

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

(21) **PI 0710917-2 A2**

(22) Data de Depósito: 10/04/2007
(43) Data da Publicação: 22/02/2012
(RPI 2146)



(51) *Int.Cl.*:
C07C 5/27
C07C 7/13

(54) Título: PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE UM PRODUTO E DE UMA CORRENTE RICOS EM PARA-XILENO

(30) Prioridade Unionista: 25/04/2006 US 60/794,864

(73) Titular(es): Exxonmobil Chemical Patents INC

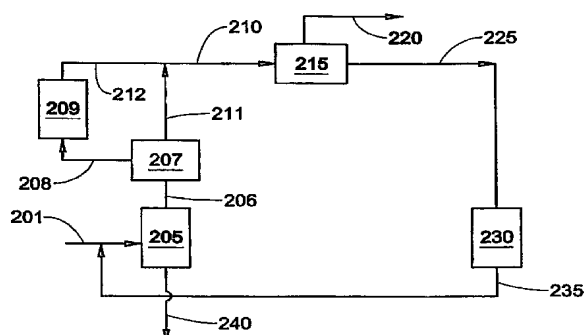
(72) Inventor(es): Harold W. Helmke, John Di-Yi Ou, John R. Porter

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

(86) Pedido Internacional: PCT US2007008829 de 10/04/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/127049de 08/11/2007

(57) Resumo: PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE UM PRODUTO E DE UMA CORRENTE RICOS EM PARA-XILENO. A presente invenção refere-se a um processo para a produção de um produto rico em PX que compreende: (a) a separação de uma matéria-prima contendo hidrocarbonetos C_8 para produzir uma corrente rica em hidrocarbonetos C_8 ; (b) a separação de pelo menos uma primeira parte da corrente rica em hidrocarbonetos C_8 para produzir uma primeira corrente rica em PX e uma primeira corrente depletada de PX; (c) a isomerização de pelo menos uma parte da primeira corrente depletada de PX para produzir uma primeira corrente isomerizada com uma concentração de PX maior que a da primeira corrente depletada de PX; (d) a separação de uma segunda parte da corrente rica em hidrocarbonetos C_8 e/ou pelo menos uma parte da primeira corrente isomerizada para produzir uma segunda corrente rica em PX e uma segunda corrente depletada de PX; (e) a isomerização de pelo menos uma parte da segunda corrente depletada de PX para produzir uma segunda corrente isomerizada com uma concentração de PX maior que a da segunda corrente depletada de PX; (f) a recuperação de pelo menos uma parte de pelo menos uma das primeira e segunda correntes ricas em PX como produto rico em PX; e (g) o suprimento de pelo menos uma parte de pelo menos uma das primeira corrente isomerizada, segunda corrente isomerizada, primeira corrente rica em PX e segunda corrente rica em PX para a separação (a).



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE PARA-XILENO**".

Campo da Invenção

Esta invenção se refere a um processo para a produção de para-xileno.

Fundamentos da Invenção

Etilbenzeno (EB), para-xileno (PX), orto-xileno (OX) e meta-xileno (MX) freqüentemente estão presentes juntos em correntes de produtos aromáticos C_8 de instalações químicas e refinarias de óleo. Desses compostos C_8 , embora EB seja uma importante matéria-prima para a produção de estireno, por várias razões, a maioria das matérias-primas de EB usadas na produção de estireno são produzidas por alquilação de benzeno com etileno, em vez de por recuperação de uma corrente de aromáticos C_8 . Dos três isômeros de xileno, PX tem o maior mercado comercial e é usado principalmente para a fabricação de ácido tereftálico e ésteres de tereftalato para uso na produção de vários polímeros, como poli(tereftalato de etileno), poli(tereftalato de propileno), e poli(tereftalato de buteno). Embora OX e MX sejam utilizáveis como solventes e matérias-primas para a preparação de produtos como anidrido ftálico e ácido isoftálico, a demanda de mercado por OX e MX e seus derivados a jusante é muito menor que para PX.

Dada a maior demanda por PX em comparação com seus outros isômeros, há um interesse comercial significativo na maximização da produção de PX a partir de qualquer fonte dada de materiais aromáticos C_8 . Entretanto, há dois grandes desafios técnicos para se atingir esse objetivo de maximizar o rendimento de PX. Em primeiro lugar, os quatro compostos aromáticos C_8 , particularmente os três isômeros de xileno, normalmente estão presentes em concentrações determinadas pela termodinâmica de produção da corrente de aromáticos C_8 em uma instalação ou refinaria particular. Como resultado, a produção de PX é limitada, no máximo, à quantidade originalmente presente na corrente de aromáticos C_8 , a menos que se usem etapas de processamento adicionais para aumentar a quantidade de PX e/ou para melhorar a eficiência de recuperação de PX. Em segundo lugar, os

aromáticos C₈ são difíceis de separar devido a suas estruturas químicas e propriedades físicas e pesos moleculares idênticos.

Conhecem-se vários métodos para aumentar a concentração de PX em uma corrente de aromáticos C₈. Esses métodos normalmente envolve a reciclagem da corrente entre uma etapa de separação, em que pelo menos parte do PX é recuperada para produzir uma corrente depletada de PX, e uma etapa de isomerização de xileno, em que o teor de PX da corrente depletada de PX é retornada de volta à concentração de equilíbrio, tipicamente por contato com um catalisador de crivo molecular. Entretanto, a utilidade comercial desses métodos depende da eficiência, eficácia em termos de custo e rapidez da etapa de separação que, conforme acima discutido, é complicada pela similaridade química e física dos diferentes isômeros de C₈.

A destilação fracionada é um método comumente usado para a separação de diferentes componentes em mistura química. Entretanto, é difícil usar tecnologias de destilação fracionada convencionais para separar EB e os diferentes isômeros de xileno, porque os pontos de ebulição dos quatro aromáticos C₈ se encontram dentro de uma faixa muito estreita de 8°C, a saber, de cerca de 136°C a cerca de 144°C (veja a Tabela 1 abaixo). Em particular, os pontos de ebulição de PX e EB estão separados cerca de 2°C, ao passo que os pontos de ebulição de PX e MX estão separados apenas cerca de 1°C. Como resultado, um grande equipamento, um consumo significativo de energia e/ou reciclagens substanciais seriam requeridos para que a destilação fracionada proporcionasse uma separação eficaz de aromáticos C₈.

25 Tabela I

Composto C ₈	Ponto de ebulição (°C)	Ponto de congelamento (°C)
EB	136	-95
PX	138	13
MX	139	-48
OX	144	-25

A cristalização fracionada é um método alternativo de separação de componentes de uma mistura e tira vantagem das diferenças entre os

pontos de congelamento e solubilidades dos componentes a diferentes temperaturas. Devido a seu ponto de congelamento relativamente mais elevado, o PX pode ser separado como um sólido de uma corrente de aromáticos C_8 por cristalização fracionada, enquanto os outros componentes são recuperados em um filtrado depletado de PX. Uma alta pureza de PX, uma propriedade chave necessária para uma conversão satisfatória de PX em ácido tereftálico e ésteres de tereftalato, pode ser obtida por esse tipo de cristalização fracionada. A patente norte-americana nº 4.120.911 apresenta uma descrição desse método. Processos e aparelhos de cristalização fracionada comercialmente disponíveis incluem o processo de isorrefino por cristalização, o processo de cristalização em contra-corrente contínuo, o cristalizador de CO_2 direto e cristalizadores de tambor raspado. Devido ao alto uso da instalação e à formação de um eutético entre PX e MX, normalmente é mais vantajoso usar uma alimentação com uma concentração inicial de PX tão alta quanto possível, quando se usa cristalização fracionada para recuperar PX.

