



Assinado
Digitalmente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 1015008-0

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 1015008-0

(22) Data do Depósito: 13/04/2010

(43) Data da Publicação do Pedido: 21/10/2010

(51) Classificação Internacional: B01J 19/24

(30) Prioridade Unionista: SE 0950247.7 de 15/04/2009

(54) Título: PLACA DE CANAL, SEÇÃO DE FLUXO, MÓDULO DE FLUXO , E, USO DE UM MÓDULO DE FLUXO

(73) Titular: ALFA LAVAL CORPORATE AB, Companhia Sueca. Endereço: Box 73, SE-221 00 Lund, SUÉCIA(SE)

(72) Inventor: KASPER HÖGLUND; TOMMY NORÉN; BARRY JOHNSON

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 13/04/2010, observadas as condições legais

Expedida em: 03/04/2018

Assinado digitalmente por:
Júlio César Castelo Branco Reis Moreira
Diretor de Patente



“PLACA DE CANAL, SEÇÃO DE FLUXO, MÓDULO DE FLUXO, E, USO DE UM MÓDULO DE FLUXO”

A presente invenção diz respeito a uma placa de canal, uma seção de fluxo, um módulo de fluxo, e uso do módulo de fluxo como um reator químico.

Fundamentos da Invenção

Existem diferentes aspectos, que são importantes quanto aos reatores, tais como a flexibilidade na instalação, a configuração do fluxo, as propriedades de mistura, o controle da temperatura, a monitoração, os tempos de permanência, etc.

Alguns problemas com os reatores contínuos são relacionados ao vazamento, à possibilidade de inspeção visual, à limpeza das vias de fluxo, à adaptação da via de fluxo do processo para se obter o tempo de permanência desejado para uma dada velocidade de fluxo, ao acesso à via de fluxo do reator, à configuração do fluxo de transferência de calor, à descarga do gás dissolvido fora do módulo, à mistura dos fluidos, à pressão e à liberação da pressão, etc.

A Invenção

Assim sendo, um objeto da presente invenção é prover um conceito flexível de um módulo de fluxo contínuo, adaptável aos processos desejados, tais como as reações químicas, as misturas, as extrações, etc.

Outro objeto é prover um módulo de fluxo contínuo que tenha boa acessibilidade e seja fácil de se manipular, etc.

Um outro objeto é prover um módulo de fluxo contínuo que tenha bom desempenho de transferência de calor, e oportunidade para controlar a temperatura.

Um outro objeto é prover um módulo de fluxo contínuo que tenha características de fluxo de fluido adequadas para reações químicas, extrações, separações, etc.

Um outro objeto é prover um módulo de fluxo contínuo que tenha propriedades de pressão melhoradas.

Conseqüentemente, a presente invenção proporciona uma solução para os problemas acima mencionados mediante um módulo de fluxo que compreende placas de canal e placas de utilidade. Assim sendo, a presente invenção diz respeito a uma placa de canal, que pode ser usada em um módulo de fluxo. A placa de canal compreende uma placa, pelo menos uma fileira de unidades dentro da placa, pelo menos uma entrada e pelo menos uma saída, em que cada unidade contenha uma superfície planar oposta a um canal que forma a superfície, e em que as unidades se alternam na fileira de unidades, em que uma superfície planar seja adjacente a uma superfície formadora do canal, na mesma fileira, e em que a placa de canal constitui uma parte e as fileiras de unidades são integradas na placa, ou a placa de canal é dividida no plano central e constitui duas partes correspondentes entre si e postas juntas formam o canal da placa de canal, ou a placa de canal se constitui de um quadro e duas folhas formadas ou duas placas prensadas, cujo quadro e duas folhas formadas ou duas placas prensadas colocadas juntas formam o canal da placa de canal. A placa de canal de acordo com a presente invenção também pode compreender pelo menos uma caixa giratória, em que a caixa giratória seja um espaço ou um ambiente entre duas fileiras adjacentes de unidades na placa de canal, e um lado interno da placa de canal, cuja caixa giratória possibilita a comunicação entre as duas fileiras adjacentes de unidades, de tal modo que os fluidos possam circular de uma fileira para a outra no espaço ou no ambiente da caixa giratória.

A presente invenção diz respeito também a uma placa de canal alternativa, a qual compreende pelo menos duas fileiras de unidades, cada unidade tendo uma superfície planar oposta a um canal que forma a superfície, e que as unidades se alternem em cada fileira, e que uma superfície

planar seja adjacente a um canal que forme superfície na mesma fileira, pelo menos uma caixa giratória, pelo menos uma entrada e pelo menos uma saída, em que a caixa giratória seja um espaço ou um ambiente entre duas fileiras adjacentes de unidades na placa de canal, e um lado interno da placa de canal, cuja caixa giratória permita a comunicação entre duas fileiras adjacentes de unidades, de tal modo que os fluidos possam circular de uma fileira para a outra no espaço da caixa giratória. A placa de canal de acordo com a invenção pode constituir uma parte e as fileiras de unidades serem integradas na placa, ou a placa de canal pode ser dividida em plano central e constituir duas partes correspondentes uma com a outra e colocadas juntas formam o canal do processo da placa de canal, ou a placa de canal constitui um quadro e duas folhas formadas ou duas placas prensadas, cujo quadro e duas folhas formadas ou duas placas prensadas colocadas juntas formam o canal do processo da placa de canal.

A placa de canal de acordo com a invenção pode também compreender várias fileiras de unidades, várias caixas giratórias. Pelo uso das caixas giratórias é possível criar um verdadeiro fluxo tridimensional para dar uma mistura reforçada e transferência de calor melhorada entre a placa de utilidade e a placa de canal. Pelo uso da placa de canal podem ser criados índices de mistura elevados, e uma distribuição restrita do tempo de permanência é obtida.

A presente invenção diz respeito ainda a uma seção de fluxo, a qual compreende uma placa de canal, placas de barreira ou placas de utilidade ou combinações de placas de barreira com placas de utilidade. A placa de canal pode ser disposta entre duas placas de barreira, as quais estejam selando um canal criado pela placa de canal e as duas placas de barreira. A seção de fluxo pode também compreender uma placa de canal disposta entre duas placas de utilidade tendo inserções turbuladoras, cujas placas de utilidade se acham selando um canal criado pela placa de canal e as duas placas de

utilidade, ou a seção de fluxo pode compreender uma placa de canal disposta entre uma placa de barreira e uma placa de utilidade que estejam selando um canal criado pela placa de canal e as duas placas. A seção de fluxo pode também compreender que duas placas de canal têm uma membrana ou têm um filtro aplicado entre as duas placas de canal. A seção de fluxo compreende também que essas duas placas de canal se situam entre duas placas de barreira, as quais se acham selando canais criados pelas placas de canal e as duas placas de barreira, ou em que as duas placas de canal são dispostas entre duas placas de utilidade tendo inserções turbuladoras, ou combinações das placas de barreira com as placas de utilidade.

A seção de fluxo pode também compreender gaxetas que estejam selando as diferentes placas contra o vazamento. A gaxeta pode ser uma folha plana, ou folha de múltiplas camadas de um material adequado, exemplos do qual podendo ser múltiplas camadas de politetrafluoroetileno expandido (ePTFE), politetrafluoroetileno (PTFE), perfluoroelastômeros ou fluoroelastômeros, polieteretercetona (PEEK), polipropeno (PP), etc. O material da gaxeta pode ser um material macio tal como o PEEK macio, PP, PTFE etc. ou Viton[®], Teflon[®], Kalrez[®] etc.

As gaxetas da seção de fluxo podem ter um padrão correspondente às superfícies planares das unidades das fileiras de unidades. A inserção turbuladora das placas de utilidade pode ter um padrão correspondente às superfícies planares das unidades das fileiras de unidades, ou ambas as gaxetas e a inserção turbuladora das placas de utilidade podem ter padrões correspondentes às superfícies planares das unidades das fileiras de unidades. Por isto, o fluxo dos meios ou o fluxo dos fluidos no canal criado não podem ter nenhum contato com as faces planares das gaxetas e pouco contato ou contato minimizado com as bordas de qualquer das gaxetas, e cada inserção turbuladora pode prover um suporte para os lados planares da fileira de unidades da placa de canal.

A presente invenção diz respeito também a um módulo de fluxo contínuo projetado plano, por exemplo um reator de placa que compreenda diferentes placas ou seções, em que uma ou mais placas de canal são empilhadas entre si com as placas de utilidade, placas de barreira, placas de trocadores de calor ou uma ou mais seções de fluxo. O módulo de fluxo pode compreender uma pilha ou seções de fluxo, e o módulo de fluxo pode ter pelo menos uma entrada para os fluidos do processo e pelo menos uma saída para os produtos do processo. Uma entrada pode ser conectada à primeira placa de canal e uma saída deve ser conectada à última placa de canal. O canal de processo deve ser conectado paralelo ou pode o canal de processo ser conectado em série, ou tanto o canal pode ser conectado externamente quanto pode o canal ser conectado internamente, preferivelmente o canal é conectado externamente entre diferentes placas de canal. Um exemplo de tal disposição pode ser que dois canais das duas placas de canal sejam conectados paralelos entre si e os canais sejam combinados em um canal de uma terceira placa de canal, terceira placa de canal esta que seja conectada em série com as primeiras duas placas. Uma tal disposição pode ser adequada para uma reação de duas etapas em que os reagentes sejam produzidos nas primeiras duas placas de canal e uma segunda reação tenha lugar na terceira placa de canal. Naturalmente, quaisquer combinações das conexões entre os canais podem ser projetadas para diferentes reações, para reações de uma etapa ou reações de múltiplas etapas de acordo com a presente invenção. Conduitos internos e/ou externos se acham em conexão com as placas de utilidade e as placas de utilidade são conectadas em série ou em paralelo, ou em ambos, entre si.

O módulo de fluxo pode também compreender um dispositivo de sujeição que pode ser conectado ao módulo de fluxo. O dispositivo de sujeição compreende duas placas terminais, molas de disco, pistões e hastes de tensão, em que pilhas de molas de disco são enroladas nos pistões e são dispostas como uma grade de molas, uma ou mais grades de molas são

contidas no módulo de fluxo, pelo menos uma grade de molas é suportada sobre uma das placas terminais para distribuir forças de sujeição sobre uma ou mais seções de fluxo ou uma ou mais placas de canal, seções de fluxo estas que são colocadas entre as duas placas terminais, e em que os pistões são
5 conduzidos através de orifícios nas placas terminais tendo a disposição da grade de molas. O módulo de fluxo pode compreender ferramentas hidráulicas tais como cilindros hidráulicos ou atuadores hidráulicos. As ferramentas hidráulicas podem prover ferramentas para abertura e fechamento do módulo de fluxo e/ou elas podem prover pressão sobre as placas de
10 módulo de fluxo para garantir uma selagem estanque do módulo de fluxo.

As fileiras de unidades da placa de canal são adjacentes entre si e cada unidade tem uma superfície planar e uma superfície formadora de canal, e a superfície planar sendo oposta à superfície formadora de canal. A superfície de formação de canal de acordo com a invenção pode ser
15 selecionada de superfície convexa curva, superfície trapezoidal, superfície retangular, superfície quadrada, superfície triangular, e as fileiras de unidades podem ter todas as superfícies de formação de canal selecionadas do mesmo tipo de superfície, ou as superfícies de formação de canal das fileiras de unidades podem ser uma ou mais combinações de superfícies convexas
20 curvadas, superfícies retangulares, superfícies quadradas e superfícies triangulares. A finalidade da conformação do canal em cada placa de canal é intensificar a mistura ou o desempenho da transferência de calor em cada uma das placas de canal. Assim, poderiam ser obtidas as exigências totais do processo melhor combinadas, por exemplo para cada reação simples. As
25 placas de canal em um módulo de fluxo podem todas ser iguais ou todas podem ser diferentes, dependendo das exigências do processo.

A superfície planar e a superfície de formação de canal das unidades são alternadas nas fileiras permitindo um fluxo de fluidos ou meios para passar as unidades dentro da fileira quando a placa de canal é montada na

seção de fluxo ou entre as placas de barreira. As superfícies planares das unidades permitem que uma placa de barreira ou uma placa de utilidade seja montada com uma gaxeta de uma maneira tal que o canal possa ser selado e o vazamento possa ser evitado. As superfícies planares podem ser dispostas ou em fileiras ou alternadamente. De preferência, as superfícies planares são dispostas em fileiras. Quando as superfícies planares são dispostas em fileiras, é possível suportar as fileiras de unidades com a inserção de turbulador ou a placa de utilidade; isto possibilita que alta pressão possa ser aplicada à placa de canal e que o vazamento possa ser evitado. O canal inicia com uma entrada e continua através das unidades através da placa de canal, e o canal termina com uma saída na última fileira de unidades. O canal do processo, bem como o fluxo de utilidade das placas de utilidade, podem ser conectados em paralelo ou ser conectados em série, ou ambos, entre duas ou mais seções de fluxo. As conexões entre as seções de fluxo podem ser externas ou internas. Preferivelmente, os canais das placas de canal são conectados externamente. Os condutos internos e/ou externos são conectados às placas de utilidade das seções de fluxo e as placas de utilidade são conectadas em série ou em paralelo, ou em ambos, entre si. As entradas e as saídas das placas de utilidade podem ter portas para termopares, termômetros de resistência, etc.

A placa de canal pode ter várias portas conectadas ao canal ou às caixas giratórias dentro da placa. As portas podem ser dispostas sobre um lado ou sobre dois lados, ou sobre três lados, ou sobre todos os lados da placa de canal. Isto significa que as portas são dispostas sobre pelo menos um lado da placa de canal. As portas são ou plugadas ou equipadas com diferentes equipamentos ou as portas são combinações de portas plugadas e equipadas, cujo equipamento é introduzido através das portas para o canal ou o espaço vazio das caixas giratórias, e podem ser dispostas em qualquer lugar sobre a placa de canal. O equipamento que pode ser introduzido através das portas para o canal ou as caixas giratórias pode ser selecionado do grupo consistindo

de entradas para reagentes, entradas para fluidos adicionais, saídas para fluidos do processo, saídas para produtos intermediários a serem alimentados ao canal em um estágio posterior, saídas para amostras de teste, bocais para injeção, entradas para dispersores, dispositivos de segurança para unidades

5 sensoras de liberação de pressão imediata ou controlada, termopares, termômetros de resistência. As portas podem ter dispositivos para injeção de fluidos, reagentes etc., tais como, por exemplo, um bocal que possa introduzir fluidos adicionais, fluidos de re-misturas, fluidos de re-dispersão, etc. em uma localização escolhida do canal. A localização pode ser em qualquer lugar, o

10 que significa que a introdução dos fluidos pode ser em uma entrada sobre a placa de canal, ou em qualquer parte sobre a placa de canal ou sobre uma segunda placa, etc. em um módulo de fluxo. Uma mistura ou uma dispersão necessitam algumas vezes ser remisturadas ou redispersas após algum tempo de retenção ou após uma ida através de uma placa de canal, depois podendo

15 ser adequado injetar a mistura ou a dispersão novamente no canal, isto podendo ser feito entre uma saída de ma placa e uma entrada da placa seguinte. e a injeção pode ser feita com qualquer espécie de bocal adequado. Os bocais, que são introduzidos nas portas ou nas entradas, podem ser selecionados de qualquer bocal adequado e exemplos de bocais são os bocais

20 de injeção, os bocais de dispersão, os bocais de redispersão, os bocais de remistura, os bocais coaxiais, os bocais de tubos, etc. Um bocal coaxial pode ser definido como um bocal com dois ou mais tubos dispostos dentro um do outro, de modo que um tubo maior tendo um grande raio seja circunde um tubo menor tendo um raio menor. Quando um tal bocal seja usado, dois ou

25 mais fluidos podem ser misturados ou formar dispersões. Um bocal de remistura pode ser um bocal de tubo tendo um orifício com uma cabeça de bocal e o orifício tendo um raio menor do que o tubo. O bocal pode ser um bocal de dispersão que pode ter um ou mais orifícios na saída do bocal de dispersão e os orifícios podendo ser dispostos em círculos concêntricos ou os

orifícios podendo ser dispostos em outros padrões adequados.

A placa de canal pode compreender uma entrada de fluxo do processo e uma segunda entrada que pode ser uma entrada de fluxo de dispersão ou uma entrada de injeção na parte de entrada da placa de canal, em que a entrada de fluxo do processo e a segunda entrada podem ser combinadas, podendo o canal formar uma parte reta antes da primeira unidade na primeira fileira de unidades. A parte reta do canal pode também terminar na primeira caixa giratória. A segunda entrada pode ter dispositivos para injeção de fluidos, reagentes etc., tais como, por exemplo, um bocal que possa introduzir fluidos adicionais. O bocal pode ser selecionado de qualquer tipo adequado de bocais e pode ser introduzido na parte reta que forma uma zona de dispersão para introduzir ou injetar materiais ou substâncias em um fluido do processo. As entradas dos fluidos podem também ser combinadas antes de serem deixadas dentro do canal da placa de canal. De acordo com esta alternativa, não é necessário ter uma entrada para o fluxo do processo e outra entrada para a injeção dos fluidos etc. Assim, com as entradas combinadas fora da placa de canal é possível apenas usar a entrada de fluxo do processo.

