel pré-fabricado genérico que pode ser provido com o sistema de conexão de acordo com a presente invenção;

as figuras 2A e 2B são vistas em elevação lateral de uma primeira modalidade de um elemento que é parte do sistema de conexão de painéis pré-fabricados de acordo com a presente invenção, mostrado em duas configurações montadas diferentes;

as figuras 3A e 3B são vistas planas a partir de acima dos elementos mostrados nas configurações das figuras 2A e 2B, respectivamente;

a figura 4 é uma tabela que ilustra as propriedades mecânicas de a particular modalidade do elemento mostrado na figura 2; e

a figura 5 é uma vista plana a partir de cima de uma segunda modalidade de um elemento que é parte do sistema de conexão de painéis pré-fabricados de acordo com a presente invenção.

Com referência em particular às figuras 2 e 3, uma primeira modalidade é mostrada de um dos elementos simples que formam o sistema de conexão de painéis pré-fabricados de acordo com a presente invenção.

Cada elemento de conexão, globalmente indicado com número de referência 10, é configurado de modo a ser aplicado em painéis pré-fabricados (figura 1) do tipo compreendendo pelo menos duas camadas de concreto externas 12 e 14 e uma camada intermediária 16 feita de material de isolamento térmico, arranjada entre as duas camadas de concreto externas 12 e 14 em uma assim chamada configuração de "sanduíche". As camadas de concreto externas 12 e 14 são por vez do tipo provido com um reforço de metal interno 18, feito de uma pluralidade de barras 20, 20' feitas a partir de aço, apropriadamente conformadas e conectadas umas às outras. Por exemplo, o reforço 18 pode ser

formado a partir de gaiolas de metal, bem conhecidas, de malha soldada eletricamente.

Cada elemento de conexão 10 é feito na forma de uma placa preferivelmente retangular, tendo um comprimento total L de forma a permitir que ele se estenda em uma direção quase ortogonal com respeito ao plano de extensão do painel pré-fabricado e uma vez quando o elemento 10 propriamente dito foi aplicado, através da camada de isolamento térmico 16 e para ser parcialmente inserido nas camadas de concreto 12 e 14. Além disso, cada elemento de conexão 10 é provido, em duas extremidades terminais opostas, com respectivos dispositivos de enganchamento 22 e 24 nas camadas de concreto 12 e 14.

Mais precisamente, os dispositivos de enganchamento 22 e 24 permitem que cada elemento 10 permaneça fixamente conectado, uma vez quando ele foi aplicado, nas barras 20, 20' do reforço metálico 18 previsto dentro da camada de concreto 12 (camada realizada) e, em alguns casos, nas barras 20, 20' do reforço metálico 18 previstas dentro da camada de concreto 14 (camada de suporte de carga).

Como mostrado em as figuras 2 e 3, os dispositivos de enganchamento 22 e 24 são feitos de porções em forma de C das extremidades terminais opostas do elemento 10, de forma que a espessura interna de cada porção em forma de C 22 e 24 é substancialmente igual à espessura das barras 20, 20' do reforço 18 no qual o elemento 10 propriamente dito pode ser enganchado. É assim possível produzir elementos 10 em que tanto o comprimento L quanto as dimensões das porções de enganchamento em forma de C 22 e 24 podem variar, de forma a ser poderem ser adaptados a uma grande variedade de tipos de painel pré-fabricados.

De acordo com a invenção, pelo menos um dos dispositivos de enganchamento 22 e 24 previstos nas extremidades terminais opostas do elemento 10 é feito de duas distintas bordas em forma de C 24A e 24B, lado a

lado e paralelas entre si e tendo um comprimento que é substancialmente igual à altura H do elemento 10 propriamente dito. Mais um par de bordas em forma de C 24A e 24B, formadas integral com o elemento 10, é assim capaz de enganchar sobre respectivas barras 20, neste caso, barras verticais, normalmente providas no reforço metálico 18 inserido na camada externa realizada 12 do painel e, em alguns casos, também dentro da camada de suporte de carga 14.

Em uma das extremidades terminais opostas do elemento de conexão 10, preferivelmente aquela em que o par de bordas em forma de C 24A e 24B é formado, é também provido pelo menos um rebaixo em forma de U 26 adaptado para receber no mesmo, por meio de inserção de baioneta, uma das barras 20' do reforço metálico 18, especificamente uma das barras horizontais 20' perpendiculares às barras 20 que são inseridas nas bordas em forma de C 24A ou 24B, de modo a permitir um apropriado enganchamento do elemento 10 no reforço 18. Mesmo neste caso, as dimensões internas (largura) do rebaixo 26 são substancialmente iguais à espessura da respectiva barra horizontal 20' na qual o elemento 10 é enganchado.

