

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

(21) PI 0808713-0 A2



* B R P I 0 8 0 8 7 1 3 A 2 *

(22) Data de Depósito: 14/02/2008
(43) Data da Publicação: 12/08/2014
(RPI 2275)

(51) Int.Cl.:
B01D 15/18
C07C 7/12

(54) Título: PROCESSO E DISPOSITIVO DE SEPARAÇÃO EM CAMADA MÓVEL SIMULADA COM NÚMERO DE VÁLVULAS DE DIÂMETRO MAIOR E VOLUME DE LINHAS REDUZIDOS

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 09/03/2007 FR 07/017773

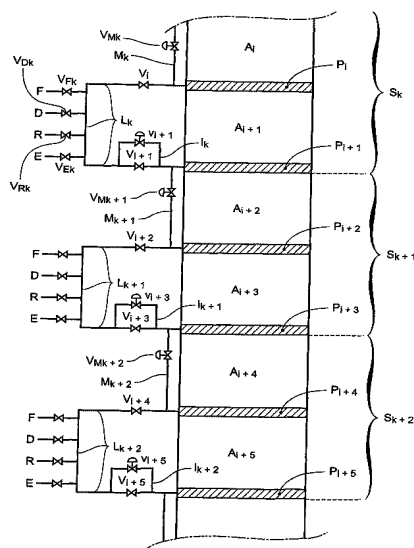
(73) Titular(es): IFP

(72) Inventor(es): Frédéric Augier, Gérard Hotier, Philibert Leflaive, Sylvain Louret

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT FR2008000205 de 14/02/2008

(87) Publicação Internacional: WO 2008/122705 de 16/10/2008



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PROCESSO E DISPOSITIVO DE SEPARAÇÃO EM CAMADA MÓVEL SIMULADA COM NÚMERO DE VÁLVULAS DE DIÂMETRO MAIOR E VOLUME DE LINHAS REDUZIDOS"**.

5 Domínio da Invenção

A presente invenção refere-se ao domínio das separações naturais ou químicas, que dificilmente se podem separar por destilação. Utiliza-se, então, uma família de processos, e dispositivos associados, conhecidos pelo nome de processos, ou dispositivos de separação "cromatográfica" ou
10 "em contracorrente simulada" ou "em co-corrente simulada" que designaremos a seguir pela denominação "SMB".

Os domínios referidos são notadamente, e de forma não exclusiva:

- a separação entre, por um lado, as parafinas normais e, por
15 outro lado, as parafinas ramificadas, naftenos e aromáticos;
- a separação olefinas/parafinas;
- a separação do paraxileno dos outros isômeros em C8 aromáticos,
- a separação do metaxileno dos outros isômeros em C8 aromá-
20 ticos,
- a separação do etilbenzeno dos outros isômeros em C8 aromáticos.

Fora a refinaria e o complexo petroquímico, existem numerosas outras aplicações dentre as quais se podem citar a separação glicose/frutuose, a separação dos isômeros de posição do cresol, dos isômeros
25 ópticos, etc...

Técnica Anterior

A separação cromatográfica SMB é bem conhecida no estado da técnica. Em regra geral, uma camada móvel simulada comporta pelo menos
30 três zonas cromatográficas, vantajosamente quatro ou cinco ou seis zonas, cada uma dessas zonas sendo constituída por pelo menos uma camada ou uma parte de coluna e compreendida entre dois pontos sucessivos de ali-

mentação ou estiramento. Tipicamente, alimenta-se pelo menos uma carga F a fracionar e um dessorvente D (às vezes, denominado purificador) e estira-se pelo menos um refinado R e um extrato E. Às vezes, alimenta-se também um refluxo RE rico em extrato. Pode-se também utilizar não um refinado R, mas dois refinados R1 e R2. Há, portanto, geralmente 4, 5 ou 6 fluidos de processos, alimentados ou estirados de forma sequencial. Os pontos de alimentação e de estiramento são modificados no decorrer do tempo, defasados no sentido do escoamento e tipicamente para baixo de uma camada e isto de forma síncrona.

Muitas variantes vantajosas permitem melhorar o funcionamento desse tipo de unidade, recorrendo-se às permutas assíncronas. De forma simplificada, essas permutas assíncronas servem para compensar o(s) volume(s) morto(s) da(s) bomba(s) de recirculação, tal como indicado na patente US 5.578.215, a trabalhar com uma vazão de reciclagem constante sobre a bomba de recirculação, de maneira a eliminar os movimentos bruscos de vazão e de pressão, tal como indicado na patente US 5.762.806, ou, enfim, a operar com pelo menos duas zonas cromatográficas, das quais cada uma é equivalente a um número não inteiro de camadas de adsorvente. Esta última variante, tal como indicada nas patentes US 6.136.198, US 6.375.839, US 6.712.973 e US 6.413.419 é conhecida pelo nome de Varicol®. Naturalmente, essas três variantes podem ser combinadas.

Deve ser observado que uma válvula rotativa multivia que coloca em comunicação, por um lado, os fluidos que entram e que saem, e, por outro lado, as camadas dispostas na(s) coluna(s) de adsorção e permite apenas uma permuta de tipo síncrono. Para permutas assíncronas, uma pluralidade de válvulas no total ou em cada é indispensável. Esse aspecto tecnológico é exposto depois.

O estado da técnica descreve de forma aprofundada diferentes dispositivos e processos que permitem efetuar a separação de cargas em camada móvel simulada. Podem-se citar notadamente as patentes US 2.985.589, US 3.214.247, US 3.268.605, US 3.592.612, US 4.614.204, US 4.378.292, US 5.200.075, US 5.316.821. Essas patentes descrevem também

em detalhes o funcionamento de um SMB.

Os dispositivos SMB comportam tipicamente pelo menos uma coluna (e frequentemente duas), camadas de adsorvente A_i dispostas nessa coluna, separadas por pratos P_i com câmara(s) C_i de distribuição e/ou de
5 extração de fluidos em ou a partir das diferentes camadas de adsorvente, e meios comandados de distribuição e de extração sequenciais de fluidos.

Cada um dos pratos P_i compreende tipicamente uma pluralidade de painéis distribuidores-misturadores- extratores ou " $DME_{i,j}$ " alimentados por linhas ou "aranhas de distribuição/extração". Os pratos podem ser de
10 qualquer tipo e de qualquer geometria, notadamente com painéis que formam setores adjacentes da seção da coluna, por exemplo, painéis com setores angulares, tais como apresentados na patente US 6.537.451, figura 8, que são de alimentação(aranha) simétrica, ou de setores paralelos, tais como recortados em uma circunferência, assim como indicado no pedido publicado de patente US 03/0.127.394, que são de alimentação dissimétrica. De
15 forma preferida, a coluna de separação compreende pratos de $DME_{i,j}$ de tipo com setores paralelos e alimentações dissimétricas. De forma também preferida, o adsorvente é instalado em carregamento denso. Isto permite utilizar maior quantidade de adsorvente em uma coluna determinada, e aumentar a
20 pureza do produto buscado e/ou a vazão de carga do SMB.

A distribuição sobre cada uma das camadas requer uma coleta do fluxo proveniente da camada precedente (fluido principal que circula segundo o eixo principal da coluna), a possibilidade de aí injetar um fluido anexo ou fluido secundário, misturando o máximo possível esses dois fluidos, ou
25 ainda a possibilidade de retirar uma parte do fluido coletado, extraí-lo para enviá-lo para o exterior do dispositivo e também redistribuir um fluido sobre a camada seguinte.

Para isto, pode-se utilizar um prato P_i das câmaras $C_{i,k}$ de distribuição (injeção/extração) que podem ser separadas ou comuns com câmaras de mistura. Conhecem-se pratos P_i com uma ou várias câmaras, seja
30 alimentadas (ou estiradas) separadamente por fluidos diferentes em um instante determinado, seja alimentadas (ou estiradas) simultaneamente e em

paralelo pelo mesmo fluido em um instante determinado. No primeiro caso, diz-se que o prato é de várias redes de distribuição, enquanto que é de rede de distribuição única no segundo caso. A invenção se reporta exclusivamente a um dispositivo que compreende pratos de rede de distribuição única.

5 De forma geral pode-se, seja fazer transitar a integralidade do fluido ou fluxo principal na coluna, segundo um esquema descrito na patente US 2.985.589, seja fazer sobressair uma grande parte ou a totalidade desse fluxo para o exterior, segundo um processo descrito na patente US 5.200.075.

10 Um problema geral do conjunto dos dispositivos SMB é de minimizar a poluição gerada pelo líquido que se acha nas diferentes zonas e volumes dos circuitos de alimentação e de estiramento de fluidos dos pratos, quando das modificações dos pontos de alimentação e de estiramento no decorrer do funcionamento do SMB. Com efeito, quando, no decorrer da sequência de funcionamento, uma linha, câmara, ou zona de alimentação de 15 um prato P_i não é mais varrida por um fluido de processo, ela se torna uma zona morta, no qual o líquido fica estagnado e só é recolocado em movimento quando um outro fluido de processo aí circula de novo. Como, pelo funcionamento do SMB, trata-se então de um fluido de processo que é diferente, 20 o líquido da zona morta é necessariamente deslocado por um líquido de composição notavelmente diferente. A mistura, ou a circulação com pequeno intervalo de tempo de fluidos de composições notavelmente diferentes, introduz, portanto, uma perturbação em relação ao funcionamento ideal, para o qual as discontinuidades de composição devem proscrever.

25 Um outro problema pode residir nas eventuais recirculações entre diferentes zonas de um mesmo prato, o que induz, então, também uma perturbação em relação ao funcionamento ideal.

Para resolver esses problemas ligados às recirculações e às zonas mortas, diferentes técnicas já são conhecidas da técnica anterior:

30 a) foi proposto fazer uma varredura (utiliza-se frequentemente também a palavra inglesa "flush") das linhas e zonas mortas por notadamente dessorvente ou produto pesquisado, relativamente puro. Essa técnica

permite efetivamente evitar a poluição do produto desejado, quando de sua extração. Todavia, como o líquido de varredura tem tipicamente uma composição muito diferente do líquido que ele desloca, isto introduz descontinuidades de composição prejudiciais ao funcionamento ideal. Essa primeira variante de varredura faz tipicamente "varreduras de curta duração com gradiente de concentração elevado". Essas varreduras são de curta duração para limitar os efeitos das descontinuidades de composição;

b) uma outra solução consiste, conforme descrito na patente US 5.972.224, em fazer transitar uma maioria do fluxo principal para o interior da coluna e uma minoria desse fluxo para o exterior, tipicamente de 2% a 20 % do fluxo, por linhas de derivação externas entre pratos vizinhos. Essa varredura é tipicamente feita durante a maioria do tempo em contínuo, de tal modo que as linhas e zonas não sejam mais "mortas", mas varridas. Esse sistema com varredura via linhas de derivação é apresentado na figura 1 da patente US 5.972.224 e retomado de forma simplificada na figura 1 do presente pedido. As linhas de derivação sendo previstas para uma vazão baixa, elas podem ser, em consequência, de diâmetro menor, e compreender uma válvula de diâmetro menor, o que reduz o custo do sistema.

Uma primeira vantagem desse sistema é que os circuitos de injeção e de retirada dos fluidos secundários são varridos por líquido que tem uma composição muito próxima do líquido deslocado, já que, por um lado, a derivação provém do prato vizinho e, por outro lado, há varredura não pontual, mas sensivelmente contínua. Além disso, determinam-se, de preferência, as vazões nas derivações, de forma que a velocidade de trânsito em cada derivação seja sensivelmente a mesma que a velocidade de avanço do gradiente de concentração no fluxo principal do SMB. Assim, por um lado, faz-se uma varredura das diferentes linhas e capacidades por um fluido que tem uma composição sensivelmente idêntica àquela do líquido que aí se acha, e, por outro lado, se reintroduz o líquido que circula em uma derivação em um ponto ou a composição do fluxo principal é sensivelmente idêntica. Essa segunda variante realiza, portanto, "varreduras de longa duração com gradiente de concentração baixo ou nulo".

Uma segunda vantagem desse sistema com varreduras de longa duração (fora dos períodos de injeção ou de estiramento) é que ele permite suprimir os efeitos de possíveis recirculações entre zonas de um mesmo prato, devido a pequenas diferenças de perdas de carga.

5 No que refere-se ao funcionamento de um SMB, os meios comandados de distribuição e de extração de fluidos de um SMB são tipicamente de um dos dois seguintes grandes tipos de tecnologia:

- seja, para cada prato, uma pluralidade de válvulas comandadas em tudo ou nada para a alimentação ou o estiramento dos fluidos, essas
10 válvulas ficando tipicamente situadas nas proximidades imediatas do prato correspondente, e compreendendo notadamente, para cada prato P_i pelo menos 4 válvulas comandadas no todo ou em nada com 2 vias para respectivamente as alimentações dos fluidos F e D e os estiramentos dos fluidos E e R;

15 - seja uma válvula rotativa multivias para a alimentação ou o estiramento dos fluidos sobre o conjunto dos pratos.

A primeira tecnologia utiliza válvulas com 2 vias, o que permite uma fabricação padrão em série levando a uma confiabilidade aumentada e com um custo unitário relativamente baixo. A segunda tecnologia utiliza ape-
20 nas uma válvula única, mas essa válvula única é multivias (comporta mais de 2 vias) e necessariamente de construção especial, de grande dimensão e de complexidade elevada. Além disso, essa segunda tecnologia exclui a possibilidade de permutas assíncronas, como nos dispositivos Varicol.

A invenção se liga aos SMB que utilizam válvulas convencionais
25 com 2 vias, isto é, utilizando a primeira das duas tecnologias descritas acima. A invenção refere-se, em particular, a um dispositivo aperfeiçoado de separação em camada móvel simulada, compreendendo uma pluralidade de válvulas com 2 vias, com número de válvulas comandadas geralmente um pouco reduzido e, sobretudo, em número notavelmente reduzido para as
30 válvulas comandadas de diâmetro maior de abertura, em relação à técnica anterior. A invenção é utilizável tanto para um SMB com permutas síncronas quanto para um SMB com permutas assíncronas, por exemplo, um Varicol.

