



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

(11) PI 0808681-8 B1



(22) Data do Depósito: 14/02/2008

(45) Data de Concessão: 23/10/2018

(54) Título: DISPOSITIVO PERMITINDO SEPARAR PELO MENOS UM COMPOSTO PESQUISADO A PARTIR DE UMA MISTURA E PROCESSO DE SEPARAÇÃO DE UM PRODUTO POR ADSORÇÃO EM CAMADA MÓVEL SIMULADO

(51) Int.Cl.: B01D 15/18; C07C 7/12; C07C 15/08; G01N 30/38

(30) Prioridade Unionista: 09/03/2007 FR 07/01772

(73) Titular(es): IFP

(72) Inventor(es): GÉRARD HOTIER; PHILIBERT LEFLAIVE; SYLVAIN LOURET; FRÉDÉRIC AUGIER

(85) Data do Início da Fase Nacional: 09/09/2009

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "DISPOSITIVO PERMITINDO SEPARAR PELO MENOS UM COMPOSTO PESQUISADO A PARTIR DE UMA MISTURA E PROCESSO DE SEPARAÇÃO DE UM PRODUTO POR ADSORÇÃO EM CAMADA MÓVEL SIMULADO".

DOMÍNIO DA INVENÇÃO

[001] A presente invenção refere-se ao domínio das separações de produtos naturais ou químicos, que dificilmente se podem separar por destilação. Utiliza-se, então, uma família de processos, e de dispositivos associados, conhecidos pelo nome de processos, ou dispositivos de separação “cromatográfica” ou “em camada móvel simulada”, ou “em contracorrente simulada” ou “em cocorrente simulada” que designaremos a seguir pela denominação “SMB”.

[002] Os domínios referidos são notadamente e de forma não exclusiva:

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

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

TÉCNICA ANTERIOR

[004] A separação cromatográfica SMB é bem conhecida no es-

tado da técnica. Em regra geral, uma camada móvel simulada comporta pelo menos três zonas cromatográficas, vantajosamente quatro ou cinco, cada uma dessas zonas sendo constituída por pelo menos uma camada ou uma parte de coluna e compreendida entre dois pontos sucessivos de alimentação ou extração. 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. Os pontos de alimentação e de extração são modificados no decorrer do tempo, tipicamente defasados para baixo de uma camada e isto de forma síncrona.

[005] Muitas variantes vantajosas permitem melhorar o funcionamento desse tipo de unidade, recorrendo-se a 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 as batidas 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.

[006] 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 não permite uma permuta de tipo síncrono. Para permutas assíncronas, uma pluralidade de válvulas no total ou em nada é indispensável. Esse aspecto tecnológico é exposto depois.

[007] O estado da técnica descreve de forma aprofundada dife-

rentes 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.

[008] 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 extração de fluidos em ou a partir das diferentes camadas de adsorvente, e meios comandados de distribuição e de extração sequenciais de fluidos.

[009] Cada um dos pratos P_i comprehende tipicamente uma pluralidade de painéis distribuidores-misturadores- extratores ou “DME” alimentados por linhas ou “aranhas de distribuição/extração”. Os pratos podem ser de 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 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 forma preferida, a coluna de separação comprehende pratos de DME de tipo com setores paralelos e alimentações dissimétricas (de acordo com a invenção, falar-se-á indiferentemente de painéis ou de setores). 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 pureza do produto buscado e/ou a vazão de carga do SMB.

[0010] A distribuição sobre cada uma das camadas requer uma coleta do fluxo proveniente da camada precedente (fluído 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 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.

[0011] Para isto, pode-se utilizar um prato Pi das câmaras Ci,k de distribuição (injeção/extração) que podem ser separadas ou comuns com câmaras de mistura. Conhecem-se pratos Pi com uma ou várias câmaras, seja 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.

[0012] 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.

[0013] Um problema genérico 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 extração de fluidos dos pratos, quando das modificações dos pontos de alimentação e de extração no decorrer do funcionamento do SMB. Com efeito, quando, no decorrer da sequência de funcionamento, uma linha, câmara, ou zona de alimentação de um prato Pi 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, 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 fluido de composições notavelmente diferentes, introduz, portanto, uma perturbação em relação ao funcionamento ideal, para o qual as descontinuidades de composição devem proscrever.

[0014] 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.

[0015] Para resolver esses problemas ligados às recirculações e às zonas mortas, diferentes técnicas já são conhecidas da técnica anterior:

a) foi proposto fazer uma varredura (utiliza-se freqüentemente 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 elevada”. 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 desvio 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 deri-

vação 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 pequeno diâmetro, e compreender uma válvula de pequeno diâmetro, o que reduz o custo do sistema.

[0016] 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 baixa ou nula”.

[0017] Uma segunda vantagem desse sistema com varreduras de longa duração (fora dos períodos de injeção ou de extração) é que ele permite suprimir os efeitos de possíveis recirculações entre zonas de um mesmo prato, devido a pequenas diferenças de perdas de carga.

[0018] No que se refere 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 a extração dos fluidos, essas válvulas ficando tipicamente situadas nas proximidades

immediatas do prato correspondente e compreendendo, notadamente, para cada prato Pi pelo menos 4 válvulas comandadas no todo em nada com duas vias para respectivamente as alimentações dos fluidos F e D e as extrações dos fluidos E e R;

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

[0019] A primeira tecnologia utiliza válvulas com duas vias, o que permite uma fabricação padrão em série levando uma confiabilidade aumentada e com um custo unitário relativamente baixo. A segunda tecnologia utiliza apenas uma válvula única, mas essa válvula única é multivias e necessariamente de construção especial, de grande dimensão e de complexidade elevada. Além disso, essa segunda tecnologia excluía possibilidade de permutas assíncronas, como nos dispositivos Varicol.

[0020] A invenção se liga aos SMB que utilizam válvulas convencionais com duas vias, isto é, utilizando a primeira das duas tecnologias descritas acima. A invenção se refere, em particular, a um dispositivo aperfeiçoado de separação em camada móvel simulada, compreendendo uma pluralidade de válvulas no todo ou nada com duas vias, mas em número reduzido 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 DA INVENÇÃO

[0021] A invenção se refere 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 nada com duas vias, tipicamente válvulas padrão fabricadas em série com custo reduzido para um nível de qualidade (estanqueidade/confiabilidade) elevado requerido.

[0022] 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 duas vias. A invenção permite reduzir o número dessas válvulas, conservando a vantagem de poder utilizar uma varredura eficaz das zonas mortas ou tipo "de longa duração com gradiente de concentração baixo ou nulo".

[0023] Uma outra finalidade da invenção é de apresentar um dispositivo que necessita de um número de válvulas com duas vias reduzido, sem que essas válvulas tenham uma frequência de abertura fechamento/aumentada em relação à solução da técnica anterior, o que considera que o número reduzido de válvulas limita os riscos estatísticos de disfuncionamento e aumenta, portanto, a confiabilidade do sistema.

[0024] Além disso, uma variante preferida do dispositivo permite reduzir ainda o número de válvulas de diâmetro maior que permitem a circulação dos principais fluidos do SMB à sua vazão nominal.

[0025] 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 Pi, por exemplo pratos com painéis com setores angulares ou com setores paralelos, à medida que esses pratos (ou a maioria dentre eles) são do tipo com rede de distribuição única.