O lado aberto de cada uma das bordas em forma de C 24A e 24B, ou seja, o lado em que as barras 20 e 20' de reforço 18 são inseridas pode ser orientado de acordo com diferentes direções de acordo com as exigências de uso do elemento de conexão 10. Por exemplo, de acordo com as modalidades mostradas nas figuras 2 e 3, os lados abertos do par das bordas em forma de C 24A e 24B são orientados de acordo com direções substancialmente perpendiculares, enquanto de acordo com a modalidade mostrada na figura 5 eles são orientados de acordo com direções paralelas e opostas.

Com base na modalidade mostrada na figura 5, o elemento de conexão 10 pode também ser provido com pelo menos um dispositivo de ancoragem 28, em forma de gancho ou com outro formato, feito como uma

peça única com o elemento de conexão 10 propriamente dito em pelo menos uma de suas extremidades terminais. Preferivelmente, o dispositivo de ancoragem 28 é em forma de gancho e é formado na extremidade terminal do elemento de conexão 10 em que também as duas bordas em forma de C 24A e 24B são formadas, e sua função é aquela de melhorar ainda mais a capacidade de ancoragem do elemento de conexão 10 propriamente dito dentro das camadas de concreto 12 e 14 do painel pré-fabricado.

O sistema de enganchamento particular de cada elemento de conexão 10 na malha de reforço 18 de pelo menos uma das camadas externas 12 ou 14 do painel pré-fabricado, por conseguinte, assegura a retenção máxima ao longo do tempo dos elementos 10 propriamente ditos, que não podem de modo algum se desengancharem da correspondente barra vertical 20 e barra horizontal 20'. Conseqüentemente existe uma flexibilidade máxima na gestão de tempos de moldagem e do tempo necessário para as subsequentes operações necessárias para produzir o painel, como deve ser mais bem especificado no restante da descrição. Um possível endurecimento prematuro das partes moldadas das camadas externas 12 ou 14, devido, por exemplo, às temperaturas do verão, não comprometeriam, na verdade, a fixação e a retenção ao longo do tempo dos elementos 10.

Todos os elementos 10 do sistema de conexão de acordo com a presente invenção são feitos de material plástico, em particular com uma resina sintética preferivelmente termos-estáveis, reforçados com fibra de vidro com um alto teor de reforços transversais. Uma tal resina torna possível que os elementos de conexão 10 resistam ao ataque dos álcalis normalmente contido no concreto e é, assim, particularmente apropriada para ser aplicada nos painéis pré-fabricados.

A configuração e orientação particulares da fibra de vidro dentro da matriz de resina permitem que os elementos 10 contrastem com tensões de tração, corte, e flexão na direção da tensão máxima (usualmente a

direção do comprimento L), permitindo simultaneamente a flexão para um número praticamente infinito de ciclos na direção da deformação máxima induzida pelas expansões térmicas. O coeficiente de transmissão de calor dos elementos 10 feitos de fibra e resina é tão baixo que o efeito dos elementos 10 para conectar as duas camadas externas 12 e 14, inseridos no painel pode ser previsto, para os cálculos totais da transmitância do painel. A tabela da figura 4 mostra, puramente como um exemplo, as propriedades mecânicas de uma possível modalidade de um elemento 10 de acordo com a presente invenção, fabricado em resina de vinil éster e com dimensões 216 mm (comprimento L) x 2,5 mm (espessura S).

Vantajosamente, os elementos 10 do sistema de conexão de painéis pré-fabricados de acordo com a presente invenção podem ser feitos de acordo com o processo de produção chamado pultrusão. Tal processo de produção contínuo torna possível obter perfis feitos a partir de material plástico compósito tendo uma seção constante, de qualquer comprimento e com um eixo retilíneo. As fibras de reforço do elemento 10, feito na forma de uma 'mecha', esteira, couros, tecidos de vidro, fibra de carbono, Kevlar, basalto ou outros, depois de serem impregnados com uma matriz de polímero apropriada (resina, enchimentos minerais, pigmentos, aditivos, etc.), passam através uma estação de pré-conformação que configura a estratificação necessária para fornecer os perfis das propriedades desejadas. As fibras de reforço impregnadas com resina são então apropriadamente aquecidas, de forma a obter a polimerização da resina. O perfil sólido assim obtido está pronto para ser automaticamente cortado em tamanho e processado para fazer os elementos 10 das dimensões desejadas.