Breve Descrição Simplificada da Invenção

A invenção refere-se a um dispositivo aperfeiçoado de separação em camada móvel simulada pertencente ao tipo maior tecnológico dos SMB, utilizando uma pluralidade de válvulas comandadas (no todo ou em
5 nada de abertura progressiva) com 2 vias, tipicamente válvulas padrão fabricadas em série com custo reduzido para um nível de qualidade (estanqueidade/confiabilidade) elevado requerido.

Uma das finalidades essenciais da invenção é de reduzir o inconveniente relativo desse tipo de SMB que é de requerer um número elevado de válvulas comandadas com 2 vias, isto é, de diâmetro de abertura
10 compatível com a circulação dos fluidos de processo do SMB com sua vazão nominal. A invenção permite reduzir notavelmente o número de válvulas comandadas de diâmetro maior de abertura, conservando a vantagem de poder utilizar uma varredura eficaz das zonas mortas ou tipo "de longa duração
15 com gradiente de concentração baixo ou nulo".

Uma outra finalidade da invenção é de apresentar um dispositivo que necessita de um número de válvulas com 2 vias de diâmetro maior (de abertura) reduzido, sem que essas válvulas tenham uma frequência de
abertura fechamento/aumentada em relação à solução da técnica anterior, o
20 que considera que o número reduzido de válvulas de diâmetro maior limita os riscos estatísticos de disfuncionamento e aumenta, portanto, a confiabilidade do sistema.

Além disso, uma variante preferida do dispositivo permite reduzir ainda o número de válvulas de diâmetro maior que permitem a circulação
25 dos principais fluidos do SMB à sua vazão nominal.

O dispositivo, de acordo com a invenção, pode ser utilizado em instalações novas, mas é também compatível com diversas instalações existentes sobre as quais pode ser instalado, fazendo modificações limitadas. Também é compatível com diversos tipos e geometrias de pratos P_i , por exemplo pratos com painéis com setores angulares ou com setores paralelos,
30 à medida que esses pratos (ou a maioria dentre eles) são do tipo com rede de distribuição única, para a alimentação ou o estiramento sequencial de um

fluido de processo do SMB.

Portanto, foi descoberto um meio que permite reduzir sensivelmente o número das válvulas comandadas principais de diâmetro maior, correspondendo às entradas saídas dos fluidos de processo do SMB com a respectiva vazão nominal: na técnica anterior, há para cada prato pelo menos um jogo de 4 válvulas principais de rede para as alimentações/estiramentos de F, D, R, E. Esse número é ainda aumentado, caso se tenha mais de 4 fluidos de processo para o SMB, por exemplo, caso se tenham 2 refinados R1, R2 e/ou caso se utilize um refluxo RE rico em produto pesquisado, tipicamente em extrato. Têm-se, então, tantas válvulas comandadas de diâmetro maior por prato quantos fluidos de processo do SMB, seja mais frequentemente entre 4 e 6, de limites compreendidos.

As linhas de derivação, de diâmetro menor, são na técnica anterior apenas linhas anexas que não são usadas pelos fluidos F, D, R, E (E1) (E2) (RE) com sua vazão nominal de alimentação ou de estiramento, mas por uma vazão notavelmente menor, tipicamente menos de 20 % da vazão que circula na coluna, frequentemente entre 2 % e 10 % dessa vazão. Elas compreendem, portanto, tipicamente uma válvula comandada de abertura progressiva (para controle de vazão de varredura) de diâmetro menor de abertura (ou diâmetro equivalente de mesma seção de passagem).

De acordo com a invenção, agrupa-se a coluna, ou uma parte principal (mais de 50 % da altura da coluna pelo menos) dessa coluna em trechos S_k superpostos, cada trecho S_k comportando 2 camadas de adsorventes sucessivos A_i , A_{i+1} , e os 2 pratos P_i , P_{i+1} , situados respectivamente de imediato embaixo dessas camadas, e compreendendo também uma linha de derivação L_k . Contrariamente à técnica anterior, a linha de derivação L_k é usada pelos fluidos do SMB com sua vazão nominal (e não somente por uma pequena vazão de varredura) e utiliza-se um só jogo de válvulas principais de rede (de alimentação ou estiramento sequencial) por trecho de coluna (para 2 pratos e não por prato, conforme na técnica anterior), essas válvulas de fio diâmetro maior sendo conectadas à linha de derivação L_k , de forma a permitir a circulação desses fluidos via L_k .

De acordo com a invenção, são previstas também "válvulas de prato", seja uma válvula de diâmetro maior, respectivamente V_i ou V_{i+1} , para cada um dos pratos P_i , P_{i+1} de S_k , assim como meios adicionais de limitar as pequenas vazões de fluido de varredura que circula em L_k .

5 De acordo com a invenção, prevê-se também uma linha de derivação secundária M_k , ligando o trecho S_k ao trecho adjacente imediatamente inferior S_{k+1} . Isto permite uma excelente varredura do conjunto dos pratos do SMB e tende a melhorar a pureza do produto recuperado, tipicamente o extrato.

10 Conforme será explicitado a seguir, notadamente para a descrição da figura 2, que permite compreender mais facilmente a invenção, o número total de válvulas comandadas de diâmetro maior é reduzido.

Enfim, segundo uma disposição característica do dispositivo, de acordo com a invenção, as picotagens das linhas L_k sobre a coluna são de-
15 fasadas de mais de 20° no interior de S_k , para limitar o volume das linhas L_k , e defasadas de um ângulo médio compreendido entre 70° e 110° entre 2 trechos vizinhos S_k e S_{k+1} para não fragilizar mecanicamente a coluna. Os pratos compreendem, de preferência, painéis $DME_{i,j}$ com setores paralelos, cuja direção varia prato por prato ou por grupo de 2 pratos.

20 A invenção refere-se também a um processo de separação SMB, utilizando o dispositivo assim descrito, notadamente para a separação de um aromático, em particular o paraxileno ou o metaxileno, a partir de uma carga de hidrocarbonetos aromáticos com 8 átomos de carbono.

A invenção refere-se também a um processo de separação
25 SMB, utilizando o dispositivo assim descrito, notadamente para a separação de um hidrocarboneto normal-parafínico, ou de um hidrocarboneto olefínico a partir de um corte que compreende esse hidrocarboneto.

Descrição Detalhada da Invenção

A invenção será melhor compreendida com a leitura da descrição
30 que se segue e consultando as figuras 1 (técnica anterior) e as figuras 2 a 5b (dispositivo ou partes do dispositivo, de acordo com a invenção).

Para realizar uma das finalidades precitadas, é, portanto, pro-

posto, de acordo com a invenção, um dispositivo que permite separar pelo menos um composto buscado a partir de uma mistura que compreende esse composto por adsorção em camada móvel simulada que comporta:

5 pelo menos uma coluna que compreende uma pluralidade de camadas adsorventes A_i separadas por pratos distribuidores/extratores P_i para a alimentação e a extração sequenciais de pelo menos dois fluidos de alimentação: uma carga F e um dessorvente D , e pelo menos dois fluidos estirados: um refinado R e um extrato E , P_i sendo disposto entre a camada A_i , e a camada imediatamente inferior A_{i+1} ,

10 o dispositivo compreendendo também pelo menos uma rede F-Net de carga, uma rede D-Net de dessorvente, uma rede R-Net de refinado e uma rede E-Net de extrato, cada uma dessas redes sendo ligada à coluna por uma pluralidade de linhas, compreendendo válvulas de seccionamento comandadas com 2 vias de diâmetro de abertura superior ou igual a um va-
15 lor a , denominadas válvula de rede, para a alimentação ou o estiramento sequenciais desses fluidos de alimentação ou de estiramento,

no qual a coluna é dividida, na maior parte de sua altura em uma pluralidade de trechos superpostos adjacentes S_k , cada trecho S_k sendo constituído por um trecho de coluna, compreendendo essencialmente 2 ca-
20 madas de adsorvente sucessivas A_i , A_{i+1} , e os dois pratos distribuidores/extratores P_i , P_{i+1} que são dispostos de modo respectivo imediatamente embaixo de A_i e de A_{i+1} , (isto é, exatamente 2 camadas e 2 pratos, e evidentemente também o trecho de virola correspondente),

25 cada um dos pratos distribuidores/extratores P_i , P_{i+1} de cada um dos trechos S_k é de rede única comum para a alimentação e o estiramento sequenciais de F , D , R , E ,

os pratos P_i , P_{i+1} de cada trecho S_k são ligados entre si por uma linha de derivação externa principal L_k conectada a cada um dos pratos P_i , P_{i+1} de S_k por uma ponteira que compreende uma válvula de seccionamento
30 comandada com 2 vias única própria a esse prato P_i , P_{i+1} , denominada válvula de prato V_i ou V_{i+1} , de diâmetro de abertura superior ou igual ao valor α para a alimentação ou o estiramento sequencial desses fluidos de alimenta-

ção ou de estiramento em ou a partir de P_i ,

cada uma dessas linhas de derivação L_k compreende pelo menos um meio comandado de limitação da vazão que circula em L_k que é, seja instalado sobre a linha L_k , seja em derivação em torno de uma válvula de prato V_i ou V_{i+1} de um prato de S_k ,

no qual a linha de derivação L_k de cada um dos trechos S_k é ligada a cada uma das redes F-Net, D-Net, R-Net e E-Net via uma linha única de diâmetro interno superior ou igual a α que compreende uma válvula de rede única, respectivamente V_{Fk} , V_{Dk} , V_{Rk} , V_{Ek} , que é de dia de abertura superior ou igual a α , para a alimentação ou o estiramento sequencial do fluido correspondente F, D, R ou E para ou a partir do trecho S_k considerado, o dispositivo compreendendo também uma pluralidade de linhas de derivação externas secundárias M_k , cada uma das linhas M_k ligando pelo menos 2 trechos adjacentes S_{k-1} e S_k , via 2 pontos de ligação,

o primeiro ponto de ligação sendo disposto sobre a ponteira ligada ao prato inferior P_{i-1} do trecho superior S_{k-1} , entre P_{i-1} e a válvula de prato V_{i-1} ,

o segundo ponto de ligação sendo disposto sobre a ponteira ligada ao prato superior P_i do trecho inferior S_k , entre P_i e a válvula de prato V_i ,

cada uma das linhas de derivação externas secundárias M_k compreendendo uma válvula comandada com, 2 vias V_{Mk} de diâmetro interno de abertura inferior ou igual a um valor β , com $\beta < 0,6 \alpha$,

esse dispositivo compreendendo pelo menos 2 trechos superpostos adjacentes S_k e S_{k+1} , cada um com 2 pratos distribuidores/extratores, S_k compreendendo os pratos P_i e P_{i+1} ligados por uma linha de derivação externa principal L_k conectada à coluna por duas ponteiras que compreendem respectivamente as válvulas de prato V_i e V_{i+1} e S_{k+1} compreendendo os pratos P_{i+2} e P_{i+3} ligados por uma linha de derivação externa L_{k+1} conectada à coluna por duas ponteiras que compreendem respectivamente as válvulas de prato V_{i+2} e V_{i+3} , no qual as duas ponteiras de S_k sobre a coluna apresentam entre si uma defasagem angular em relação ao eixo da coluna que é

nulo ou inferior ou igual a 20° , as duas ponteiros de S_{k+1} sobre a coluna apresentam entre si uma defasagem angular em relação ao eixo da coluna que é nulo ou inferior ou igual a 20° , e as ponteiros de S_k apresentam com as ponteiros de S_{k+1} uma defasagem angular média compreendida entre 70° e 110° .

Tipicamente, α e β são escolhidos de forma a verificar a seguinte desigualdade: $30 \text{ mm} \leq 1,7 \times \beta \leq \alpha \leq 600 \text{ mm}$. Vê-se que as válvulas V_{Mk} de diâmetro interno de abertura inferior ou igual a β são muito menores e menos onerosas que as válvulas de diâmetro interno de abertura superior ou igual a α .

Contrariamente ao dispositivo, segundo a técnica anterior, o dispositivo, de acordo com a invenção, permite utilizar a linha de derivação L_k para a circulação dos fluidos F, D, R, E (e de preferência os outros fluidos de processo eventuais) alimentados com SMB e estirados com SMB a nível do trecho S_k , via um jogo único de válvulas de rede correspondentes, ao invés de um jogo de válvulas de rede por prato P_i , conforme de acordo com a técnica anterior. Isto permite uma redução sensível do número global de válvulas comandadas de diâmetro maior, mesmo considerando o acréscimo de válvulas suplementares, a saber as válvulas de prato V_i , conforme será mostrado a seguir, quando da descrição das figuras 2 e 3.

As válvulas comandadas precitadas: válvulas de rede e válvula de prato V_i são tipicamente válvulas de elevada qualidade (confiabilidade, estanqueidade, duração de vida) realizando o funcionamento sequencial do SMB.

De forma mais geral, todas as válvulas comandadas assegurando o funcionamento sequencial do SMB: válvulas de rede, válvulas V_i de prato, e também válvulas dos meios comandados de limitação da vazão que circula em L_k devem ser consideradas, de acordo com a invenção, como as válvulas "principais" do SMB, ligadas à coluna e comandadas pelo sistema de comando do funcionamento sequencial do SMB (computador, autômato programável ou outro sistema equivalente).