[0026] Portanto, foi descoberto um meio que permite reduzir sensivelmente o número das válvulas comandadas principais, correspondendo às entradas que saem dos fluidos de processo do SMB; na técnica anterior, há para cada prato pelo menos um jogo de 4 válvulas principais de rede para as alimentações/extrações de F, D, R, E. Esse número é ainda aumentado, caso se tenha mais de 4 fluidos, por exemplo, caso se tenha 2 refinados R1, R2 ou caso se utilize um refluxo RE rico em produto pesquisado. As linhas de derivação, de diâme-

tro 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 extração.

[0027] De acordo com a invenção, agrupa-se a coluna, ou a parte principal dessa coluna em trechos S_k superpostos, cada trecho S_k comportando duas camadas de adsorventes e 2 pratos, e compreendendo uma linha de derivação L_k . Contrariamente à técnica anterior, a linha L_k é usada pelos fluidos do SMB com sua vazão nominal e utilizase um só jogo de válvulas principais de rede (de alimentação ou extração) por trecho de coluna (e não por prato, conforme na técnica anterior), essas válvulas 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” e meios de limitar as vazões de fluido de derivação, mas o número total de válvulas continua sensivelmente reduzido, conforme será explicitado a seguir.

[0028] Enfim, segundo uma disposição característica do dispositivo, de acordo com a invenção, as picotagens das linhas L_k sobre a coluna são defasadas de mais de 20° no interior de S_k , para limitar o comprimento e 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 comprendem, de preferência, painéis DMEi,j com setores paralelos, cuja direção varia prato por prato ou por grupo de 2 pratos.

[0029] A invenção se refere também a um processo de separação SMB utilizando o dispositivo assim descrito, notadamente para a separação do paraxileno ou do metaxileno, a partir de uma carga de hidrocarbonetos aromáticos com 8 átomos de carbono.

[0030] A invenção se refere também à utilização do dispositivo assim descrito para a separação de um aromático a partir de um corte de aromáticos que tem o mesmo número de átomos de carbono.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0031] A invenção será melhor compreendida com a leitura da descrição que se segue e consultando as figuras 1 (técnica anterior) e as figuras 2 a 6b (dispositivo ou partes do dispositivo, de acordo com a invenção).

[0032] Para realizar uma das finalidades precitadas, é, portanto, proposto, de acordo com a invenção, um dispositivo que permite separar pelo menos um composto buscado a partir de uma mistura que comprehende esse composto por adsorção em camada móvel simulada que comporta:

[0033] pelo menos uma coluna dividida em 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} ,

[0034] 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 intermediárias, comprehendendo válvulas de seccionamento comandadas com duas vias, denominadas válvulas de rede, para a alimentação ou a extração sequencial dos fluidos F , D , R , E ,

[0035] 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, comprehendendo essencialmente um grupo de duas camadas de adsorvente sucessivas e os dois pratos distribuidores/extratores P_i que são dispostos imediatamente embaixo dessas camadas de adsorvente sucessivas (S_k

compreendendo exatamente duas camadas e 2 pratos, e evidentemente também o trecho da virola da coluna correspondente),

[0036] cada um dos pratos distribuidores/extratores Pi de cada um dos setores Sk utiliza uma rede única comum para a alimentação e a extração sequenciais dos fluidos F, D, R, E,

[0037] os pratos Pi de cada trecho Sk são ligados entre si por uma linha de derivação externa Lk conectada a cada prato Pi de Sk por uma ponteira que comprehende uma válvula de seccionamento comandada com duas vias única própria ao prato Pi, denominada válvula de prato Vi, para a alimentação ou a extração sequencial dos fluidos F, D, R, E em ou a partir de Pi,

[0038] cada uma dessas linhas de derivação Lk comprehende pelo menos um meio comandado de limitação da vazão que circula em Lk (tal como um conjunto válvula comandada + debímetro + sistema de comando da válvula) que é, seja instalado sobre a linha Lk, seja em derivação em torno de uma válvula de prato Vi de um prato Pi de Sk,

[0039] no qual a linha de derivação Lk de cada um dos trechos Sk é ligada a cada uma das redes F-Net, D-Net, R-Net e E-Net via uma linha única que comprehende uma válvula de rede única, respectivamente V_{Fk} , V_{Dk} , V_{Rk} , V_{Ek} para a alimentação ou a extração sequencial do fluido correspondente F, D, R ou E para ou a partir do trecho Sk considerado,

[0040] esse dispositivo que comprehende pelo menos 2 trechos superpostos adjacentes Sk e Sk + 1, Sk comprehendendo os pratos Pi-1 e Pi ligados por uma linha de derivação externa Lk conectada à coluna por duas ponteiras que comprehendem respectivamente as válvulas de prato Vi-1 e Vi, e Sk+1 comprehendendo os pratos Pi+1 e Pi+2 ligados por uma linha de derivação externa Lk+1 conectada à coluna por duas ponteiras que comprehendem respectivamente as válvulas de prato Vi+1 e Vi+2,

[0041] e no qual as duas ponteiras de Sk sobre a coluna apresentam entre si uma defasagem angular em relação ao eixo da coluna que é nula ou inferior ou igual a 20°, as duas ponteiras de Sk+1 sobre a coluna apresentam entre si uma defasagem angular em relação ao eixo da coluna que é nula ou inferior ou igual a 20°, e as ponteiras de Sk apresentam com as ponteiras de Sk+1 uma defasagem angular média compreendida entre 70° e 110°.

[0042] Contrariamente ao dispositivo, segundo a técnica anterior, o dispositivo, de acordo com a invenção, permite utilizar a linha de derivação Lk para a circulação dos fluidos F, D, R, E alimentados no SMB e estirados do SMB a nível do trecho Sk, via um jogo único de válvulas de rede correspondentes, em vez de um jogo de válvulas de rede por prato Pi, como de acordo com a técnica anterior. Isto permite uma redução sensível do número global de válvulas comandadas, mesmo considerando o acréscimo de válvulas suplementares, a saber as válvulas de prato Vi.

[0043] As válvulas comandadas precipitadas: válvulas de rede e válvula de prato Vi são tipicamente válvulas de elevada qualidade (confiabilidade, estanqueidade, duração de vida) realizando o funcionamento sequencial do SMB.

[0044] De forma mais geral, todas as válvulas comandadas assegurando o funcionamento sequencial do SMB: válvulas de rede, válvulas Vi de prato, e também válvulas dos meios comandados de limitação da vazão que circula em Lk 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).

[0045] 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 . Não se sairia, todavia, do âmbito da invenção, caso se utilizasse a mais outras válvulas, tais como válvulas secundárias de isolamento ocasional, tipicamente de qualidade bem inferior, comandadas ou não, mas não participam 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...

[0046] Tipicamente, a linha de derivação L_k , que é utilizada para o trânsito de todos os fluidos F, D, R, E e a sua vazão nominal não é mais, no dispositivo, de acordo com a invenção, uma pequena linha anexa conforme na 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, sem limitação de capacidade.