Graças aos materiais usados e ao processo de produção de pultrusão particular, os elementos 10 podem operar em uma faixa de temperaturas de exercício variando entre -40°C e +120°C e mostram a

particular resistência ao fogo, vez que eles são feitos com um termoendurecível, ao invés de base de resina termoplástica.

Operativamente, a fabricação de um painel pré-fabricado provido com um sistema de conexão como aquele acima descrito é executada da seguinte maneira.

Uma primeira camada de concreto externa 12 é moldada, no caso específico a camada realizada, e a malha de reforço de metal relativa 18 é posicionada. Neste ponto do processo produtivo, os elementos 10 são enganchados na malha 18, tendo passo constante, nas intersecções entre as barras verticais 20 e barras horizontais 20', tais intersecções sendo nós de resistência máxima da malha 18 propriamente dita.

Ambos os elementos 10 arranjados ao longo do eixo longitudinal do painel, e elementos adicionais 10, posicionados próximos aos ganchos, até o pé do painel (para painéis verticais) ou até a linha de centro (para painéis horizontais), podem ser fixados à malha 18. O enganchamento é assegurado pela combinação das porções em forma de C 22 e 24, que "encerram" as barras 20 orientadas ao longo de uma certa direção, e dos rebaixos 26, nos quais as barras 20' são introduzidas à maneira de baioneta, soldadas perpendicularmente às barras 20, permitindo que os elementos 10 permaneçam autonomamente em uma posição substancialmente perpendicular em relação àquela da extensão da malha 18 e, conseqüentemente, do plano do painel como um todo.

A camada realizada 12 do painel está agora pronta para a segunda moldagem do revestimento da malha 18, normalmente feita com uma mistura que é diferente com relação à primeira moldagem para ambos, tanto para manter os custos baixos (os inertes são estruturais e não preciosos), quanto para proporcionar à crosta uma alta rigidez. Alternativamente, para reduzir o número de moldagens e acelerar o processo de produção, a camada

de concreto 12 pode ser feita com uma única moldagem, vez que os elementos de conexão 10 foram apropriadamente enganchados na malha de reforço 18.

Com a primeira camada de concreto 12 do painel, neste caso a camada realizada de revestimento, assim completada, o material de isolamento térmico é posicionada para isolamento térmico, usualmente feito de poliestireno de alta densidade. As lajes de poliestireno são apropriadamente cortadas e/ou perfuradas de forma a serem passadas através pelos elementos de conexão 10 previamente enganchados na malha 18. Duas distintas camadas de material de isolamento térmico são normalmente providas para permitir as expansões térmicas que são típicas de painéis de isolamento térmico.

Neste ponto, o painel está pronto para ser reforçado de acordo com dados de projeto e para a inserção dos insertos previstos, como, por exemplo, as braçadeiras de elevação, as suspensões para os painéis horizontais ou outros insertos. A moldagem estrutural final, que deve formar a última camada portando concreto do painel propriamente dito, completa a preparação do painel. Os elementos 10 permanecem ancorados na moldagem estrutural graças à configuração particular das extremidades em forma de C 22, que engancham sobre o concreto estrutural ou, para espessuras particularmente reduzidas do painel (da ordem de, por exemplo, 25 cm no total), na malha de reforço de metal superior, contribuindo para manter a posição da malha propriamente dita, que deve evitar acabamento.

Foi assim visto que o sistema de conexão de painéis pré-fabricados de acordo com a presente invenção atinge as finalidades previamente destacadas, vez que cada um dos elementos de conexão que formam o sistema de conexão propriamente dito é apropriado para qualquer forma e tamanho de painéis pré-fabricados e se adaptam a qualquer exigência arquitetônica;

- pode ser usado para produzir painéis de isolamento térmico de diferentes espessuras, painéis aerados, painéis ventilados, painéis resistentes a fogo, etc.;

5 - é flexível, suportando as expansões térmicas das superfícies irradiadas e não induzindo tensões de carga térmica sobre a estrutura de painel;

- tem uma condutividade térmica muito baixa: independentemente da quantidade dos elementos de conexão usados, não existe necessidade de ajustes de cálculo de transmitância;

10 - pode ser usado para qualquer orientação do painel, tanto na horizontal quanto na vertical, com ou sem espaços de porta e/ou janela;

- pode ser também usado para fazer portais de concreto e assim assegurar o isolamento máximo de toda a fachada a ser feita;

15 - é completamente compatível com os sistemas de construção mais comuns e, em particular, com todos os insertos destinados tanto para a elevação quanto para a fixação dos painéis.