Certas válvulas principais do funcionamento sequencial do SMB

foram mencionadas anteriormente como sendo únicas, de acordo com a invenção: V_i para cada prato P_i ; jogo único de válvulas de rede V_{Fk} , V_{Dk} , V_{Rk} , V_{Ek} ,... para cada trecho S_k . Essas válvulas são exclusivamente aquelas que permitem o funcionamento sequencial do SMB. Não se sairia, todavia, do âmbito da invenção, caso se utilizasse outras válvulas, tais como válvulas secundárias de isolamento ocasional, tipicamente de qualidade bem inferior, comandadas ou não, mas não participando do funcionamento sequencial do SMB e permitindo, por exemplo, a desmontagem de um equipamento qualquer: bomba ou válvula principal utilizada para o funcionamento sequencial etc...

Tipicamente, a linha de derivação L_k , que é utilizada para o trânsito de todos os fluidos F, D, R, E, ... com sua vazão nominal não é mais, no dispositivo, de acordo com a invenção, uma pequena linha anexa conforme a técnica anterior, mas tem também um diâmetro interno pelo menos igual ao maior diâmetro de abertura das válvulas de rede ligadas a L_k , de forma a poder fazer circular os fluidos F, D, R, E, com sua vazão nominal, sem limitação de capacidade. A vazão nominal de um fluido de processo é, por definição, a vazão controlada desse fluido, que é utilizado durante o funcionamento sequencial de SMB, para a separação desejada.

Devido à utilização de linhas de derivação L_k aptas a veicular a partir das vazões nominais relativamente importantes, utilizam-se vantajosamente meios comandados de limitação da vazão, a fim de realizar também as circulações em derivação em L_k com baixa vazão (tipicamente de 2 a 20 % da vazão que circula na coluna). O termo "circulação em derivação" significa, no caso, que uma fração (pequena) da vazão que circula na coluna é estirada de um prato e reintroduzida sobre um outro prato do mesmo trecho S_k . O termo meios comandados se aplica tipicamente a uma válvula comandada, tipicamente por meio de uma cadeia de regulação, a partir da informação fornecida por um debímetro.

Pode-se para isso utilizar uma válvula de regulação de vazão instalada diretamente sobre a linha L_k , conforme representada na figura 3. Essa válvula é, então, tipicamente uma válvula de abertura progressiva de

diâmetro maior e não uma válvula comandada no todo ou nada (tendo somente 2 posições possíveis: plena abertura e fechamento).

Todavia, segundo uma variante preferida da invenção, representada na figura 2, pelo menos uma, ou, de preferência, cada uma dessas linhas de derivação L_k compreende um meio comandado de limitação da vazão que circula em L_k , que não é instalado diretamente sobre L_k , mas em derivação em torno de uma válvula de prato de um prato de S_k , por exemplo, em torno da válvula de prato V_{i+1} do prato inferior P_{i+1} . Esse meio de limitação de vazão, disposto sobre uma pequena derivação anexa l_k compreende geralmente uma válvula de comando V_{i+1} de menor diâmetro de abertura que aquele de V_{i+1} , por exemplo de diâmetro de abertura maior ou igual a 60%, ou a 50% daquele de V_{i-1} , por exemplo, compreendido entre 10 % e 50 % do diâmetro de abertura de V_{i+1} .

A válvula V_{i+1} é tipicamente de diâmetro de abertura inferior ou igual a β e frequentemente inferior ou igual à metade de α . O dimensionamento dessa válvula de controle da vazão de varredura é, com efeito, vantajosamente o mesmo que aquele da válvula V_{Mk} disposta sobre M_k . Nos dois casos, trata-se de assegurar a regulação de uma vazão limitada de varredura. Assim, da mesma forma, cada uma das linhas de derivação secundárias M_k compreende tipicamente pelo menos um meio comandado de limitação da vazão que circula em M_k , esse meio compreendendo a válvula V_{Mk} .

Quando se quer fazer uma varredura interna em derivação via L_k e limitar essa vazão interna (circulando tipicamente do prato superior P_i de S_k para o prato inferior P_{i+j} de S_k), deixa-se a válvula de prato V_{i+1} fechada e abre-se a válvula menor V_{i+j} em derivação em torno de V_{i+1} , essa válvula V_{i+1} operando em controle de vazão, e abre-se V_i , permitindo assim a circulação de uma vazão de varredura limitada proveniente de P_i e reciclada em P_{i+1} via L_k e l_k (ver a figura 2).

Assim, a utilização de uma pequena derivação anexa l_k permite utilizar uma válvula de menor diâmetro de abertura que se o meio de limitação de vazão for instalado sobre a linha de derivação principal L_k , que é relativamente de maior diâmetro devido ao fato de que L_k deve permitir a circu-

lação dos fluidos F, D, R, E, ... com sua vazão nominal.

De acordo com a invenção, a ponteira que compreende V_{i+1} deve ser interpretada como não compreendendo a pequena derivação secundária l_k em torno de V_{i+1} , nem a menor válvula V_{i+1} disposta sobre l_k . Essa

5 ponteira compreende, portanto, uma válvula única V_{i+1} , permitindo a circulação dos fluidos principais F, D, R, E, ...

O dispositivo, de acordo com a invenção, leva também a limitar os comprimentos das linhas de derivação externas L_k e L_{k+1} , já que as ponteiras de ligação (ou picotes, uma ponteira sendo também um picote sobre a

10 coluna) de cada uma dessas linhas são superpostas ou com defasagem angular pequena (no máximo 20°). Isto é favorável do ponto de vista da limitação dos volumes internos de linhas que é preciso varrer, quando se troca de fluido alimentado/extrato. O dispositivo permite, todavia, graças a uma defasagem angular média importante compreendida entre 70° e 110° entre as

15 ponteiras de dois trechos adjacentes superpostos S_k e S_{k+1} evitar fragilizar mecanicamente a coluna por um acúmulo de ponteiras (isto é, também de picotes) sensivelmente superpostos sobre uma mesma geratriz da coluna.

De acordo com a invenção, o termo orientação de uma ponteira ou picote se aplica à reta orientada, partindo do centro do prato sobre o eixo

20 da coluna, e dirigida para essa ponteira (em seu ponto de ligação com a coluna). Por definição, a defasagem angular entre duas orientações de ponteiras (para dois pratos diferentes) é o menor ângulo formado pelas orientações das ponteiras desses dois pratos, em projeção sobre o mesmo plano horizontal de referência. Trata-se, portanto, de um ângulo sempre compre-

25 endido no intervalo $[0^\circ - 180^\circ]$. A orientação média de duas ponteiras (para um conjunto de dois pratos diferentes), apresentando uma defasagem angular de um ângulo $\alpha < 180^\circ$, é por definição a orientação mediana, correspondente a uma defasagem angular de $\alpha/2$ em relação às duas orientações das ponteiras consideradas. A defasagem angular média entre as pon-

30 teiras de dois trechos S_k e S_{k+1} é a defasagem angular das orientações medianas das ponteiras desses dois trechos.

Tipicamente, a coluna inteira, com exceção da cabeça de coluna

que compreende o prato de cabeça, e opcionalmente do fundo de coluna que compreende a camada inferior e/ou o prato inferior, é constituída por uma pluralidade de trechos superpostos com 2 pratos, na qual as duas ponteiras de um mesmo trecho S_k apresentam entre si uma defasagem angular em relação ao eixo da coluna nulo ou inferior ou igual a 20° , e dois trechos adjacentes superpostos quaisquer apresentam entre si uma defasagem angular média de suas ponteiras compreendida entre 70° e 110° .

O prato inferior pode também pertencer a um trecho S_k , com ligação de L_k em ponto baixo na linha de saída de coluna (e nem na coluna), e apresentar então, de preferência, as mesmas características de defasagem angular entre seus dois picotes (nula ou inferior ou igual a 20°), assim como uma defasagem angular média desses picotes em relação a aqueles do trecho S_{k-1} imediatamente superior, que está tipicamente compreendida entre 70° e 110° .

Nessa caso, assimila-se, de acordo com a invenção, a linha de saída inferior em fundo de coluna com um prato P_n correspondente à camada de adsorvente inferior A_n . Com efeito, não tipicamente, o prato P_n embaixo da camada de adsorvente A_n está disposto no fundo de coluna, pois não há necessidade de distribuir os fluidos em uma camada imediatamente inferior. Também, segundo a invenção, considera-se, nesse caso, que o prato P_n que falta é substituído pela linha de saída inferior da coluna, tipicamente ligada seja à entrada da mesma coluna, via uma bomba de recirculação, seja à cabeça de uma segunda coluna de separação.

De preferência, as ponteiras de um trecho S_k , quaisquer apresentam entre si uma defasagem angular sensivelmente nula, e dois trechos adjacentes superpostos quaisquer apresentam entre si uma defasagem angular média de suas ponteiras sensivelmente de 90° . Nesse caso, as linhas de derivação L_k são tipicamente paralelas a uma geratriz da coluna, e, portanto, de comprimento mínimo.

De acordo com uma outra característica preferida da invenção, são utilizados pratos formados de painéis $DME_{i,j}$ com setores paralelos, tais como representados nas figuras 4a e 4b. Utilizam-se, então, vantajosamen-

te, as defasagens angulares dos picotes para mudar a orientação desses painéis DME_{ij} com setores paralelos.

Essa mudança de direção dos painéis com setores paralelos (ou de orientação dos painéis) permite limitar as heterogeneidades locais de
 5 circulação dos fluidos, devido à geometria dos pratos e ao seu sistema de alimentação/extração. Evitando uma orientação uniforme dos painéis, e mudando, ao contrário, sua orientação, de preferência, de um ângulo próximo de 90° , evita-se um acúmulo dos efeitos das heterogeneidades de circulação ao longo da coluna. Por exemplo, uma circulação menor a nível de uma zo-
 10 na local de um prato será parcialmente ou totalmente compensada por uma zona de circulação aumentada de um prato inferior situada na mesma parte da coluna. Isto tende a igualar os fronts de adsorção dos produtos sobre uma seção da coluna.

De acordo com a invenção, fala-se indiferentemente de painéis
 15 ou de setores.

De acordo com a invenção, o termo "direção dos setores paralelos" se aplica à reta, não orientada em um sentido ou no outro, situada em um plano horizontal de referência, que é paralela aos setores considerados e passa pelo eixo da coluna.

20 Por definição, a defasagem angular entre duas direções (ou orientações) de painéis com setores paralelos (de dois pratos diferentes) é o menor ângulo formado pelas direções dos setores paralelos desses dois pratos, em projeção sobre o mesmo plano horizontal de referência. Trata-se, portanto, de um ângulo sempre compreendido no intervalo $[0^\circ - 90^\circ]$.

25 A direção (ou orientação) mediana de setores paralelos de dois pratos diferentes, dos quais uma das direções é defasada de um ângulo $\alpha < 90^\circ$ em relação à outra, é por definição a direção mediana, correspondendo a um ângulo defasado de $\alpha/2$ em relação às duas direções consideradas.

30 Assim, de acordo com uma primeira variante de concepção dos pratos do dispositivo, cada prato P_i de um trecho S_k é subdividido em uma pluralidade de painéis $DME_{i,j}$ com setores paralelos a uma direção, ligados a

uma ponteira única (EMi) para a alimentação dos fluidos de alimentação e a extração dos fluidos estirados, e para qualquer prato de um trecho S_k , as direções dos painéis com setores paralelos dos pratos de um mesmo trecho S_k apresentam uma defasagem angular nula ou inferior ou igual a 20° , e a

5 direção mediana dos painéis com setores paralelos dos pratos de um trecho S_k apresenta uma defasagem angular compreendida entre 70° e 90° de limites compreendidos em relação àquela dos painéis de um trecho próximo S_{k+1} ou S_{k-1} .

A direção dos setores paralelos desse prato apresenta, de preferência, uma defasagem angular constante com a ponteira ligada a esse prato, essa defasagem constante sendo tipicamente, seja sensivelmente nula, seja sensivelmente igual a 90° .

Segundo essa variante, as direções dos painéis $DME_{i,j}$ com setores paralelos dos pratos de um mesmo trecho S_k são, portanto, sensivelmente vizinhas ou idênticas (a no máximo 20° de defasagem). Ao contrário, as

15 direções medianas dos painéis com setores paralelos dos pratos mudam de um ângulo compreendido entre 70° e 90° , quando se passa de um trecho S_k a um trecho adjacente. Há, portanto, uma mudança importante de direção (próximo de 90°) dos painéis, 2 pratos por 2 pratos (trecho por trecho).

De acordo com uma segunda variante de concepção dos pratos e do dispositivo, cada prato P_i de um trecho S_k é subdividido em uma pluralidade de setores paralelos a uma direção, ligados a uma ponteira única para a alimentação dos fluidos de alimentação e a extração dos fluidos estirados e, para cada conjunto de dois pratos superpostos adjacentes pertencentes a

20 um mesmo trecho S_k , ou a dois trechos superpostos, a direção dos painéis com setores paralelos de um dos pratos apresenta uma defasagem angular compreendida entre 70° e 90° de limites incluídos, com a direção dos setores paralelos do outro prato.

De acordo com essa variante, as direções dos setores paralelos dos dois pratos de um mesmo trecho S_k são sensivelmente defasadas de

30 90° , e esta mesma defasagem existe quando se passa do prato inferior de S_k ao prato inferior adjacente pertencente ao trecho inferior S_{k+1} . As alter-

nâncias de direção dos setores paralelos ocorrem, portanto, nesse caso a cada prato, e não mais a cada grupo de 2 pratos (a cada trecho), o que aumenta as alternâncias de direção dos setores. Ao contrário, como as 2 pontes têm uma defasagem angular pequena ou nula no interior de um mesmo trecho, essa mudança de direção necessita, então, de duas concepções diferentes de prato, com orientações de setores defasadas de 90° , como será explicitado, quando da descrição das figuras.

Tipicamente, a linha de derivação L_k tem um diâmetro interno pelo menos igual ao maior diâmetro de abertura das válvulas de rede ligadas a L_k . Assim, o diâmetro de L_k não constitui uma limitação de vazão em relação ao diâmetro de abertura das válvulas de rede conectadas diretamente a L_k .