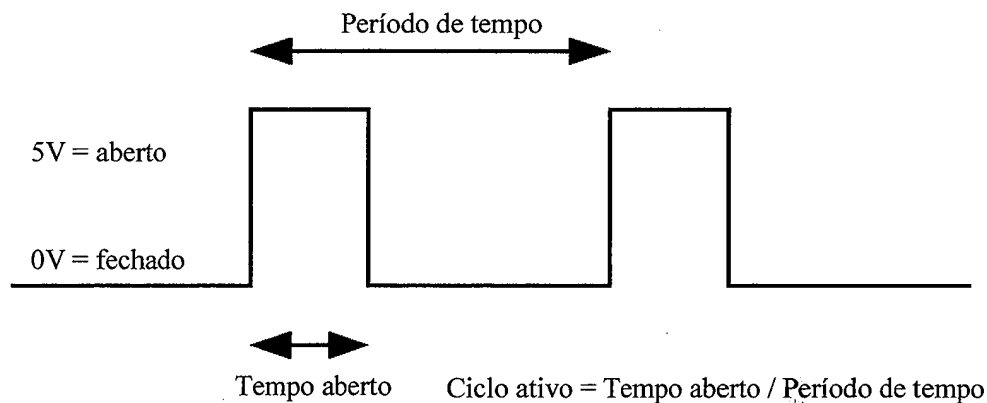
Quando da produção de dispersões finas no fluxo pela introdução de um líquido não miscível de uma maneira controlada e de uma maneira segura em alta velocidade no fluxo do processo no canal, então é crucial que o bocal tenha a configuração adequada. O bocal configurado pode ser um dispersor ou um injetor. O bocal pode ser ajustado à segunda porta de entrada da placa de canal. Uma ou mais fases líquidas imiscíveis podem ser simultaneamente alimentadas através do bocal. O bocal designado pode ser um dispersor tendo uma embocadura de um tubo fechado com uma área de orifício único na extremidade fechada tendo um diâmetro de orifício (D), ou onde múltiplos orifícios n apresentam um diâmetro (D) correspondente à área total dos orifícios dividida pelo número de orifícios n do bocal, o que é adequadamente maior do que o comprimento ou a profundidade (T) do

orifício no bocal. A relação pode ser selecionada de modo que o comprimento do orifício seja muito menor do que o diâmetro do orifício ($T \ll D$). Quando o dispersor se ache em uso, gotículas serão pulverizadas do dispersor e criarão um cone de gotículas no fluxo do processo. O tamanho das gotículas que são criadas é dependente da diferença de pressão na real saída do bocal e na pressão no compartimento. Se o comprimento do orifício (T) for grande, então será muito difícil criar a condição de pressão desejada nesse ponto.

Para bocais de pequeno tamanho, o comprimento (T) e o diâmetro (D) serão muito pequenos e a limitação de fabricação ocorrerá. Um meio favorável de produzir um tal bocal é, por exemplo, usar cauterização, perfuração a laser, ou micro-perfuração sobre uma placa fina que, então, receba solda orbital por laser ou por feixe eletrônico sobre um tubo. Um bocal pode produzir gotículas e o tamanho das gotículas dependerá do fluxo e do diâmetro do bocal selecionado. Para aumentar o fluxo através de um bocal, é possível produzir um orifício maior ou fazer mais orifícios através do bocal. Mediante o uso de muitos orifícios pequenos ao invés de um orifício grande, então é possível criar gotículas menores. Para tornar seguro que se tenha a mesma condição de pressão em cada orifício, é favorável dispor os orifícios simetricamente em relação ao eixo principal do tubo sobre o qual o bocal recebe a solda orbital. Pode haver várias fileiras de orifícios localizados sobre círculos concêntricos. O tamanho dos orifícios pode ser escolhido de acordo com as velocidades de fluxo para os raios do círculo concêntrico ou a viscosidade dos fluidos passando dos orifícios. A pulverização dos materiais do bocal pode ser continuamente, em um modo de pulsos, ou ser pulverizados em intervalos especialmente adaptados à aplicação ou ao processo do módulo de fluxo de múltiplas finalidades.

Uma bomba pode ser conectada para suprir e pressurizar o fluido ao bocal. O fluido será pulverizado do bocal em uma forma conformada em cone. A bomba pode ou bombear continuamente fluidos para

o bocal ou alimentar o bocal em um modo de pulsos. Os pulsos podem, por exemplo, ser gerados pelo controle do ciclo de trabalho da bomba ou por uma válvula na linha de alimentação ao bocal. A bomba é adequadamente controlada para manter um dado nível de pressão. Se o bocal é alimentado no modo de pulsos, então pode ser importante que o volume entre o bocal e a válvula de pulso não mude com a pressão. O ciclo ativo da válvula, isto é, o tempo de abertura, é menor ou igual a 100 % do tempo do período total e é $\neq 0$ %, podendo ser controlado para dar um índice de fluxo dado, o qual pode ser observado abaixo.



10 O bocal pode ser operado sob os modos pulsados ou não pulsados, e é usado para fazer pulverizações de fluidos em um dado índice de fluxo médio. O tamanho do bocal é selecionado para dar um índice de fluxo suficiente na pressão disponível, e o nível de pressão pode ser estabelecido de modo a dar um determinado tamanho de gotícula. Isto significa que o tamanho de gotícula pode ser ajustado pela mudança na pressão da bomba em um índice de fluxo constante. A velocidade da bomba pode ser controlada para dar um índice de fluxo estabelecido através da válvula aberta, isto é, um modo não pulsado.

20 As superfícies planares da placa de canal preferivelmente são dispostas em fileiras paralelas perpendiculares ao canal, e as superfícies planares das fileiras suportarão placas de barreira ou placas de utilidade sobre ambos os lados da placa de canal. A placa de barreira pode ser uma placa separada ou integrada ou com a placa de canal ou com a placa de utilidade.

Uma ou duas placas de trocador de calor podem ser conectadas à placa de canal, e a placa de trocador de calor pode ser um membro de transferência de calor não fluido, ou um elemento de Peltier.

As placas de barreira podem ser soldadas a solda forte à placa de canal provendo um tipo de disposição em sanduíche, ou pode a placa de canal ser soldada a solda forte à placa de utilidade de acordo com outra alternativa. As placas de barreira podem ser dispostas por qualquer método adequado à placa de canal ou à placa de utilidade. Como mencionado anteriormente, a placa de canal pode ter uma ou duas placas de barreira dispostas sobre um ou sobre ambos os lados planos da placa de canal, cujas placas de barreira estejam selando o canal de processo. As placas de barreira podem ser seladas com gaxetas à placa de canal, como mencionado anteriormente. As paredes ou as placas de barreira podem ser de um material condutor de calor, o que torna possível deixar um fluido de esfriamento ou de aquecimento passar para fora do canal. Uma ou mais das placas de barreira podem ser de um material isolante para aplicações das placas de canal em que as exigências de temperatura especial sejam necessárias. O material das placas de barreira pode alternativamente consistir em uma membrana de um tamanho de poros adequado para deixar um produto ou produtos formados passarem pela membrana ou para os fluidos do processo ou material adicional serem adicionados através da membrana para o canal da placa de canal. Uma placa de barreira pode também ser de um material de filtro. Combinações das placas de barreira de diferentes materiais podem também ser possíveis. De acordo com uma alternativa, pode pelo menos uma das placas de barreira conter um material condutor de calor sólido, um material isolante ou um material de membrana. De acordo com uma alternativa, podem duas placas de canal ser colocadas sobre ambos os lados de uma membrana. Assim, uma placa de canal transportará produtos e a outra placa de canal, o fluxo do processo. Aspectos importantes da placa de canal e do equipamento que

circunda a placa de canal são a flexibilidade e o acesso fácil. Portanto, a placa de canal pode ser adaptada para permitir diferentes operações tais como, por exemplo, a filtração, separações pelas membranas, mistura etc. A placa de canal pode ser revestida por um ou mais catalisadores ou tenha uma configuração que possibilite misturar ou criar um fluxo de ligação.

A placa de canal pode ser fabricada como uma peça de acordo com uma alternativa para que as fileiras de unidades sejam integradas na placa. O tamanho ou a forma da placa de canal pode ser de qualquer configuração adequada que forme um canal de fluxo em um módulo de fluxo ou um reator. O material da placa de canal pode ser aço inoxidável, ligas à base de ferro, ligas à base de níquel, titânio, ligas de titânio, tântalo, ligas de tântalo, ligas à base de molibdênio, zircônio, ligas de zircônio, vidro, quartzo, grafita, grafita reforçada, Hasteloy, ou qualquer outro material resistente aos meios do processo. Outros materiais adequados para a placa de canal são materiais especiais tais como o material plástico como PEEK (polietereter cetona), PPS (polifenilenossulfeto), PTFE (politetrafluoroetileno), perfluoroelastômeros ou fluoroelastômeros, PP (polipropeno), etc., ou combinações destes.

De acordo com uma alternativa, pode a placa de canal ser formada pela separação da placa em seu plano central, de modo que a estrutura complexa do canal possa ser simplificada e mais facilmente fabricada. A placa de canal pode, assim, ser dividida em duas partes, em que as partes consistam em membros de conformação quadrada tendo corte quadrados, e cortes superficiais formando canais. As duas partes serão complemento uma da outra, e colocadas juntas elas formarão o canal. Entre as duas partes uma gaxeta pode selar o canal das duas partes da placa de canal.

A invenção diz respeito ainda a outra placa de canal alternativa, que consiste em duas folhas formadas ou duas placas prensadas e uma placa de reator ou placa de fluxo, cuja placa tem gaxetas sobre cada lado

planar no qual as duas folhas formadas ou as duas placas prensadas são montadas.

O canal da placa de canal pode compreender várias fileiras de unidades formando um caminho de serpentina na disposição das unidades.

5 Assim sendo, uma direção de fluxo tridimensional do fluxo ou fluidos é desenvolvida no canal de cada placa de canal. Os fluidos que passam pelo canal “tridimensional” podem ser líquidos puros, misturas de líquidos, líquidos imiscíveis, líquidos com partículas ou líquidos com gás dissolvido ou livre.

10 As placas de utilidade de acordo com a invenção podem ter um compartimento para a placa de canal e, também, um compartimento para a inserção de turbulador e para os fluidos de trocador de calor. A placa de utilidade ou a placa de trocador de calor é a parte de trocador de calor de uma seção de fluxo que pode compreender pelo menos uma placa de utilidade e
15 uma placa de canal. A placa de canal pode ser introduzida no compartimento da placa de utilidade de acordo com uma alternativa. De acordo com outra alternativa, uma placa de canal pode ser introduzida entre duas placas de utilidade. A placa de canal pode ser disposta dentro de um espaço criado por dois compartimentos complementares das duas placas de utilidade. O
20 compartimento da placa de utilidade pode circundar toda a placa de canal ou apenas uma parte dela, deixando todas as portas de injeção e demais portas livres. O compartimento da placa de utilidade é um espaço que pode ser um quadrado alongado no qual a placa de canal poderá ser colocada ou poderá ser integrada. A inserção de turbulador da placa de utilidade pode ter asas ou
25 aletas ligadas. A inserção de turbulador pode também ser uma espuma metálica. As entradas ou as saídas das placas de utilidade e/ou das placas de canal podem ter termoelementos introduzidos. A placa de utilidade pode ser placa de trocador de calor seccionada, tal como aquela apresentada pela WO 2008/076039.

O sistema de sujeição de acordo com a invenção é conectado ao módulo de fluxo para controlar as forças aplicadas ao módulo de fluxo e, assim, também a pressão no módulo. Tais sistemas de sujeição podem ser encontrados na WO 2008/066447 ou na SE 0801181-9. O sistema de sujeição

5 pode compreender duas placas terminais, molas de disco e hastes de tensão. Pilhas das molas de disco podem ser dispostas como uma primeira grade de molas sobre uma das duas placas terminais, e as molas de disco podem ser apoiadas sobre esta primeira placa terminal. Entre as duas placas terminais, uma ou mais seções de fluxo podem ser colocadas sobre a placa terminal

10 oposta, a segunda placa terminal podendo ainda pilhas de molas de disco ser colocadas como uma segunda grade de molas. As grades de molas de disco também podem ser colocadas entre as seções de fluxo. Hastes de tensão podem ligar as duas placas terminais para distribuir as forças de tensão às pilhas de molas de discos quando o sistema de sujeição esteja em uma posição

15 fechada.

Para selar o módulo de fluxo ou o reator apropriadamente, as forças de sujeição têm de estar dentro de uma faixa apropriada. A disposição das molas, isto é, uma grade de pilhas de molas, distribui a força das molas sobre uma pilha de placas de um módulo de fluxo, tal como um reator de

20 placa. O módulo de fluxo inclui uma ou mais camadas de placas empilhadas entre si. A força F das molas é uma função do comprimento L das molas. O comprimento das molas variará dentro da faixa de $L_{\text{máx}}$ a $L_{\text{mín}}$, em que $L_{\text{máx}}$ é definido como comprimento livre na mola não carregada, e $L_{\text{mín}}$ é definido como comprimento de mola na compressão máxima. A força máxima $F_{\text{máx}}$ é

25 definida como a força de mola na compressão máxima da mola, e a força de mola variará, portanto, entre 0 e $F_{\text{máx}}$. A força de mola F_x , que corresponde a L_x , tem de ser maior do que a força F_1 para tornar seguro que nenhum vazamento venha a ocorrer, mas a força de mola não deve ser maior do que a força F_2 para não arriscar deformações permanentes. F_1 e F_2 correspondem

aos comprimentos de mola L_1 e L_2 , respectivamente, e $L_1 < L_x < L_2$. Pelo uso de molas ou pilhas de molas, com uma curva adequada de compressão de força, uma faixa suficiente de trabalho L_2 a L_1 pode ser alcançada. A faixa L_2 a L_1 deve ser maior do que outras discrepâncias geométricas de fabricação, montagem e operação. Tais discrepâncias podem, por exemplo, ser tolerâncias de fabricação sobre a planura e a espessura, ou deformações que se originem das forças na montagem, ou mudanças dimensionais devidas à expansão térmica ou à deformação material na operação.

O módulo de fluxo de acordo com a invenção pode compreender dispositivos de liberação de pressão, os quais podem ser conectados a qualquer número de portas, portas de injeção ou a uma entrada de canal de fluxo, uma saída de canal de fluxo ou a conexões entre as seções de fluxo. Os dispositivos de liberação de pressão podem ser passivos ou ativos. Um dispositivo de liberação de pressão passivo pode ser uma folha de arrebentamento, mas qualquer dispositivo de liberação de pressão passiva adequado pode ser usado. Um dispositivo de liberação de pressão ativa pode ser qualquer número de unidades de injeção para extinguir materiais ou substâncias, que possam estar atuando sob o comando de um computador equipado com um programa de monitoração e controle. Outro dispositivo de liberação de pressão ativa pode ser um dispositivo de regulação de fluxo dos fluidos de trocador de calor, o qual também pode estar atuando sob o comando de um computador equipado com um programa de monitoração e controle. Outro dispositivo ainda de liberação de pressão ativa pode ser um dispositivo de regulação de fluxo para materiais de processo ou para materiais adicionados, o qual também pode estar atuando sob o comando de um computador equipado com um programa de monitoração e controle.

O material ou os materiais das diferentes partes do módulo de fluxo podem ser selecionados de aço inoxidável, ligas à base de ferro, ligas à base de níquel, titânio, ligas de titânio, tântalo, ligas de tântalo, ligas à base de

molibdênio, zircônio, ligas de zircônio, Hastalloy, quartzo, grafita, grafita reforçada, PEEK, PP, PTFE etc., ou combinações destes.

No seguinte, a invenção será explanada pelo uso das Figuras 1 a 25. As figuras são para os fins de demonstrar a invenção e não devem ser entendidas como limitativas do seu escopo.