20 O sistema de conexão de painéis pré-fabricados da presente invenção assim concebido pode, em qualquer caso, ser submetido a inúmeras modificações e variantes, todas cobertas no mesmo conceito inventivo; além disso, todos os detalhes podem se substituídos por materiais tecnicamente equivalentes. Na prática, os materiais usados, bem como os formatos e tamanhos, podem ser quaisquer de acordo com as exigências técnicas.

O escopo de proteção da invenção é, por conseguinte, definido pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de conexão para painéis pré-fabricados do tipo compreendendo pelo menos duas camadas de concreto externas (12, 14), providas com reforço metálico (18), e uma camada intermediária (16) feita de material de isolamento térmico, arranjada entre as duas camadas de concreto externas (12, 14), o sistema compreendendo uma pluralidade de elementos de conexão do tipo de placa (10) tendo um tal comprimento (L) de forma a permitir aos mesmos se estenderem, na direção ortogonal com relação ao plano de desenvolvimento do painel, através da camada de isolamento térmico (16) e para penetrar parcialmente no interior das camadas de concreto externas (12, 14), cada elemento de conexão (10) sendo provido, em duas extremidades terminais opostas, com respectivos dispositivos de enganchamento (22, 24) para as camadas de concreto externas (12, 14), caracterizado pelo fato de que pelo menos um (24) dos dispositivos de enganchamento providos nas extremidades terminais opostas de cada elemento de conexão (10) é feito de duas distintas bordas em forma de C (24A, 24B), lado a lado e paralelas entre si, ditas bordas em forma de C (24A, 24B) sendo capaz de enganchamento em respectivas barras (20) providas sobre o reforço metálico (18) de pelo menos uma (12) das camadas de concreto externas do painel.

2. Sistema de conexão de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que na extremidade terminal do elemento de conexão (10), sobre a qual as ditas bordas em forma de C (24A, 24B) são feitas, é também provido pelo menos um rebaixo em forma de U (26), adaptado para receber no mesmo, por inserção do tipo de baioneta, uma respectiva barra (20') do reforço metálico (18) ortogonal às barras (20) que são inseridas em ditas bordas em forma de C (24A, 24B).

3. Sistema de conexão de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que na extremidade terminal do elemento de

conexão (10) oposta àquela em que ditas bordas em forma de C (24A, 24B) são feitas, é provida uma única borda em forma de C (22) capaz de enganchar na camada de concreto externa (14) oposta àquela (12) em que as ditas bordas em forma de C (24A, 24B) engancham, e/ou em uma das barras (20) providas no reforço metálico (18) de dita camada de concreto externa (14) oposta àquela (12) em que as ditas bordas em forma de C (24A, 24B) engancham.

4. Sistema de conexão de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de cada elemento de conexão (10) é provido com pelo menos um dispositivo de ancoragem (28), configurado como um gancho ou tendo outro formato, feito em uma única peça com o dito elemento de conexão (10) em pelo menos um de suas extremidades terminais, a função de dito dispositivo de ancoragem (28) sendo aquela de melhorar ainda mais a capacidade de ancoragem de dito elemento de conexão (10) no interior das camadas de concreto externas (12, 14) do painel pré-fabricado.

5. Sistema de conexão de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que dito dispositivo de ancoragem (28) é formado na extremidade terminal do elemento de conexão (10) em que as ditas bordas em forma de C são feitas (24A, 24B).

6. Sistema de conexão de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que as ditas bordas em forma de C (24A, 24B) têm um comprimento substancialmente igual à altura (H) do elemento de conexão (10).

7. Sistema de conexão de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a dita única borda em forma de C (22) é de um comprimento substancialmente igual à altura (H) do elemento de conexão (10).

8. Sistema de conexão de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que as ditas bordas em

forma de C (24A, 24B) são formadas integralmente com o elemento de conexão (10).

5 9. Sistema de conexão de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a espessura interna de ditas bordas em forma de C (24A, 24B) e de dita única borda em forma de C (22) é substancialmente igual à espessura das respectivas barras (20, 20') do reforço metálico (18) no qual o elemento de conexão (10) pode ser enganchado.