Um método de separação de xileno alternativo usa crivos moleculares, como zeolitas, para adsorver seletivamente para-xileno da corrente de alimentação de aromáticos C_8 , para formar um efluente depletado de PX. O PX adsorvido pode ser, então, dessorvido de várias maneiras, como aquecimento, redução da pressão parcial de PX ou destilação. (Veja, genericamente, as patentes norte-americanas nº 3.706.812, 3.732.325 e 4.886.929.) Dois processos comercialmente disponíveis usados em muitas instalações químicas ou refinarias são os processos PAREX™ e ELUXYL™. Ambos os processos usam crivos moleculares para adsorver PX. Nesses processos de adsorção à base de crivos moleculares, uma maior quantidade de PX, tipicamente acima de 90%, em comparação com a de um processo de cristalização fracionada, tipicamente abaixo de 65%, pode ser recuperada do PX presente em uma alimentação particular.

Para muitos desses processos de separação de PX, quanto maior a concentração original de PX na corrente de alimentação, mais fácil, mais eficiente e mais econômico se torna realizar a separação de PX. Con-

seqüentemente, há fortes incentivos econômicos e técnicos para aumentar a concentração de PX em uma corrente de alimentação de hidrocarbonetos compreendendo os compostos aromáticos C_8 antes de enviar a corrente de alimentação para uma unidade de recuperação de PX.

- 5 Há, conseqüentemente, necessidade de um processo aperfeiçoado para aumentar a concentração de PX em correntes de aromáticos C_8 antes de enviar as correntes para as unidades de recuperação de PX. Essa maior concentração de PX também permitiria uma melhor utilização e/ou um desafogamento dos equipamentos de separação de PX existentes, como
- 10 uma unidade PAREX™, uma unidade ELUXYL™ ou um cristalizador fracionado.

Sumário da Invenção

Em um aspecto, o presente pedido descreve um processo para a produção de um produto rico em PX, o processo compreendendo:

- 15 (a) a separação de uma matéria-prima contendo hidrocarbonetos C_8 para produzir uma corrente rica em hidrocarbonetos C_8 ;
- (b) a separação de pelo menos uma primeira parte da corrente rica em hidrocarbonetos C_8 para produzir uma primeira corrente rica em PX e uma primeira corrente depletada de PX;
- 20 (c) a isomerização de pelo menos uma parte da primeira corrente depletada de PX para produzir uma primeira corrente isomerizada com uma concentração de PX maior que a da primeira corrente depletada de PX;
- (d) a separação de uma segunda parte da corrente rica em hidrocarbonetos C_8 e/ou pelo menos uma parte da primeira corrente isomerizada para produzir uma segunda corrente rica em PX e uma segunda corrente depletada de PX;
- 25 (e) a isomerização de pelo menos uma parte da segunda corrente depletada de PX para produzir uma segunda corrente isomerizada com uma concentração de PX maior que a da segunda corrente depletada de PX;
- 30 (f) a recuperação de pelo menos uma parte da pelo menos uma das primeira e segunda correntes ricas em PX como produto rico em PX; e
- (g) o suprimento de pelo menos uma parte de pelo menos uma

das primeira corrente isomerizada, segunda corrente isomerizada, primeira corrente rica em PX e segunda corrente rica em PX para a separação (a).

Convenientemente, a matéria-prima contém pelo menos hidrocarbonetos C_{8+} , e a separação (a) produz a corrente rica em hidrocarbonetos C_8 e uma corrente rica em hidrocarbonetos C_{9+} .

Em outro aspecto, o presente pedido descreve um processo para a produção de uma corrente rica em PX, o processo compreendendo:

(a) a separação de uma matéria-prima contendo hidrocarbonetos C_8 para produzir uma corrente rica em hidrocarbonetos C_8 ;

(b) a separação de pelo menos uma parte da corrente rica em hidrocarbonetos C_8 para produzir a corrente rica em PX e uma primeira corrente;

(c) a isomerização de pelo menos uma parte da primeira corrente para produzir uma segunda corrente com uma concentração de PX maior que a da primeira corrente;

(d) a separação de pelo menos uma parte da segunda corrente para produzir uma terceira corrente e uma quarta corrente, a terceira corrente com uma concentração de PX maior que a da segunda corrente, e a quarta corrente com uma concentração de PX menor que a da segunda corrente;

(e) a isomerização de pelo menos uma parte da quarta corrente para produzir uma quinta corrente com uma concentração de PX maior que a da quarta corrente; e

(f) o fornecimento de pelo menos uma parte da terceira corrente e/ou pelo menos uma parte da quinta corrente à etapa de separação (a).

Além disso, o processo pode compreender a reciclagem de uma parte da quinta corrente e/ou uma parte da terceira corrente para (d). Além disso, o processo pode compreender a reciclagem de uma parte da quarta corrente para (c).

Em uma modalidade, o processo também compreende o fracionamento da dita segunda corrente para produzir uma primeira parte rica em hidrocarbonetos C_{7-} e uma segunda parte rica em hidrocarbonetos C_{8+} , a dita segunda parte sendo suprida à dita separação (d).

Convenientemente, a separação (b) compreende pelo menos uma de adsorção seletiva, cristalização seletiva, extração seletiva e separação seletiva por membrana, e a separação (d) compreende pelo menos uma de adsorção seletiva, cristalização seletiva, extração seletiva e separação seletiva por membrana.

Em ainda outro aspecto, o presente pedido descreve um processo para a produção de uma corrente rica em PX, o processo compreendendo:

(a) a separação de uma matéria-prima contendo hidrocarbonetos C_8 para produzir uma corrente rica em hidrocarbonetos C_8 ;

(b) a separação de pelo menos uma parte da corrente rica em hidrocarbonetos C_8 para produzir uma primeira corrente e uma segunda corrente, a primeira corrente com uma concentração de PX maior que a da corrente rica em hidrocarbonetos C_8 , e a segunda corrente com uma concentração de PX menor que a da corrente rica em hidrocarbonetos C_8 ;

(c) a isomerização de pelo menos uma parte da segunda corrente para produzir uma terceira corrente com uma concentração de PX maior que a da segunda corrente;

(d) a separação de pelo menos uma parte da primeira corrente e/ou pelo menos uma parte da terceira corrente para produzir a corrente rica em PX e uma quarta corrente;

(e) a isomerização de pelo menos uma parte da quarta corrente para produzir uma quinta corrente com uma concentração de PX maior que a da quarta corrente; e

(f) o fornecimento de pelo menos uma parte da quinta corrente à etapa de separação (a).

Além disso, o processo pode compreender a reciclagem de pelo menos uma parte da segunda corrente para a etapa (e). Além disso, o processo pode compreender a reciclagem de pelo menos uma parte da primeira corrente e/ou pelo menos uma parte da terceira corrente para a etapa (b).

Em uma modalidade, o processo também compreende o fracionamento da dita quinta corrente para produzir uma primeira parte rica em

hidrocarbonetos C_7^- e uma segunda parte rica em hidrocarbonetos C_8^+ , a dita segunda parte sendo suprida à dita separação (a).

Em outra modalidade, pelo menos uma parte da terceira corrente é fornecida à separação (a).

5 Nesse processo, a corrente rica em PX compreende tipicamente pelo menos 50% em peso de PX, genericamente pelo menos 90% em peso de PX.

10 Em um aspecto adicional, o presente pedido descreve um processo para a produção de um produto rico em PX, o processo compreendendo:

(a) a separação de uma matéria-prima contendo hidrocarbonetos C_8 para produzir uma corrente rica em hidrocarbonetos C_8 ;

15 (b) a separação de uma primeira parte da corrente rica em hidrocarbonetos C_8 para produzir uma primeira corrente rica em PX e uma primeira corrente;

(c) a isomerização de pelo menos uma parte da primeira corrente para produzir uma segunda corrente com uma concentração de PX maior que a da primeira corrente;

20 (d) a separação de uma segunda parte da corrente rica em hidrocarbonetos C_8 para produzir uma segunda corrente rica em PX e uma terceira corrente;

(e) a isomerização de pelo menos uma parte da terceira corrente para produzir uma quarta corrente com uma concentração de PX maior do que a da terceira corrente;

25 (f) a recuperação de pelo menos uma parte da pelo menos uma das primeira e segunda correntes ricas em PX como produto rico em PX; e

(g) o fornecimento de pelo menos uma parte da segunda corrente e pelo menos uma parte da quarta corrente para a separação (a).