Breve Descrição dos Desenhos

- Figura 1 apresenta fileira de unidades de acordo com a invenção
- Figura 2 apresenta uma placa de canal de acordo com a presente invenção
- 10 Figura 3 apresenta a placa de canal da Figura 2 tendo um corte através da área apresentando o canal, e as portas de acordo com a invenção.
- Figura 4 apresenta uma seção transversal da placa de canal de acordo com a presente invenção
- 15 Figura 5 apresenta uma parte de uma placa de canal tendo caixas giratórias na extremidade e no início de cada fileira de unidades.
- Figura 6 apresenta uma seção transversal e uma vista lateral de uma placa de canal de acordo com a invenção.
- 20 Figura 7 apresenta uma placa de canal alternativa
- Figura 8 apresenta o canal da placa de canal montada da Figura 7.
- Figura 9 apresenta outra placa de canal alternativa da presente invenção
- Figura 10 apresenta a placa de canal montada da Figura 9
- 25 Figura 11 apresenta outra versão da placa de canal
- Figura 12 apresenta a placa de canal montada da Figura 11.
- Figura 13 apresenta a placa de canal introduzida entre duas placas de utilidade
- Figura 14 apresenta como a placa de canal é disposta entre duas placas

- de utilidade de acordo com uma alternativa da invenção
- Figura 15 mostra uma utilidade e como um turbulador é disposto na placa de utilidade.
- Figura 16 apresenta um módulo de fluxo montado de acordo com uma alternativa da invenção.
- Figura 17 apresenta um módulo de fluxo montado da invenção tendo um quadro, que compreende duas hastes de tensão e duas placas terminais, quadro este que está mantendo as placas de canal e as placas de utilidade no lugar com o auxílio de cilindros hidráulicos.
- Figura 18 apresenta um módulo de fluxo montado de acordo com outra alternativa da invenção, em que ambas as placas terminais são dispostas com grades de molas.
- Figura 19 apresenta um módulo de fluxo montado tendo uma linha de seção B - B.
- Figura 20 apresenta a seção B - B e como a seção de fluxo é ajustada na posição.
- Figura 21 apresenta a seção B - B com a seção de fluxo disposta entre duas hastes de tensão.
- Figura 22 apresenta três exemplos de superfícies formadoras de canal de acordo com a invenção.
- Figura 23 é um gráfico mostrando as Distribuições do Tempo de Permanência (RTDs) do Exemplo 1.
- Figura 24 é um gráfico mostrando as distribuições dos tamanhos de gotículas do Exemplo 2.
- Figura 25 é um gráfico mostrando o perfil de temperatura de uma seção de fluxo único do Exemplo 3

Descrição Detalhada dos Desenhos

A Figura 1 está mostrando umas poucas hastes de unidades 1

de acordo com a invenção. As unidades 1 têm uma parte que é planar 2 e uma parte que é encurvada 3, cada unidade 1 sendo separada da unidade 1 seguinte pelas paredes 4. Todas as unidades 1 da placa de canal constituem, juntas, uma unidade, isto é, a placa de canal do mesmo material sem nenhuma junta

5 entre as unidades 1, as paredes 4 ou as hastes. As superfícies planares das unidades 1 são ajustadas em uma disposição formando hastes na placa de canal. As hastes das superfícies planares 2 ajustadas formarão um suporte por exemplo para uma gaxeta. Ao contrário do lado mais plano da unidade 1 acha-se o lado curvo. Assim, a disposição das fileiras das unidades 1 formarão

10 um padrão de fileiras mais planas adjacentes às fileiras curvadas, em que cada unidade é separada da seguinte pelas paredes 4. A Figura 2 mostra as fileiras das unidades de placa de canal 5, ajustadas para formar um padrão paralelo simétrico em que as fileiras de superfícies planares 2 na direção Y têm fileiras adjacentes de superfícies curvas 3 também na direção Y. As unidades se acham formando um canal na direção X entre as superfícies curvas 3 e as

15 placas de barreira ou placas de utilidade não observadas na Figura 2. As paredes 4 dividem o canal da placa de canal 5 em várias seções que o canal desenvolverá de um lado ao seguinte ao longo da placa de canal 5 e, por esse meio, formará um canal longo com várias zonas de mistura nas várias fileiras

20 de canais. A Figura 3 mostra a placa de canal 5 tendo uma seção de corte. A seção de corte tem a finalidade de ilustrar o canal 6 e como as portas 7 se comunicam com o canal 6. A Figura 3, bem como a Figura 2, mostra caixas giratórias 8 que são apresentadas sobre um dos lados da placa de canal 5. Se a placa de canal for girada, as caixas giratórias aparecerão sobre o lado oposto

25 da placa de canal e as caixas giratórias 8 serão assim observadas sobre o lado em que as portas 7 são dispostas para comunicar-se com o canal 6, que é ilustrado na seção de corte acima mencionada. Assim sendo, as caixas giratórias 8 são ajustadas na direção Y sobre ambos os lados da placa de canal. O espaço formado das caixas giratórias 8 é definido como o espaço

entre duas fileiras de unidades 1 e o lado interno 8a da placa de canal Juno com o obstáculo curvado ou a unidade giratória 8c, Figura 4, obstáculo este que é constituído de partes da parte curvada 3 das unidades 1. A parede 8b é uma extensão das paredes 4 e parcialmente divide a caixa giratória 8 em dois
5 compartimentos que se comunicam. Na caixa giratória 8, a parede 8b terá um tamanho reduzido em comparação com a parede 4 que o canal 6 será capaz de se desviar de uma fileira de canal para a fileira de canal a seguir. A disposição das paredes e das unidades das caixas giratórias forçará o fluxo no canal 6 a uma mistura intensificada. A entrada 9 do canal é combinada com a porta de
10 injeção 10 para formar uma parte reta 11 do canal para mistura ou combinação do fluxo do processo com os reagentes injetados ou outros fluidos injetados, fluidos estes que são injetados através da porta de injeção 10 através de um bocal de injeção ou um dispersor de entrada não observado na Figura 3.

15 A Figura 4 apresenta uma seção transversal da placa de canal de acordo com a presente invenção; esta figura mostra que as caixas giratórias 8 são dispostas sobre ambos os lados da placa de canal. A figura também mostra as portas 7 indo para o canal 6 (ver também a Figura 3), ou para o espaço dentro da caixa giratória 8. Na Figura 4 é mostrado que as caixas
20 giratórias 8, unidade giratória 8c, tem uma seção transversal diferente das unidades das fileiras. A seção transversal da unidade giratória 8c, neste figura, tem uma circunferência que é três quartos de um ciclo com uma parte plana, a seção transversal podendo ser definida como a seção P. Outros tipos de seções transversais da unidade giratória 8c são possíveis, contanto que o canal 6 se
25 desvie de uma fileira de canal para outra na caixa giratória. Nas portas 7, qualquer tipo de equipamento pode ser introduzido, tal como as entradas para os reagentes adicionais, as entradas para os fluidos adicionais, as saídas para os fluidos do processo a serem testados, as saídas para os produtos intermediários ou para serem alimentados ao canal em um estágio posterior

ou para serem recirculados ou isolados, as saídas para as amostras de teste, os bocais de injeção, os dispersores de entrada, os dispositivos de segurança para a liberação de pressão momentânea ou controlada, as unidades sensoriais, tais como os espectrofotômetros, sensores ópticos, sensores perto do infravermelho, tecnologia NIR, termopares, termômetros de resistência, etc.

A Figura 5 mostra uma parte de uma placa de canal tendo caixas giratórias 8 na extremidade e no início de cada fileira de unidades. As caixas giratórias 8 têm dois compartimentos 12 em que o canal se desvia de uma fileira de unidade para outra. Nas Figuras 2 a 5, é evidente que as unidades formam uma peça construída por várias unidades que formam várias fileiras e que as fileiras de unidades se acham integradas na placa. Nestas figuras, as unidades não são separadas. Ao invés disso, elas são ligadas fundidas ou a placa de canal é usinada, fundida, moldada ou cortada ou cortada a laser ou submetida a Usinagem de Descarga Elétrica (EDM), erodida por fagulha, de uma peça de material.

A Figura 6 está mostrando uma seção transversal e uma vista lateral de uma placa de canal 5, de acordo com a invenção. A figura mostra a entrada 9 e a saída 13 e, entre a entrada e a saída se desenvolve o canal de fluxo 6 na direção X. O canal se desenvolve para cima e para baixo através de cada unidade, através de cada fileira de canal 14, cujas fileiras 14 situam-se na direção X neste figura, a figura mostra também que o canal contém várias fileiras de unidades empilhadas na direção Y sem quaisquer juntas entre as unidades. A figura mostra também as paredes 4 entre as unidades. Sobre a vista lateral as portas 7 podem ser observadas, a vista lateral mostrando que uma placa de canal pode ter várias portas 7. Na vista lateral pode-se também observar a entrada 9, a porta de injeção 10 e a saída 13. Uma placa de canal de acordo com a invenção pode ter portas sobre qualquer lado ou sobre ambos os lados em que as caixas giratórias sejam dispostas, cada fileira podendo ter uma porta 7 sobre cada lado da placa de canal.

A Figura 7 está mostrando uma parte alternativa da placa de canal 5 de acordo com a invenção, em que a placa compreende duas folhas formadas 15 ou duas placas prensadas 15 e um quadro 16 tendo as paredes 4 separando o canal formado 6 do canal formado adjacente 6. As placas 15 são colocadas em direções opostas sobre ambos os lados do quadro 16, assim formando o canal 6, que se desenvolve entre as placas 15 e as paredes 4 no quadro 16. Duas gaxetas 17 sobre ambos os lados do quadro 16 se acham selando a placa de canal. Na Figura 7, a entrada 9 para os fluidos do processo pode ser vista, mas a saída não é mostrada na figura. A Figura 8 mostra o canal 6 da placa de canal montada 5 da Figura 7, o canal desenvolvendo-se ao longo das placas prensadas e é separado pelas paredes 4 não apresentadas na figura. A figura mostra como a entrada 9 se comunica com o canal 6, mas a saída do canal não pode ser vista nesta figura. A figura não mostra a porta de injeção 10, mas naturalmente esta placa de canal pode ser equipada com a porta de injeção 10, vem como com as portas 7. O canal gira em caixas giratórias 8, mas isto não é mostrado nesta figura.

A Figura 9 mostra outra parte alternativa da placa de canal 5 da presente invenção. De acordo com esta alternativa, a placa de canal é dividida no plano central em duas metades 18 e 19, A metade 18 se ajusta dentro da metade 19 formando o canal 6 quanto montada. Uma gaxeta 17 sela as duas metades da placa de canal de acordo com esta versão da invenção, e forma o canal 6 entre as metades e as paredes 4. Uma porta de entrada 9 para os fluidos do processo pode ser observada na figura, e uma saída 13 em que escapam os produtos do canal 6 da placa de canal. As caixas giratórias 8 é o canal giratório 6 de uma fileira à seguinte. Na Figura 10 acham-se as duas metades 18 e 19 da placa de canal 5 montada e um canal 6 é formado entre as duas metades 18 e 19. A Figura 11 mostra ainda outra versão da parte da placa de canal 5, que é dividida no plano central. De acordo com esta versão, duas placas 20 de barreira são integradas com as metades 18 e 19. Uma

gaxeta 17 sela o canal formado da placa de canal. A Figura 12 mostra como o canal 6 é selado ao lado externo pelas placas de barreira 20.

A Figura 13 mostra a placa de canal 5 introduzida entre duas placas de utilidade 21. De acordo com esta alternativa, duas placas de barreira 20 estão selando o canal de processo 6 dos canais de utilidade 22 das placas de utilidade 21. Dentro dos canais de utilidade 22 acham-se os fluidos de trocador de calor transferindo o calor ou o frio para e dos fluidos do processo no canal de processo 6. Esta figura mostra uma forma alternativa de uma unidade de caixa giratória 8c, que tem uma seção transversal de um círculo de três quartos formando uma seção P. A figura mostra também como a inserção turbuladora 23 da placa de utilidade está suportando o lado planar de uma unidade de placa de canal 5. Assim, uma placa de utilidade 21 compreende canais de fluxo de utilidade 22, inserção de turbulador 23, placa de barreira 20, a placa de utilidade podendo também compreender outros componentes não mencionados aqui. As partes 7 também se comunicam com o canal 6 do processo e as portas podem ser equipadas com diferentes sensores, bocais etc. Anéis-O podem selar a placa de canal em relação às placas de barreira 20, os anéis-O podendo ser colocados na ranhura 24 sobre ambos os lados da placa de canal 5. No espaço 25, entre o quadro 32 e a inserção de turbulador 23, os anéis-O podem selar a placa de utilidade 21 em relação às placas de barreira 20. A saída 26a ou a entrada 26b (isto é, 26 a+b), não observada na figura, para os fluidos de trocador de calor, são colocadas sobre o lado de fora das placas de utilidade 21. Uma porta 27 para termopares ou termômetros de resistência situa-se em posição na entrada ou na saída para o fluxo de utilidade em que a temperatura possa ser monitorada.

A Figura 14 mostra como a placa de canal 5 é disposta entre duas placas de utilidade 21. A placa de canal 5 se ajusta nos compartimentos 28 nas placas de utilidade 21. As placas de barreira 20 e os quadros 29 formam os compartimentos 28. A placa de canal 5 é ajustada nos

compartimentos 28 e as gaxetas 17 selam o canal de processo em relação à placa de barreira integrada dos compartimentos 28. A gaxeta 17 tem corte através de áreas correspondentes às superfícies planares 2 da placa de canal 5 e, assim, está selando o canal 6 da placa de canal 5 em relação às placas de barreira 20, de modo que os meios no canal 6 não tenha nenhum contato com a face planar da gaxeta 17 ou tenha pouco contato ou contato minimizado com qualquer das bordas das gaxetas 17, quando as placas forem montadas. A Figura 14 mostra também os canos de conexão 30. Os canos de conexão 30 conectam as placas de utilidade 21 entre si, para que os fluidos de trocador de calor ou de frio possam ser transportados entre as placas de utilidade 21.

A Figura 15 mostra uma placa de utilidade 21 de acordo com a invenção e como uma placa de turbulador 31 é disposta na placa de utilidade 21. Na Figura 15 a placa de turbulador 31 é ajustada dentro de uma placa de quadro 32 e selada com um anel-O não apresentado na figura. A placa de turbulador 31 pode também ser ajustada em um compartimento formado por uma placa de quadro e placa de barreira integradas na placa de utilidade, isto não sendo apresentado na figura. A parte do turbulador da placa de turbulador 31 tem um padrão na forma de fileiras 33 correspondentes às fileiras planares da placa de canal, não mostradas na Figura 15. As fileiras 33 têm aletas 34 para intensificar a turbulência no fluxo dos fluidos trocadores de calor e, assim, a transferência de calor. As aletas 34 são configuradas também para corresponderem às configurações da placa de canal, e tais aletas dão suporte extra às paredes 4 da placa de canal 5, bem como turbulência extra no fluxo trocador de calor. É importante que a placa de canal seja suportada para prover boa pressão de contato nas gaxetas, especialmente quando o módulo de fluxo opere sob alta pressão. Um compartimento para uma placa de canal (placa de canal não observada na figura) é formado por uma placa de barreira 20 que é montada em um quadro 29 quando a placa de utilidade é montada. A placa de barreira 35 é uma placa de barreira integrada tendo canais 36 de

entrada de fluidos trocadores de calor e canais 37 de saída. O canal de entrada 36 e o canal de saída 37 pode mudar de lugar, dependendo da direção do fluxo dos fluidos trocadores de calor. A entrada 38 comunica-se com o canal de entrada 36. A entrada 38 pode também ser uma saída quando o fluxo de utilidade é mudado. Os orifícios 39 da porta nas placas são para o transporte de fluidos trocadores de calor entre as placas. Os tubos de comunicação 40 são ajustados com selagem nos orifícios da porta 39 para segurança do transporte dos fluidos.

A Figura 16 mostra as seções de fluxo 41 montadas, em um módulo de fluxo de acordo com a invenção. As seções de fluxo 41 são dispostas em um quadro de módulo 42. As seções de fluxo 41 são montadas entre duas hastes de tensão 43. Dependendo do tamanho, do peso e da pressão de operação, o módulo de fluxo pode ser montado diferentemente, por exemplo um pequeno módulo de fluxo não mostrado na figura não necessita de um quadro modular 42; ao invés, as hastes de tensão poderiam ser suficientes em algumas aplicações. Se o quadro for redundante, então as hastes de tensão necessitam ser aparafusadas juntas e existirá uma necessidade de mais hastes de tensão do que as mostradas nesta figura.

A Figura 17 mostra outra alternativa da invenção, em que o quadro modular 42 mantém as seções de fluxo 41 no lugar, não mostrado em detalhes nesta figura. Nesta figura, as seções de fluxo 41 são mantidas no lugar pela força de uma grade de molas 44 e da placa terminal 45. De acordo com esta alternativa da invenção, a placa de distribuição 46 e as placas de pressão 47 são colocadas entre duas placas terminais. Dois blocos de distância 48 são colocados entre, ou removidos das, placa terminal 45 e placa de distribuição 46, com o auxílio dos cilindros hidráulicos 49. Os blocos de distância 48 acham-se em posição fechada, isto é, colocados no interior, nesta figura. As grades de molas 44 são dispostas entre uma placa de distribuição 46 e uma placa terminal 45 nesta figura, mas as grades de molas podem ser

dispostas sobre ambos os lados das seções de fluxo 41. As forças dos cilindros hidráulicos 49 podem ser liberadas de modo que as seções de fluxo 41 sejam mantidas no lugar sem o auxílio dos cilindros hidráulicos 49. A força sobre as seções de fluxo 41 pode ser medida medindo-se a distância entre uma placa terminal 45 e até que ponto os pistões 50 tenham alcançado fora da placa terminal 45. As duas placas terminais 45 são posicionadas de modo que o número pretendido de seções de fluxo 41 possa ser introduzido entre elas quando na posição aberta. A distância entre as duas placas terminais pode ser ajustada pela escolha do número de luvas 51 e aperto das porcas 52 sobre cada haste de tensão 43.