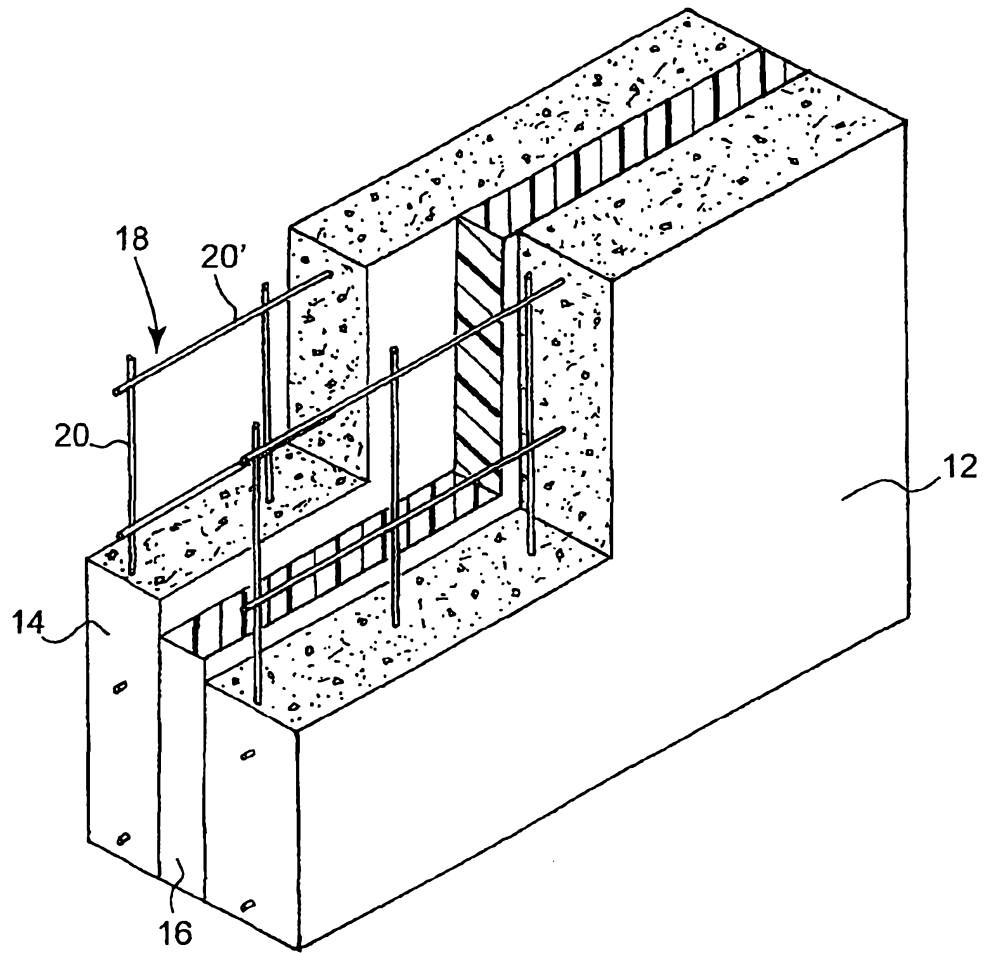
10 10. Sistema de conexão de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que os elementos de conexão (10) são feitos de material plástico.