Conforme mencionado, o SMB pode funcionar com um refluxo RE, compreendendo o extrato, ou tipicamente rico em produto buscado obtido, destilando o extrato para eliminar o dessorvente (compreendendo mais de 50 %, ou mesmo 90% até mesmo 99 % de produto buscado). De preferência, o dispositivo, de acordo com a invenção, compreende, então, uma rede de alimentação sequencial RE-Net do refluxo RE, essa rede sendo ligada a cada um dos setores S_k via uma linha única de diâmetro interno superior ou igual a α , compreendendo uma válvula de rede única V_{REk} , que é de diâmetro de abertura superior ou igual a α . Assim, a rede do refluxo é ligada, de forma idêntica, àquelas dos outros fluidos de processo F, D, R, E.

De forma análoga, o SMB pode também funcionar com um estiramento sequencial de um segundo refinado R2, e, nesse caso, o dispositivo, de acordo com a invenção, compreende, de preferência, uma rede R2-Net ligada a cada um dos setores S_k , via uma linha única de diâmetro interno superior ou igual a α , compreendendo uma válvula de rede única V_{REk} , que é de diâmetro de abertura superior ou igual a α . Assim, a rede do segundo refinado é ligada, de forma idêntica, àquelas dos outros fluidos de processo F, D, R, E, (RE).

A invenção refere-se também a um processo de separação de um produto que utiliza um dispositivo, tal como descrito anteriormente. Tipi-

camente, no decorrer de um ciclo:

- utiliza-se seqüencialmente cada uma das linhas L_k para a circulação à sua vazão nominal de F, D, R, E, e opcionalmente um refluxo RE e/ou um segundo refinado R2 na direção ou a partir de qualquer um dos pratos S_k via em série uma válvula de prato correspondente e a válvula de rede correspondente; realiza-se uma varredura com vazão inferior àquela das vazões nominais dos fluidos F, D, R, E, e opcionalmente RE e/ou R2, de cada uma das linhas de derivação externas principais L_k , durante uma parte do tempo pelo menos, na qual nenhuma válvula de rede ligada a L_k é aberta, por uma corrente interna proveniente de um prato do dispositivo e reciclada para um outro prato do dispositivo, e pára-se qualquer varredura interna de L_k , quando uma válvula de rede ligada a L_k é aberta;

- realiza-se uma varredura com vazão inferior àquela das vazões nominais dos fluidos F, D, R, E de cada uma das linhas de derivação externas secundárias M_k durante uma parte do tempo pelo menos, por uma corrente interna proveniente de um prato do dispositivo e reciclada para um outro prato do dispositivo.

O processo, de acordo com a invenção, utiliza, portanto, o dispositivo SMB, realizando eficazmente as varreduras por circulação de prato a prato via as linhas de derivação externas L_k e M_k .

Tipicamente, a varredura de L_k é feita por circulação de uma corrente oriunda do prato superior de P_i de S_k , reciclada no prato inferior P_{i+1} de S_k .

Tipicamente também, a varredura de M_k é feita por circulação de uma corrente oriunda do prato inferior P_{i-1} de S_{k-1} , reciclada no prato superior P_i de S_k .

Geralmente, faz-se uma varredura interna de L_k , a partir do prato superior P_i de S_k em direção ao prato P_{i+1} de S_k , em todo o período de tempo em que S_k não é ligado a uma das redes fluidas de alimentação sequencial ou de estiramento sequencial, e que se acha imediatamente antes de um período em que uma das válvulas de redes ligadas a S_k é aberta para a alimentação ou o estiramento de um desses fluidos para ou a partir do prato

superior P_i . Essa varredura interna leva à abertura de V_i no período que precede um período de alimentação ou de estiramento do prato P_i (o que requer também a abertura de V_i) e evita um movimento de abertura ou fechamento de V_i entre esses períodos consecutivos. A redução do número de movimentos de válvulas reduz o desgaste dessas válvulas e aumenta a confiabilidade do dispositivo e do processo associado.

Fazem-se varreduras internas de pelo menos duas e frequentemente da totalidade das linhas de derivação L_k . Geralmente, para uma linha L_k (ou M_k) determinada, a varredura interna dura pelo menos 20 %, frequentemente pelo menos 40 %, ou mesmo pelo menos 50 % do tempo.

De preferência, para cada uma das linhas de derivação L_k , realiza-se uma varredura de L_k , quando de qualquer parte do tempo na qual nenhuma válvula de rede ligada a L_k é aberta.

Tipicamente, L_k é usada por cada um dos fluidos F , D , R , E sobre a totalidade de seu comprimento no decorrer de um ciclo. Isto evita qualquer zona morta em L_k .

As válvulas de prato V_{i-1} e V_i das ponteiros ligadas por uma linha de derivação externa secundária M_k são, de preferência, fechadas quando se realiza uma varredura de M_k . Isto permite evitar uma mistura parcial da vazão de varredura com o fluido que se acha em L_k .

Pode-se realizar uma varredura de M_k , quando de toda a parte do tempo na qual as válvulas de prato V_{i-1} e V_i das ponteiros ligadas pela linha de derivação externa secundária M_k são fechadas.

De acordo com uma variante de realização do processo, de acordo com a invenção, realizam-se permutas assíncronas dos pontos de alimentação e de estiramento dos fluidos F , D , R , E na coluna.

Pode-se também utilizar o dispositivo com zonas cromatográficas das quais certas pelo menos são equivalentes a um número não inteiro de camadas de adsorvente, tipicamente em Varicol.

A invenção não está limitada a uma separação particular, mas pode ser utilizada para todas as separações em camada móvel simulada. Pode-se, por exemplo, realizar um processo de separação de um hidrocar-

boneto aromático, por exemplo, o paraxileno ou o metaxileno, a partir de uma carga de aromáticos tendo essencialmente 8 átomos de carbono e compreendendo esse hidrocarboneto.

- 5 Pode-se também realizar um processo de separação de pelo menos um hidrocarboneto normal-parafínico a partir de uma carga de hidrocarbonetos, compreendendo esse hidrocarboneto, ou um processo de separação de pelo menos um hidrocarboneto olefínico a partir de uma carga de hidrocarbonetos, compreendendo esse hidrocarboneto.

Descrição das Figuras e Funcionamento dos Dispositivos Representados

- 10 A invenção será compreendida facilmente seguindo a descrição das figuras anexas, nas quais:

- a figura 1 representa esquematicamente uma parte de um dispositivo SMB, segundo a técnica anterior, com as válvulas de rede correspondentes;

- 15 - a figura 2 representa esquematicamente uma parte de um dispositivo SMB, de acordo com a invenção, compreendendo três trechos superpostos S_k , S_{k+1} , S_{k+2} com as derivações principais secundárias, com as válvulas de rede, as válvulas de prato e as válvulas de limitação de vazão correspondentes;

- 20 - a figura 3 representa esquematicamente uma parte de um dispositivo SMB, de acordo com a invenção, compreendendo válvulas de limitação de vazão situadas sobre as linhas L_k , L_{k+1} elas próprias;

- as figuras 4a, 4b, 4c e 4d representam quatro variantes de prato P_i com setores paralelos com sua rede de alimentação/extração;

- 25 - as figuras 5a e 5b representam duas variantes de disposição de 4 pratos sucessivos adjacentes, correspondentes a dois trechos S_k e S_{k+1} .

- A seguir são feitas referências à figura 1 que representa uma parte de coluna cromatográfica de um SMB, segundo a técnica anterior. Cada uma das camadas de adsorventes A_i , A_{i+1} , A_{i+2} , A_{i+3} , A_{i+4} , A_{i+5} é disposta
30 acima de um prato P_i , P_{i+1} , P_{i+2} , P_{i+3} , P_{i+4} , P_{i+5} e cada um desses pratos é ligado por uma linha, respectivamente 3, 4, 5, 6, 7, 8 a cada uma das 4 redes fluidas F, D, R, E por uma válvula (não referenciada). Há, portanto, 4

válvulas principais por prato. Além disso, os pratos são ligados dois a dois por uma linha de derivação 1a, 1b, 1c, tipicamente de modo relativo de diâmetro menor, e compreendendo uma válvula de, de modo relativo, de diâmetro menor (inferior ou igual a um valor β), respectivamente 2a, 2b, 2c para
 5 permitir a passagem de uma vazão de derivação limitada: 2% a 20 % da vazão que circula na coluna.

No total, há, portanto, para cada prato P_i , 4 válvulas principais de diâmetro relativamente grande de abertura, superior ou igual a um valor $\alpha > \beta$ (compatível com as vazões nominais de F, D, R, E) e em média 0,5 válvula
 10 de diâmetro menor (uma para 2 pratos), seja em média 4,5 válvulas por prato, dos quais quatro de diâmetro maior de abertura, superior ou igual a α .

O funcionamento de um SMB, utilizando essa coluna, é bem conhecido do técnico. Tipicamente, a válvula 2a ou 2b ou 2c de uma linha de derivação é aberta, e regula uma vazão limitada de varredura, quando ne-
 15 nhum fluido F, D, R, E é alimentado ou estirado de um dos 2 pratos ligados pela linha de derivação (derivação temporariamente em serviço). Inversamente, a válvula 2a, ou 2b ou 2c de uma linha de derivação é fechada, quando um dos fluidos F, D, R, E é alimentado ou estirado de um dos 2 pratos ligados pela linha de derivação (derivação temporariamente fora de ser-
 20 viço).

A figura 2 representa uma parte de coluna de um dispositivo, de acordo com a invenção, compreendendo 3 trechos S_k , S_{k+1} , S_{k+2} , cada um compreendendo 2 camadas de adsorvente e 2 pratos situados imediatamente embaixo. Os 2 pratos de cada trecho são ligados por uma linha de deriva-
 25 ção principal, de diâmetro maior relativamente, tipicamente superior ou igual a α , respectivamente L_k , L_{k+1} , L_{k+2} que está apta à circulação dos fluidos F, D, R, E... a sua vazão nominal. Cada linha de derivação é ligada a um conjunto de 4 válvulas de rede de relativamente diâmetro maior de abertura, superior ou igual a α para a alimentação e o estiramento sequenciais dos
 30 fluidos de processo. Contrariamente à técnica anterior, esse conjunto de 4 válvulas de rede alimenta não 1, mas 2 pratos.

Assim, para o primeiro trecho S_k , há 4 válvulas de rede V_{Fk} , V_{Dk} ,

V_{Rk} , V_{Ek} , alimentando ao mesmo tempo P_i e P_{i+1} .

Cada prato é, por outro lado, ligado à linha de derivação correspondente L_k , ou L_{k+1} ou L_{k+2} por uma ponteira (correspondente à parte de linha horizontal na figura), compreendendo uma válvula de seccionamento comandada com 2 vias única própria ao prato, denominada válvula de prato: V_i , V_{i+1} , V_{i+2} , V_{i+3} , V_{i+4} . Cada válvula de prato inferior de um trecho: V_{i+1} , V_{i+3} , V_{i+5} possui, por outro lado, uma pequena linha de derivação secundária l_k , l_{k+1} , l_{k+2} , munida de uma válvula tipicamente de diâmetro relativamente menor: V_{i+1} , V_{i+3} , V_{i+5} .

Cada prato é também ligado a uma linha de derivação secundária M_k , ou M_{k+1} , ou M_{k+2} , equipado com uma válvula de diâmetro relativamente menor V_{Mk} ou V_{Mk+1} ou V_{Mk+2} .

No total, para cada trecho de 2 pratos, há 4 válvulas de rede de diâmetro relativamente maior, 2 válvulas de prato, elas também de diâmetro relativamente maior, para permitir a circulação com sua vazão nominal de F , D , R , E ,... e duas válvulas de diâmetro relativamente menor em derivação (anexa e secundária), seja 8 válvulas e, portanto, em média 4 válvulas por prato, das quais 3 válvulas de diâmetro maior. Ganha-se, portanto, uma válvula de diâmetro maior por prato, caso se compare esse dispositivo com aquele da figura 1, segundo a técnica anterior.

O dispositivo funciona da seguinte forma:

para o trecho S_k , por exemplo, quando se quer, em um período determinado, alimentar ou estirar um dos fluidos F , D , R , E no prato P_i , abre-se a válvula de rede correspondente V_{Fk} , V_{Dk} , V_{Rk} , V_{Ek} , assim como a válvula de prato V_i . As outras válvulas de rede do trecho S_k são, então, fechadas, assim como V_{i+1} , e a válvula menor em derivação secundária V_{Mk} da linha de derivação secundária superior M_k e a válvula menor em derivação anexa V_{i+1} . Ao contrário, a válvula menor de derivação secundária V_{Mk+1} da linha de derivação secundária M_{k+1} é, de preferência, aberta.

Quando se quer, em um outro período, alimentar ou estirar um dos fluidos F , D , R , E no prato P_{i+1} , abre-se a válvula de rede correspondente V_{Fk} , V_{Dk} , V_{Rk} , V_{Ek} , assim como a válvula de prato V_{i+1} . As outras válvulas

de rede do trecho S_k são, então, fechadas, assim como V_i . A válvula menor em derivação secundária V_{i+1} pode permanecer fechada. A válvula menor de derivação secundária V_{Mk} da linha de derivação secundária superior M_k é de preferência aberta, e a válvula menor de derivação secundária V_{Mk+1} da linha de derivação secundária M_{k+1} é obrigatoriamente fechada.

Quando se quer, em um terceiro período, não alimentar, nem estirar um dos fluidos F, D, R, E nos pratos P_i e P_{i+1} , fecham-se as válvulas de rede V_{Fk} , V_{Dk} , V_{Rk} , V_{Ek} . Realiza-se, então, uma circulação de uma vazão limitada de derivação na linha L_k (estirada de P_i e injetada em P_{i+1}), abrindo V_i , fechando V_{i-1} , e abrindo a válvula menor em derivação anexa V_{i+1} . Pode-se, assim, assegurar, via I_k , uma pequena vazão de derivação. V_{i+1} é tipicamente uma válvula de regulação (de abertura progressiva) comandada por regulação de vazão a partir de um debímetro não representado.