A Figura 18 mostra um módulo de fluxo montado de acordo com outra alternativa da invenção, em que cada uma das duas placas terminais 45 é disposta com grades de molas 44. Nesta figura, as ferramentas hidráulicas, tais como os cilindros hidráulicos ou os atuadores hidráulicos, não são mostradas. Em algumas aplicações, as ferramentas hidráulicas podem ser removidas. As hastes de tensão 43 mantêm as seções de fluxo 41 no lugar na posição horizontal quando o módulo de fluxo é submetido a sujeição. A Figura 18 também mostra como as placas de canal 5 são dispostas nas seções de fluxo 41, nesta vista podendo os orifícios 7 das portas ser observados sobre as placas de canal 5. As seções de fluxo 41 são também mantidas nas posições por dispositivos de retenção 53 que se acham suspensos de um feixe de quadros 42. A Figura 18 a instrumentação de porta 54 com transdutores de pressão como um exemplo.

A Figura 19 mostra uma linha de seção B - B sobre um módulo de fluxo montado com quadro 42 e uma seção de fluxo 41. Esta figura mostra também duas placas de pressão 47. As Figuras 20 e 21 são duas vistas de seção B - B apresentando como a seção de fluxo 41 é colocada na posição no quadro 42. A Figura 20 mostra como a seção de fluxo 41 é ajustada sobre a haste 43 de tensão inferior. A figura mostra também que a

parte frontal superior da seção de fluxo 41 pode passar pela haste 43 de tensão superior e ajustar-se no lugar entre as duas hastes de tensão 43. Os dispositivos 53 para montagem da seção de fluxo 41 na posição suspensa disposta a partir da viga de quadro 42, nesta figura, são os dispositivos de
5 montagem 53 na forma de ganchos, mas quaisquer dispositivos adequados podem ser aplicados e são facilmente removíveis mediante o dispositivo rolante 54. A Figura 21 mostra a seção de fluxo 41 na posição suspensa entre as duas hastes de tensão 43 por meio dos dispositivos de suspensão 53. Um afastamento 55 é assim formado entre a seção de fluxo 41 e a haste de tensão
10 inferior 43, por esta disposição, sendo a haste de tensão 43 não pesadamente carregada com o pacote das seções de fluxo 41 e das únicas forças criadas pelo aparafusamento junto ao módulo, forçada sobre as hastes de tensão 43, tendo em vista que o peso do pacote das seções de fluxo 41 etc. estará sobre a viga do quadro 42. As hastes de tensão 43 estarão assim mantendo o pacote
15 da seção de fluxo nas laterais do lugar.

A Figura 22 apresenta três exemplos de fileiras de unidades formando o canal de processo 6. As unidades têm superfícies planares 2 que são giradas em direção as placas de barreira 20 ou às placas de utilidade 21. As duas placas de canal podem ser separadas por uma membrana ou um filtro,
20 ao invés das placas de barreira 20 ou das placas de utilidade 21, isto não sendo mostrado na figura, as superfícies planares 2 são giradas para a membrana ou para o filtro, no caso de uma membrana ou de um filtro. Os exemplos da Figura 22 são ilustrativos de como as superfícies 3 formadoras do canal formam o canal 6 entre as placas de barreira 20 ou as placas de
25 utilidade 21. Nesta figura, acham-se as superfícies 3 formadoras do canal, representadas por superfícies convexas curvas na alternativa A, superfícies trapezóides na alternativa B, e superfícies triangulares na alternativa C. De acordo com a invenção, são todas superfícies adequadas formadoras do canal incluídas, contanto que o canal 6 do processo receba as propriedades

necessárias.

No seguinte, a invenção será ilustrada pelo uso dos Exemplos 1 a 3. A finalidade dos Exemplos é ilustrar o desempenho do módulo de fluxo de múltiplas finalidades da invenção, e não se pretende limitar o seu escopo.

5 Exemplo 1: Distribuições do Tempo de Permanência (RTDs)

As RTDs fornecem informação sobre as características de macromistura axial de um reator. A interpretação do RTD pelo uso de um modelo de dispersão possibilita uma avaliação a ser feita da aproximação ou do desvio do fluxo plugado. Neste exemplo, as RTDs são medidas por uma
10 técnica de resposta de estímulo. Sondas ópticas são posicionadas na entrada e na saída do lado do processo de uma placa de fluxo da invenção, e um pulso de corante é injetado a montante da sonda de entrada.

A Figura 23 mostra que, para cada índice de fluxo selecionado na faixa a ser estudada (10 - 100 l/h), a mudança da absorção com o tempo é
15 medida, tipicamente resultando em centenas ou milhares de pontos de dados sendo coletados através de uns poucos segundos ou poucos minutos de cada sonda. Estes dados podem ser em média em bloco. A RTD é então determinada das respostas da entrada e da saída mediante desconvolução da seguinte equação: Resposta de saída = (distribuição do tempo de saída) x
20 (resposta de entrada). Mediante o ajuste de um modelo de dispersão axial às RTDs medidas nos índices de fluxo selecionados, é possível calcular o número de Peclet (Pe) para cada índice de fluxo, o qual é definido por

$$Pe = \frac{uL}{D_a}$$

em que u é a velocidade média de fluxo linear, L é o comprimento do canal de fluxo, e D_a é o coeficiente de dispersão axial. Para o
25 fluxo de plugue ideal, $Pe \rightarrow \infty$, e para o fluxo retromisturado ideal $Pe \rightarrow 0$. Isso significa que, de um ponto de vista técnico prático $Pe \gg 1$ para o fluxo de plugue, e $Pe \ll 1$ para o fluxo retromisturado completo.

As condições de uma placa de fluxo da invenção foram:

As dimensões do canal de fluxo da placa do reator foram: seção transversal de 3,0 mm x 16 mm em média, comprimento do canal de fluxo de aproximadamente 6 m.

5 Índice de Fluxo = 53 l/h; Volume do Corante Injetado = 1,0 ml; Concentração do Corante Injetado = 0,26 g de Nigrosina/l.

Os resultados das medições acham-se resumidos na Figura 23, que mostra a RTD coletada para a única placa de fluxo. Não existem nem cortes curtos nem regiões estagnadas, de modo que um fluxo de plugue foi criado no canal de fluxo testado. A Figura 23 mostra também que a forma da distribuição do corante é essencialmente a mesma na sonda de entrada como na sonda de saída, o que indica que o fluxo no canal de fluxo pode ser considerado um fluxo de plugue, o que é também confirmado pelo número de Peclet. O número de Peclet calculado destes dados ≈ 800 .

15 Exemplo 2: Bocais

Vários diferentes bocais de injeção e de dispersão foram testados em uma placa de reator. O bocal foi operado sob diferentes pressões e índices de fluxo, e iso-dodecano foi injetado em água para formar a dispersão de “óleo em água”. As pressões de injeção foram de 2, 4, 6 e 8 Bar, respectivamente, com a pressão sendo aumentada pelo aumento do índice de fluxo através do bocal, assim a relação de dodecano / água ficando diferente em cada teste. As distribuições do tamanho de gotícula foram avaliadas, e os resultados selecionados são resumidos na Figura 24 quanto a um bocal com

10 fora os 140 microorifícios.

TABELA 1: Condições de Teste E d_{32} Calculado

Fluxo principal de 50 l/h

Q_{tot} [kg/h]	Q_{tot} [L/h]	Pressão [bar]	Medida da Pressão [bar]	d_{32} [μ m]
11,32	15,03	2,00	2,01	21.949
15,81	20,99	4,00	4,02	18.720
19,07	25,34	6,00	6,03	14.694
23,58	31,32	8,00	8,00	16.899

Uma queda de pressão mais elevada aumenta o tamanho das gotículas produzidas pelo bocal. Os índices de transferência de massa em uma reação química são intensamente dependentes da área superficial da interface entre os dois meios e, daí, o tamanho de gotículas reduzido suporta índices de reação mais rápidos.

Exemplo 3: Troca de Calor

Nesta experiência foi considerado o perfil térmico do fluido do processo movendo-se ao longo do canal de fluxo de uma seção de fluxo única realizada. Por simplicidade, água foi usada tanto na placa de canal, quanto nos fluidos do processo, e nas placas de utilidade os fluidos de utilidade. O índice de fluxo dos fluidos do processo foi de 25 l/h e o índice de fluxo dos fluidos de utilidade foi de 2000 l/h. A temperatura foi medidas em diferentes ocasiões e os resultados são resumidos em um gráfico mostrado na Figura 25.

O módulo de fluxo da presente invenção é útil quando empreendidos as seguintes operações do processo: fabricação, reações, mistura, combinação, operações criogênicas, lavagem, extrações e purificações, ajuste do pH, mudanças de solventes, fabricação de produtos químicos, fabricação de produtos químicos intermediários, fabricação de API (ingredientes farmacêuticos ativos) quando trabalhando com operações de baixa temperatura, fabricação de intermediários farmacêuticos, desenvolvimentos de aumentos e reduções, precipitação ou cristalizações, realização de injeções múltiplas ou de adições múltiplas ou de medições múltiplas ou de amostragens múltiplas, trabalhando com reações de múltiplas etapas, operações de pré-resfriamento, operações de pré-aquecimento,

operações de pós-aquecimentos e de pós-esfriamentos, processo para converter processos de bateladas em processos contínuos, e operações para dividir e recombinar fluxos.

Os tipos de reações que podem ser pré-formados na presente invenção incluem as reações de adição, as reações de substituição, as reações de eliminação, as reações de mudança, as reações de extinção, reduções, neutralizações, reações de decomposições, substituição ou deslocamento, reações de desproporcionamento, reações catalíticas, reações de clivagem, oxidações, fechamentos de anel e aberturas de anel, reações de atomatização e desaromatização, reações de proteção e de desproteção, transferência de fase e catalisação de transferência de fase, reações fotoquímicas, reações envolvendo as fases de gás, fases líquidas e fases sólidas, e as quais podem envolver radicais livres, electrófilos, nucleófilos, íons, moléculas neutras, etc.

As sínteses, tais como as sínteses do aminoácido, a síntese assimétrica, a síntese quiral, a síntese de peptídeos de fase líquida, metástase olefínica, síntese de peptídeos etc., podem também ser realizadas com o módulo de fluxo. Outros tipos de síntese em que o módulo de fluxo pode ser usado são as reações dentro da química de carboidrato, da química de dissulfeto de carbono, da química de cianeto, da química de diborano, da química de epícloridrina, da química de hidrazina, da química de nitrometano, etc., ou a síntese de composto heterocíclicos, de compostos acetilênicos, de cloretos de ácido, de catalisadores, de compostos citotóxicos, de intermediários esteróides, de líquidos iônicos, de produtos químicos de piridina, de polímeros, ou monômeros, ou carboidratos, ou nitronas, etc.

O módulo de fluxo é adequado para as reações de nomes tais como as condensações de Aldol, as reduções de Birch, as oxidações de Baeyer-Villiger, os rearranjos de Curtius, as condensações de Dieckmann, as reações de Diels-Alder, as condensações de Doebner-Knoevenagel, as reações de Friedel-Crafts, os rearranjos de Fries, a síntese de Gabriel, as reações de

Gomberg-Bachmann, as reações de Grignard, as reações de Heck, os rearranjos de Hofmann, as reações de Japp-Klingemann, a síntese de indol de Leimgruber-Batcho, as reações de Mannich, as adições de Michael, as reações de Michaelis-Arbuzov, as reações de Mitsunobu, as reações de Miyaura-Suzuki, as reações de Reformatsky, as reações de Ritter, as reduções de Rosenmund, as reações de Sandmeyer, as reduções de base de Schiff, as reações de Schotten-Baumann, as epoxidações de Sharpless, a síntese de Skraup, os acoplamentos de Sonogashira, a síntese de aminoácidos de Strecker, as oxidações de Swern, as reações de Ullmann, os rearranjos de Willgerodt, as reações de Vilsmeier-Haack, a síntese etérica de Williamson, as reações de Wittig, etc.

Outras reações para as quais o módulo de fluxo é adequado são as reações de condensação, as reações de acoplamento, as saponificações, ozonólise, reações de ciclização, reações de ciclo-polimerização, as desalogenações, desidrociclizações, desidroalogenações, diazotizações, reações de sulfato de dimetila, trocas de haleto, reações de cianeto de hidrogênio, reações de fluoreto de hidrogênio, reações de hidrogenação, reações de iodação, reações de isocianato, reações de ceteno, reações de amônia líquida, reações de metilação, acoplamento, reações organometálicas, metalação, reações de oxidação, acoplamentos oxidativos, oxo-reações, policondensações, poliesterificações, reações de polimerização, outras reações tais como acetilações, arilações, acrilizações, alcoxilações, amonólise, alquilações, bromações alílicas, amidações, aminações, azidações, benzoilações, bromações, butilações, carbonilações, carboxilações, clorações, clorometilações, clorossulfonações, cianações, cianoetilações, cianometilações, cianurações, epoxidações, esterificações, eterificações, halogenações, hidroformilações, hidrossililações, hidroxilações, cetalizações, nitrações, nitrometilações, nitrosações, peroxidações, fosfogações, quaternizações, sililações, sulfoclorações, sulfonações, sulfoxidações,

tiocarbonila-ções, tiofosgenações, tosilações, transaminações, transesterificações, etc.

A presente invenção é ainda definida pelas reivindicações independentes e as reivindicações dependentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Placa de canal caracterizada pelo fato de que compreende pelo menos duas fileiras de unidades (1), pelo menos uma caixa giratória (8), pelo menos uma entrada (9) e pelo menos uma saída (13), em que cada
5 unidade possui uma superfície planar (2) em oposição a uma superfície de formação do canal (3), e em que as unidades se alternam em cada fileira na qual uma superfície planar (2) é adjacente a uma superfície de formação de canal (3) na mesma fileira que forma um canal quando a placa de canal se
acha em uso, em que a caixa giratória (8) é disposta entre duas fileiras
10 adjacentes das unidades que formam dois compartimentos em um espaço entre duas fileiras adjacentes de unidades na placa de canal, e um lado interno (8a) da placa de canal, cujos compartimentos são divididos por uma parede (8b) para criar um fluxo tridimensional resultando em uma mistura reforçada, e cujos fluidos podem fluir de uma primeira fileira das unidades para uma
15 segunda fileira das unidades na caixa giratória (8), e em que as superfícies planas das unidades são arranjadas em filas perpendiculares ao canal formado da placa de canal.

2. Placa de canal de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que constitui uma parte, e as fileiras das unidades
20 são integradas na placa, ou a placa de canal é dividida no plano central e constitui duas partes, correspondente entre si e colocadas juntas formam o canal do processo da placa de canal, ou a placa de canal constitui um quadro e duas folhas formadas ou duas placas prensadas, cujo quadro e as duas folhas formadas ou duas placas prensadas colocadas juntas formam o canal do
25 processo ou a placa de canal.

3. Placa de canal de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizada pelo fato de que a superfície de formação do canal (3) na fileira é selecionada de superfície convexa curvada, superfície trapezoidal, superfície retangular, superfície quadrada, superfície triangular, e as fileiras de unidades

têm todas superfícies de formação de canal selecionadas do mesmo tipo de superfície de formação de canal, ou são superfícies de formação de canal das fileiras de unidades, uma ou mais combinações de superfícies convexas curvadas, superfícies retangulares, superfícies quadradas e superfícies triangulares, e preferencialmente as filas da superfície planar (2) das unidades são arranjadas em filas paralelas perpendiculares ao canal formado da placa de canal.

4. Placa de canal de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que a placa de canal tem várias portas (7) conectadas ao canal ou às caixas giratórias, as portas (7) são dispostas em pelo menos um lado da placa de canal, as portas (7) são ou plugadas ou equipadas com diferentes equipamentos ou as portas são combinações das portas plugadas com as equipadas, cujos equipamentos são introduzidos através das portas (7) no canal ou no espaço vazio das caixas giratórias (8).

5. Placa de canal de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que as portas equipadas são equipadas com um ou mais equipamentos selecionados do grupo consistindo de entradas para reagentes, entradas para fluidos adicionais, saídas para os fluidos do processo, saídas para os produtos intermediários a serem alimentados ao canal em um estágio posterior, saídas para as amostras de teste, dispersores de entrada, dispositivos de segurança para liberar pressão presente ou controlada, unidades de sensor, termopares, termômetros de resistência, ou bocais selecionados dos bocais de injeção, bocais de redispersões, bocais de remistura, bocais coaxiais, bocais tubulares ou combinações dos equipamentos.

6. Placa de canal de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que compreende uma entrada de fluxo do processo e uma entrada de fluxo adicional na parte de

entrada da placa de canal, a entrada do fluxo do processo e a entrada de fluxo adicional sendo combinadas em uma parte reta que se conecta a uma porta e ao canal da placa de canal, ou a placa de canal compreende uma entrada de fluxo do processo e uma entrada do fluxo adicional, as quais são combinadas do lado de fora do canal da placa de canal.