[0047] Devido à utilização de linhas de derivação L_k aptas a veicular das vazões importantes, utilizam-se vantajosamente meios comandados de limitação da vazão, a fim de realizar as circulações em derivação com baixa vazão (tipicamente de 2 a 20% da vazão que circula na coluna). O termo “circulação em derivação” significa no caso em 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 regulagem, a partir da informação fornecida por um debímetro. Pode-se para isso utilizar uma válvula de regulagem de vazão instalada diretamente sobre a linha L_k . Essa válvula é, então, tipicamente uma válvula de abertura progressiva e não uma válvula comandada no todo ou nada (tendo somente duas posições possíveis: plena abertura e fechamento).

[0048] Todavia, segundo uma variante preferida da invenção, pelo

menos uma, ou, de preferência, cada uma dessas linhas de derivação Lk compreende um meio comandado de limitação da vazão que circula em Lk, que não é instalado diretamente sobre Lk, mas em derivação em torno de uma válvula de prato Vi de um prato Pi de Sk, sobre uma pequena derivação secundária lk. Esse meio é geralmente uma válvula comandada vi de menor diâmetro de abertura que aquele de Vi, por exemplo de diâmetro de abertura no máximo igual a 60%, ou a 50% daquele de Vi, por exemplo compreendido entre 10% e 50% do diâmetro de abertura de Vi. Quando se quer fazer uma varredura interna em derivação de Lk e limitar essa vazão interna em derivação (circulando de um prato de Sk para um outro prato de Sk), deixa-se a válvula de prato Vi fechada e abre-se a pequena válvula vi em derivação em torno de Vi. Assim, a utilização de uma pequena derivação secundária lk em torno de uma das válvulas de prato Vi (tipicamente a válvula Vi do prato Pi inferior de Sk) permite utilizar uma válvula de menor diâmetro de abertura que se o meio de limitação de vazão for uma válvula disposta sobre a linha de derivação principal Lk, que é relativamente de maior diâmetro devido ao fato de Lk deve permitir a circulação dos fluidos F, D, R, E com sua vazão nominal.

[0049] De acordo com a invenção, a ponteira que comprehende Vi deve ser interpretada como não comprehendendo a pequena derivação secundária lk em torno de vi, nem a menor válvula Vi disposta sobre lk. Essa ponteira comprehende, portanto, uma válvula única Vi, permitindo a circulação dos fluidos principais F, D, R, E.

[0050] A definição de um trecho Sk deve ser precisada no caso do fundo da coluna. Com efeito, não há tipicamente prato Pn embaixo da camada de adsorvente An disposta no fundo de coluna, pois não há necessidade de distribuir os fluidos em uma camada imediatamente inferior. Também, de acordo com a invenção, considera-se nesse caso que o prato Pn 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 na cabeça de uma segunda coluna de separação.

[0051] De preferência, a coluna inteira (com exceção do prato de cabeça, excluído pela definição escolhida da palavra trecho) é constituída pelos trechos superpostos adjacentes Sk.

[0052] Ela pode também ser sensivelmente constituída por uma associação de trechos com 2 camadas e 2 pratos e de um ou vários trechos com 3 camadas e 3 pratos. Enfim, segundo uma variante não preferida, podem-se também utilizar trechos Sk com 2 camadas e 2 pratos, de acordo com a invenção, e um ou alguns pratos individuais Pi alimentados segundo a técnica anterior, tal como foi anteriormente representado na figura 1.

[0053] A invenção, descrita anteriormente, no caso de 4 redes de fluidos F, D, R, E é também utilizável de forma similar, quando há não 4, mas 5 ou 6 redes de fluidos, por exemplo, utilizando 2 refinados, R1, R2, e/ou um refluxo RE de produto rico em produto buscado. Há então 5 ou 6 válvulas de rede por trecho Sk e linha Lk.

[0054] O dispositivo, de acordo com a invenção, leva também a limitar os comprimentos das linhas de derivação externas Lk e Lk+1, já que as ponteiras de ligação (ou picotes, uma ponteira sendo também um picote sobre a 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/extruído. O dispositivo permite, todavia, graças a uma defasagem angular média importante, compreendida entre 70° e 110° entre as ponteiras de dois trechos adjacentes superpostos Sk e Sk + 1, evitar fragilizar mecanicamente a coluna por um acúmulo de ponteiras sensivelmente superpostas sobre uma mesma geratriz da coluna.

[0055] 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 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 compreendido no intervalo [0° - 180°]. A orientação média de duas ponteiras (para um conjunto de dois pratos diferentes), apresentando uma defasagem angular de um ângulo alfa < 180°, é por definição a orientação mediana, correspondente a uma defasagem angular de alfa/2 em relação às duas orientações das ponteiras consideradas. A defasagem angular média entre as ponteiras de dois trechos Sk e Sk+1 é a defasagem angular das orientações medianas das ponteiras desses dois trechos.

[0056] 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 Sk apresentam entre si uma defasagem angular em relação ao eixo da coluna nulo ou inferior ou igual a 20°, e dois trechos adjacentes superpostos alguns apresentam entre si uma defasagem angular média de suas ponteiras compreendidas entre 70° e 110°.

[0057] O prato inferior pode também pertencer a um trecho Sk, com ligação de Lk 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 (nulo ou inferior ou igual a 20°), assim como uma defasagem angular média desses picotes em relação aquele do trecho Sk-1 imediatamente superior, que es-

tá tipicamente compreendida entre 70° e 110°.

[0058] De preferência, as ponteiras de um trecho Sk qualquer 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 Lk são tipicamente paralelas a uma geratriz da coluna, e, portanto, de comprimento mínimo.

[0059] De acordo com uma outra característica preferida da invenção, são utilizadas as defasagens angulares das ponteiras para mudar a orientação dos painéis DMEi,j com setores paralelos que compõem tipicamente os pratos. Essa mudança de direção dos painéis com setores paralelos (ou de orientação dos painéis) permite limitar as heterogeneidades locais de circulação dos fluidos devido à geometria dos pratos e a 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 zona 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 frontes de adsorção dos produtos sobre uma seção da coluna.

[0060] 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. 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° - 90°].

[0061] 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.

[0062] 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 (EM_i) 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 direção mediana dos painéis com setores paralelos dos pratos de um trecho S_k apresenta uma defasagem angular compreendida entre 70° e 90° de limite compreendidos em relação àquela dos painéis de um trecho próximo S_{k+1} ou S_{k-1} .

[0063] 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° .

[0064] Segundo essa variante, as direções dos painéis $DME_{i,j}$ com setores paralelos dos pratos de um mesmo trecho S_k são, portanto, sensivelmente vizinhos ou idênticos (a no máximo 20° de defasagem). Ao contrário, as 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).

[0065] 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, ligado 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 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 limite incluídos, com a direção dos setores paralelos do outro prato.

[0066] De acordo com essa variante, as direções dos setores paralelos dos dois pratos de um mesmo trecho S_k são sensivelmente defasadas de 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 alternâncias 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 ponteiras 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.

[0067] 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 .

[0068] Conforme mencionado, o SMB pode funcionar com um refluxo RE, compreendendo o extrato, ou tipicamente rico em produto buscado obtido em destilado 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, comprehende 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 maior. Assim, a rede do refluxo é ligada, de forma idêntica àquelas dos outros fluidos de processo F, D, R, E.

[0069] De forma análoga, o SMB pode também funcionar com uma extração sequencial de um segundo refinado R2, e, nesse caso, o dispositivo, de acordo com a invenção, comprehende, de preferência, uma rede R2-Net ligada a cada um dos setores S_k , via uma linha única de diâmetro maior que comprehende uma válvula de rede única que é também de diâmetro maior. Assim, a rede do segundo refinado é ligada, de forma idêntica, àquelas dos outros fluidos de processo F, D, R, E, (RE).