30 Convenientemente, a dita isomerização (e) é efetuada pelo menos parcialmente na fase líquida.

Em uma modalidade, a separação (b) compreende adsorção seletiva, e a separação (d) compreende cristalização fracionada.

Breve Descrição dos Desenhos

A Figura 1 é um diagrama esquemático de um circuito de separação e isomerização de xileno convencional.

5 A Figura 2 é um diagrama esquemático de um processo para a produção de para-xileno de acordo com uma primeira modalidade desta exposição.

A Figura 3 é um diagrama esquemático de um processo para a produção de para-xileno de acordo com uma segunda modalidade desta exposição.

10 A Figura 4 é um diagrama esquemático de outro circuito de separação e isomerização de xileno convencional.

A Figura 5 é um diagrama esquemático de um processo para a produção de para-xileno de acordo com uma terceira modalidade desta exposição.

15 Descrição Detalhada da Invenção

Todas as patentes, pedidos de patentes, procedimentos de teste, documentos de prioridade, artigos, publicações, manuais e outros documentos aqui citados são totalmente incorporados por referência, na medida que essa exposição não seja inconsistente com o presente pedido e para
20 todas as jurisdições em que essa incorporação for permitida.

Quando limites numéricos inferiores e limites numéricos superiores forem aqui relacionados, faixas de qualquer limite inferior para qualquer limite superior estão consideradas.

25 Aqueles versados na técnica entendem que as modalidades discutidas neste pedido não representam todas as variações de aparelho ou processo possível incorporadas pela presente exposição. Além disso, muitas peças de equipamento e aparelhos e certas etapas de processamento podem ser necessárias para fins industriais, comerciais ou mesmo experimentais. Exemplos desses equipamentos e aparelhos e etapas de processo são,
30 mas não se limitam a, colunas de destilação, colunas de fracionamento, trocadores de calor, bombas, válvulas, manômetros, medidores de temperatura, separadores de líquido-vapor, secadores e/ou tratadores de alimentação

e produto, tratadores de argila, instalações de armazenamento de alimentação e/ou produto, e processos e etapas para controle do processo. Embora esses equipamentos, aparelhos e etapas não sejam necessários para se compreender a essência do presente pedido e não sejam mostrados nos

5 desenhos, alguns deles podem ser mencionados de vez em quando para ilustrar vários aspectos da exposição. Também se deve notar que alguns dos equipamentos podem ser colocados em diferentes lugares no processo, dependendo das condições dos processos.

Conforme aqui usado, o termo "hidrocarbonetos C_{8+} " significa

10 hidrocarbonetos com oito ou mais átomos de carbono por molécula. Uma alimentação e/ou produto de hidrocarbonetos C_{8+} é uma alimentação e/ou produto de hidrocarboneto com mais de 10% em peso, como mais de 20% em peso, por exemplo, mais de 40% em peso, como mais de 50% em peso, e, em alguns casos, mais de 80% em peso, de hidrocarbonetos C_{8+} na ali-

15 mentação e/ou produto. O termo "hidrocarbonetos C_{9+} ", conforme aqui usado, significa hidrocarbonetos com nove ou mais átomos de carbono por molécula. Uma alimentação e/ou produto de hidrocarbonetos C_{9+} é uma alimentação e/ou produto de hidrocarboneto com mais de 10% em peso, como mais de 20% em peso, por exemplo, mais de 40% em peso, como mais de

20 50% em peso, e, em alguns casos, mais de 80% em peso de hidrocarbonetos C_{9+} na alimentação e/ou produto. O termo "hidrocarbonetos C_{7-} ", conforme aqui usado, significa hidrocarbonetos com sete ou menos átomos de carbono por molécula. Uma alimentação e/ou produto de hidrocarbonetos C_{7-} é uma alimentação e/ou produto de hidrocarboneto com mais de 10%

25 em peso, como mais de 20% em peso, por exemplo, mais de 40% em peso, como mais de 50% em peso, e, em alguns casos, mais de 80% em peso de hidrocarbonetos C_{7-} na alimentação e/ou produto. O termo "hidrocarbonetos C_8 ", conforme aqui usado, significa hidrocarbonetos com oito átomos de carbono por molécula, incluindo PX. Uma alimentação e/ou produto de hidro-

30 carbonetos C_8 , com exceção de uma corrente e/ou produto rico em Px ou depletado de PX, é uma alimentação e/ou produto de hidrocarboneto com mais de 10% em peso, como mais de 20% em peso, por exemplo mais de

40% em peso, como mais de 50% em peso, e, em alguns casos, mais de 80% em peso de hidrocarbonetos C_8 na alimentação e/ou produto. O termo "hidrocarbonetos aromáticos C_8 ", conforme aqui usado, significa hidrocarbonetos aromáticos com oito átomos de carbono por molécula, isto é, xileno(s) e/ou EB. Uma alimentação e/ou produto de hidrocarbonetos aromáticos C_8 , com exceção de uma corrente e/ou produto rico em PX ou depletado de PX, é uma alimentação e/ou produto de hidrocarboneto com mais de 10% em peso, como mais de 20% em peso, por exemplo mais de 40% em peso, como mais de 50% em peso, e, em alguns casos, mais de 80% em peso de hidrocarbonetos aromáticos C_8 na alimentação e/ou produto.

O termo "depletado de PX" significa que a concentração de PX em uma corrente que sai de uma unidade particular está diminuída em comparação com a concentração na corrente de alimentação para a mesma unidade. Não significa que todo o PX tenha de ser depletado ou removido da(s) corrente(s) de alimentação contendo xilenos para a unidade. O termo "rico em PX" significa que a concentração de PX em uma corrente que sai de uma unidade particular está aumentada em comparação com a concentração na corrente de alimentação para a mesma unidade. Não significa que a concentração de PX tenha de ser 100%.

Matéria-prima

A matéria-prima empregada no presente processo pode ser qualquer matéria-prima de hidrocarboneto C_8+ contendo hidrocarbonetos aromáticos C_8 , como uma corrente de reformação, uma corrente de produto de hidrocrackeamento, uma corrente de produto de reação de xileno ou EB, uma corrente de produto de alquilação aromática, uma corrente de desproporcionamento aromático, uma corrente de transalquilação aromática e/ou uma corrente de processo Cyclar™. A matéria-prima também pode compreender correntes de reciclagem da(s) etapa(s) de isomerização e/ou várias etapas de separação. A matéria-prima de hidrocarboneto C_8+ compreende PX, juntamente com MX, OX, e/ou EB. Além de xilenos e EB, a matéria-prima de hidrocarboneto C_8+ também pode conter certas quantidades de outros compostos aromáticos ou mesmo não aromáticos. Exemplos desses

compostos aromáticos são benzeno, tolueno e aromáticos C_9+ , como mesitileno, pseudo-cumeno e outros. Esses tipos de correntes de alimentação são descritos no "Handbook of Petroleum Refining Processes", Eds. Robert A. Meyers, McGraw-Hill Book Company, Segunda Edição, cujas partes relevantes são aqui incorporadas por referência.

Descrição do Processo

O processo do presente pedido compreende uma etapa de separação inicial que serve para remover os hidrocarbonetos C_9+ da matéria-prima de hidrocarboneto C_8+ . Por causa das diferenças de pesos moleculares, pontos de ebulição e outras propriedades físicas e químicas, os compostos de hidrocarbonetos C_9+ , aromáticos ou não aromáticos, podem ser separados de maneira relativamente fácil dos xilenos e EB. Genericamente, portanto, a primeira etapa de separação inclui destilação fracionada, embora outros métodos de separação, como cristalização, adsorção, uma separação reativa, uma separação por membrana, extração, ou qualquer de suas combinações, também possam ser usados. Esses métodos de separação são descritos em "Perry's Chemical Engineers' Handbook", Eds. R.H. Perry, D.W. Green e J.O. Maloney, McGraw-Hill Book Company, Sexta Edição, 1984, e "Handbook of Petroleum Refining Processes", Eds. Robert A. Meyers, McGraw-Hill Book Company, Segunda Edição, cujas partes relevantes são aqui incorporadas por referência.