7. Placa de canal de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que um bocal de dispersão é disposto em pelo menos uma entrada ou pelo menos uma porta, bocal de dispersão este que tem um ou mais orifícios na saída do bocal de dispersão, e em que os orifícios são dispostos sobre círculos concêntricos.

8. Seção de fluxo caracterizada pelo fato de que compreende uma placa de canal de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, placas de barreira (20) ou placas de utilidade (21), ou combinações das placas de barreira (20) e placas de utilidade (21), em que pelo menos uma placa de canal (5) é disposta entre duas placas de barreira (20), o que sela um canal formado pela placa de canal e as duas placas de barreira, ou em que a placa de canal (5) é disposta entre duas placas de utilidade (21), tendo inserções turbuladoras (23), as quais estão selando um canal formado pela placa de canal e as duas placas de utilidade, ou em que a placa de canal (5) é disposta entre uma placa de barreira (20) e uma placa de utilidade (21), as quais estão selando um canal formado pela placa de canal e as placas de barreira e as placas de utilidade, ou a seção de fluxo compreende duas placas de canal, e as duas placas de canal têm uma membrana ou têm um filtro aplicado entre as duas placas de canal, e as duas placas de canal se acham entre as duas placas de barreira, ou estão entre as duas placas de utilidade tendo inserções turbuladoras (23), ou as duas placas de canal se situam entre uma placa de barreira e uma placa de utilidade tendo uma inserção turbuladora (23).

9. Seção de fluxo de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que também compreende gaxetas tendo um padrão

correspondente às superfícies planares das unidades das fileiras de unidades, ou em que a inserção turbuladora (23) das placas de utilidade têm um padrão correspondente às superfícies planares das unidades das fileiras de unidades, ou tanto as gaxetas quanto o turbulador das placas de utilidade têm padrão correspondente às superfícies planares das unidades das fileiras de unidades.

10. Seção de fluxo de acordo com a reivindicação 9, caracterizada pelo fato de que o fluxo dos meios ou o fluxo dos fluidos no canal formado não tem nenhum contato com a face planar das gaxetas e pouco contato ou contato minimizado com qualquer das bordas das gaxetas.

11. Seção de fluxo de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 10, caracterizada pelo fato de que cada inserção turbuladora (23) provê um suporte nos lados planares das fileiras de unidades da placa de canal.

12. Seção de fluxo de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 11, caracterizada pelo fato de que uma ou duas placas trocadores de calor são conectadas à placa de canal, e a placa trocadora de calor sendo um membro de transferência de calor não fluido, ou um elemento de Peltier.

13. Seção de fluxo de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 12, caracterizada pelo fato de que a placa de utilidade tem compartimento (28) para a placa de canal e um compartimento para uma inserção turbuladora (23).

14. Módulo de fluxo caracterizado pelo fato de que compreende uma pilha de seções de fluxo de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 13, em que o módulo de fluxo tem pelo menos uma entrada para os fluidos do processo e pelo menos uma saída para os produtos do processo, em que uma entrada é conectada à primeira placa de canal e uma saída é conectada à última placa de canal, e em que o canal é conectado em paralelo ou é o canal conectado em série, ou ambos, o canal é conectado

externamente ou o canal é conectado internamente, preferivelmente o canal é conectado externamente, e em que os condutos internos e/ou externos se conectam com as placas de utilidade, e as placas de utilidade se conectam entre si em série ou em paralelo, ou ambos.

5 15. Módulo de fluxo de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que um dispositivo de sujeição é conectado ao módulo de fluxo, o dispositivo de sujeição compreende duas placas terminais (45), molas de disco, pistões e hastes de tensão (43), em que pilhas de molas de disco são enroladas nos pistões e são dispostas como uma grade de molas
10 (44), uma ou mais grades de molas são contidas no módulo de fluxo, pelo menos uma grade de molas é suportada sobre pelo menos uma das placas terminais para distribuir forças de sujeição sobre uma ou mais seções de fluxo ou uma ou mais placas de canal, seções de fluxo estas que são colocadas entre as duas placas terminais, e em que os pistões são conduzidos através de
15 orifícios nas placas terminais tendo a disposição da grade de molas.

16. Uso de um módulo de fluxo como definido na reivindicação 14 ou 15, o uso caracterizado pelo fato de ser como um reator de placa contínua.