[0070] A invenção se refere também a um processo de separação que utiliza o dispositivo descrito anteriormente, no qual durante o ciclo se utiliza cada uma das linhas L_k para a circulação à sua vazão nominal dos fluidos F, D, R, E, para ou a partir de cada um dos pratos P_i de S_k via em série a válvula de prato P_i e uma das válvulas de rede V_{Fk} , V_{Dk} , V_{Rk} , V_{Ek} , e no qual L_k é solicitada por cada um dos fluidos F, D, R, E na totalidade de sua extensão no decorrer de um ciclo.

[0071] Geralmente, faz-se uma varredura interna de uma parte pelo menos de cada uma das linhas de derivação L_k , quando nenhuma válvula de rede ligada a L_k está aberta e se pára qualquer varredura interna de L_k , quando uma válvula de rede ligada a L_k está aberta.

[0072] De preferência, faz-se uma varredura interna de L_k , a partir do prato P_i situado em posição superior em S_k e em direção ao prato P_{i+1} ou P_{i+2} que fica situado em posição inferior em, S_k , em todo o período de tempo ou S_k não é ligado a uma das redes fluidas, e que

se acha imediatamente antes de um período ou uma das válvulas de redes ligadas a Sk é aberta para a alimentação ou a extração de um dos fluidos para ou a partir do prato Pi. Essa varredura interna leva à abertura de Vi no período que precede um período de alimentação ou de extração do prato Pi (o que requer também a abertura de Vi) e evita um movimento de abertura ou fechamento de Vi 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.

[0073] Geralmente, fazem-se varreduras internas de pelo menos duas e frequentemente da totalidade das linhas de derivação Lk. Tipicamente, a varredura interna dura pelo menos 20%, frequentemente pelo menos 40%, ou mesmo pelo menos 50% do tempo.

[0074] A invenção permite realizar quaisquer espécies de separações cromatográficas e notadamente aplicar um processo de separação em paraxileno, como produto buscado, a partir de uma carga de hidrocarbonetos aromáticos com 8 átomos de carbono, ou um processo de separação de metaxileno, como produto buscado, a partir de uma carga de hidrocarbonetos aromáticos com 8 átomos de carbono.

[0075] De forma geral, ela permite a utilização do dispositivo descrito anteriormente para a separação de um hidrocarboneto aromático, qualquer um a partir de uma carga de hidrocarbonetos aromáticos, tendo o mesmo número de átomos de carbono.

DESCRÍÇÃO DAS FIGURAS E FUNCIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS REPRESENTADOS:

[0076] A invenção será compreendida facilmente seguindo a descrição das figuras anexadas, nas quais:

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

- a figura 2 representa esquematicamente uma parte de um dispositivo SMB, de acordo com a invenção, compreendendo trechos Sk com 2 camadas e 2 pratos, com as válvulas de rede, as válvulas de prato e as válvulas de limitação de vazão de derivação correspondentes;

- as figuras 3a e 3b representam de maneira esquemática respectivamente um trecho intermediário e o trecho de fundo de coluna de um dispositivo, de acordo com a invenção, no caso de trechos Sk com 2 camadas e 2 pratos;

- a figura 4 representa esquematicamente um trecho Sk intermediário com 2 camadas e 2 pratos, no caso em que o meio de limitação de vazão de Lk é uma válvula de regulagem disposta sobre Lk;

- as figuras 5a, 5b, 5c e 5d representam quatro variantes de prato Pi com setores paralelos com sua rede de alimentação/extracção;

- as figuras 6a e 6b representam duas variantes de disposição de 4 pratos sucessivos adjacentes, correspondentes a dois trechos Sk e Sk+1.

[0077] 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 Ai-1, Ai, Ai+1, Ai+2, Ai+3, Ai+4 é disposta acima de um prato Pi-1, Pi, Pi+1, Pi+2, Pi+3, Pi+4, 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, 11b, 1c, compreendendo uma válvula de pequeno diâmetro, respectivamente 2a, 2b, 2c para permitir a passagem de uma vazão de derivação limitada: 2% a 20% da vazão que circula na coluna. No total, há, portanto, 4 válvulas principais e em média 0,5 válvula de diâmetro pequeno (uma para 2 pratos) para cada prato Pi, seja em média 4,5

válvulas por prato.

[0078] 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, quando nenhum 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 serviço).

[0079] 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 derivação, respectivamente L_k , L_{k+1} , L_{k+2} que está apto 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 para a alimentação e a extração dos fluidos. Contrariamente à técnica anterior, esse conjunto de 4 válvulas alimenta não 1, mas 2 pratos.

[0080] 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-1} e P_i .

[0081] 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 duas vias únicas próprias ao prato, denominada válvula de prato: V_{i-1} , V_i , V_{i+1} , V_{i+2} , V_{i+3} , V_{i+4} . Cada válvula de prato inferior de um trecho: V_i , V_{i+2} , V_{i+4} possui, por outro lado, uma pequena linha de derivação secundária, I_k , I_{k+1} , I_{k+2} , munida de uma válvula tipicamente de diâmetro menor: V_i , V_{i+2} , V_{i+4} .

[0082] No total, para cada trecho de 2 pratos, há 4 válvulas de re-

de, 2 válvulas de prato, e uma válvula de diâmetro menor em derivação secundária, seja 7 válvulas e, portanto, em média 3,5 válvulas por prato.

[0083] O dispositivo funciona da seguinte forma:

[0084] para o trecho Sk, por exemplo, quando se quer, em um período determinado, alimentar ou estirar um dos fluidos F, D, R, E no prato Pi-1, abre-se a válvula de rede correspondente V_{Fk} , V_{Dk} , V_{Rk} , V_{Ek} , assim como a válvula de prato Vi-1. As outras válvulas de rede do trecho Sk são então fechadas, assim como Vi e a menor válvula em derivação secundária vi.

[0085] Quando se quer, em um outro período, alimentar ou estirar um dos fluidos F, D, R, E no prato Pi, abre-se a válvula de rede correspondente V_{Fk} , V_{Dk} , V_{Rk} , V_{Ek} , assim como a válvula de prato Vi. As outras válvulas de rede do trecho Sk são, então, fechadas, assim como Vi-1. A válvula menor em derivação secundária vi pode permanecer fechada.

[0086] Quando se quer, em um terceiro período, não alimentar nem estirar um dos fluidos F, D, R, E nos pratos Pi-1 e Pi, fecham-se as válvulas de rede V_{Fk} , V_{Dk} , V_{Rk} e V_{Ek} . Realiza-se, então, uma circulação de uma vazão limitada de derivação na Linha Lk (estirada de Pi-1 e injetada em Pi), abrindo Vi-1, fechando Vi e abrindo a válvula menor em derivação secundária vi. Pode-se, assim, assegurar, via I_k , uma pequena vazão de derivação. vi é tipicamente uma válvula de regulagem (de abertura progressiva) comandada por regulagem de vazão a partir de um debímetro não representado. Os outros trechos Sk+1, Sk+2 funcionam de forma análoga.