Após a remoção dos hidrocarbonetos C_9+ , o presente processo compreende pelo menos uma etapa de separação para recuperar uma corrente de produto rica em PX da corrente de hidrocarboneto C_8 resultante. Em uma modalidade, a corrente de produto rica em PX compreende pelo menos 50% em peso de PX, de preferência pelo menos 60% em peso de PX, mais preferivelmente pelo menos 70% em peso de PX, ainda mais preferivelmente pelo menos 80% em peso de PX, ainda mais preferivelmente pelo menos 90% em peso de PX, e, o mais preferivelmente, pelo menos 95% em peso de PX, com base no peso total da corrente de produto rica em PX. A etapa de separação para recuperar a corrente de produto rica em PX é realizada em uma unidade de recuperação de PX compreendendo pelo

menos uma unidade de cristalização, uma unidade de adsorção, como uma unidade PAREX™ ou uma unidade ELUXYL™, uma unidade de separação reativa, uma unidade de separação por membrana, uma unidade de extração, uma unidade de destilação, uma unidade de fracionamento, ou qualquer de suas combinações. Esses tipos de unidades de separação e seus projetos são descritos em "Perry's Chemical Engineers' Handbook", Eds. R.H. Perry, D.W. Green e J.O. Maloney, McGraw-Hill Book Company, Sexta Edição, 1984, e "Handbook of Petroleum Refining Processes", Eds. Robert A. Meyers, McGraw-Hill Book Company, Segunda Edição, cujas partes relevantes são aqui incorporadas por referência.

Etapas de separação adicionais empregadas no presente processo servem para separar uma corrente de alimentação de hidrocarboneto C_8 em uma corrente efluente rica em PX e uma corrente depletada de PX. Essas etapas de separação são realizadas em unidades de separação compreendendo pelo menos uma unidade de cristalização, uma unidade de adsorção, como uma unidade PAREX™ ou uma unidade ELUXYL™, uma unidade de separação reativa, uma unidade de separação por membrana, uma unidade de extração, uma unidade de destilação, uma unidade de fracionamento, ou qualquer de suas combinações. Esses tipos de unidades de separação e seus projetos são descritos em "Perry's Chemical Engineers' Handbook", Eds. R.H. Perry, D.W. Green e J.O. Maloney, McGraw-Hill Book Company, Sexta Edição, 1984, e "Handbook of Petroleum Refining Processes", Eds. Robert A. Meyers, McGraw-Hill Book Company, Segunda Edição, cujas partes relevantes são aqui incorporadas por referência.

O processo do presente pedido também compreende pelo menos duas etapas de isomerização, em cada uma das quais uma corrente de alimentação compreendendo compostos aromáticos C_8 é isomerizada para produzir um efluente de isomerização. A corrente de alimentação para cada etapa de isomerização compreende PX em uma concentração abaixo de sua concentração de equilíbrio com relação a outros compostos aromáticos C_8 inter-conversíveis sob as condições de isomerização. Cada etapa de isomerização catalisada serve para aumentar a concentração de PX a quase seu

nível de equilíbrio. A etapa de isomerização também pode servir para converter parte do ou todo o EB presente na corrente de alimentação em benzeno e hidrocarbonetos leves (isto é, hidrocarbonetos com menos de 6 carbonos por molécula). Alternativamente, a etapa de isomerização também
5 pode servir para isomerizar parte do ou todo o EB presente na corrente de alimentação em xileno(s).

Há muitos catalisadores ou combinações de catalisadores que podem ser usados em cada etapa de isomerização para efetuar a reação desejada. Há genericamente dois tipos de catalisadores de isomerização de
10 xileno. Um tipo de catalisador de isomerização pode mais ou menos equilibrar os quatro diferentes compostos aromáticos C_8 , incluindo EB, nas concentrações determinadas pela termodinâmica das condições de reação. Isso permite uma formação máxima de PX a partir de aromáticos C_8 em uma alimentação particular. Exemplos desse tipo de catalisadores incluem os cata-
15 lisadores IFP/Engelhard Octafining™ e Octafining II™ usados nos respectivos processos. O outro tipo de catalisadores de isomerização de xileno pode efetuar a conversão de EB além da isomerização de xileno, geralmente na presença de hidrogênio. Conforme acima discutido, esse tipo de catalisador removerá EB e produzirá benzeno e etano como subprodutos. Isso pode ser
20 uma forma desejável de dispor de EB, dependendo dos suprimentos e demandas de vários produtos, assim como de outros equipamentos presentes na instalação particular. Exemplos incluem os catalisadores de Isomerização a Alta Temperatura Mobil (MHTI™), catalisadores de Isomerização de Alta Atividade Mobil (MHAI™) e catalisadores UOP ISOMAR™ I-100.

25 Inúmeros reatores de isomerização adequados podem ser usados para a presente exposição. Alguns exemplos não limitativos são descritos na patente norte-americana nº 4.899.011 e 4.236.996.

Para a presente exposição, uma reação de isomerização de xileno pode ser realizada em uma fase líquida, uma fase de vapor (gás), uma
30 fase super crítica ou uma combinação dessas. A seleção das condições da reação de isomerização e da composição específica da corrente de alimentação aromática que está sendo isomerizada determina o estado físico da

corrente de alimentação aromática no reator de isomerização de xileno.

Com referência à Figura 1, no circuito de separação e isomerização de para-xileno convencional mostrado, uma alimentação compreendendo hidrocarbonetos aromáticos C_8+ é direcionada pela linha 1 para uma unidade de separação 5, que é tipicamente uma coluna de destilação. A maior parte dos hidrocarbonetos aromáticos C_8 na alimentação é separada pela unidade 5 e retirada pela linha 10, ao passo que a maior parte dos hidrocarbonetos C_9+ na alimentação é retirada pela linha 40 como uma corrente de resíduos para processamento adicional. A corrente de hidrocarbonetos aromáticos C_8 retirada pela linha 10 é suprida a uma unidade de recuperação de PX 15, onde uma parte do PX na corrente é removida pela linha 20. O efluente depletado de PX da unidade de recuperação de PX 15 é retirado pela linha 25 e é suprido a uma unidade de isomerização 30. A unidade de isomerização 30 normalmente é um reator ou um recipiente carregado com um catalisador de isomerização (por exemplo, zeolita ácida) e operado sob condições de isomerização adequadas, suficientes para converter a corrente depletada de PX em uma corrente isomerizada com uma concentração de PX maior do que a concentração de PX da corrente depletada de PX. A corrente isomerizada é retirada da unidade de isomerização 30 e reciclada para a unidade de separação 5 pela linha 35.

Com referência à Figura 2, que descreve uma modalidade do presente processo, uma matéria-prima compreendendo hidrocarbonetos aromáticos C_8+ é direcionada pela linha 101 para uma primeira unidade de separação 105. A primeira unidade de separação 105 pode ser qualquer unidade capaz de separação de hidrocarbonetos aromáticos C_8 de uma matéria-prima compreendendo hidrocarbonetos aromáticos C_8+ e é tipicamente uma coluna de destilação. A maior parte dos hidrocarbonetos aromáticos C_8 na matéria-prima é separada pela unidade 105 e retirada pela linha 110, ao passo que a maior parte dos hidrocarbonetos C_9+ na alimentação é retirada pela linha 140 como uma corrente de resíduos para processamento adicional. Pelo menos uma parte da corrente de hidrocarbonetos aromáticos C_8 retirada pela linha 110 é suprida a uma unidade de recuperação de PX 115,

onde uma parte do PX na alimentação é retirada como uma corrente rica em PX pela linha 120, e uma primeira corrente (corrente depletada de PX) é retirada pela linha 125.

Pelo menos uma parte da primeira corrente retirada da unidade de recuperação de PX 115 pela linha 125 é suprida a uma primeira unidade de isomerização 130. A primeira unidade de isomerização 130 normalmente é um reator carregado com um catalisador de isomerização (por exemplo, zeolita ácida) e é operado sob condições de isomerização adequadas, suficientes para converter a primeira corrente em uma segunda corrente com uma concentração de PX maior do que a concentração de PX da primeira corrente. A segunda corrente é retirada da primeira unidade de isomerização 130, e pelo menos uma parte dela é suprida pela linha 136 a uma segunda unidade de separação 137, onde a segunda corrente suprida é separada em uma terceira corrente, com uma concentração de PX maior do que a da segunda corrente, e uma quarta corrente, com uma concentração de PX menor que a da segunda corrente.