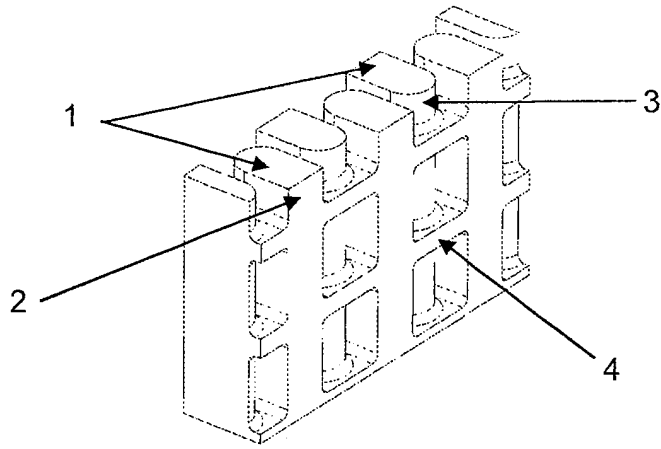


Figura 1

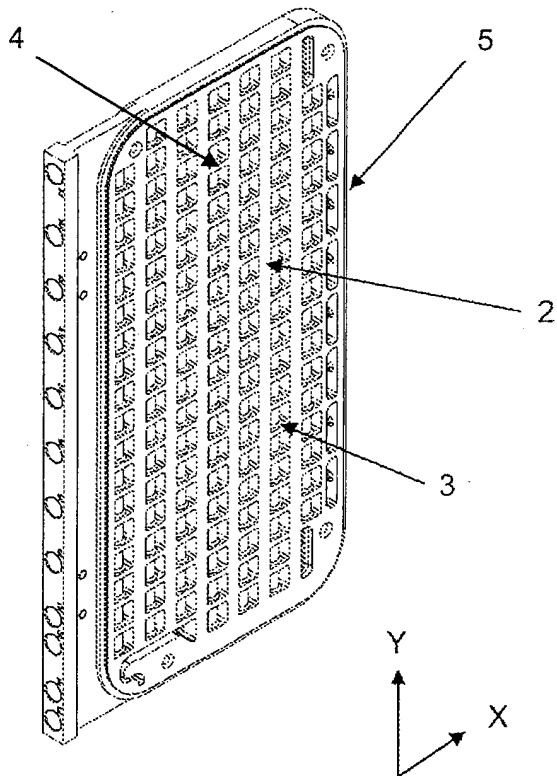


Figura 2

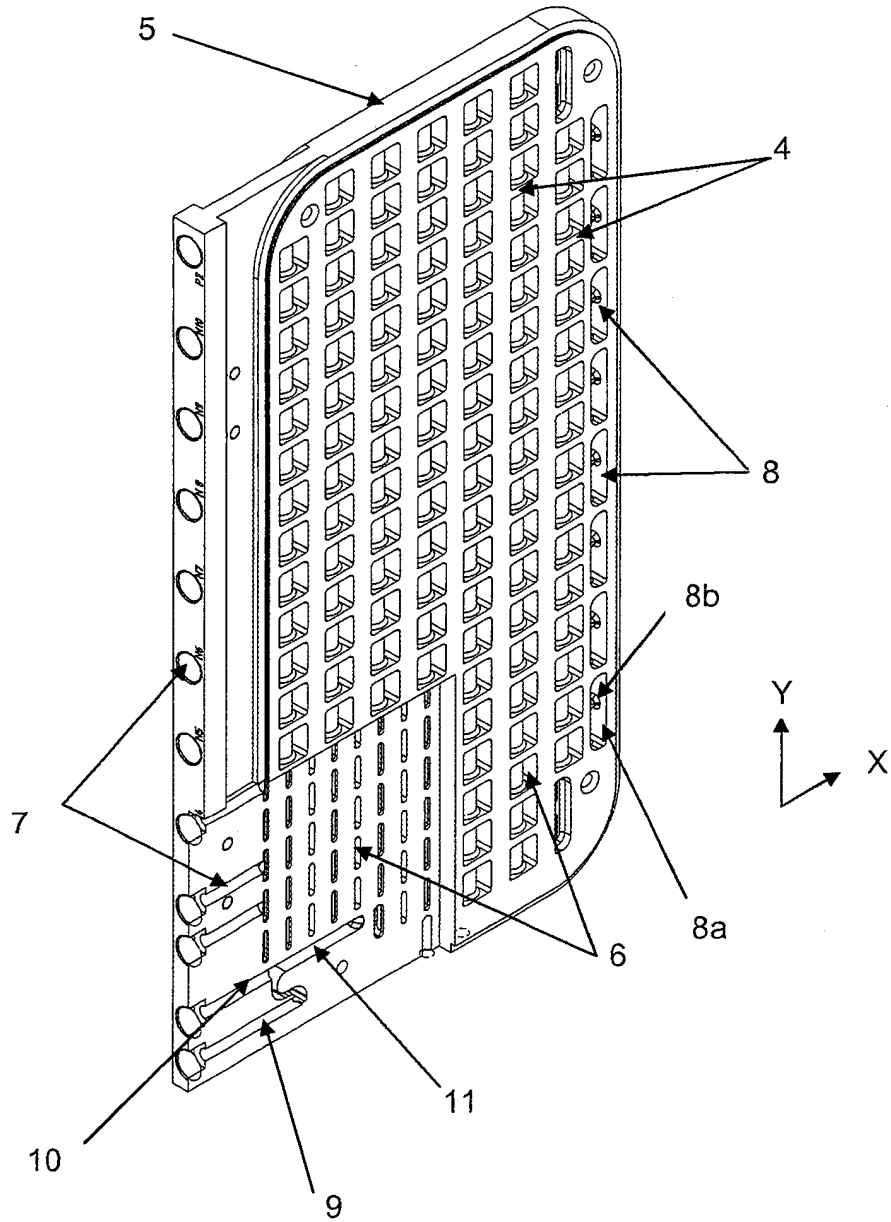


Figura 3

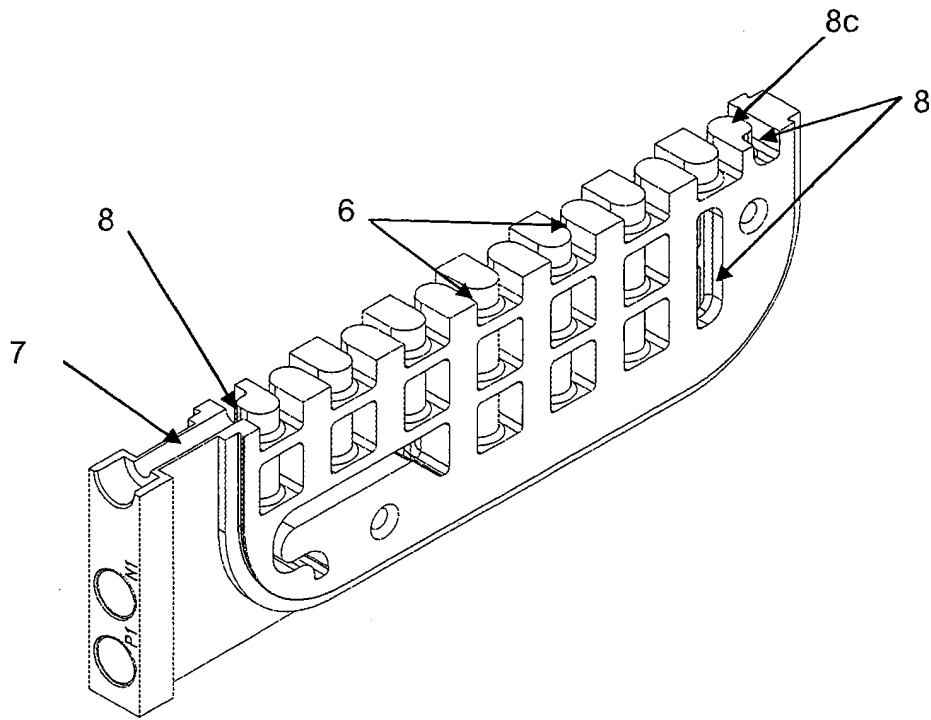


Figura 4

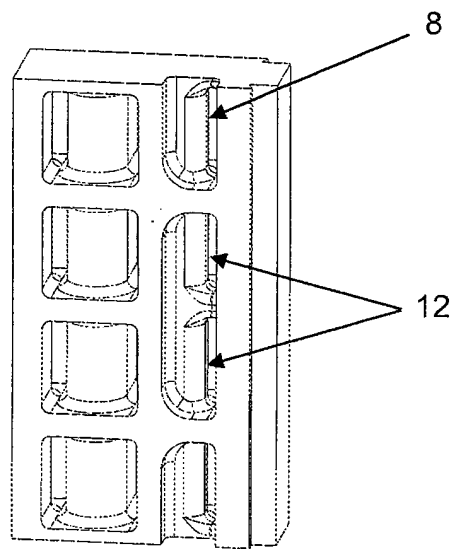


Figura 5

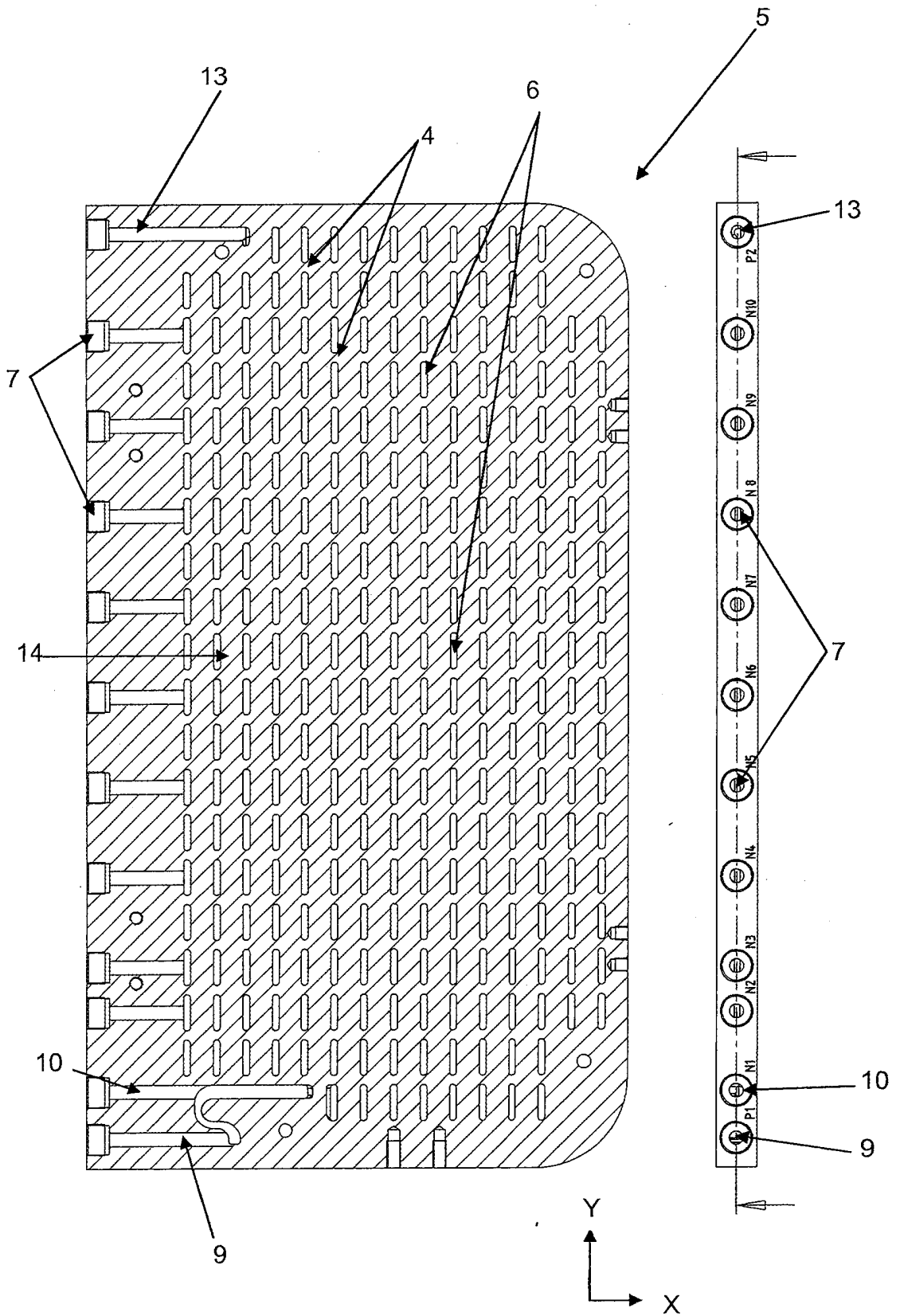


Figura 6

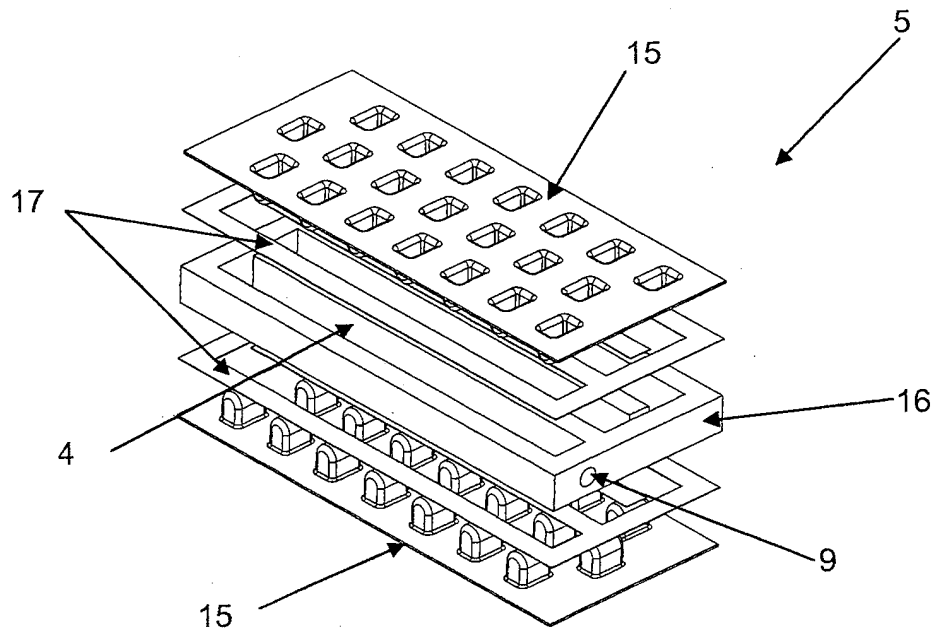


Figura 7

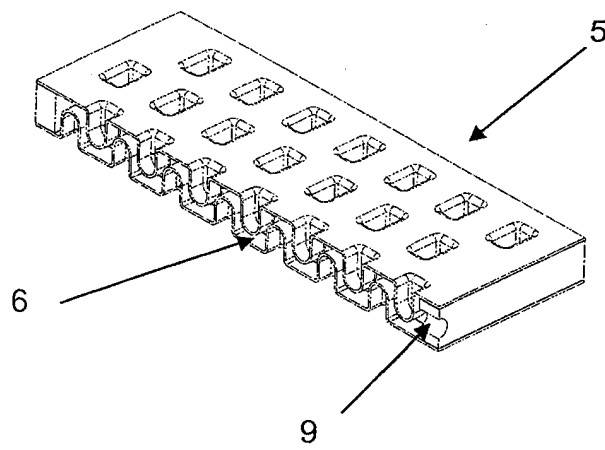


Figura 8

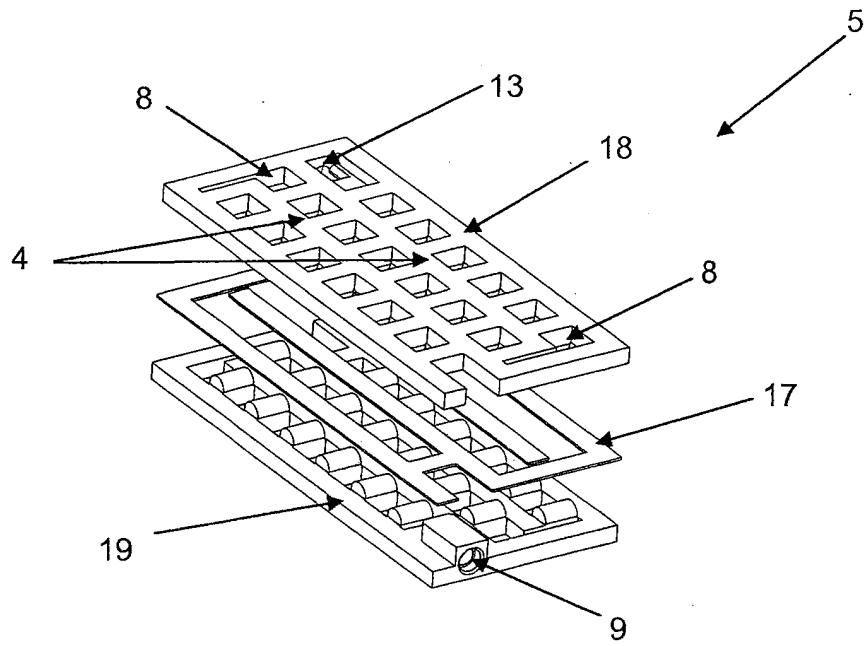