[0087] As figuras 3a e 3b representam esquematicamente um trecho com 2 camadas e 2 pratos. Na figura 3b está representado esse trecho em fundo de coluna. Considera-se então, de acordo com a invenção, que a linha referenciada Pi+1 substitui por definição o prato

situado embaixo da camada A_i+1 , esse prato estando ausente no fundo de coluna.

[0088] A figura 4 representa um trecho S_k com 2 camadas e 2 pratos, no qual o meio de limitação da vazão de derivação não comprehende uma derivação secundária com uma válvula v_i , mas uma válvula de maior diâmetro 9 disposta sobre a linha S_k ela própria (com os meios de medida de vazão associados, não representados).

[0089] As figuras 5a, 5b, 5c e 5e 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.

[0090] Para cada um dos pratos correspondentes às figuras 5a, 5b e 5c, 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 $DME_{i,j}$, a fim de alimentar e extraer os fluidos do SMB, de forma a regular sobre o conjunto da seção do prato.

[0091] Para o prato da figura 5d, o conduto radial é subdividido mais a montante e não passa pelo centro da coluna, o que permite eventualmente instalar um mastro central que sustenta os pratos e a camada de adsorvente situado acima do prato. Para os pratos das figuras 5a e 5b, os painéis $DME_{i,j}$ se estendem perpendicularmente à 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 .

[0092] Ao contrário, para os pratos das figuras 5c e 5d 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 EMi.

[0093] As ramificações da rede única comum para a alimentação e a extração sequenciais dos fluidos de processo podem ser realizadas de diversas maneiras. As redes dos pratos das figuras 5a e 5c compreendem, ao mesmo tempo, divisões em 2, por exemplo, a montante das extremidades terminais 12 de ligação aos painéis, e também subdivisões em segmentos.

[0094] As redes dos pratos das figuras 5b e 5d compreendem, exclusivamente divisões em 2 sucessivas. Pode-se também utilizar divisões tais como expostas na patente US 5.938.333.

[0095] 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 a jusante etc... Pode-se também, sem se sair do âmbito da invenção, alimentar cada painel DMEi,j por duas extremidades terminais 12 e não uma só.

[0096] A figura 6a representa uma primeira variante de dispositivo de 4 pratos superpostos adjacentes, correspondentes a dois trechos Sk e Sk+1. Nessa variante, todos pratos têm a concepção da figura 5b, todos os painéis DMEi,j com setores paralelos de um prato sendo perpendiculares à ponteira única EMi correspondente a esse prato, portanto, apresentando uma defasagem angular de 90 ° com essa ponteira.

[0097] As ponteiras dos pratos Pi-1 e Pi pertencentes ao mesmo trecho Sk são superpostas e apresentam, portanto, uma defasagem angular nula. Dessa forma, a linha Lk representada em pontilhados é tipicamente de comprimento mínimo e é fácil de instalar, não tendo de girar em torno da coluna.

[0098] As ponteiras dos pratos Pi+1 e Pi+2 pertencentes ao mesmo trecho imediatamente inferior Sk+1 são também superpostas e

apresentam, portanto, também uma defasagem angular nula. Dessa forma, a linha Lk+1 representada em pontilhados é também tipicamente de comprimento mínimo, e é fácil de instalar, não tendo de girar em torno da coluna.

[0099] As ponteiras de Sk+1 são, ao contrário, defasadas de 90° em relação àquelas de Sk. O mesmo acontece com as direções dos painéis com setores paralelos dos pratos de Sk+1, que são defasados de 90° em relação àqueles dos pratos de Sk. 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 frontes 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.

[00100] A variante de dispositivo de 4 pratos superpostos adjacentes (vizinhos) da figura 6a permite, portanto, ao mesmo tempo, obter um comprimento tipicamente mínimo para as linhas de derivação Lk, Lk+1, fáceis de instalar, mas também evitar ou limitar o acúmulo das heterogeneidades de circulação na coluna. Enfim, ela permite evitar o acúmulo de ponteiras sobre uma geratriz da coluna, as ponteiras sendo defasadas de 90° a cada novo trecho. Isto é favorável do ponto de vista da manutenção mecânica da coluna, que não é fragilizada.

[00101] A figura 6b representa uma outra variante de disposição de 4 pratos sucessivos adjacentes, correspondendo a dois trechos Sk e Sk+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 tre-

cho. Isto aumenta ainda a limitação do acúmulo das heterogeneidades de circulação na coluna.

[00102] As duas ponteiras de um mesmo trecho Sk ou Sk+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 5a (para Pi-1 e Pi+2) e um tipo segundo a concepção da figura 5c (para Pi e Pi+1).

[00103] 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

[00104] O melhor modo de realização da invenção é um SMB, cuja(s) coluna(s) é (são) essencialmente constituída(s) por trechos Sk com duas camadas e 2 pratos, com exceção, por definição da cabeça de coluna, compreendendo o prato de cabeça. Os trechos Sk compreendem pequenas linhas de derivação secundária lk, munidas de válvulas de diâmetro menor vi.

[00105] Nesse dispositivo, a título de exemplo de 24 camadas e 24 pratos (por exemplo, duas colunas em circuito de 12 camadas e 12 pratos cada uma), há 6 trechos Sk por coluna, seja 12 no total. Só há, portanto, necessidade para o controle do SMB de 24 válvulas de prato, e $4 \times 12 = 48$ válvulas de rede (4 para cada um dos 12 trechos Sk necessários), seja 72 válvulas principais às quais é preciso acrescentar 12 válvulas menores vi de regulagem (em derivação secundária), seja 84 válvulas no total, o que representa 3,5 válvulas por prato em média.

[00106] Na técnica anterior correspondente à figura 1, o SMB equi-

valente requer $4 \times 24 = 96$ válvulas principais (4 válvulas por prato) e 12 válvulas de diâmetro reduzido, seja 108 válvulas no total, e 4,5 válvulas por prato.

[00107] Os pratos do modo de realização preferido do dispositivo, 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 6a, ou são defasados um por um a 90° (prato por prato, com mudança de geometria de prato), tal como indicado na figura 6b, o que regulariza o escoamento dos fluidos na coluna e reduz o volume das linhas de derivação externas principais Lk que não têm necessidade de girar em torno da coluna, sem fragilizar a coluna por um acúmulo de ponteiras superpostas.

[00108] 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 hidrocarbonetos aromáticos tendo essencialmente 8 átomos de carbono e compreendendo esse hidrocarboneto.

[00109] 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.

[00110] Pode também ser utilizado para a separação de um ou de várias normais parafinas (separadas do resto dos hidrocarbonetos), a partir de uma mistura de hidrocarbonetos, notadamente parafínicos ou

parafínicos 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.

[00111] Pode, enfim, ser utilizado para a separação de pelo menos uma olefina de um corte de hidrocarbonetos, compreendendo esse hidrocarboneto, segundo condições conhecidas da técnica anterior, por exemplo, utilizando uma zeólita X trocada por cálcio.

[00112] 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.