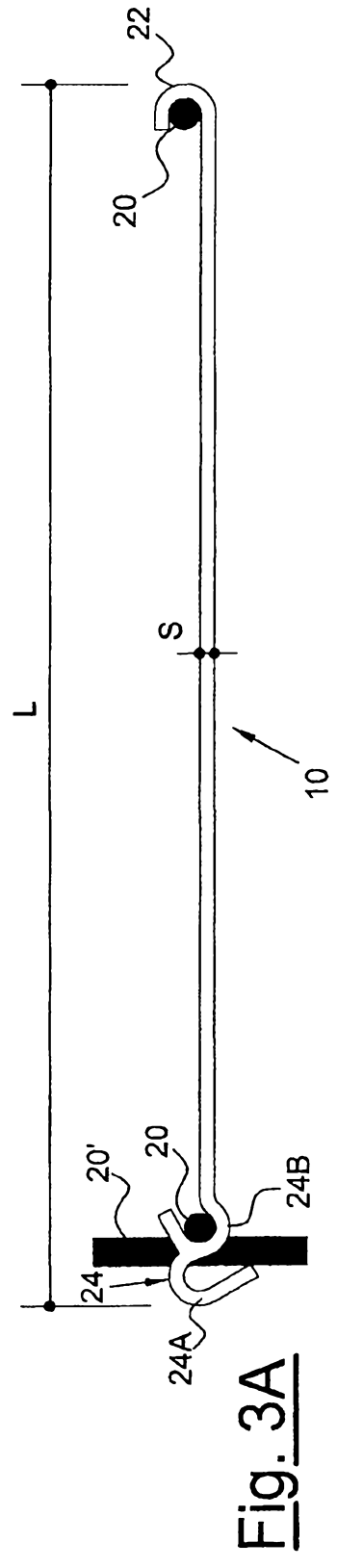
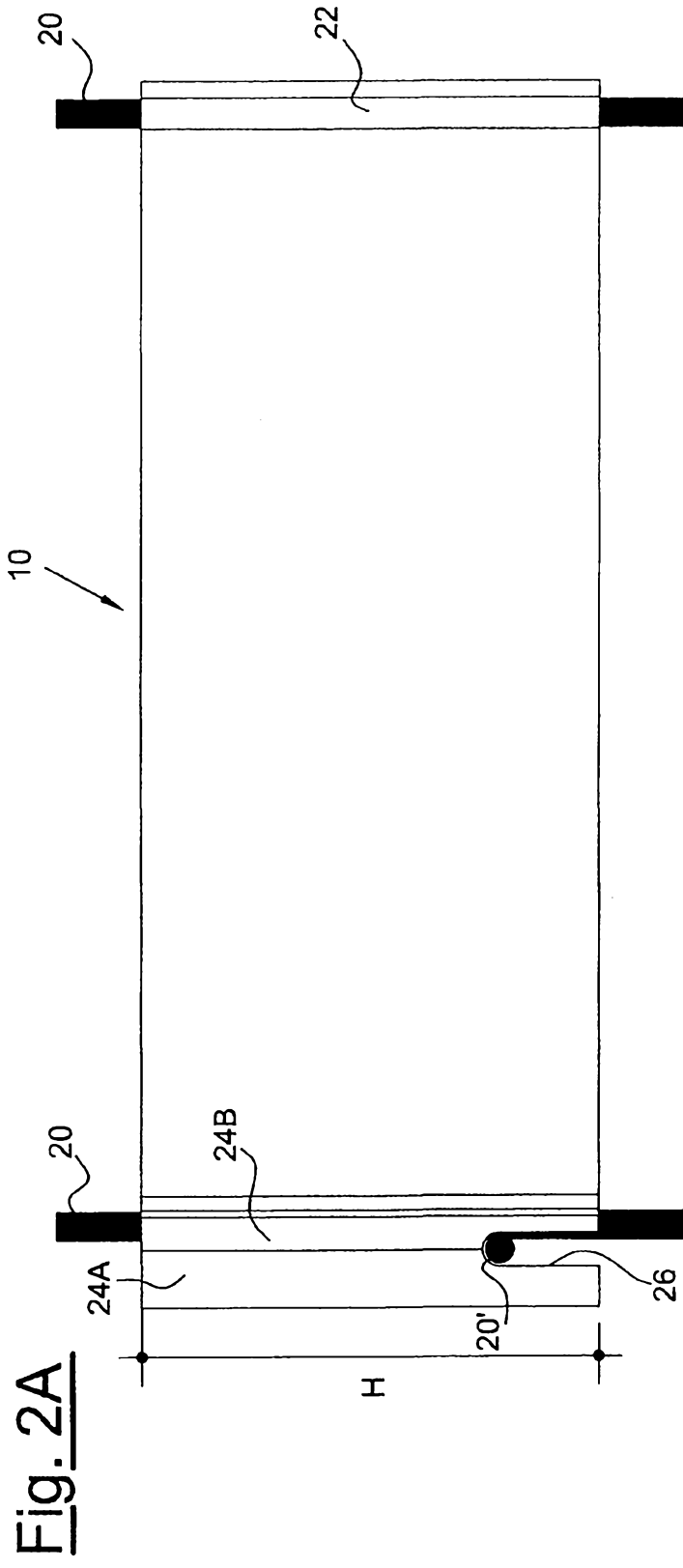
11. Sistema de conexão de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que dito material plástico é uma resina sintética.