A quarta corrente é retirada da segunda unidade de separação 137 pela linha 138, e pelo menos uma parte dela é suprida a uma segunda unidade de isomerização 139. A segunda unidade de isomerização 139 normalmente é um reator ou um recipiente carregado com um catalisador de isomerização (por exemplo, zeolita ácida) e operado sob condições de isomerização adequadas, suficientes para converter a quarta corrente em uma quinta corrente com uma concentração de PX maior do que a concentração de PX da quarta corrente. A quinta corrente é retirada da segunda unidade de isomerização 139 pela linha 142 e é combinada com a terceira corrente, que é retirada da segunda unidade de separação 137 pela linha 141. Pelo menos uma parte da quinta corrente e/ou pelo menos uma parte da terceira corrente são alimentadas em conjunto a uma primeira unidade de separação 105 pela linha 135.

Em uma modificação (não-mostrada) do processo da Figura 2, uma parte da quinta corrente na linha 142 e/ou uma parte da terceira corrente na linha 141 pode ser reciclada para uma segunda unidade de separação

137. Além disso, o processo pode compreender a reciclagem de pelo menos uma parte da quarta corrente na linha 138 para a primeira unidade de isomerização 130.

Em uma modificação adicional (não-mostrada) do processo da
5 Figura 2, a segunda corrente retirada da primeira unidade de isomerização 130 pela linha 136 é alimentada a um fracionador antes de ser suprida à segunda unidade de separação 137. O fracionador divide a segunda corrente em uma primeira parte rica em hidrocarbonetos C_7^- , que é retirada para processamento adicional, e uma segunda parte rica em hidrocarbonetos C_8^+ ,
10 que é suprida à segunda unidade de separação 137.

Com referência à Figura 3, que descreve outra modalidade do presente processo, uma matéria-prima compreendendo hidrocarbonetos aromáticos C_8^+ é direcionada pela linha 201 para uma primeira unidade de separação 205. A primeira unidade de separação 205 pode ser qualquer u-
15 nidade capaz de separação de hidrocarbonetos aromáticos C_8 de uma matéria-prima compreendendo hidrocarbonetos aromáticos C_8 e C_9^+ , mais uma vez normalmente uma coluna de destilação. A maior parte dos hidrocarbonetos aromáticos C_8 na matéria-prima é separada pela unidade 205 e retirada pela linha 206, ao passo que a maior parte dos hidrocarbonetos C_9^+ na ali-
20 mentação é retirada pela linha 240 como uma corrente de resíduos para processamento adicional. Pelo menos uma parte da corrente de hidrocarbonetos aromáticos C_8 retirada pela linha 206 é suprida a uma segunda unidade de separação 207, que pode ser qualquer unidade capaz de separação ou enriquecimento de PX de uma matéria-prima compreendendo hidrocar-
25 bonetos aromáticos C_8 .

A segunda unidade de separação 207 separa uma parte da corrente de hidrocarbonetos aromáticos C_8 retirada pela linha 206 em uma primeira corrente, com uma concentração de PX maior do que a da corrente de hidrocarbonetos aromáticos C_8 , e uma segunda corrente, com uma concen-
30 tração de PX menor que a da corrente de hidrocarbonetos aromáticos C_8 . A segunda corrente é retirada da primeira unidade de separação 207 pela linha 208, e pelo menos uma parte dela é suprida a uma primeira unidade de iso-

merização 209. A primeira unidade de isomerização 209 normalmente é um reator carregado com um catalisador de isomerização (por exemplo, zeolita ácida) e operado sob condições de isomerização adequadas, suficientes para converter a segunda corrente em uma terceira corrente com uma concentração de PX maior que a concentração de PX da segunda corrente. A

5 terceira corrente é retirada da primeira unidade de isomerização 209 pela linha 212 e é combinada com a primeira corrente, que é retirada da segunda unidade de separação 207 pela linha 211.

Pelo menos uma parte da terceira corrente e/ou pelo menos

10 uma parte da primeira corrente são alimentadas em conjunto pela linha 210 a uma unidade de recuperação de PX 215, onde uma parte do PX na corrente conjunta é removida pela linha 220 como uma corrente rica em PX, e uma quarta corrente (corrente depletada de PX) é retirada pela linha 225. Pelo menos uma parte da quarta corrente é suprida pela linha 225 a uma segun-

15 da unidade de isomerização 230. A segunda unidade de isomerização 230 normalmente é um reator carregado com um catalisador de isomerização (por exemplo, zeolita ácida) e operado sob condições de isomerização adequadas, suficientes para converter a quarta corrente em uma quinta corrente com uma concentração de PX maior que a concentração de PX da quarta

20 corrente. A quinta corrente é retirada da segunda unidade de isomerização 230, e pelo menos uma parte dela é suprida à primeira unidade de separação 205 pela linha 235.

Em uma modificação (não-mostrada) do processo da Figura 3, uma parte da segunda corrente na linha 208 pode ser suprida à segunda

25 unidade de separação 230. Além disso, uma parte da primeira corrente na linha 211 e/ou uma parte da terceira corrente na linha 212 pode ser reciclada para uma segunda unidade de separação 207.

Em uma modificação adicional (não-mostrada) do processo da Figura 3, pelo menos uma parte da terceira corrente na linha 212 pode ser

30 suprida para a primeira unidade de separação 205.

Em ainda outra modificação (não-mostrada) do processo da Figura 3, a quinta corrente retirada da segunda unidade de isomerização 230

pela linha 235 é alimentada a um fracionador antes de ser suprida para a primeira unidade de separação 207. O fracionador divide a quinta corrente em uma primeira parte rica em hidrocarbonetos C_7^- , que é retirada para processamento adicional, e uma segunda parte rica em hidrocarbonetos C_8^+ , que é suprida à segunda unidade de separação 207.

Com referência agora à Figura 4, mostra-se um outro processo de produção de xileno conhecido que integra adsorção seletiva e uma unidade de cristalização fracionada em um único circuito de separação e isomerização de para-xileno. Em particular, o processo compreende uma primeira unidade de separação 301, que pode ser uma ou mais colunas de destilação e que recebem uma corrente de alimentação de hidrocarbonetos aromáticos C_8^+ da linha 302 e separam a alimentação em uma corrente de vapor superior e uma corrente líquida inferior. A corrente líquida inferior é composta principalmente por hidrocarbonetos aromáticos C_9^+ e algum orto-xileno (OX) e é removida da primeira unidade de separação 301 pela linha 303 para processamento adicional. A corrente superior é composta principalmente por hidrocarbonetos aromáticos C_8 (tipicamente cerca de 50% de meta xileno (MX), cerca de 20% de PX, cerca de 15% de OX e cerca de 15% de EB) e é removida da primeira unidade de separação 301 pela linha 304 e é enviada para recuperação de PX.

A recuperação de PX no processo mostrado na Figura 4 é efetuada tanto por uma unidade de cristalização fracionada 308, quanto uma unidade de adsorção seletiva 309. Assim, parte do hidrocarboneto aromático C_8 removido da primeira unidade de separação 301 pela linha 304 é alimentada pela linha 306 à unidade de cristalização fracionada 308, onde uma primeira corrente de produto rica em PX é recuperada pela linha 310, e uma corrente de refino depletada de PX é retirada pela linha 311. O restante do hidrocarboneto aromático C_8 removido da primeira unidade de separação 301 pela linha 304 é combinado com uma corrente de refino depletada de PX da unidade de cristalização fracionada 308 e alimentado pela linha 312 à unidade de adsorção seletiva 309, onde uma segunda corrente de produto rica em PX é recuperada pela linha 313, e uma corrente depletada de PX

adicional é retirada pela linha 314. A corrente depletada de PX adicional é alimentada pela linha 314 a uma unidade de isomerização de xileno 315, onde a corrente adicional é convertida em uma corrente isomerizada com uma concentração de PX maior que a da corrente adicional. A corrente isomerizada é removida da unidade de isomerização de xileno 315 pela linha 316 e é alimentada à linha 302 para reciclagem ao divisor 301.