REIVINDICAÇÕES

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

pelo menos uma coluna dividida em 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}),

o dispositivo compreendendo também redes de fluidos, seja 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 duas vias, denominadas válvulas de rede (V_{Fk} , V_{Dk} , V_{Rk} , V_{Ek}) para a alimentação ou a extração sequenciais dos fluidos (F, D, R, E),

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 duas camadas de adsorvente sucessivas e os dois pratos distribuidores/extratores (P_i) que são dispostos imediatamente embaixo dessas camadas de adsorvente sucessivas,

caracterizado pelo fato de que cada um dos pratos distribuidores/extratores (P_i) de cada um dos trechos (S_k) é de rede única comum para a alimentação e a extração sequenciais dos fluidos (F, D, R, E),

os pratos (P_i) de cada trecho (S_k) são ligados entre si por uma linha de derivação externa (L_k) conectada a cada prato (P_i) de S_k

por uma ponteira (EMI) que comprehende uma válvula de seccionamento comandada com duas vias única própria ao prato (Pi), denominada válvula de prato (Vi), para a alimentação ou a extração sequencial dos fluidos (F, D, R, E) em ou a partir dos pratos (Pi),

cada uma dessas linhas de derivação (Lk) comprehende pelo menos um meio comandado de limitação da vazão que circula em (Lk) que é, seja instalado sobre a linha (Lk), seja em derivação em torno de uma válvula de prato (Vi) de um prato (Pi) de trecho (Sk),

no qual a linha de derivação (Lk) de cada um dos trechos (Sk) é ligada a cada uma das redes F-Net, D-Net, R-Net e E-Net via uma linha única que comprehende uma válvula de rede única, respectivamente (V_{Fk} , V_{Dk} , V_{Rk} , V_{Ek}) para a alimentação ou a extração sequencial do fluido correspondente (F, D, R ou E) para ou a partir do trecho Sk considerado,

esse dispositivo que comprehende pelo menos 2 trechos superpostos adjacentes (Sk e Sk + 1), o trecho (Sk) comprehendendo os pratos (Pi-1, Pi) ligados por uma linha de derivação externa (Lk) conectada à coluna por duas ponteiras que comprehendem respectivamente as válvulas de prato (Vi-1, Vi), e o trecho (Sk+1) comprehendendo os pratos (Pi+1, Pi+2) ligados por uma linha de derivação externa (Lk+1) conectada à coluna por duas ponteiras que comprehendem respectivamente as válvulas de prato (Vi+1, Vi+2), no qual as duas ponteiras do trecho (Sk) 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 ponteiras do trecho (Sk+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 ponteiras do trecho (Sk) apresentam com as ponteiras do trecho (Sk+1) uma defasagem angular média compreendida entre 70° e 110°.

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracteriza-

do pelo fato de que a coluna inteira, com exceção da cabeça de coluna, que compreende o prato de cabeça (Pi), 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 (Sk) 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 ponteiras compreendidas entre 70° e 110°.

3. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações 1 e 2, caracterizado pelo fato de que as ponteiras de um trecho (Sk) qualquer apresentam entre si uma defasagem angular sensivelmente nula e dois trechos adjacentes superpostos quaisquer apresentam entre si uma defasagem angular média de suas ponteiras de sensivelmente 90°.

4. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que cada prato (Pi) de um trecho (Sk) é subdividido em uma pluralidade de painéis (DMEi,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 no qual para qualquer prato de um trecho (Sk), as direções dos painéis com setores paralelos dos pratos de um mesmo trecho (Sk) 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 (Sk) apresenta uma defasagem angular compreendida entre 70°C e 90°C de limite compreendidos em relação àquela dos painéis de um trecho vizinho (Sk+1 ou Sk-1).

5. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que cada prato (Pi) de um trecho (Sk) é subdividido em uma pluralidade de painéis (DMEi,j) com setores para-

lelos 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 (Sk) ou com dois trechos superpostos, a direção dos setores paralelos de um dos pratos apresenta uma defasagem angular compreendida entre 70° e 90° de limite compreendidos com a direção dos setores paralelos do outro prato.

6. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a linha de derivação (Lk) tem um diâmetro interno pelo menos igual ao maior diâmetro de abertura das válvulas de rede ligadas à linha (Lk).

7. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a coluna inteira, com exceção eventualmente da cabeça de coluna, compreendendo o prato de cabeça, é constituída por esses trechos superpostos adjacentes (Sk), a coluna compreendendo uma linha de saída inferior assimilada a um prato (Pn) correspondente à camada de adsorvente inferior (An).

8. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que cada uma dessas linhas de derivação (Lk) compreende pelo menos um meio comandado de limitação da vazão que circula na linha (Lk), que é instalado em derivação em torno de uma válvula de prato (Vi) de um prato (Pi) de (Sk).

9. Dispositivo de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que esse meio de limitação da vazão que circula na linha (Lk) instalado em derivação em torno dessa válvula de prato (Vi) compreende uma válvula comandada de menor diâmetro de abertura que aquele da válvula de prato (Vi).

10. Processo de separação de um produto por adsorção em camada móvel simulado, com auxílio de um dispositivo, como definido em qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo

fato de que durante um ciclo se utiliza 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 (P_i) do trecho (S_k) via em série a válvula de prato (P_i) e uma das válvulas de rede (V_{Fk}, V_{Dk}, V_{Rk}, V_{Ek}), e no qual a linha (L_k) é usada por cada um dos fluidos (F, D, R, E) sobre a totalidade de seu comprimento no decorrer de um ciclo.

11. Processo de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que se realiza uma varredura interna de uma parte pelo menos de cada uma das linhas de derivação (L_k), quando nenhuma válvula de rede ligada à linha (L_k) é aberta e se para qualquer varredura interna da linha (L_k), quando uma válvula de rede ligada à linha (L_k) é aberta.

12. Processo de acordo com uma das reivindicações 10 e 11, caracterizado pelo fato de que se realiza uma varredura interna de L_k a partir do prato (P_i) situado em posição superior no trecho (S_k) e para o prato (P_{i+1}) ou (P_{i+2}) que fica situado em posição inferior no trecho (S_k), em qualquer período ou o trecho (S_k), não é ligado a uma dessas redes fluidas e que se encontra imediatamente antes, um período ou uma das válvulas de redes ligadas ao trecho (S_k) é aberta para a alimentação ou a extração de um desses fluidos para ou a partir do prato (P_i).

13. Processo de acordo com uma das reivindicações 10 a 12, caracterizado pelo fato de que se fazem varreduras de pelo menos duas linhas de derivação (L_k).

14. Processo de acordo com uma das reivindicações 10 a 13, caracterizado pela separação de um hidrocarboneto aromático, a partir de uma carga de hidrocarbonetos de aromáticos tendo essencialmente 8 átomos de carbono e compreendendo esse hidrocarboneto.

15. Processo de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pela separação de paraxileno, a partir de uma carga de hidrocar-

bonetos aromáticos tendo essencialmente 8 átomos de carbono.

16. Processo de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pela separação de metaxileno, a partir de uma carga de hidrocarbonetos aromáticos, tendo essencialmente 8 átomos de carbono.

17. Processo de acordo com uma das reivindicações 10 a 13, caracterizado pela separação de pelo menos um hidrocarboneto normal-parafínico, a partir de uma carga de hidrocarbonetos, compreendendo esse hidrocarboneto.