Figura 9

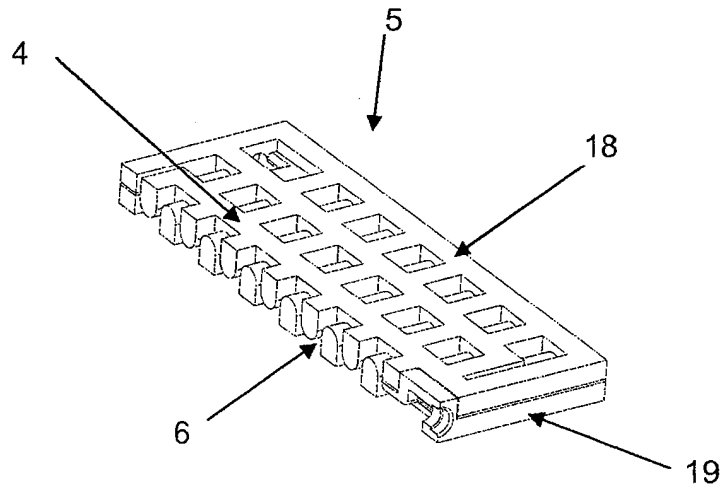


Figura 10

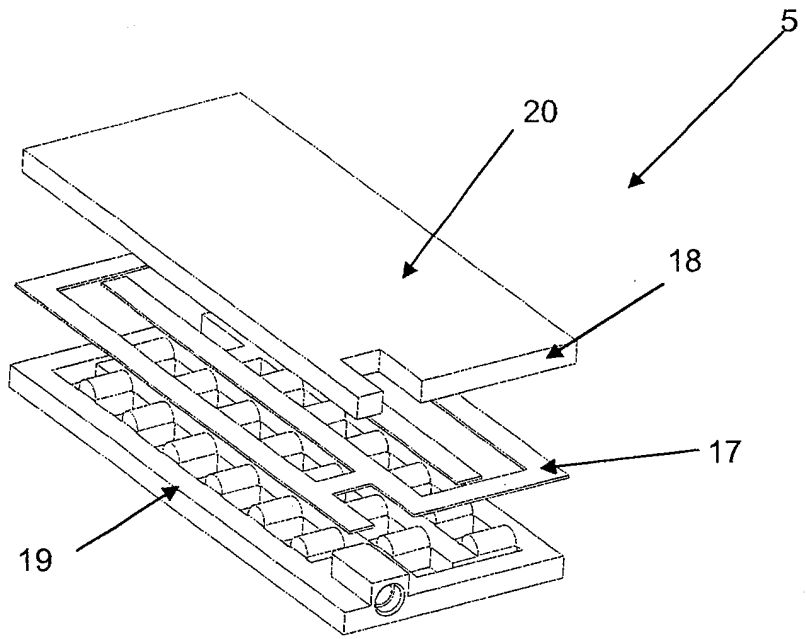


Figura 11

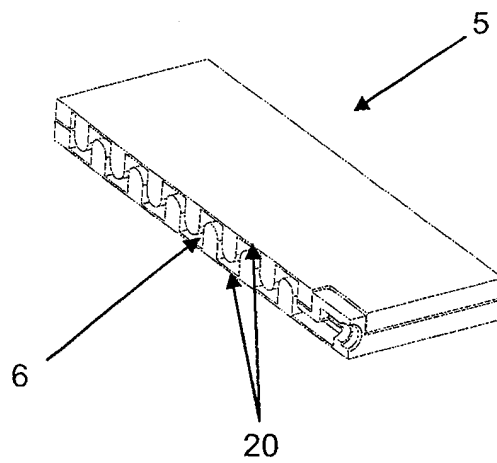


Figura 12

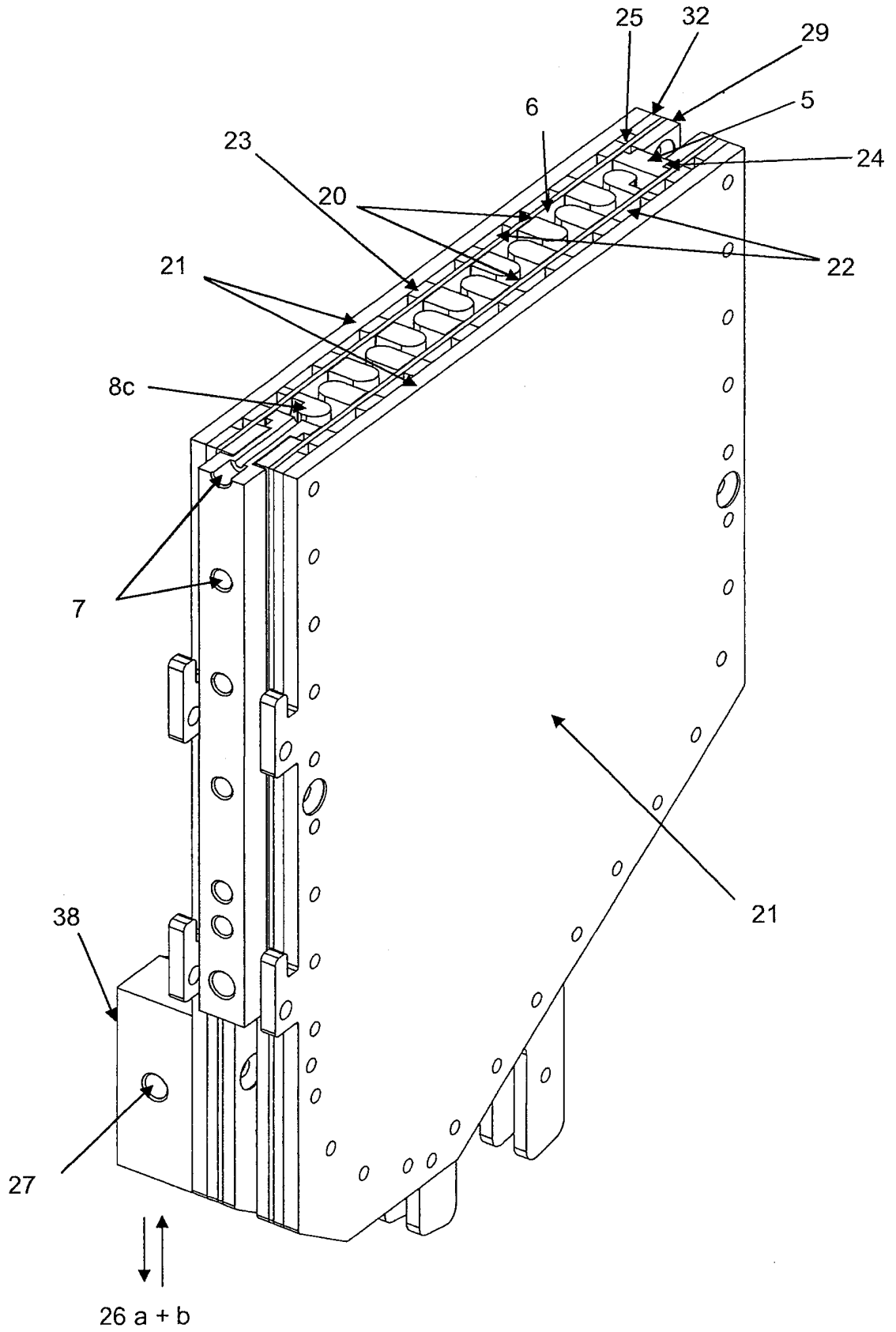


Figura 13

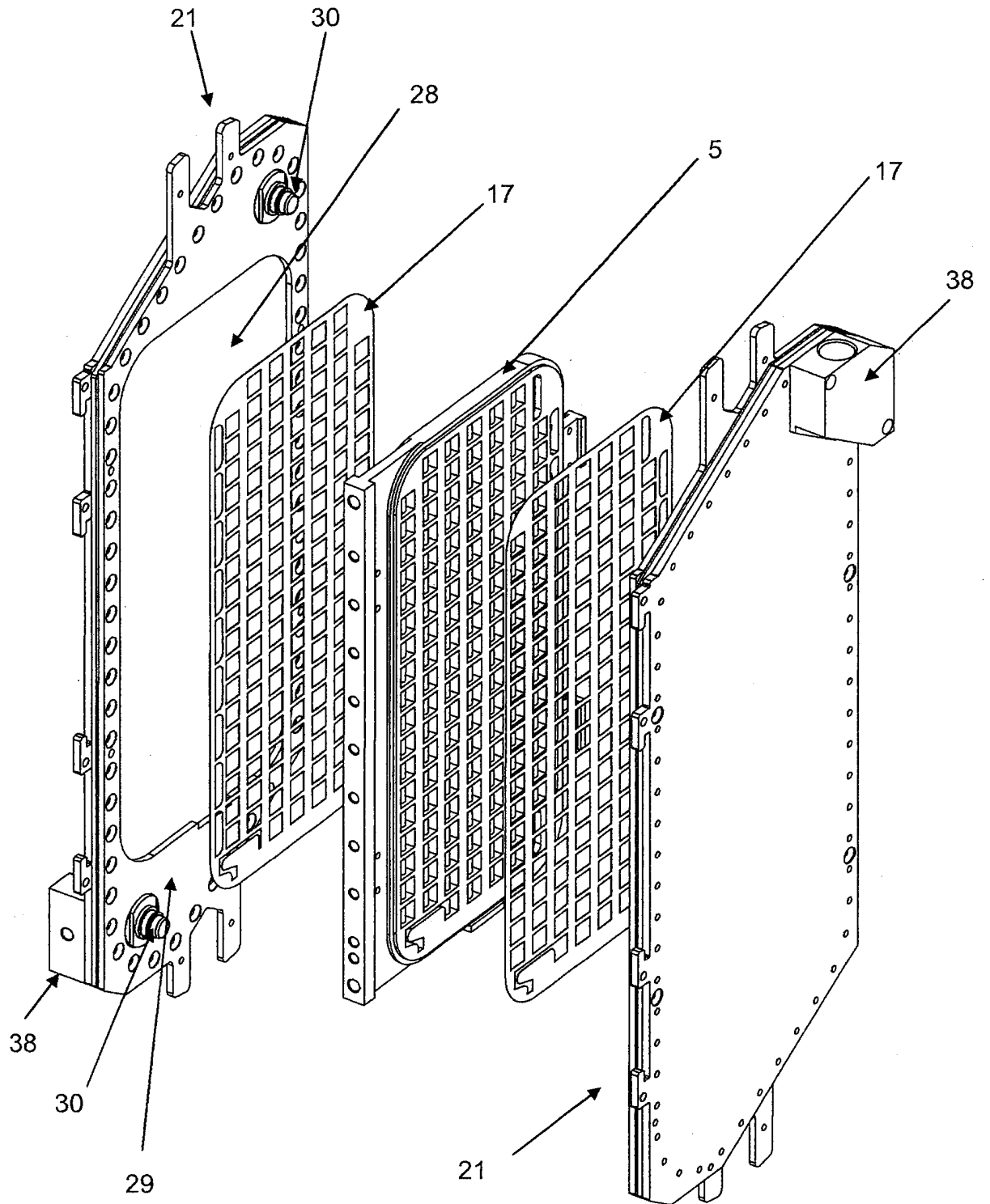


Figura 14

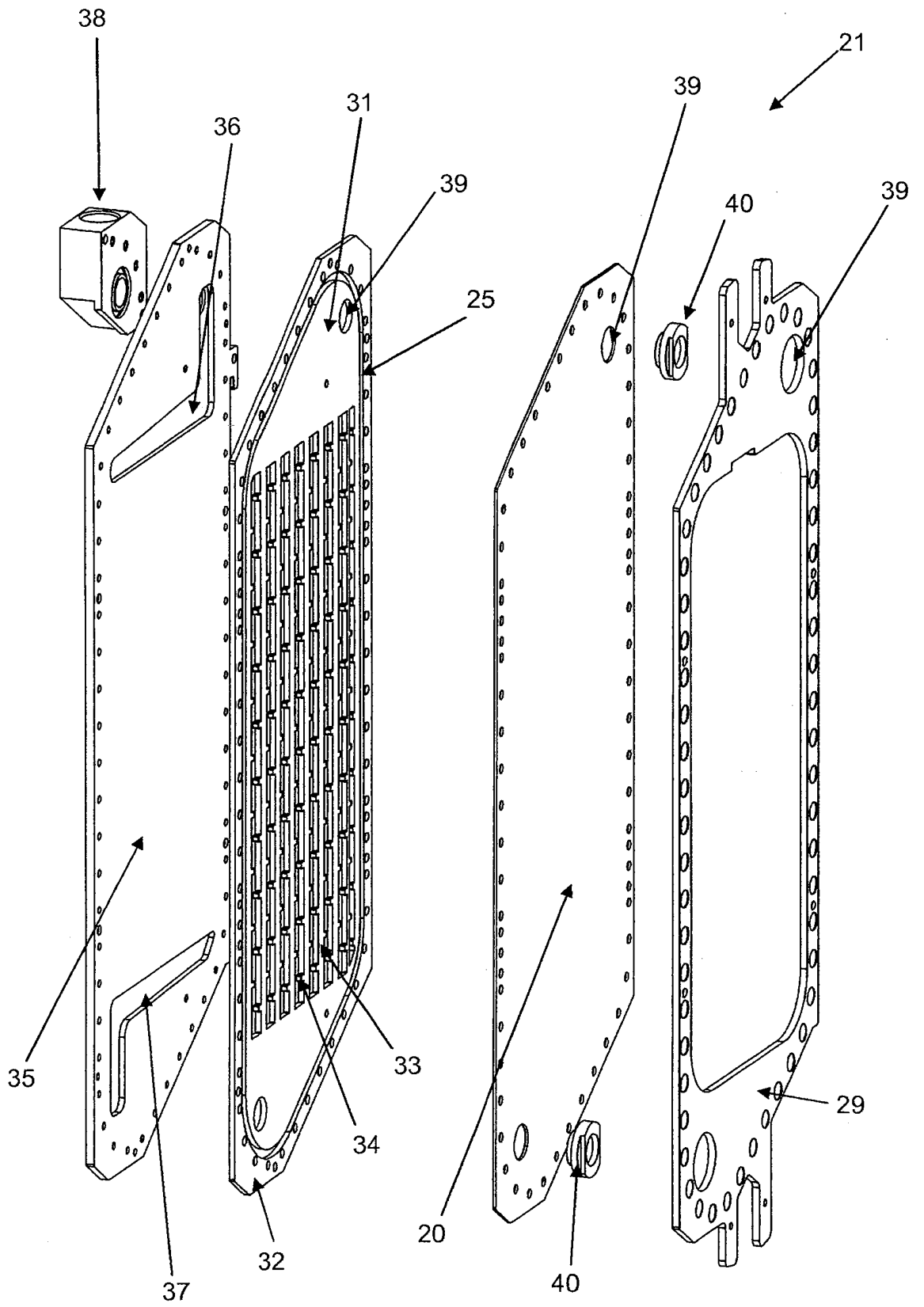


Figura 15

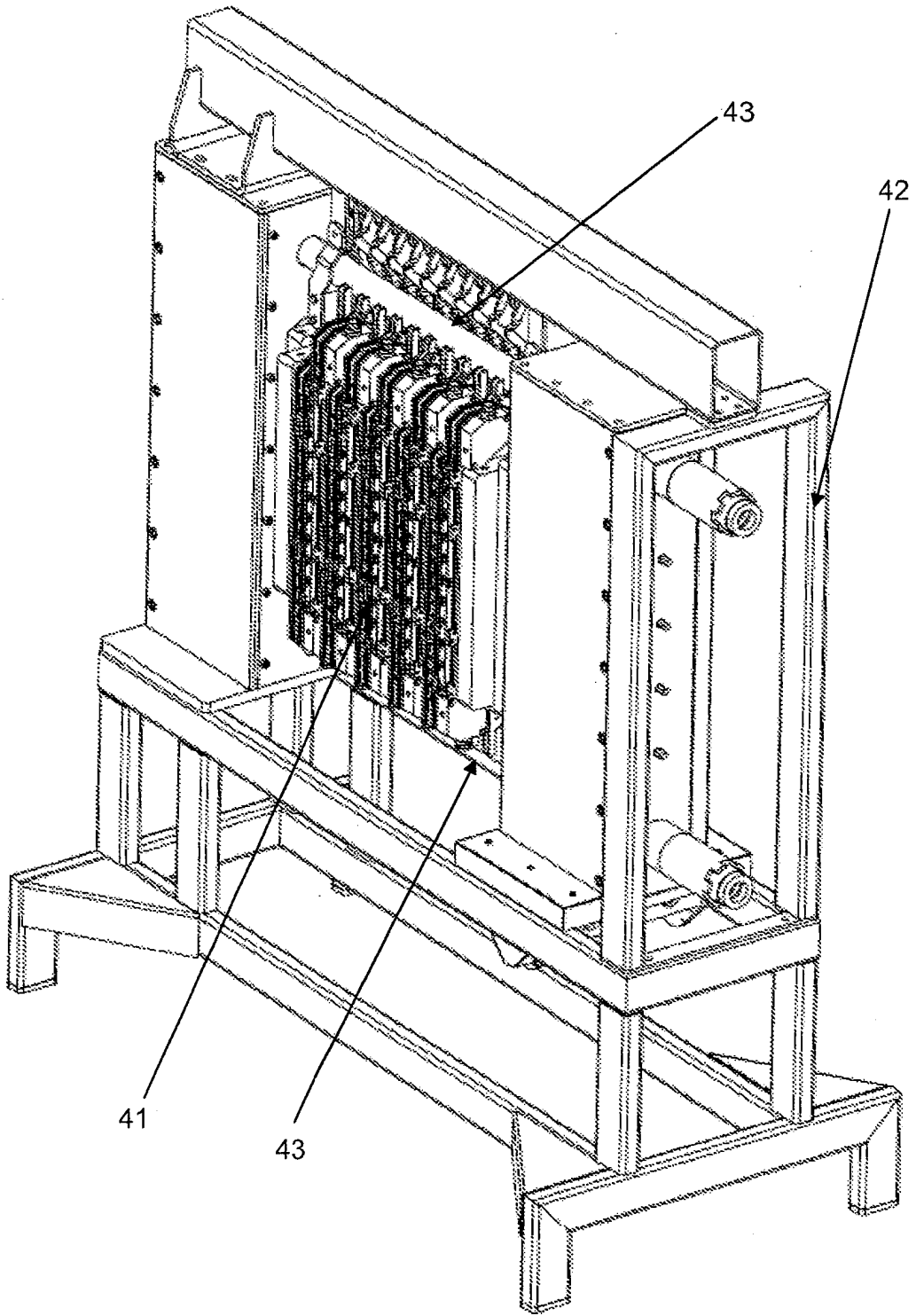


Figura 16

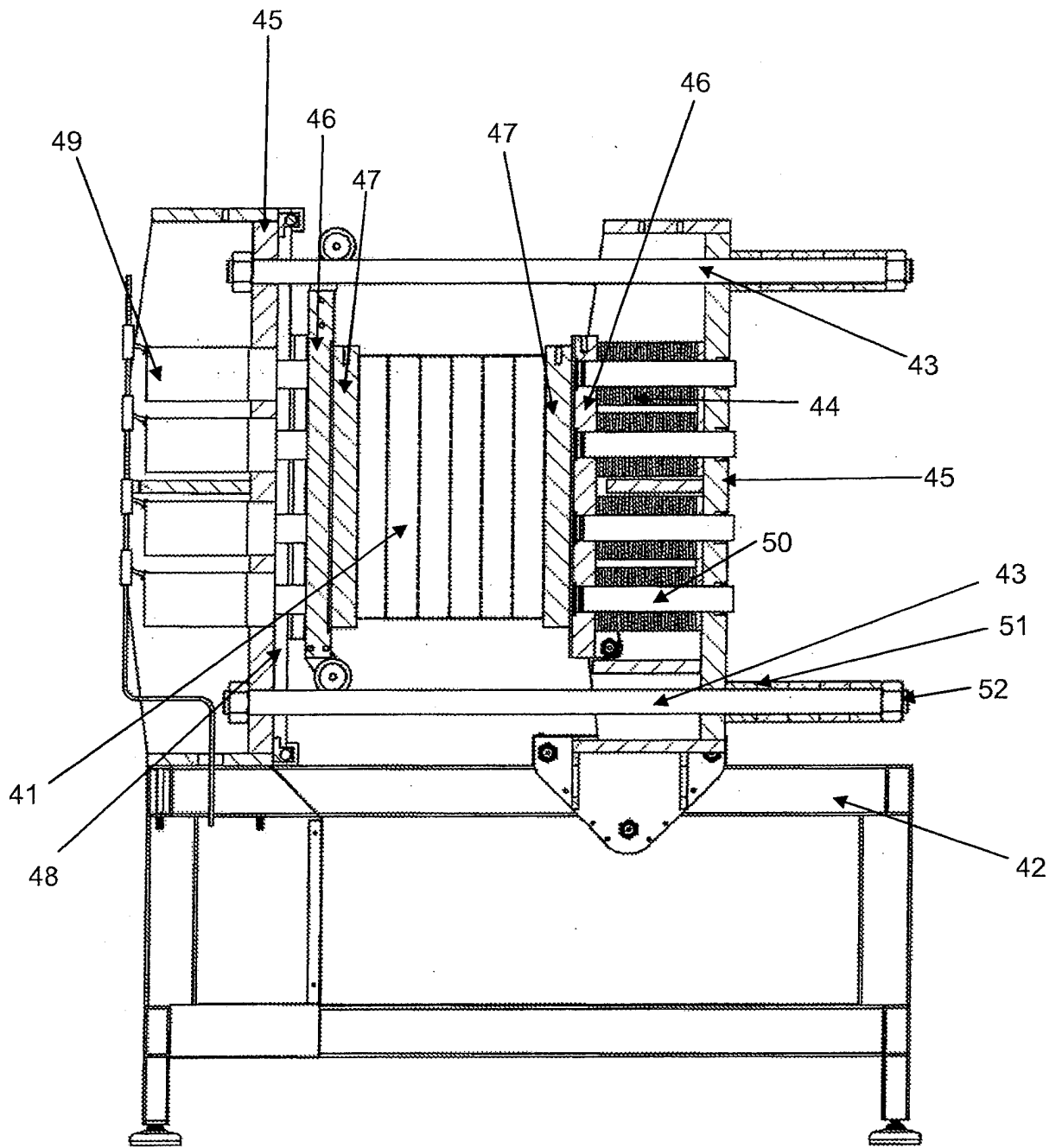