Com referência à Figura 5, mostra-se uma modificação da tecnologia conhecida da Figura 4, em que se usa o presente processo para aumentar a produtividade de PX no circuito de separação e isomerização de para-xileno. Usam-se, portanto, números de referência iguais para ilustrar componentes iguais nas Figuras 4 e 5. Em particular, o processo do Exemplo 5 emprega uma segunda unidade de isomerização de xileno 317, que é usada para tratar a corrente de refinado depletada de PX retirada da unidade de cristalização fracionada 308 pela linha 311. Assim, um problema com o processo conhecido mostrado na Figura 4 é a baixa concentração de PX na corrente de refinado do cristalizador, o que reduz a produtividade da unidade de adsorção seletiva 309, pois, em cada passagem, a unidade 309 só pode recuperar o PX que é alimentado pela linha 312. A finalidade do tratamento na segunda unidade de isomerização de xileno 316 é levar a concentração de PX na corrente de refinado depletada de PX de 10 - 12% até o nível de equilíbrio de 20 - 24%.

No processo mostrado na Figura 5, a corrente efluente da segunda unidade de isomerização de xileno 317, que tem uma concentração de PX maior do que a da corrente de refinado depletada de PX, é retirada pela linha 318 e alimentada à primeira unidade de separação 301. Dessa maneira, o teor de PX global da alimentação para a unidade de adsorção seletiva 309 pode ser aumentado. Entretanto, deve-se notar que parte da ou toda a corrente efluente da segunda unidade de isomerização de xileno 317 poderia ser suprida diretamente à unidade de adsorção seletiva 309, caso necessário, após fracionamento para remover impurezas de hidrocarbonetos C_{9+} e/ou impurezas de hidrocarbonetos C_7- geradas na segunda unidade de isomerização de xileno 317.

Em uma modalidade prática do processo mostrado na Figura 5, a segunda unidade de isomerização de xileno 316 emprega tecnologia de isomerização em fase líquida, pois isso tem as vantagens de: (1) simplicidade e custo, pois, diferentemente das tecnologias de isomerização a alta temperatura, em fase gasosa, mais comuns, a isomerização em fase líquida não requer reciclagem de hidrogênio; e (2) baixa perda de xileno ($< 1,0\%$) devido aos baixos níveis de reações colaterais indesejáveis nas condições de reação mais moderadas.

Como o produto de isomerização líquido contém principalmente xilenos em equilíbrio e baixos níveis de compostos C_9+ , é possível enviar a corrente efluente da segunda unidade de isomerização de xileno 317 diretamente para a primeira unidade de separação 301 na posição de bandeja apropriada para efetuar a separação de compostos C_8 e C_9+ .

Exemplos

Os exemplos de simulação a seguir foram realizados com base nas seguintes considerações:

(a) a(s) unidade(s) de isomerização isomeriza(m) PX, MX, e OX no seu equilíbrio termodinâmico;

(b) a concentração de PX de equilíbrio em xilenos (excluindo EB) é de 25%;

(c) a(s) unidade(s) de isomerização converte(m) todo EB em benzeno, tolueno, xilenos ou outros hidrocarbonetos;

(d) a unidade de recuperação de PX recupera 100% do PX em sua alimentação; e

(e) a primeira unidade de separação é uma coluna de destilação que recupera todos os xilenos na alimentação combinada.

Aqueles versados na técnica devem entender que a(s) unidade(s) de isomerização pode(m) isomerizar PX, MX e OX a menos do que 100% da concentração de equilíbrio termodinâmico em instalações de fabricação reais. Também deve ser entendido por aqueles versados na técnica que a concentração de equilíbrio de PX em xilenos (excluindo EB) normalmente é menor do que 25%. Aqueles versados na técnica também devem

entender que a(s) unidade(s) de isomerização pode(m) converter menos do que 100% de EB em outros hidrocarbonetos. Além disso, aqueles versados na técnica devem entender que a unidade de recuperação de PX pode recuperar menos do que 100% do PX em sua alimentação em instalações de fabricação reais. Entretanto, por razões de simplicidade, consideram-se 100% de equilíbrio de xileno, 100% de conversão de EB, 100% de recuperação de PX e 25% de concentração de equilíbrio de PX nos Exemplos a seguir.

Exemplo Comparativo 1

Conforme mostrado no diagrama esquemático simplificado de um processo convencional para a produção de PX na Figura 1, uma unidade de xilenos em uma matéria-prima aromática C_8+ (pela linha 1) é combinada com uma corrente de reciclagem (pela linha 35) com 3 unidades de xilenos e é dirigida para a unidade de separação 5 (coluna de destilação). A maior parte dos hidrocarbonetos C_9+ são separados da alimentação combinada pela coluna de destilação 5 e retirados pela linha 40 como uma corrente de resíduos para processamento adicional. A corrente superior da coluna de destilação 5 contém a maior parte dos hidrocarbonetos aromáticos C_8 (xilenos e EB) na alimentação e tem quatro unidades de xilenos totais, dos quais 25% (1 unidade) são PX. A corrente superior é retirada pela linha 10 e suprida à unidade de recuperação de PX 15 pela linha 10. A unidade de recuperação de PX usada neste exemplo é uma unidade PAREX™. Uma unidade de PX na corrente superior é removida pela linha 20 como uma corrente rica em PX com uma concentração de PX de cerca de 99,6 a 99,9% em peso de PX com base no peso total da corrente rica em PX. Uma corrente depletada de PX é retirada da unidade de recuperação 15 pela linha 25 e alimentada à unidade de isomerização 30. Neste exemplo, a unidade de isomerização isomeriza MX e OX em PX; e converte EB em principalmente benzeno e outros hidrocarbonetos. A corrente isomerizada com cerca de 3 unidades de xilenos e uma concentração de PX (entre xilenos totais) de cerca de 25% em peso é retirada da unidade de isomerização 30 e reciclada de volta à unidade de separação 5 pela linha 35.

Exemplo 1

Conforme mostrado no diagrama esquemático simplificado de uma modalidade desta exposição (Fig. 2), uma unidade de xilenos em uma matéria-prima aromática C_8+ é combinada com uma corrente de reciclagem que tem 2 unidades de xilenos e é direcionada pela linha 1 para a primeira unidade de separação 105 (coluna de destilação). A maior parte dos hidrocarbonetos C_9+ são separados da alimentação combinada pela coluna de destilação 105 e retirados pela linha 140 como uma corrente de resíduos para processamento adicional. A corrente superior da coluna de destilação 105 contém a maior parte dos hidrocarbonetos aromáticos C_8 (xilenos e EB) na alimentação e tem 3 unidades de xilenos totais, dos quais cerca de 33,3 % são PX. A corrente superior é retirada pela linha 110 e suprida à unidade de recuperação de PX 115, que, neste exemplo, é uma unidade PAREX™. Uma unidade de PX na corrente superior é removida pela linha 120 como uma corrente rica em PX com uma concentração de PX de cerca de 99,6 a 99,9% em peso, com base no peso total da corrente rica em PX. Uma corrente depletada de PX é retirada da unidade 115 pela linha 125 e alimentada à primeira unidade de isomerização 130. Neste exemplo, a primeira unidade de isomerização isomeriza MX e OX em PX; e converte EB em principalmente benzeno e outros hidrocarbonetos. A corrente isomerizada da primeira unidade de isomerização 130 com cerca de 2 unidades de xilenos e uma concentração de PX (entre xilenos totais) de cerca de 25% em peso é retirada da unidade de isomerização 130.