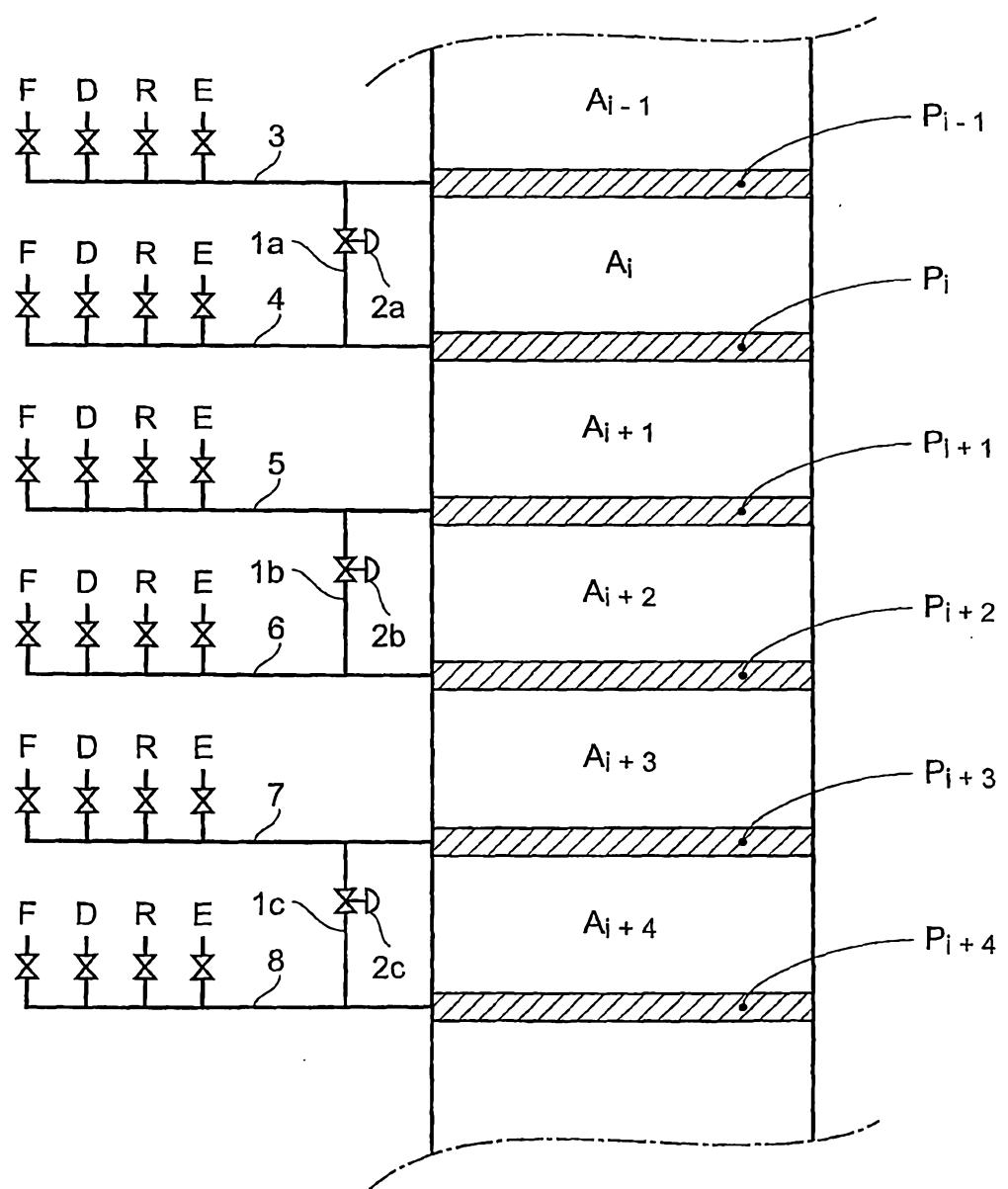


Fig. 1

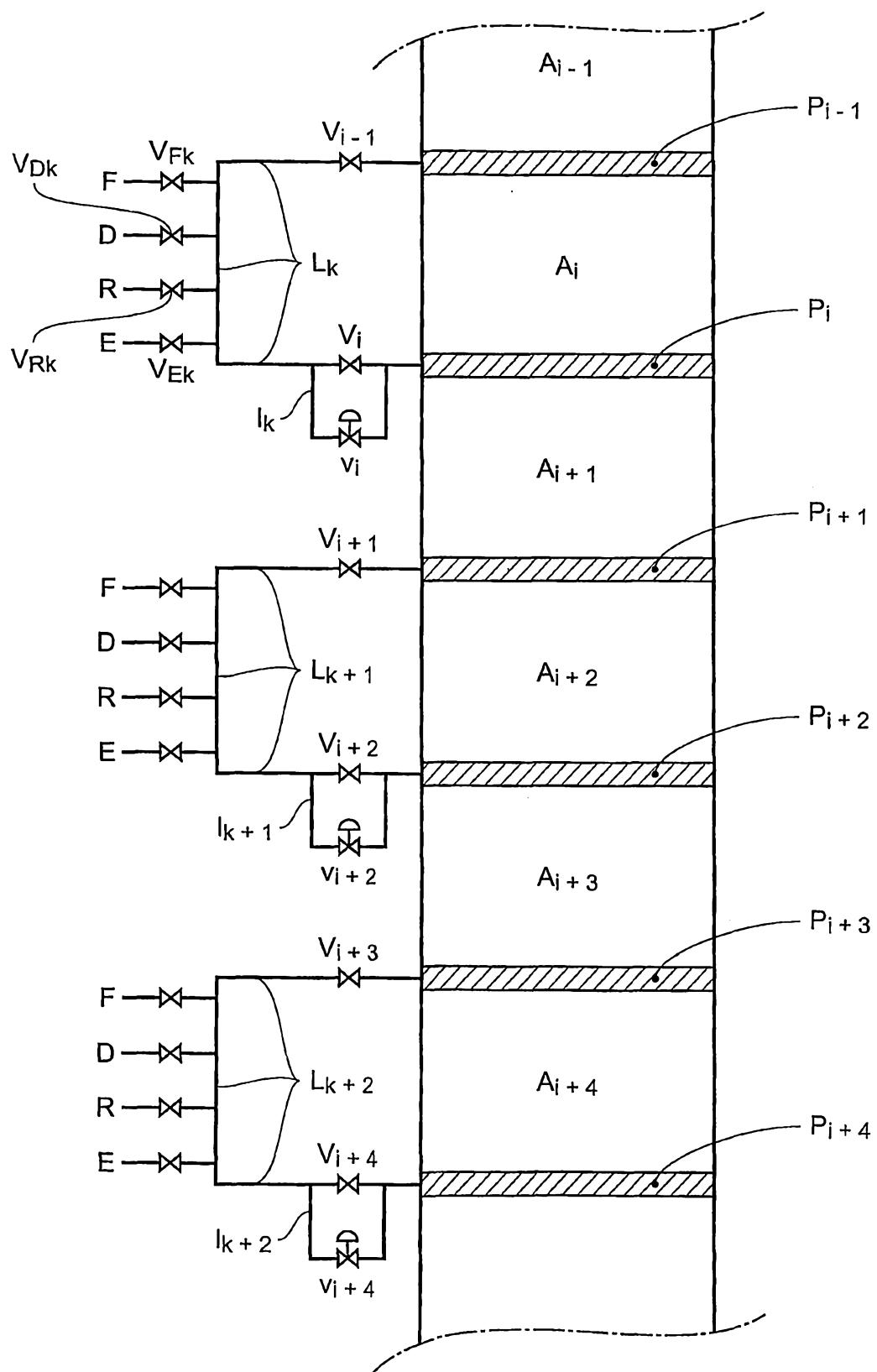


Fig.2

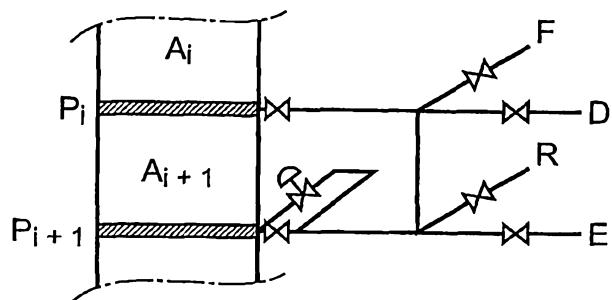


Fig.3a

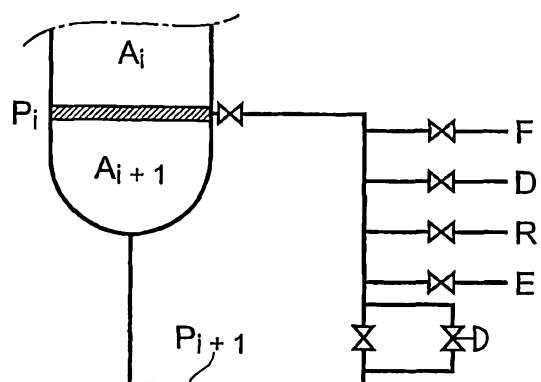


Fig.3b