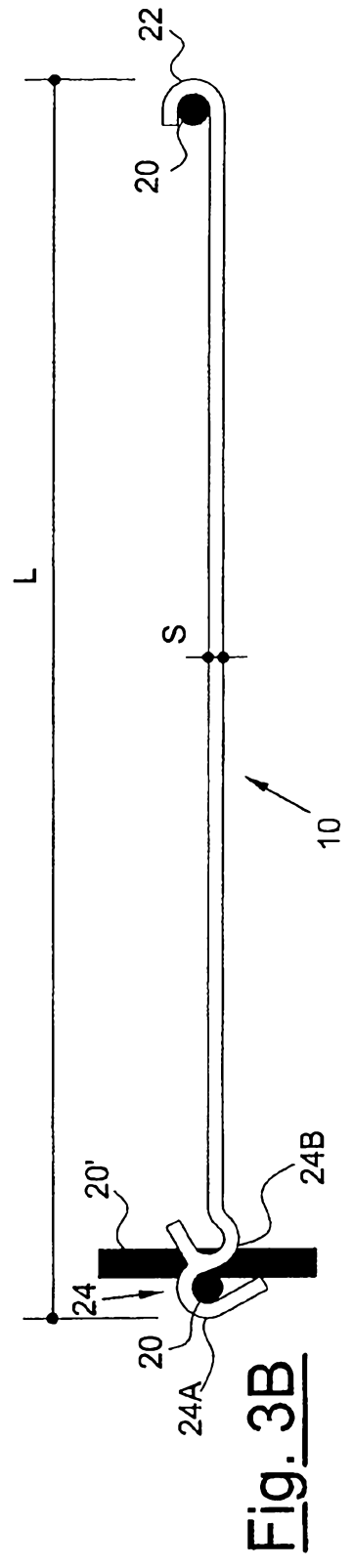
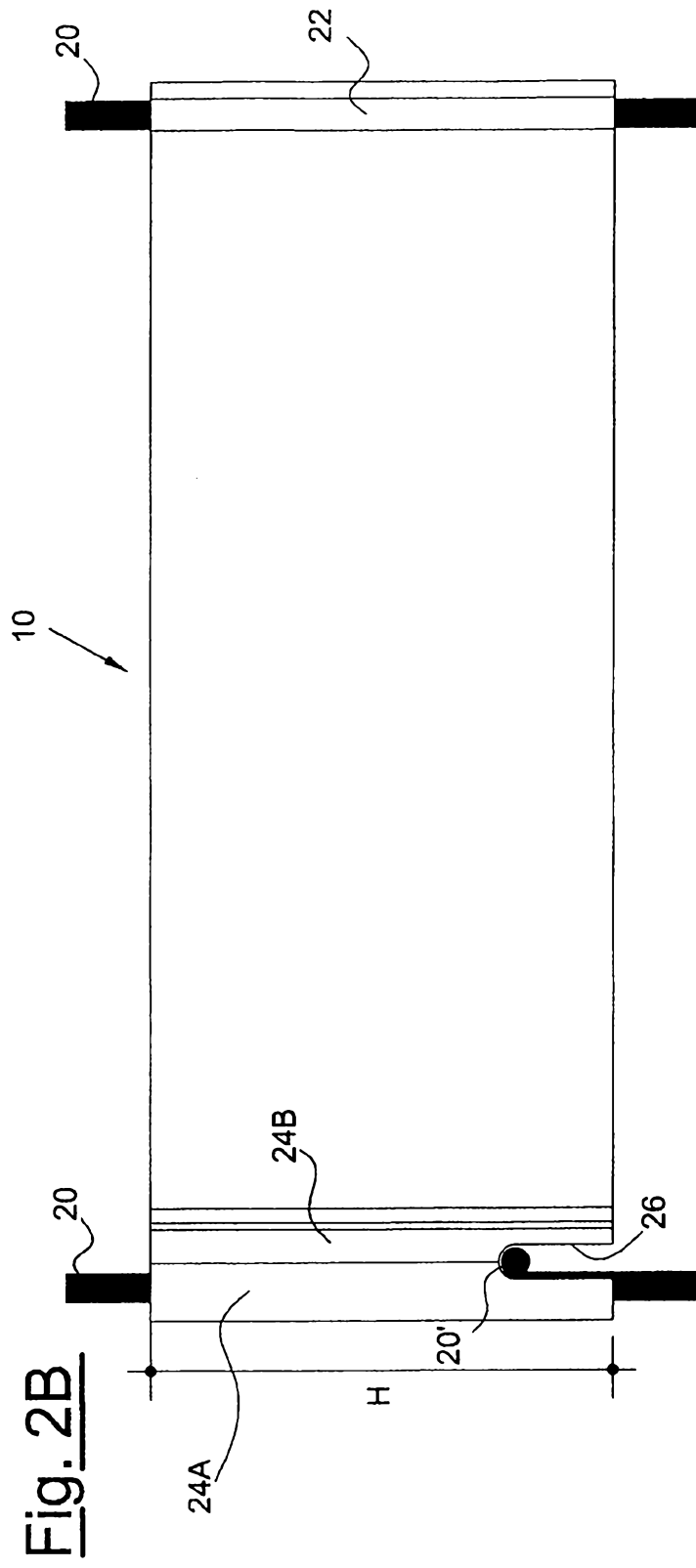
15 12. Sistema de conexão de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a dita resina sintética é uma resina termoendurecível reforçada com fibras de vários tipos, com um alto teor de reforços transversais.