Figura 17

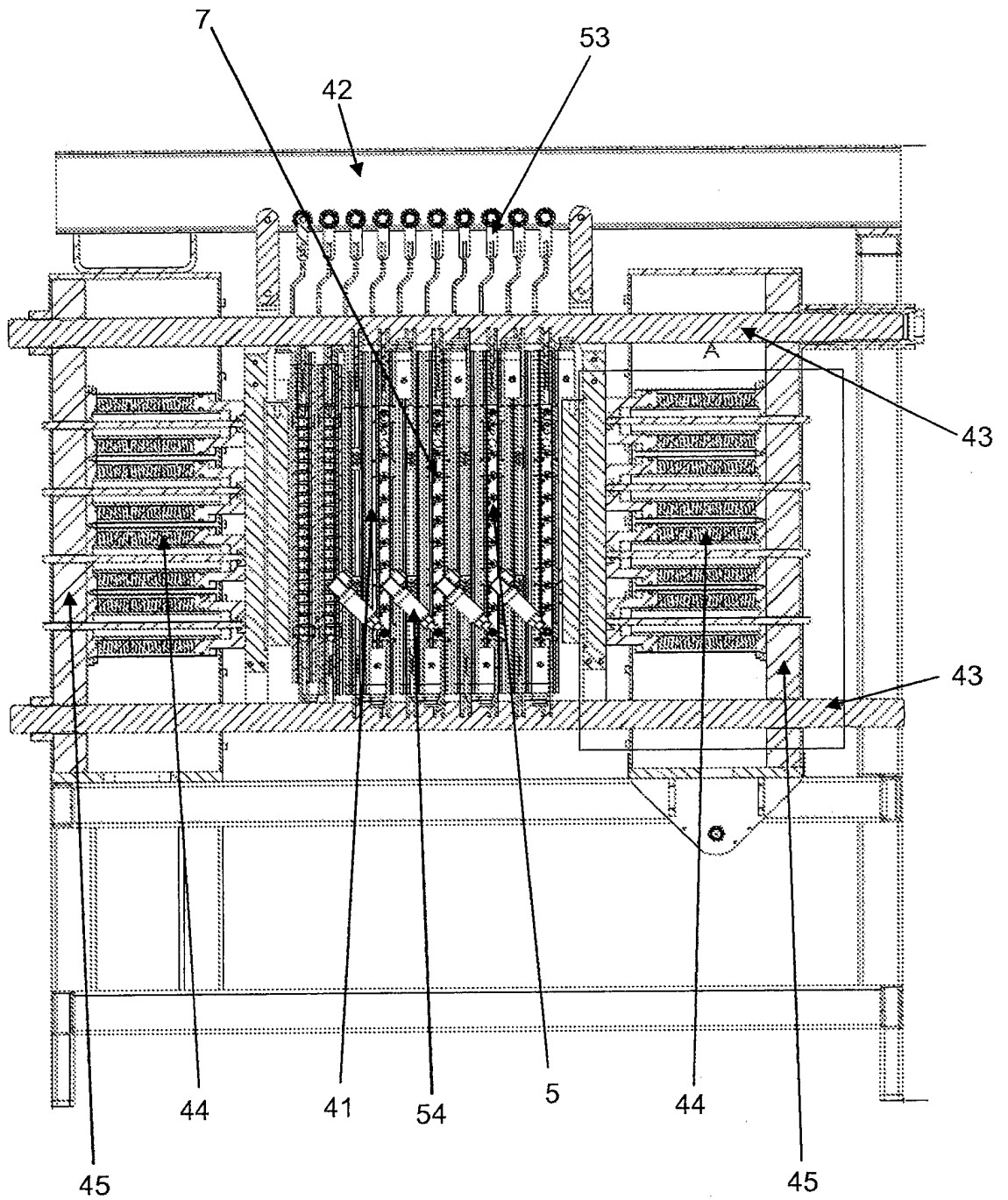


Figura 18

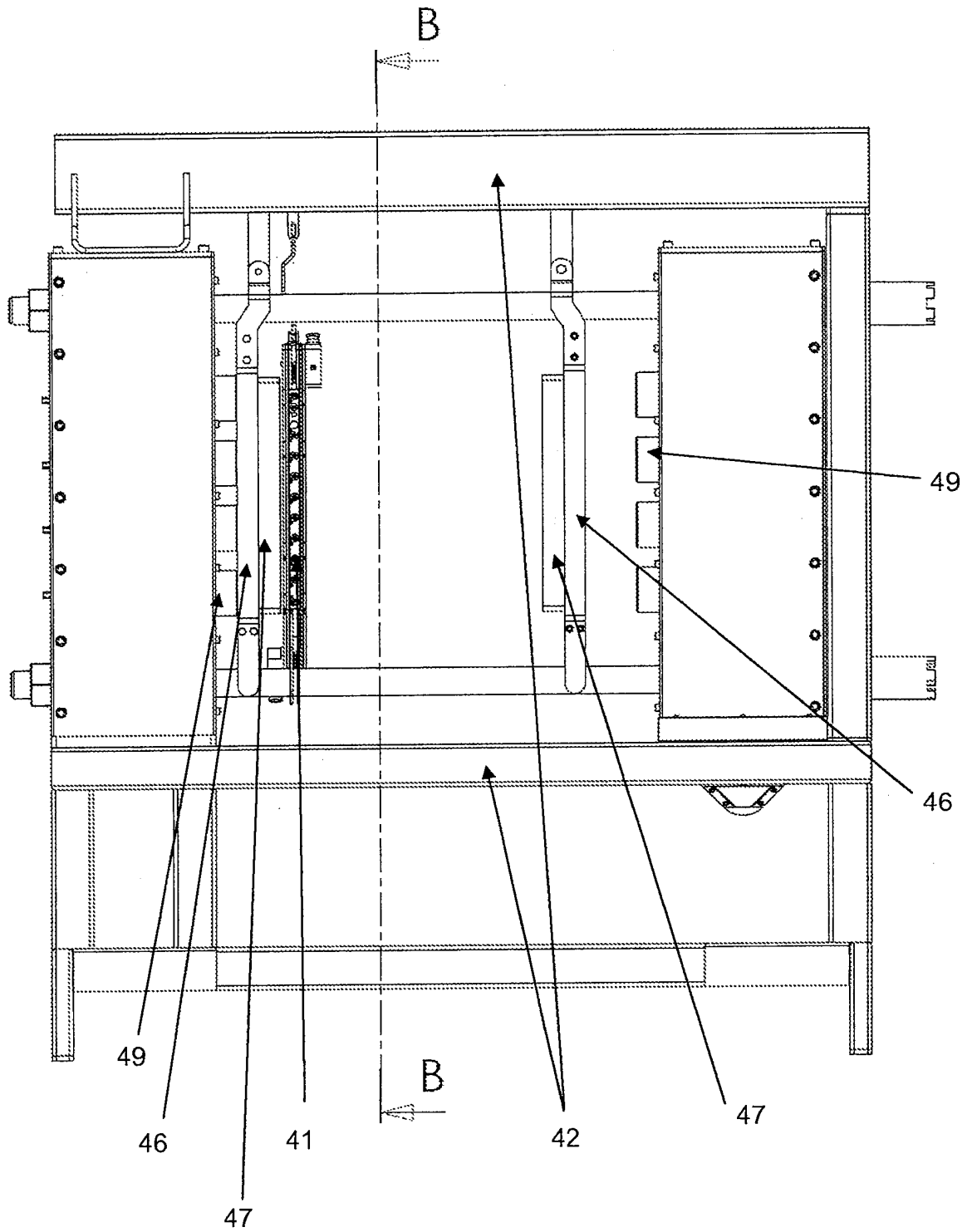


Figura 19

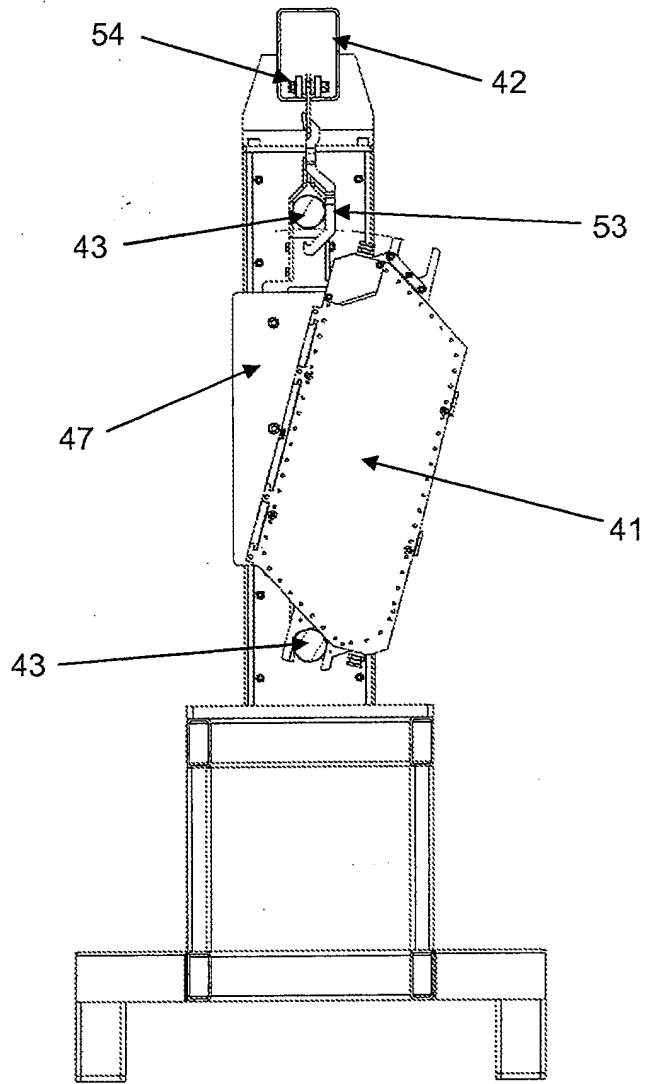


Figura 20

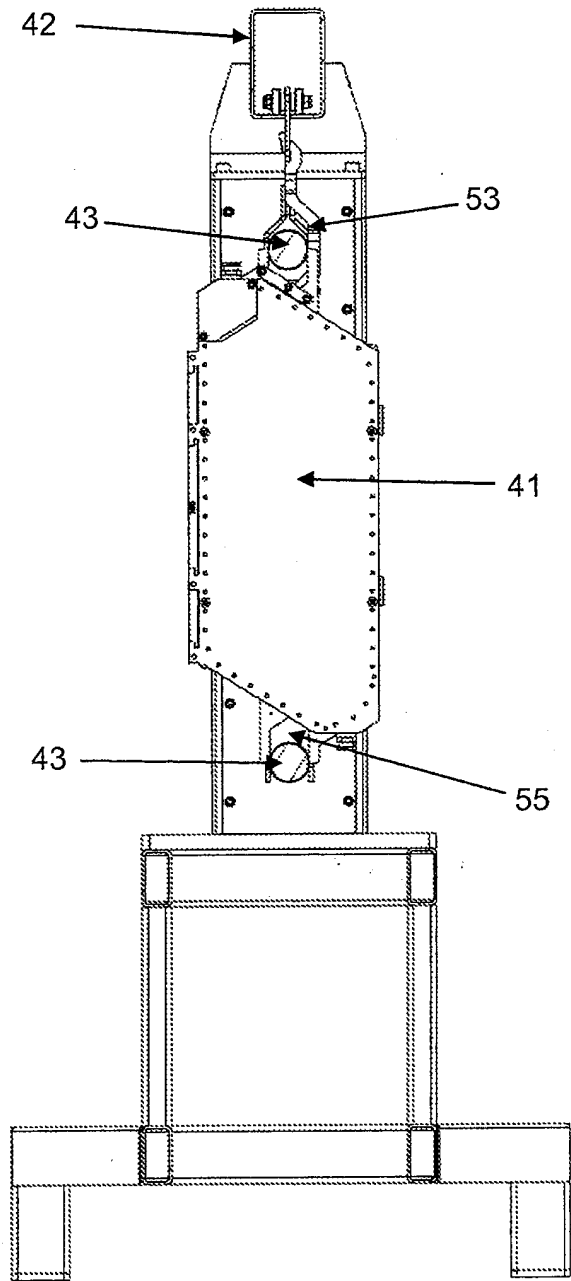


Figura 21

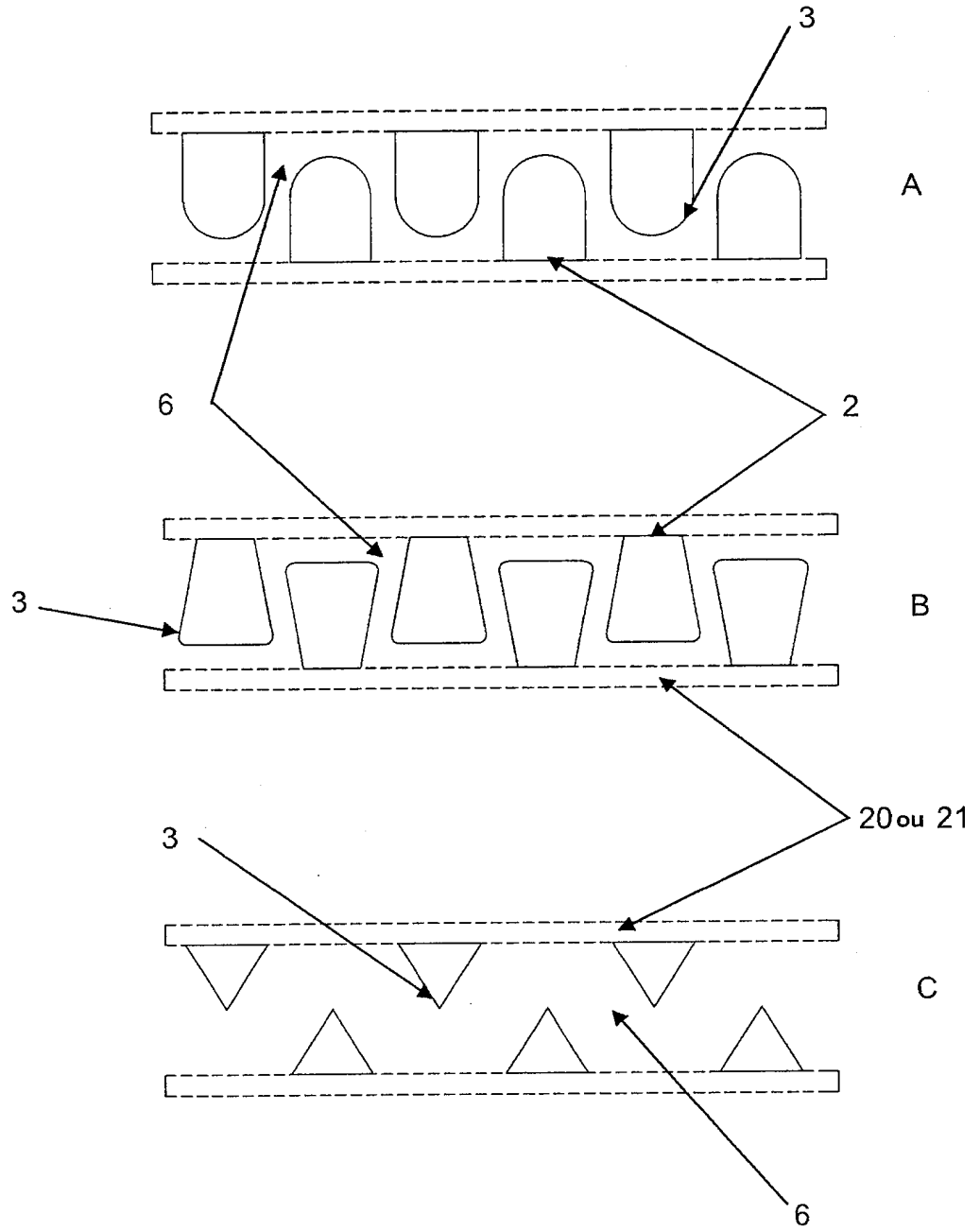


Figura 22

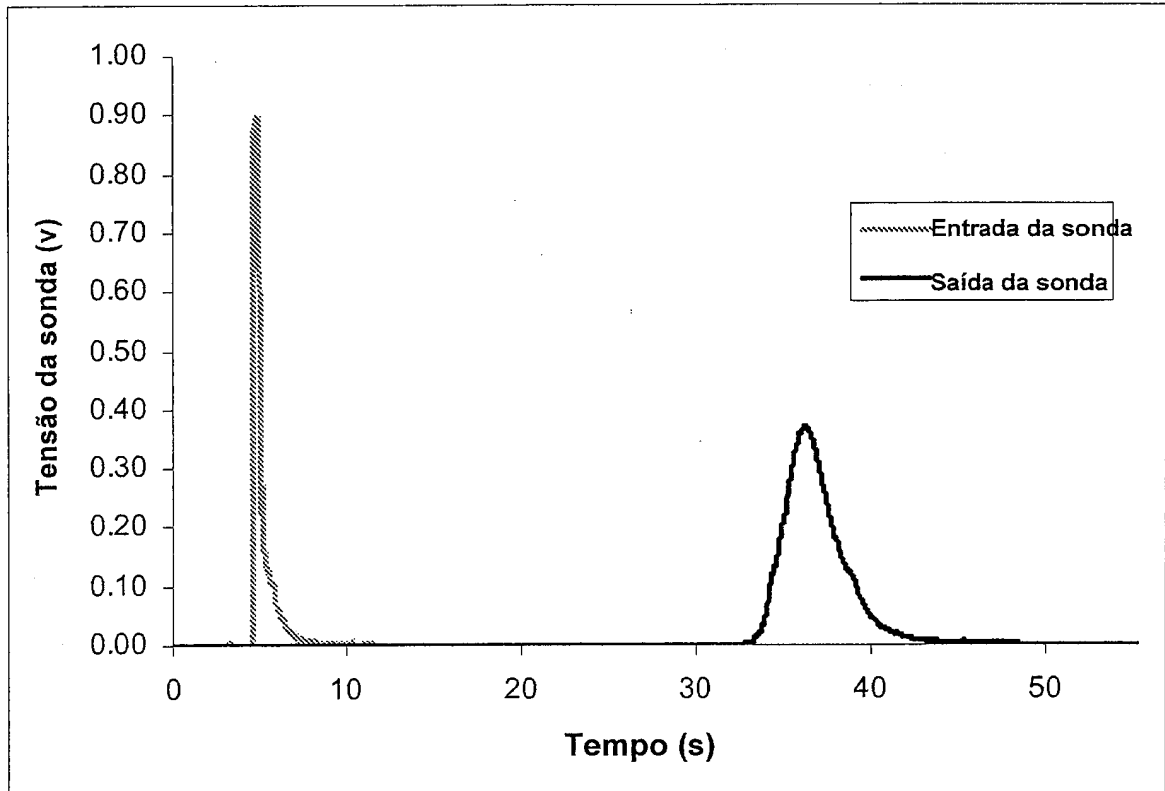


Figura 23

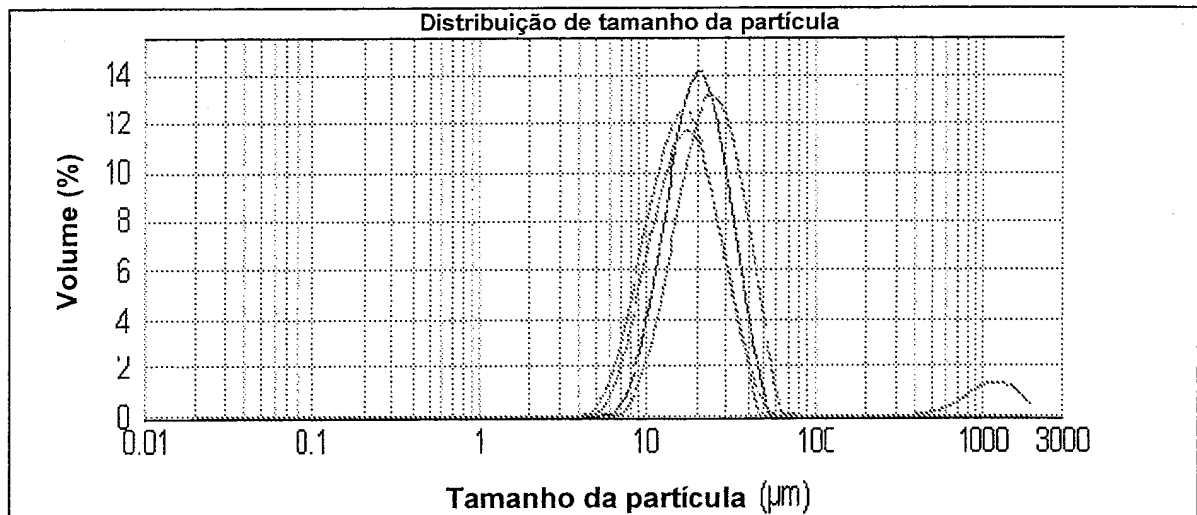


Figura 24

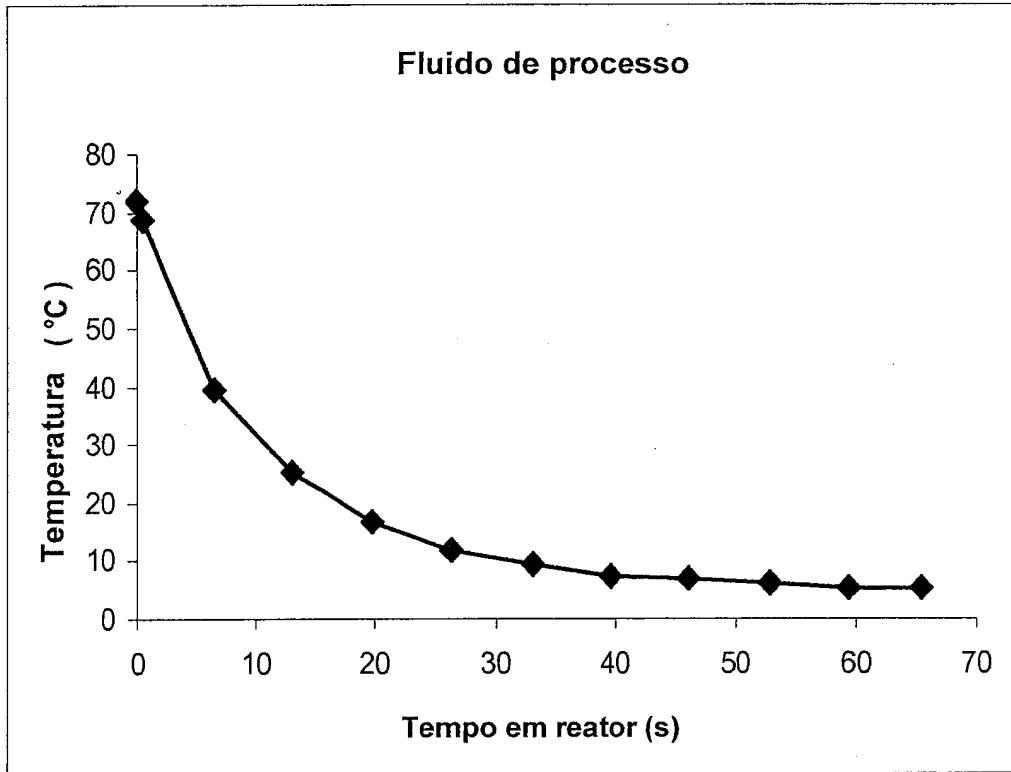


Figura 25