Quando se quer, no decorrer de quarto período, 1°) não alimentar, nem estirar um dos fluidos F, D, R, E nos pratos P_i e P_{i+1} , fecham-se as válvulas de rede V_{Fk} , V_{Dk} , V_{Rk} , e V_{Ek} . E 2°) ter uma vazão de derivação nula na linha L_k , fecham-se V_i , V_{i+1} , e a válvula menor em derivação anexa V_{i+1} . Realiza-se, então, uma circulação de uma vazão limitada na linha de derivação secundária M_k e eventualmente em M_{k+1} , salvo, quando os pratos P_{i-1} ou P_{i+2} estão em fase de alimentação ou de estiramento, caso no qual a linha de derivação secundária correspondente deve permanecer fora de serviço.

Os outros trechos S_{k+1} , S_{k+2} funcionam de forma análoga.

Um exemplo do tipo de funcionamento de um trecho S_k é, por exemplo, o seguinte, no qual as válvulas para o funcionamento de S_k que são abertas são mencionadas, as válvulas não mencionadas sendo fechadas: só as circulações em derivação secundária em M_k , para a varredura de P_i são descritas (não aquelas em M_{k+1}).

Período 1: Varredura em derivação de P_i para P_{i+1} . Válvulas abertas: V_i , V_{i+1} .

Período 2: Injeção de dessorvente em P_i . Válvulas abertas: V_i , V_{Dk} .

Período 3: Injeção de dessorvente em P_{i+1} . Válvulas abertas: V_{i+1} , V_{Dk} . E varredura em derivação de P_{i-1} para P_i . Válvula aberta: V_{Mk} .

- Período 4: Varredura em derivação de P_i para P_{i+1} . Válvulas abertas: V_i, V_{i+1} .
- Período 5: Estiramento de refinado de P_i . Válvulas abertas: V_i, V_{Rk} .
- Período 6: Estiramento de refinado de P_{i+1} . Válvulas abertas: V_{i+1}, V_{Rk} . E varredura em derivação de P_{i-1} para P_i . Válvula aberta: V_{Mk} .
- 5 Período 7: Varredura em derivação P_i para P_{i+1} . Válvulas abertas: V_i, V_{i+1} .
- Período 8: Varredura em derivação P_{i-1} para P_i . válvula aberta: M_k
- Período 9: Varredura em derivação P_i para P_{i+1} . Válvulas abertas: V_i, V_{i+1}
- Período 10: Varredura em derivação P_{i-1} para P_i . válvula aberta: V_{Mk} .
- Período 11: Varredura em derivação P_i para P_{i+1} . Válvulas abertas: V_i, V_{i+1}
- 10 Período 12: Injeção de carga em P_i . Válvulas abertas: V_{i+1}, V_{Fk} .
- Período 13: Injeção de carga em P_{i+1} . Válvulas abertas: V_{i+1}, V_{Fk} . E varredura em derivação de P_{i-1} para P_i . Válvula aberta: V_{Mk} .
- Período 14: Varredura em derivação de P_i para P_{i+1} . Válvulas abertas: V_i, V_{i+1} .
- 15 Período 15: Varredura em derivação de P_{i-1} para P_i . Válvula aberta: V_{Mk}
- Período 16: Varredura em derivação de P_i para P_{i+1} . Válvulas abertas: V_i, V_{i+1}
- Período 17: Varredura em derivação de P_{i-1} para P_i . Válvula aberta: V_{Mk}
- Período 18: Varredura em derivação de P_i para P_{i+1} . Válvulas abertas: V_i, V_{i+1}
- Período 19: Varredura em derivação de P_{i-1} para P_i . Válvula aberta: V_{Mk} .
- 20 Período 20: Varredura em derivação de P_i para P_{i+1} . Válvulas abertas: V_i, V_{i+1} .
- Período 21: Estiramento de extrato de P_i . Válvulas abertas: V_i, V_{Ek} .
- Período 22: Estiramento de extrato de P_{i+1} . Válvulas abertas: V_{i+1}, V_{Ek} . E varredura em derivação de P_{i-1} para P_i . Válvula aberta: V_{Mk} .
- 25 Período 23: Varredura em derivação de P_i para P_{i+1} . Válvulas abertas: V_i, V_{i+1} .
- Período 24: Varredura em derivação de P_{i-1} para P_i . Válvula aberta: V_{Mk} .

Os princípios permitindo estabelecer o sequenciamento preferido são os seguintes:

- 30 1) a cada vez que se retira e que se injeta um dos fluidos principais (F, D, R, E) por meio de uma válvula de rede em uma linha de derivação L_k , essa válvula de rede permanece aberta duas vezes de sequência

(quando de 2 períodos sucessivos). A primeira vez a válvula de prato superior, aberta, permite a conexão ao prato superior P_i , e a válvula de prato inferior V_{i+1} , assim como a válvula menor V_{i+1} de controle de fluido de derivação anexa da linha l_k são fechadas. A segunda vez, a válvula de prato inferior V_{i+1} , aberta, permite a conexão ao prato inferior P_{i+1} , e a válvula de prato superior V_i e a válvula menor de controle de fluido de derivação V_{i+1} são fechadas. Além disso, a válvula menor de controle V_{Mk} da linha de derivação secundária superior M_k é aberta para colocar em comunicação os pratos P_{i-1} (não representado) do trecho S_{k-1} (não representado) e o prato P_i do trecho S_k .

2) Fora dos períodos de injeção ou de estiramento dos fluidos principais (F, D, R, E), faz-se circular alternadamente uma vez em duas uma vazão de derivação em L_k . A válvula de prato superior V_i é, então aberta, a válvula inferior V_{i+1} é fechada, e a válvula menor de controle V_{i+1} situada em derivação anexa em torno de V_{i+1} regula a vazão de derivação via a derivação anexa l_k . Alternadamente, uma vazão de derivação circula na linha de derivação secundária superior M_k regulada pela válvula menor de controle V_{Mk} , as duas válvulas de prato V_{i+1} e V_i sendo fechadas, para realizar uma derivação entre P_{i-1} e P_i . Esta última vazão de derivação não seria, todavia, colocada em serviço, caso o prato P_{i-1} fosse alimentado ou em estiramento por F, D, R, E,...

A figura 3 representa uma parte de coluna de um SMB, segundo um outro modo de realização da invenção. As válvulas de prato (não numeradas) não compreendem linha menor l_k de derivação anexa para limitar a vazão de varredura em derivação em L_k , como para o dispositivo da figura 2. Essa função é assegurada por uma válvula tipicamente de abertura progressiva: 9_A para L_k e 9_B para L_{k+1} . Isto permite não utilizar linhas anexas l_k , l_{k+1} , mas requer válvulas de diâmetro relativamente maior 9_A , 9_B para não limitar a vazão em circulação em L_k .

Como alternativa, pode-se utilizar uma válvula de prato de L_k como válvula de regulação de vazão, no lugar da válvula 9_A e/ou da válvula 9_B . Essa(s) válvula(s) deve(m) então ter uma estanqueidade impulsãoada.

As figuras 4a, 4b, 4c e 4d representam vistas de topo de diferentes realizações de um prato P_i com painéis $DME_{i,j}$ com setores paralelos com sua rede de alimentação/extração. A presente invenção não é ligada à geometria das ramificações dessa rede.

5 Para cada um dos pratos correspondentes às figuras 4a, 4b e 4c, a ponteira única EM_i ligada à rede de alimentação/extração dos fluidos de processo entra radialmente na coluna para juntar via um conduto radial o centro da coluna e é realizada uma primeira divisão em 2. Uma série de subdivisões sucessivas permite alimentar individualmente todos os painéis
10 $DME_{i,j}$, a fim de alimentar e extrair os fluidos do SMB, de forma regular sobre o conjunto da seção do prato.

 Para o prato da figura 4d, o conduto radial é subdividido mais a montante, e não passa pelo centro da coluna, o que permite eventualmente instalar um mastro central que suporta o prato e a camada de adsorvente
15 situados acima do prato.

 Para os pratos das figuras 4a e 4b os painéis $DME_{i,j}$ se estende perpendicularmente a ponteira EM_i , paralelamente a uma mesma direção indicada pela reta não orientada 10. Essa direção dos setores paralelos apresenta uma defasagem angular de 90° com a ponteira EM_i .

20 Ao contrário, para os pratos das figuras 4c e 4d os painéis $DME_{i,j}$ se estendem paralelamente à ponteira EM_i , e a uma mesma direção indicada pela reta não orientada 11. Essa direção dos setores paralelos apresenta, portanto, uma defasagem angular nula com a ponteira EM_i .

 As ramificações da rede única comum para a alimentação e o
25 estiramento sequenciais dos fluidos de processo podem ser realizadas de diversas maneiras. As redes dos pratos das figuras 4a e 4c compreendem, ao mesmo tempo, divisões em 2, por exemplo, a montante das extremidades terminais 12 de ligações aos painéis e também subdivisões em segmentos.

 As redes dos pratos das figuras 4b e 4d compreendem, exclusi-
30 vamente, divisões em 2 sucessivas. Pode-se também utilizar divisões, tais como expostas na patente US 5.938.333.

 A dimensão dos condutos é, em geral, decrescente, à medida

das ramificações, mas é possível também ter partes da rede com condutos de mesmo diâmetro, divisões em 2 com redução de diâmetro sobre uma ou as duas ramificações etc... Pode-se também, sem se sair do âmbito da invenção, alimentar cada painel $DME_{i,j}$ por duas extremidades terminais 12 e não uma só.

A figura 5a representa uma primeira variante de dispositivo de 4 pratos superpostos adjacentes, correspondentes a dois trechos S_k e S_{k+1} . Nessa variante, todos os pratos têm a concepção da figura 4b, todos os painéis $DME_{i,j}$ com setores paralelos de um prato sendo perpendiculares à ponteira única EM_i correspondente a esse prato, portanto, apresentando uma defasagem angular de 90° com essa ponteira.

As ponteiras dos pratos P_{i-1} e P_i pertencentes ao mesmo trecho S_k são superpostas e apresentam, portanto, uma defasagem angular nula. Dessa forma, a linha L_k representada em pontilhados é tipicamente de comprimento mínimo e é fácil de instalar, não tendo de girar em torno da coluna.

As ponteiras dos pratos P_{i+1} e P_{i+2} pertencentes ao mesmo trecho imediatamente inferior S_{k+1} são também superpostas e apresentam, portanto, também uma defasagem angular nula. Dessa forma, a linha L_{k+1} representada em pontilhados é também tipicamente de comprimento mínimo, e é fácil de instalar, não tendo de girar em torno da coluna.

As ponteiras de S_{k+1} são, ao contrário, defasadas de 90° em relação àsquelas de S_k . O mesmo acontece com as direções dos painéis com setores paralelos dos pratos de S_{k+1} , que são defasadas de 90° em relação àsquelas dos pratos de S_k . Há, portanto, uma defasagem angular de 90° dos setores paralelos, 2 pratos por 2 pratos, isto é, trecho por trecho. Essa disposição permite evitar ou limitar o acúmulo das heterogeneidades de circulação de fluidos na seção da coluna, devido ao caráter não perfeitamente homogêneo do sistema de alimentação/extração. Ela tende a regularizar os fronts de adsorção nos diferentes pontos da seção da coluna, em relação a uma disposição com todos os pratos diretamente superpostos, levando ao acúmulo das heterogeneidades, devido a cada novo prato.

A variante de dispositivo de 4 pratos superpostos adjacentes

(vizinhos) da figura 5a permite, portanto, ao mesmo tempo, obter um comprimento tipicamente mínimo para as linhas de derivação L_k , L_{k+1} , fáceis de instalar, mas também evitar ou limitar o acúmulo das heterogeneidades de circulação na coluna. Enfim, ela permite evitar o acúmulo de ponteiros sobre uma geratriz da coluna, as ponteiros sendo defasadas de 90° a cada novo trecho. Isto é favorável do ponto de vista da manutenção mecânica da coluna, que não é fragilizada.

A figura 5b representa uma outra variante de disposição de 4 pratos sucessivos adjacentes, correspondendo a dois trechos S_k e S_{k+1} . De acordo com essa variante, há defasagem angular de 90° da direção dos painéis com setores paralelos de um prato àquela dos painéis com setores paralelos de um ou do prato adjacente (prato(s) o(s) mais próximo(s)), isto é, prato por prato e não mais trecho por trecho. Isto aumenta ainda a limitação do acúmulo das heterogeneidades de circulação na coluna.

As duas ponteiros de um mesmo trecho S_k ou S_{k+1} permanecem superpostas, permitindo conservar a vantagem de linhas de derivação tipicamente de comprimento mínimo e fáceis de instalar. Isto é permitido pela utilização alternada de dois tipos de pratos de rede de distribuição diferentes: um tipo, segundo a concepção da figura 4a (para P_i e P_{i+3}) e um tipo segundo a concepção da figura 4c (para P_{i+1} e P_{i+2}).

Essa variante permite, portanto, a obtenção de uma alternância mais frequente de pratos com mudança de orientação dos setores paralelos, em contrapartida da utilização de 2 tipos de pratos diferentes. Ela conserva a vantagem de linhas de derivação tipicamente de comprimento mínimo, fáceis de instalar.

Melhor Modo de Realização

O melhor modo de realização da invenção é um SMB, cuja(s) coluna(s) é (são) essencialmente constituída(s) por trechos S_k com válvulas menores $V_{i+1}...$, em derivação anexa dos pratos $P_{i+1}...$, segundo a figura 2.