20 13. Sistema de conexão de acordo com a reivindicação 11 ou 12, caracterizado pelo fato de que os elementos de conexão (10) são feitos de acordo com processo de produção por pultrusão.

Fig. 1







Propriedade	Norma	Valor	Unidade de medida
1) Gravidade específica	ASTM D792	1.75	g/cm ³
2) Absorção de água	ISO 62	≤ 0.4	%
3) Teor vítreo (em peso)	ISO 1172	60	%
4) Dureza Barcol	ASTM D 2583	≥ 50	°B
5) a) Módulo de elasticidade (em comprimento)	ASTM D 638	≥ 26	GPa
b) Resistência ao cisalhamento (em comprimento)	ASTM D 638	≥ 400	MPa
6) a) Módulo de elasticidade (em comprimento)	ASTM D790	≥ 15	GPa
b) Resistência à flexão (em comprimento)	ASTM D790	≥ 400	MPa
7) Coeficiente de expansão térmica (em comprimento)	ASTM D 696	11 x 10 ⁻⁶	k ⁻¹
8) Condutividade térmica	ASTM C177	0.35	W/mK

Tolerâncias dos valores dados acima: ± 10%

As tolerâncias de tamanho aderem à norma ASTM D3917

A qualidade de superfície adere à norma ASTM D4385 Nível II

Fig. 4

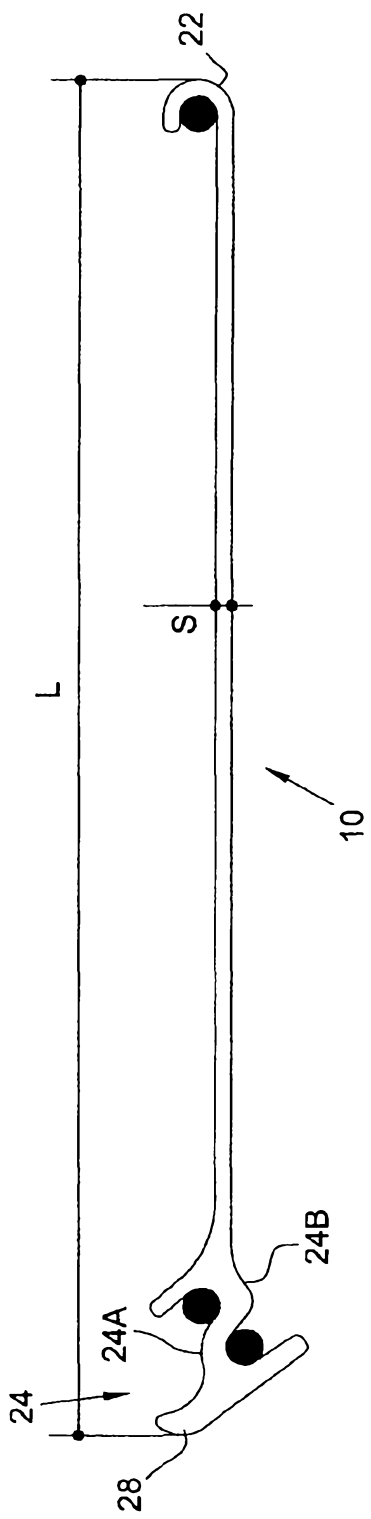


Fig. 5