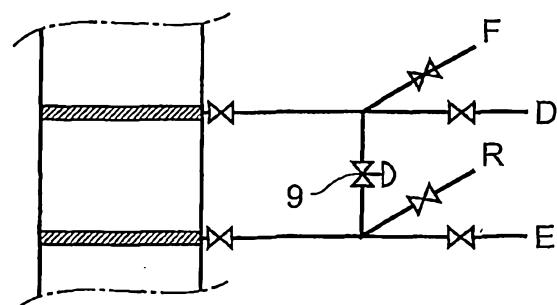
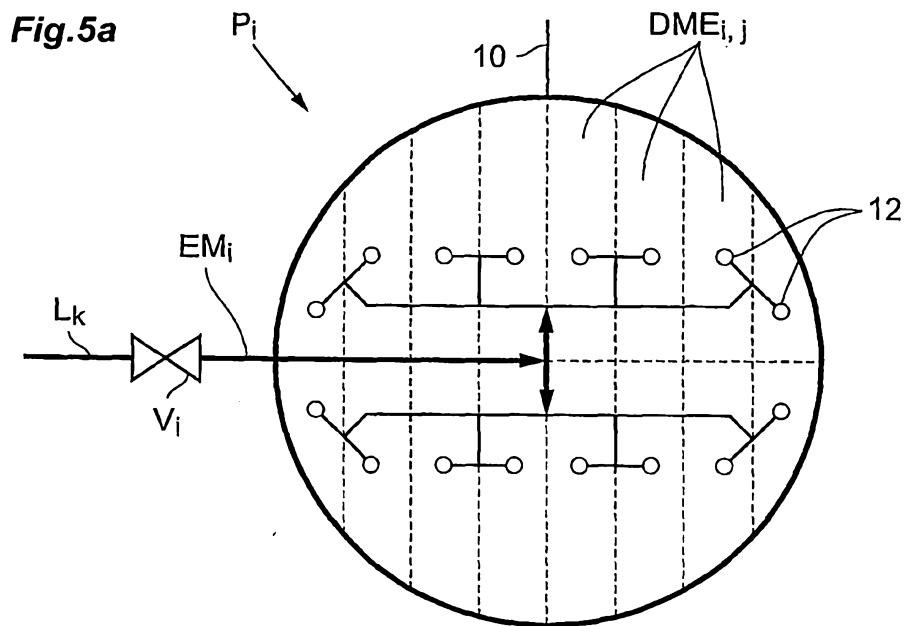
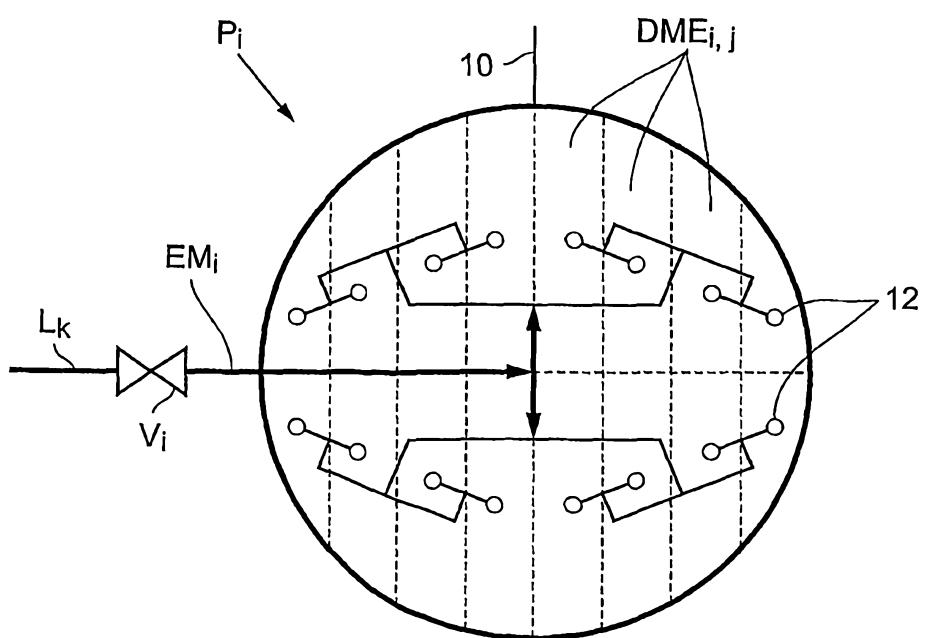


Fig.4

**Fig.5b**

5/7

Fig.5c

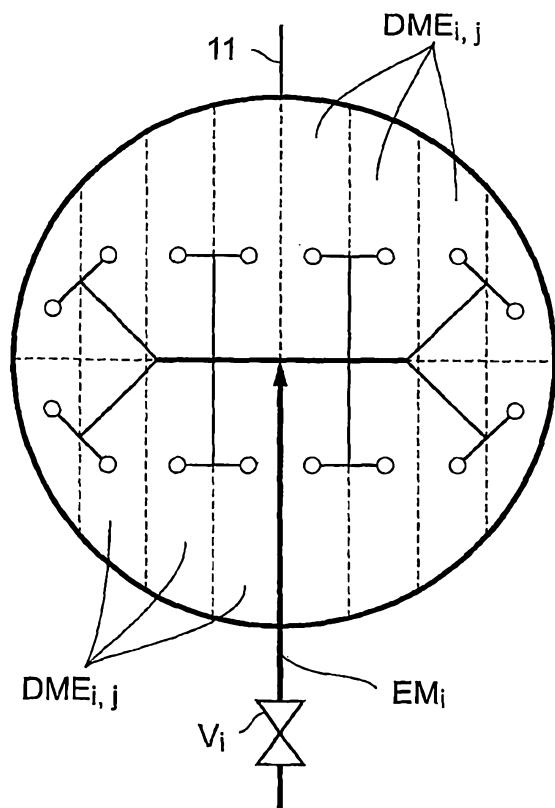


Fig.5d