Nesse dispositivo, há 3 válvulas de diâmetro maior por prato (6 por trecho S_k : V_{Fk} , V_{Dk} , V_{Rk} , V_{Ek} , V_i , V_{i+1}) contra 4 na técnica anterior (segundo a figura 1). Há em média uma válvula menor de regulação por prato (V_{Mk}

e V_{i+1} para os 2 pratos de S_k) contra 0,5 na técnica anterior, mas essa válvula de diâmetro menor é muito menos onerosa, e o número total de válvulas é diminuída (4 contra 4,5).

Os pratos do melhor modo de realização e seus setores paralelos são defasados dois por dois a 90° (trecho por trecho, sem mudança de geometria de prato), tal como indicado na figura 5a, ou são defasados um por um a 90° (prato por prato, com mudança de geometria de prato), tal como indicado na figura 5b, o que regulariza o escoamento dos fluidos na coluna e reduz o volume das linhas de derivação externas principais L_k que não têm necessidade de girar em torno da coluna, sem fragilizar a coluna por um acúmulo de ponteiros superpostas.

O dispositivo de acordo com a invenção, assim descrito, pode ser utilizado para um processo de separação cromatográfica qualquer, notadamente para a separação de um hidrocarboneto aromático, a partir de uma carga de aromáticos tendo essencialmente 8 átomos de carbono e compreendendo esse hidrocarboneto.

Em particular, pode ser utilizado para a separação de paraxileno a partir de um corte aromático essencialmente compostos de hidrocarbonetos em C8, utilizando tolueno ou paradietilbenzeno como dessorvente e uma zeólita como adsorvente, conforme descrito, por exemplo, na patente FR 2 789 914. Pode também ser utilizado para a separação de metaxileno a partir de um corte aromático em C8, utilizando tolueno ou tetralina como dessorvente e um adsorvente, tal como descrito, por exemplo, na patente US 5.900.523 e os pedidos de patente FR 05/52.485 e FR 05/52.486.

Pode também ser utilizado para a separação de uma ou de várias normais parafinas (separadas do resto dos hidrocarbonetos), a partir de uma mistura de hidrocarbonetos, notadamente parafinicos ou parafinicos e naftênicos, por exemplo, utilizando o normal butano ou o normal pentano como dessorvente (eventualmente, o iso-octano como diluente inerte) e uma zeólita 5A como adsorvente.

Pode, enfim, ser utilizado para a separação de pelo menos uma olefina de um corte de hidrocarbonetos, compreendendo esse hidrocarbhone-

to, segundo condições conhecidas da técnica anterior, por exemplo, utilizando uma zeólita X trocada ao cálcio.

A invenção não está limitada à descrição precedente, e o técnico poderá utilizar para sua aplicação qualquer outra característica da área conhecida no estado da técnica.

5

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo, permitindo separar pelo menos um composto, a partir de uma mistura, que compreende esse composto por adsorção em camada móvel simulada, comportando:

5 pelo menos uma coluna que compreende uma pluralidade de camadas adsorventes A_i separadas por pratos distribuidores/extratores P_i para a alimentação e a extração sequenciais de pelo menos dois fluidos de alimentação: uma carga F e um dessorvente D , e pelo menos dois fluidos de estiramento: um refinado R e um extrato E , P_i sendo disposto entre a cama-
10 da A_i , e a camada imediatamente inferior A_{i+1} ,

 o dispositivo compreendendo também pelo menos uma rede F-Net de carga, uma rede D-Net, de dessorvente, uma rede R-Net de refinado e uma rede E-Net de extrato, cada uma dessas redes sendo ligada à coluna por uma pluralidade de linhas compreendendo válvulas de seccionamento
15 comandadas com 2 vias de diâmetro de abertura superior ou igual a um valor α , denominadas válvulas de rede, para a alimentação ou o estiramento sequencial desses fluidos de alimentação ou de estiramento,

 no qual a coluna é dividida, na maior parte pelo menos de sua altura, em uma pluralidade de trechos superpostos adjacentes S_k , cada trecho S_k sendo constituído por um trecho de coluna, compreendendo essencialmente duas camadas de adsorvente sucessivas A_i , A_{i+1} e os dois pratos distribuidores/extratores P_i , P_{i+1} que são dispostos imediatamente embaixo
20 dessas camadas de adsorvente sucessivas A_i , A_{i+1} e os dois pratos distribuidores/extratores P_i , P_{i+1} que são dispostos respectivamente de imediato em-
25 baixo de A_i e de A_{i+1} ,

 cada um dos pratos distribuidores/ extratores P_i , P_{i+1} , de cada um dos trechos S_k é de rede única comum para a alimentação e o estiramento sequenciais dos fluidos F , D , R , E ,

 os pratos P_i , P_{i+1} de cada trecho S_k são ligados entre si por uma
30 linha de derivação externa L_k conectada a cada prato P_i , P_{i+1} de S_k por uma ponteira que compreende uma válvula de seccionamento comandada com 2 vias única própria ao prato P_i ou P_{i+1} denominada válvula de prato V_i ou V_{i+1}

de diâmetro de abertura superior ou igual ao valor α para a alimentação ou o estiramento sequencial desses fluidos de alimentação ou de estiramento em ou a partir de P_i ,

5 cada uma dessas linhas de derivação L_k compreende pelo menos um meio comandado de limitação da vazão que circula em L_k , que é seja instalado sobre a linha L_k , seja em derivação em torno de uma válvula de prato V_i ou V_{i+1} de um prato de S_k ,

no qual a linha de derivação L_k de cada um dos trechos S_k é ligada a cada uma das redes F-Net, D-Net, R-Net e E-Net via uma linha única
10 de diâmetro interno superior ou igual a α que compreende uma válvula de rede única, respectivamente V_{Fk} , V_{Dk} , V_{Rk} , V_{Ek} , que é de diâmetro de abertura superior ou igual a α , para a alimentação ou o estiramento sequencial do fluido correspondente F, D, R ou E para ou a partir do trecho S_k considerado,

o dispositivo que compreende também uma pluralidade de linhas
15 de derivação externas secundárias M_k , cada uma das linhas M_k ligando os 2 trechos adjacentes S_{k-1} e S_k via 2 pontos de ligação,

o primeiro ponto de ligação sendo disposto sobre a ponteira ligada ao prato inferior P_{i-1} do trecho superior S_{k-1} , entre P_{i-1} e a válvula V_{i-1} ,

o segundo ponto de ligação sendo disposto sobre a ponteira ligada ao prato superior P_i do trecho inferior S_k entre P_i e a válvula de prato V_i ,
20

cada uma das linhas de derivação externas secundárias M_k , compreendendo uma válvula comandada com 2 vias V_{Mk} de diâmetro interno de abertura inferior ou igual a um valor β , com $\beta \leq 0,6 \alpha$,

esse dispositivo compreendendo pelo menos 2 trechos superpostos adjacentes S_k e S_{k+1} , cada um com 2 pratos distribuidores/extratores,
25 S_k compreendendo os pratos P_i e P_{i+1} ligados por uma linha de derivação externa principal L_k conectada à coluna por duas ponteiras que compreendem respectivamente as válvulas de prato V_i e V_{i+1} , e S_{k+1} compreendendo os pratos P_{i+2} e P_{i+3} ligados por uma linha de derivação externa principal L_{k+1}
30 conectada à coluna por duas ponteiras que compreendem respectivamente as válvulas de prato V_{i+2} e V_{i+3} , no qual as duas ponteiras de S_k sobre a coluna apresentam entre si uma defasagem angular em relação ao eixo da co-

luna que é nula ou inferior ou igual a 20° , as duas ponteiros de S_{k+1} sobre a coluna apresentam entre si uma defasagem angular em relação ao eixo da coluna que é nulo ou inferior ou igual a 20° , e as ponteiros de S_k apresentam com as ponteiros de S_{k+1} uma defasagem angular média compreendida entre 70° e 110° .

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, no qual a coluna inteira, com exceção da cabeça de coluna, que compreende o prato de cabeça, e opcionalmente do fundo de coluna que compreende a camada inferior e/ou o prato inferior, é constituída por uma pluralidade de trechos superpostos com 2 pratos, na qual as duas ponteiros de um mesmo trecho S_k apresentam entre si uma defasagem angular em relação ao eixo da coluna nula ou inferior ou igual a 20° , e dois trechos adjacentes superpostos quaisquer apresentam entre si uma defasagem angular média de suas ponteiros compreendida entre 70° e 110° .

3. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações 2 e 3, no qual as ponteiros de um trecho S_k qualquer apresentam entre si uma defasagem angular sensivelmente nula e dois trechos adjacentes superpostos quaisquer apresentam entre si uma defasagem angular média de suas ponteiros de sensivelmente 90° .

4. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações precedentes, no qual cada prato P_i de um trecho S_k é subdividido em uma pluralidade de painéis $DME_{i,j}$ com setores paralelos a uma direção, ligados a uma ponteira única (EM_i) para a alimentação dos fluidos de alimentação e a extração dos fluidos estirados, e no qual para qualquer prato de um trecho S_k , as direções dos painéis com setores paralelos dos pratos de um mesmo trecho S_k apresentam entre si uma defasagem angular nula ou inferior ou igual a 20° , e a direção média dos painéis com setores paralelos dos pratos de um trecho S_k apresenta uma defasagem angular compreendida entre 70° e 90° de limites compreendidos em relação àquela dos painéis de um trecho vizinho S_{k+1} ou S_{k-1} .

5. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações 1 a 3, no qual cada prato P_i de um trecho S_k é subdividido em uma pluralidade de pai-

néis $DME_{i,j}$ com setores paralelos a uma direção, ligados a uma ponteira única (EMi) para a alimentação dos fluidos de alimentação e a extração dos fluidos estirados, no qual para cada conjunto de dois painéis superpostos adjacentes pertencentes a um mesmo trecho S_k ou com dois trechos superpostos, a direção dos setores paralelos de um dos pratos apresenta uma defasagem angular compreendida entre 70° e 90° de limites compreendidos com a direção dos setores paralelos do outro prato.

5 6. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações precedentes, no qual a linha de derivação L_k tem um diâmetro interno pelo menos igual ao maior diâmetro de abertura das válvulas de rede ligadas a L_k .
10

7. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações precedentes, no qual a coluna inteira, com exceção eventualmente da cabeça de coluna, compreendendo o prato de cabeça, é constituída por esses trechos superpostos adjacentes S_k , a coluna compreendendo uma linha de saída inferior assimilada a um prato P_n correspondente à camada de adsorvente inferior A_n .
15

8. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações precedentes, no qual cada uma dessas linhas de derivação L_k compreende pelo menos um meio comandado de limitação da vazão que circula em L_k , que é instalado em derivação em torno de uma válvula de prato V_{i+1} de um prato P_i de S_k .
20

9. Dispositivo de acordo com a reivindicação 8, no qual esse meio de limitação da vazão que circula em L_k instalado em derivação em torno dessa válvula de prato V_{i+1} compreende uma válvula comandada de menor diâmetro de abertura que aquele de V_{i+1} .
25

10. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações precedentes, no qual $30 \text{ mm} \leq 1,7 \times \beta \leq \alpha \leq 600 \text{ mm}$.

11. Processo de separação de um produto utilizando um dispositivo como definido em uma das reivindicações precedentes, no qual durante um ciclo:
30

- utiliza-se sequencialmente cada uma das linhas L_k para a circulação de sua vazão nominal dos fluidos F, D, R, E, para ou a partir de cada

um dos pratos de S_k via em série a válvula de prato correspondente e a válvula de rede correspondente;

- realiza-se uma varredura com vazão inferior àquela das vazões nominais dos fluidos F, D, R, E de cada uma das linhas de derivação externas principais L_k , durante uma parte do tempo pelo menos na qual nenhuma válvula de rede ligada a L_k não é aberta, por uma corrente interna proveniente de um prato do dispositivo e reciclada para um outro prato do dispositivo, e para-se qualquer varredura interna de L_k , quando uma válvula de rede ligada a L_k é aberta;

- realiza-se uma varredura de vazão inferior àquela das vazões nominais dos fluidos F, D, R, E de cada uma das linhas de derivação externas secundárias M_k durante uma parte do tempo pelo menos, por uma corrente interna proveniente de um prato do dispositivo e reciclada para um outro prato do dispositivo.

12. Processo de acordo com a reivindicação 11, no qual se realiza uma varredura de L_k por circulação de uma corrente oriunda do prato superior P_i de S_k reciclada no prato inferior P_{i+1} de S_k .

13. Processo de acordo com uma das reivindicações 11 e 12, no qual se realiza uma varredura de M_k por circulação de uma corrente oriunda do prato inferior P_{i-1} de S_{k-1} reciclada no prato superior P_i de S_k .

14. Processo de acordo com uma das reivindicações 11 a 13, no qual se realiza uma varredura interna de L_k a partir do prato superior P_i de S_k para o prato inferior P_{i+1} de S_k , em todo o período em que S_k não é ligado a uma dessas redes fluidas de alimentação sequencial ou de estiramento sequencial e que se acha imediatamente antes de um período em que uma das válvulas de redes ligadas a S_k é aberta para a alimentação em que o estiramento de um desses fluidos para ou a partir do prato superior P_i .

15. Processo de acordo com uma das reivindicações 11 a 14, no qual para cada uma das linhas de derivação L_k se realiza uma varredura de L_k , quando de toda a parte do tempo na qual nenhuma válvula de rede ligada a L_k é aberta.

16. Processo de acordo com uma das reivindicações 11 a 15, de

separação de paraxileno a partir de uma carga de hidrocarbonetos aromáticos tendo essencialmente 8 átomos de carbono.

17. Processo de acordo com uma das reivindicações 11 a 15, de separação de metaxileno a partir de uma carga de hidrocarbonetos aromáticos, tendo essencialmente 8 átomos de carbono.

18. Processo de acordo com uma das reivindicações 11 a 15, de separação de pelo menos um hidrocarboneto normal-parafínico a partir de uma carga de hidrocarbonetos compreendendo esse hidrocarboneto.