A corrente isomerizada da primeira unidade de isomerização 130 é suprida pela linha 136 à segunda unidade de separação 137 e separada em uma corrente com uma concentração de PX maior do que a da corrente isomerizada da primeira unidade de isomerização 130 e uma corrente com uma concentração de PX menor do que a da corrente isomerizada da primeira unidade de isomerização 130. A corrente com uma concentração de PX menor do que a da corrente isomerizada da primeira unidade de isomerização 130 é retirada da segunda unidade de separação 137 pela linha 138 e suprida à segunda unidade de isomerização 139. A corrente de produto da

segunda unidade de isomerização 139 é retirada pela linha 142 e combinada com a corrente com uma concentração de PX maior do que a da corrente isomerizada da primeira unidade de isomerização 130 para formar um produto combinado retirado pela linha 135. A segunda unidade de isomerização 139 e a segunda unidade de separação 137 são operadas de modo que o produto combinado (na linha 135) tenha uma concentração de PX de cerca de 37% entre xilenos totais. O produto combinado é reciclado de volta à unidade de separação 105 pela linha 135.

Observa-se que a razão da corrente de reciclagem (produto combinado pela linha 135) para a corrente de alimentação (pela linha 101) no Exemplo 1 é de 2:1, abaixo da razão de reciclagem de 3:1 no Exemplo Comparativo 1, o que desafoga o circuito de xileno existente.

Exemplo 2

Conforme mostrado no diagrama esquemático simplificado de uma modalidade desta exposição (Fig. 3), uma unidade de xilenos em uma matéria-prima aromática C_8+ alimentada pela linha 201 é combinada com uma corrente de reciclagem com 2 unidades de xilenos alimentadas pela linha 235 e é dirigida para a primeira unidade de separação 205 (coluna de destilação). A maior parte dos hidrocarbonetos C_9+ na alimentação são separados na coluna de destilação 205 e retirados pela linha 240 como uma corrente de resíduos para processamento adicional. A corrente superior da coluna de destilação contém a maior parte dos hidrocarbonetos aromáticos C_8 (xilenos e EB) na alimentação e tem 3 unidades de xilenos totais. A corrente superior é retirada da coluna de destilação pela linha 206 e suprida à segunda unidade de separação 207, onde a corrente superior é separada em uma corrente com uma concentração de PX maior do que a da corrente superior na linha 211 e uma corrente com uma concentração de PX menor que a da corrente superior na linha 208. A corrente de menor concentração de PX na linha 208 é suprida à primeira unidade de isomerização 209 e é isomerizada para produzir uma corrente efluente que é combinada com uma corrente de maior concentração de PX na linha 211. A primeira unidade de isomerização 209 e a segunda unidade de separação 207 são operadas de

modo que o produto combinado (na linha 210) tenha uma concentração de PX de cerca de 33,3% com base nos xilenos totais.

O produto combinado na linha 210 é suprido à unidade de recuperação de PX 215, que, neste exemplo, é uma unidade PAREX™. Uma unidade do PX na corrente superior é removida pela linha 220 como uma corrente rica em PX, que tem uma concentração de PX de cerca de 99,6 a 99,9% em peso de PX com base no peso total da corrente rica em PX. Uma corrente depletada de PX é retirada da unidade de recuperação de PX 215 pela linha 225 e entra na segunda unidade de isomerização 230. Neste exemplo, a segunda unidade de isomerização isomeriza MX e OX em PX; e converte EB em principalmente benzeno e outros hidrocarbonetos. A corrente isomerizada da segunda unidade de isomerização 230 tem cerca de 2 unidades de xilenos e uma concentração de PX (entre xilenos totais) de cerca de 25% em peso e é reciclada de volta à unidade de separação 205 pela linha 135.

Mais uma vez, observa-se que a razão da corrente de reciclagem (pela linha 235) para a corrente de alimentação (pela linha 201) no Exemplo 1 é de 2:1, abaixo da razão de reciclagem de 3:1 no Exemplo Comparativo 1, o que desafoga o circuito de xileno existente.

Os arranjos nos Exemplos 1 e 2 reduzem a razão de reciclagem/alimentação para 2. Considerando-se uma capacidade original de 4 unidades de xilenos no circuito de xileno e considerando-se que essa capacidade é totalmente utilizada, 1,33 unidades de alimentação e 2,66 unidades de reciclagem satisfazem a razão de reciclagem para alimentação de 2 e atendem completamente a capacidade original de 4 unidades de alimentação para a unidade de recuperação de PX. Um total de 1,33 unidades de PX é recuperado da unidade de recuperação de PX em comparação com uma (1) unidade de alimentação na instalação de PX convencional, conforme mostrado no Exemplo Comparativo, demonstrando, dessa forma, um aumento de 33% na capacidade de produção de PX (1,33 de 1,0).

Exemplo Comparativo 2

Na simulação do processo conhecido mostrado na Figura 4,

considera-se que 1,2 unidades de xilenos em uma matéria-prima aromática C_8+ alimentada pela linha 302 são combinadas com uma alimentação de corrente de reciclagem que tenha 4,3 unidades de xilenos alimentada pela linha 316, para fornecer uma alimentação de xilenos totais para a primeira

5 unidade de separação 301 de 5,5 unidades, das quais 2,4 unidades da corrente superior são enviadas à unidade de adsorção seletiva 309, e 3,1 unidades são enviadas à unidade de cristalização fracionada 308 pela linha 306. A unidade de cristalização fracionada 308 separa 0,4 unidades de PX de alta pureza ($> 99,5\%$) do líquido condensado na linha 306, deixando 2,7

10 unidades de refinado depletado de PX, que contém 10 - 12% de PX e principalmente outros isômeros de xileno.

As 2,7 unidades do refinado depletado de Px da unidade de cristalização fracionada 308 são combinadas com as 2,4 unidades restantes de líquido condensado do condensador 305, para fornecer uma alimentação

15 total de 5,1 unidades à unidade de adsorção seletiva 309. Como o refinado depletado de PX tem apenas 10 - 12% de PX, a mistura, que é enviada para a unidade de adsorção seletiva 309, tem tipicamente uma concentração de PX de cerca de 15 - 18%. A unidade de adsorção seletiva 309 neste exemplo é uma unidade PAREX e produz 0,8 unidades de PX de alta pureza ($>$

20 $99,5\%$) e 4,3 unidades de corrente de refinado depletado de PX adicional. A corrente de refinado depletado de PX adicional é suprida à unidade de isomerização de xileno 315, que gera 4,3 unidades de xilenos a 24 - 25% de concentração de PX, que é reciclado de volta para o divisor 301.

Exemplo 3

25 Na simulação do processo mostrado na Figura 5, a alimentação de xilenos totais para a primeira unidade de separação 301 permanece em 5,5 unidades, mas é composto por 1,4 unidades de xilenos na matéria-prima aromática C_8+ alimentada pela linha 302 e 4,1 unidades de xilenos na corrente de reciclagem alimentada pela linha 316. A corrente superior da primeira

30 unidade de separação 301 mais uma vez compreende 5,5 unidades de xilenos. Como no caso do Exemplo Comparativo 2, 3,1 unidades da corrente superior são enviadas à unidade de cristalização fracionada 308, onde 0,4

unidades de PX de alta pureza (> 99.5%) são recuperadas, deixando 2,7 unidades de refinado depletado de PX. Entretanto, no Exemplo 3, o refinado depletado de PX é alimentado ao reator de isomerização em fase líquida 317, que aumenta a concentração de PX do refinado a cerca de 23% em peso. As 2,7 unidades resultantes de refinado isomerizado são recicladas para uma primeira unidade de separação 301. A corrente superior na linha 304 tem, portanto, um total de 8,2 unidades (5,5 unidades + 2,7 unidades), das quais 5,1 unidades são supridas pela linha 312 para a unidade PAREX 309, mas, neste caso, a concentração de PX da alimentação para a unidade PAREX é de 20 - 24% em peso (em comparação com 15 - 18% em peso do Exemplo Comparativo 2), o que permite efetivamente um aumento de produtividade do PAREX de 25%, de 0,8 unidades para 1,0 unidade de PX. Como resultado, a corrente de refinado do PAREX na linha 314 é reduzida de 4,3 unidades para 4,1 unidades, economizando energia quando a quantidade de reciclagem é reduzida. A alimentação fresca foi aumentada de 1,2 unidades para 1,4 unidades, para atender à nova capacidade. Entretanto, as quantidades totais de moléculas que vão para a primeira unidade de separação 301 (5,5 unidades), o cristalizador (3,1 unidades) e a unidade PAREX (5,1 unidades) permaneceram todas inalteradas. Assim, a tecnologia proposta desafoga todo o circuito, com uma quantidade mínima de equipamento novo.