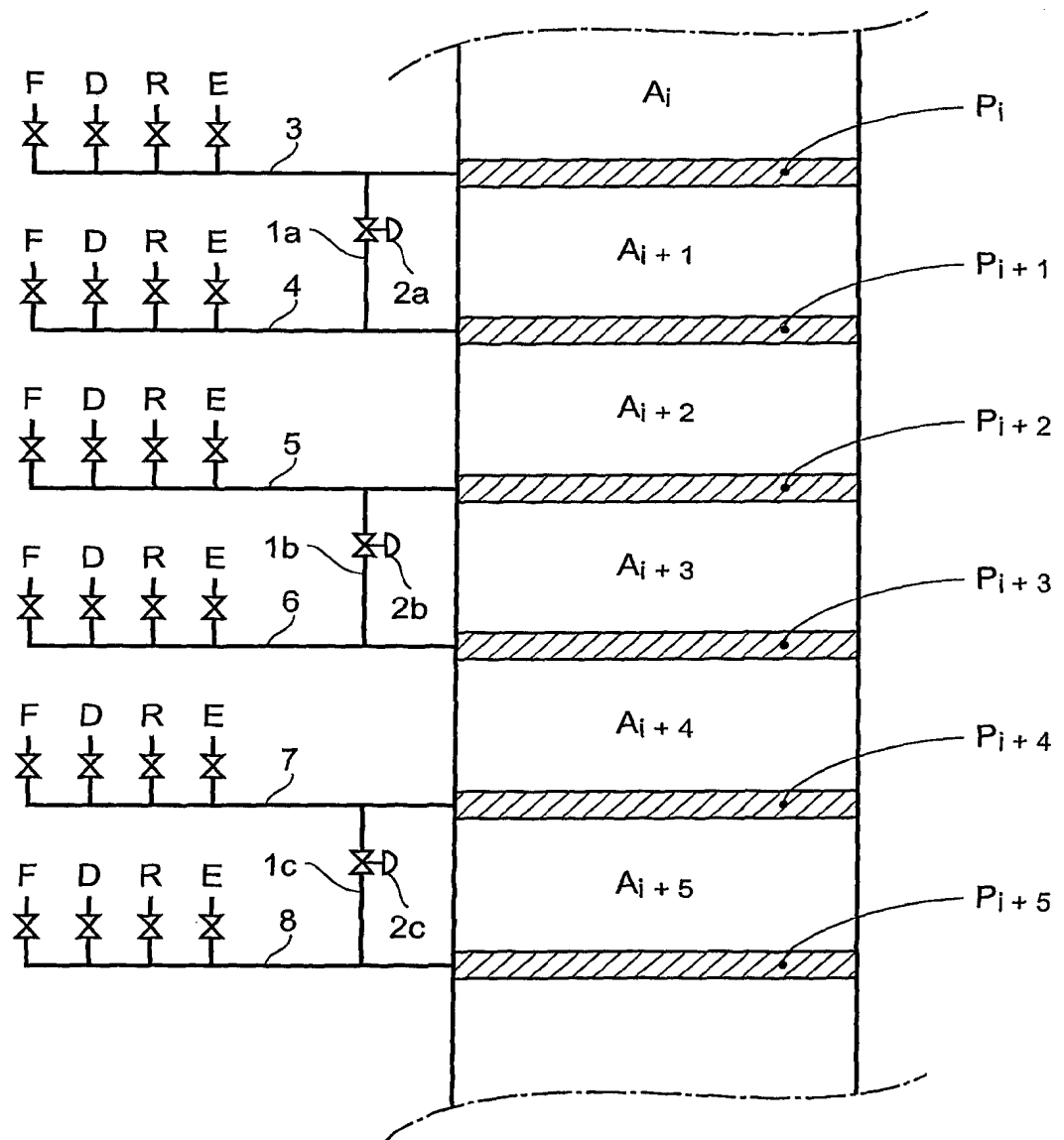


FIG. 1

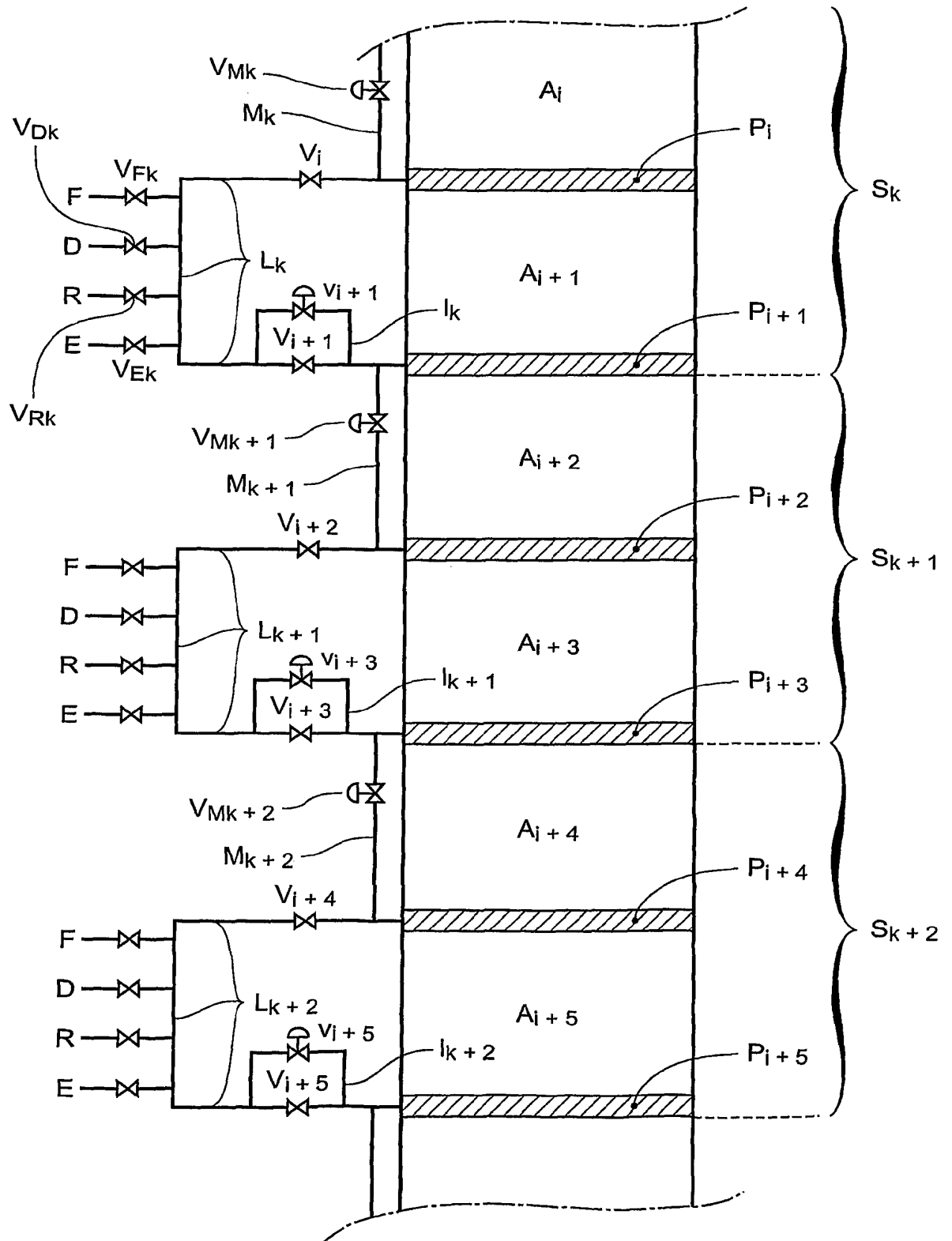


FIG. 2

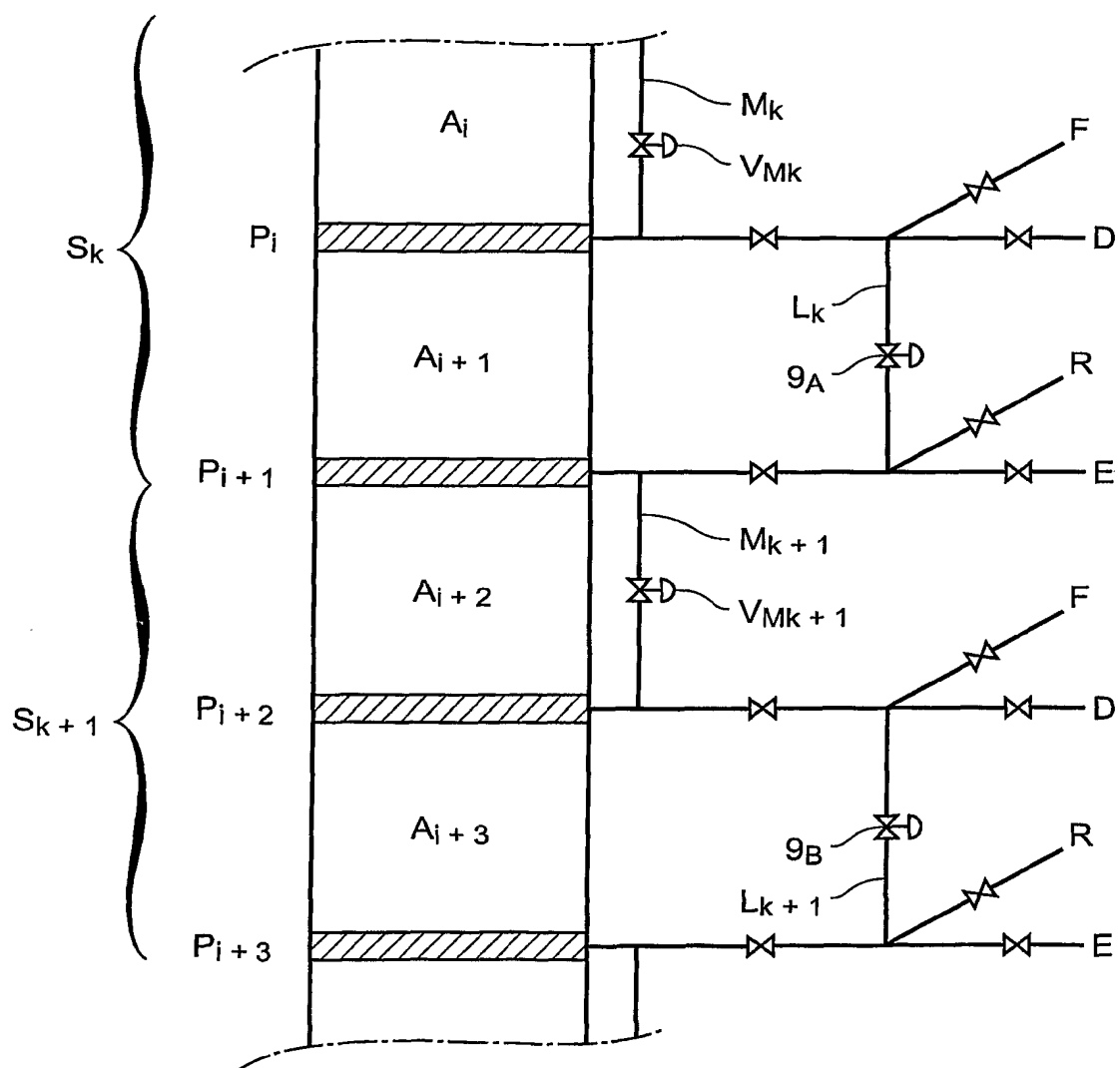


FIG. 3

FIG. 4a

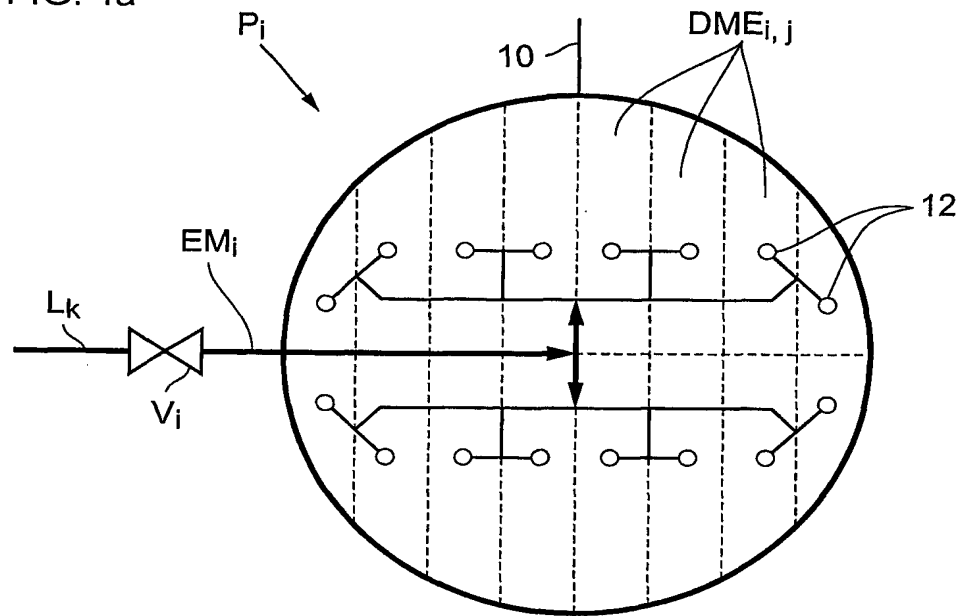


FIG. 4b

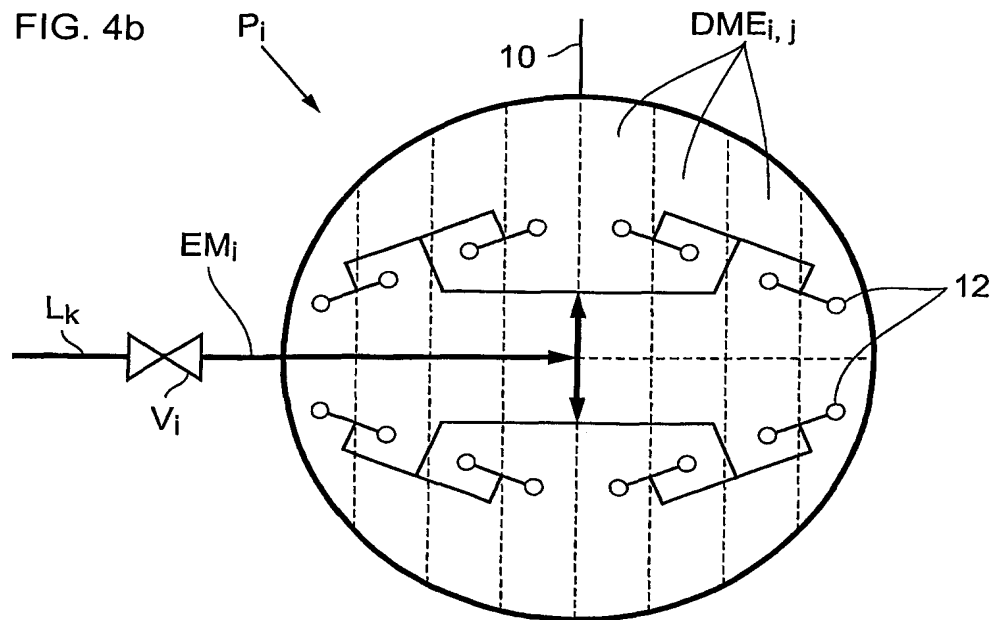


FIG. 4c

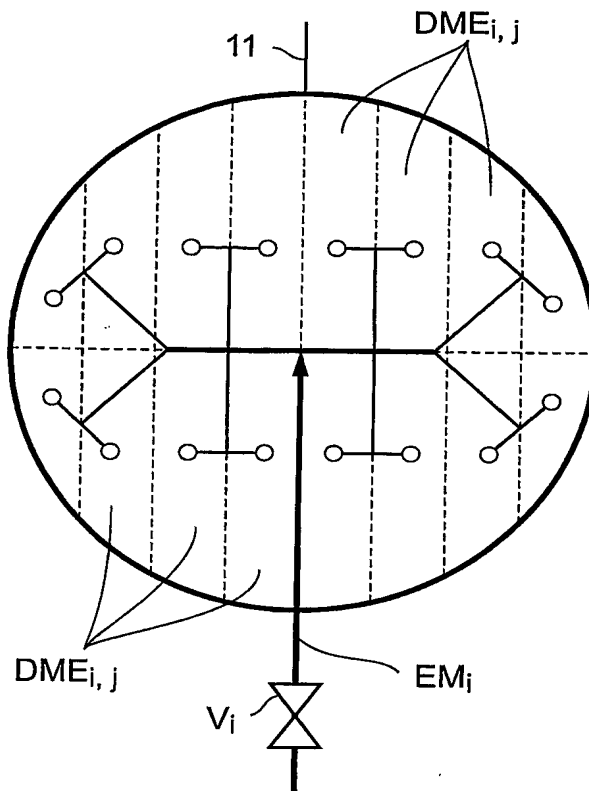
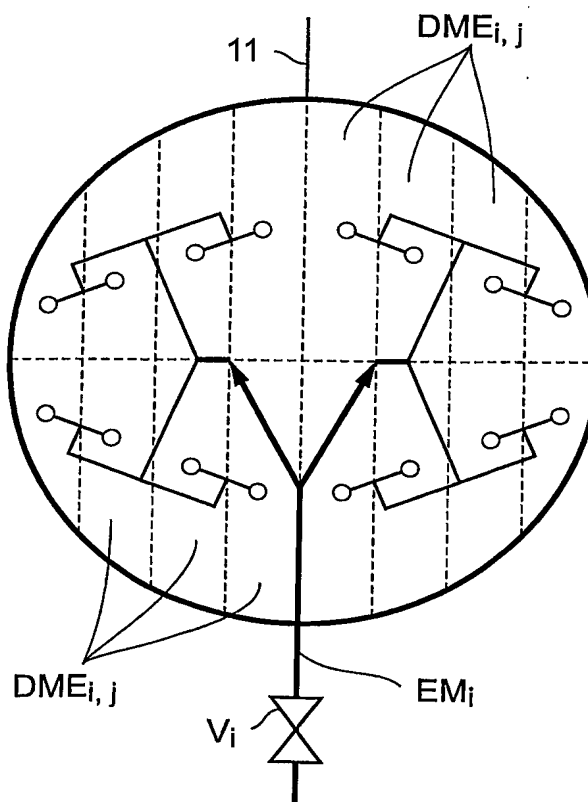


FIG. 4d



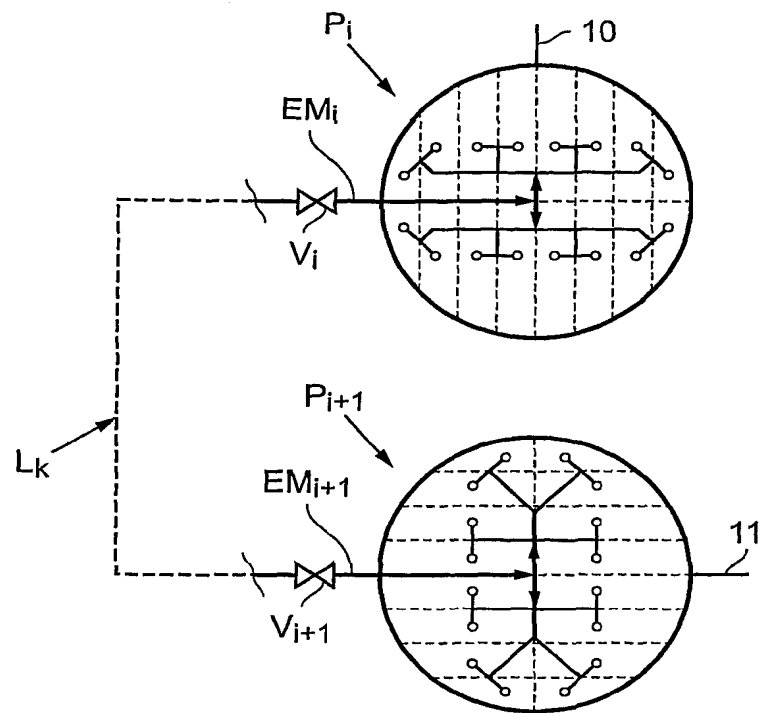
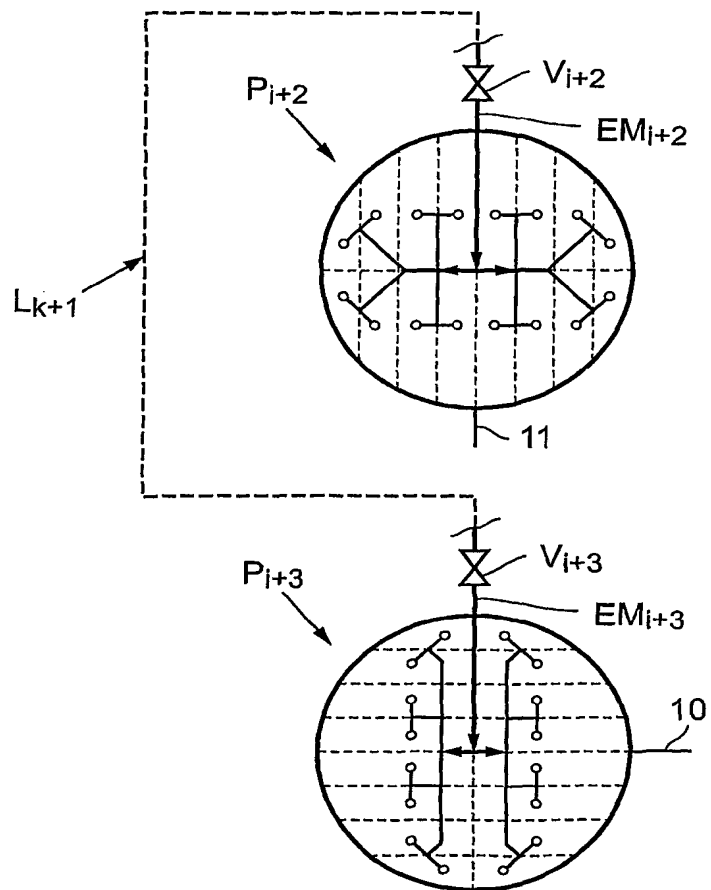


FIG. 5b



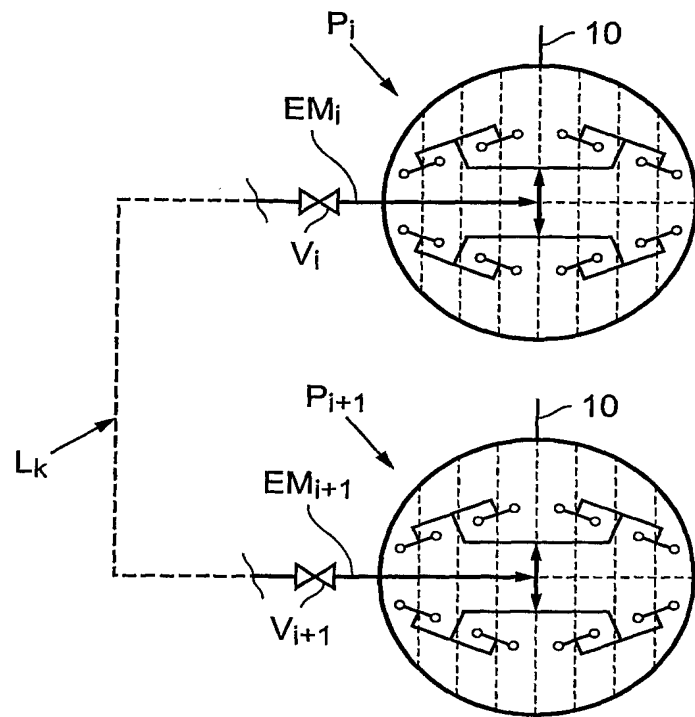
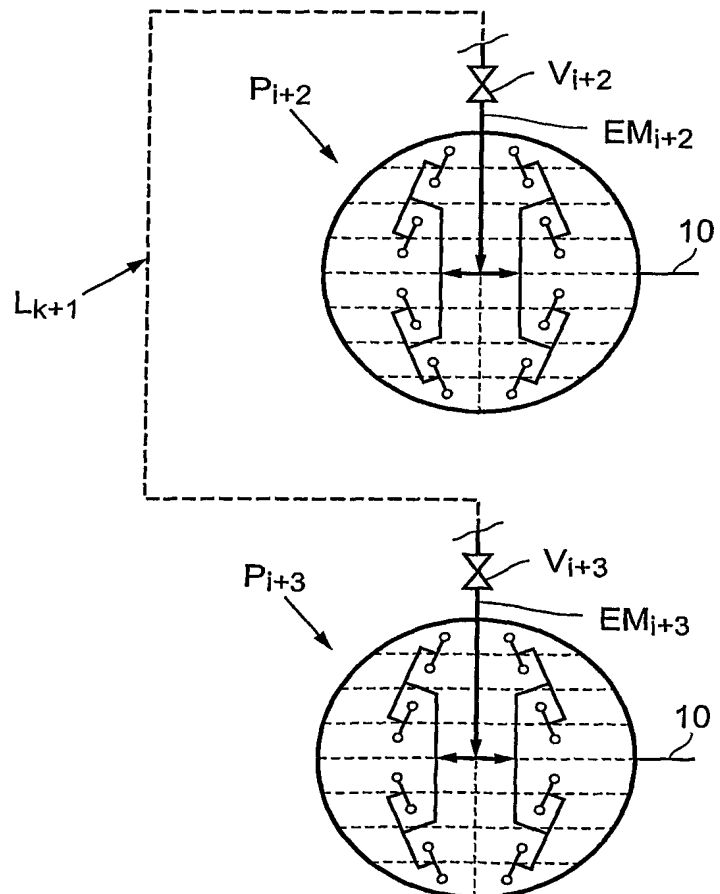


FIG. 5a



RESUMO

Patente de Invenção: **"PROCESSO E DISPOSITIVO DE SEPARAÇÃO EM CAMADA MÓVEL SIMULADA COM NÚMERO DE VÁLVULAS DE DIÂMETRO MAIOR E VOLUME DE LINHAS REDUZIDOS"**.

5 A presente invenção refere-se a um dispositivo de separação por adsorção em camada móvel simulada, compreendendo válvulas de dimensão maior em número limitado. De acordo com a invenção, o dispositivo compreende uma coluna com uma pluralidade de trechos S_k com 2 pratos superpostos P_i com rede única de distribuição, cada trecho S_k compreendendo uma linha de derivação externa principal L_k conectada a cada prato P_i de S_k por uma válvula de prato V_i de diâmetro maior e uma linha de derivação externa secundária M_k , compreendendo uma válvula M_k de diâmetro menor conectada ao trecho adjacente S_{k-1} . Cada linha L_k compreende um meio de limitação de vazão, e é ligada a cada uma das redes de fluidos via uma válvula única de diâmetro maior. Além disso, as ponteiros das linhas L_k sobre a coluna são defasadas de mais de 20° no interior de S_{k1} , para limitar o volume das linhas L_k , e defasadas de um ângulo médio compreendido entre 70° e 110° entre 2 trechos vizinhos S_k e S_{k+1} para não fragilizar mecanicamente a coluna. Os pratos compreendem, de preferência, painéis $DME_{i,j}$ com setores paralelos, cuja direção varia prato por prato ou por grupo de 2 pratos. A invenção refere-se também a um processo de separação que utiliza esse dispositivo.