Embora a presente invenção tenha sido descrita e ilustrada com referência a modalidades particulares, aqueles versados na técnica perceberão que a invenção se presta a variações não necessariamente ilustradas aqui. Por essa razão, então, deve-se fazer referência apenas às reivindicações anexas para fins de terminar o verdadeiro âmbito da presente invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a produção de um produto rico em PX, o processo compreendendo:

5 (a) a separação de uma matéria-prima contendo hidrocarbonetos C_8 para produzir uma corrente rica em hidrocarbonetos C_8 ;

(b) a separação de pelo menos uma primeira parte da corrente rica em hidrocarbonetos C_8 para produzir uma primeira corrente rica em PX e uma primeira corrente depletada de PX;

10 (c) a isomerização de pelo menos uma parte da primeira corrente depletada de PX para produzir uma primeira corrente isomerizada com uma concentração de PX maior que a da primeira corrente depletada de PX;

(d) a separação de uma segunda parte da corrente rica em hidrocarbonetos C_8 e/ou pelo menos uma parte da primeira corrente isomerizada para produzir uma segunda corrente rica em PX e uma segunda corrente depletada de PX;

(e) a isomerização de pelo menos uma parte da segunda corrente depletada de PX para produzir uma segunda corrente isomerizada com uma concentração de PX maior que a da segunda corrente depletada de PX;

20 (f) a recuperação de pelo menos uma parte de pelo menos uma das primeira e segunda correntes ricas em PX como produto rico em PX; e

(g) o suprimento de pelo menos uma parte de pelo menos uma das primeira corrente isomerizada, segunda corrente isomerizada, primeira corrente rica em PX e segunda corrente rica em PX para a separação (a).

25 2. Processo para a produção de uma corrente rica em PX, compreendendo as etapas de:

(a) separação de uma matéria-prima contendo hidrocarbonetos C_8 para produzir uma corrente rica em hidrocarbonetos C_8 ;

30 (b) separação de pelo menos uma parte da dita corrente rica em hidrocarbonetos C_8 para produzir a dita corrente rica em PX e uma primeira corrente;

(c) isomerização de pelo menos uma parte da dita primeira corrente para produzir uma segunda corrente com uma concentração de PX

maior do que a da dita primeira corrente;

(d) separação de pelo menos uma parte da dita segunda corrente para produzir uma terceira corrente e uma quarta corrente, a dita terceira corrente com uma concentração de PX maior do que a da dita segunda corrente e a dita quarta corrente com uma concentração de PX menor que a da dita segunda corrente;

(e) isomerização de pelo menos uma parte da dita quarta corrente em outra etapa de isomerização separada da dita etapa de isomerização (c), para produzir uma quinta corrente com uma concentração de PX maior do que a da dita quarta corrente; e

(f) fornecimento de pelo menos uma parte da dita terceira corrente e/ou pelo menos uma parte da dita quinta corrente para a dita etapa de separação (a).

3. Processo, de acordo com a reivindicação 2, compreendendo adicionalmente a reciclagem de pelo menos uma parte da dita quinta corrente e/ou pelo menos uma parte da dita terceira corrente para a etapa (d).

4. Processo, de acordo com a reivindicação 2 ou 3, compreendendo adicionalmente a reciclagem de pelo menos uma parte da dita quarta corrente para a etapa (c).

5. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 2 a 4, compreendendo adicionalmente o fracionamento da dita segunda corrente para produzir uma primeira parte rica em hidrocarbonetos C_7^- e uma segunda parte rica em hidrocarbonetos C_8^+ , a dita segunda parte sendo suprida à dita separação (d).

6. Processo para a produção de uma corrente rica em PX, compreendendo as etapas de:

(a) separação de uma matéria-prima contendo hidrocarbonetos C_8 para produzir uma corrente rica em hidrocarbonetos C_8 ;

(b) separação de pelo menos uma parte da dita corrente rica em hidrocarbonetos C_8 para produzir uma primeira corrente e uma segunda corrente, a dita primeira corrente com uma concentração de PX maior do que a da dita corrente rica em hidrocarbonetos C_8 , e a dita segunda corrente com

uma concentração de PX menor que a da dita corrente rica em hidrocarbonetos C_8 ;

(c) isomerização de pelo menos uma parte da dita segunda corrente para produzir uma terceira corrente com uma concentração de PX maior do que a da dita segunda corrente;

(d) separação de pelo menos uma parte da dita primeira corrente e/ou pelo menos uma parte da dita terceira corrente para produzir a dita corrente rica em PX e uma quarta corrente;

(e) isomerização de pelo menos uma parte da dita quarta corrente para produzir uma quinta corrente com uma concentração de PX maior do que a da dita quarta corrente; e

(f) fornecimento de pelo menos uma parte da dita quinta corrente para a dita etapa de separação (a).

7. Processo, de acordo com a reivindicação 6, compreendendo adicionalmente a reciclagem de pelo menos uma parte da dita segunda corrente para a etapa (e).

8. Processo, de acordo com a reivindicação 6 ou 7, compreendendo adicionalmente a reciclagem de pelo menos uma parte da dita primeira corrente e/ou pelo menos uma parte da dita terceira corrente para a etapa (b).

9. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 6 a 8, compreendendo adicionalmente a reciclagem de pelo menos uma parte da terceira corrente para a etapa (a).

10. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 6 a 9, compreendendo adicionalmente o fracionamento da dita quinta corrente para produzir uma primeira parte rica em hidrocarbonetos C_7 - e uma segunda parte rica em hidrocarbonetos C_8 +, a dita segunda parte sendo suprida à dita separação (a).

11. Processo para a produção de um produto rico em PX, o processo compreendendo:

(a) a separação de uma matéria-prima contendo hidrocarbonetos C_8 para produzir uma corrente rica em hidrocarbonetos C_8 ;

(b) a separação de uma primeira parte da corrente rica em hidrocarbonetos C₈ para produzir uma primeira corrente rica em PX e uma primeira corrente;

5 (c) a isomerização de pelo menos uma parte da primeira corrente para produzir uma segunda corrente com uma concentração de PX maior que a da primeira corrente;

(d) a separação de uma segunda parte da corrente rica em hidrocarbonetos C₈ para produzir uma segunda corrente rica em PX e uma terceira corrente;

10 (e) a isomerização de pelo menos uma parte da terceira corrente para produzir uma quarta corrente com uma concentração de PX maior do que a da terceira corrente;

(f) a recuperação de pelo menos uma parte da pelo menos uma das primeira e segunda correntes ricas em PX como produto rico em PX; e

15 (g) o fornecimento de pelo menos uma parte da segunda corrente e pelo menos uma parte da quarta corrente para a separação (a).

12. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, em que a matéria-prima contém pelo menos hidrocarbonetos C₈+, e a separação (a) produz a corrente rica em hidrocarbonetos C₈ e uma
20 corrente rica em hidrocarbonetos C₉+

13. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, em que a ou cada corrente rica em PX compreende pelo menos 50% em peso de PX, de preferência pelo menos 90% em peso de PX.

25 14. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, em que a dita separação (a) compreende a destilação da dita matéria-prima.

30 15. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, em que a dita separação (b) compreende pelo menos uma de adsorção seletiva, cristalização seletiva, extração seletiva e separação seletiva por membrana.

16. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, em que a dita separação (d) compreende pelo menos uma de

adsorção seletiva, cristalização seletiva, extração seletiva e separação seletiva por membrana.

17. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, em que a dita isomerização (c) é realizada em uma unidade de isomerização contendo um catalisador operado sob condições de isomerização suficientes para isomerizar MX e/ou OX em PX e/ou para converter EB em benzeno e/ou xilenos.

18. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, em que a dita isomerização (e) é realizada em uma unidade de isomerização contendo um catalisador operado sob condições de isomerização suficientes para isomerizar MX e/ou OX em PX e/ou para converter EB em benzeno e/ou xilenos.

19. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, em que pelo menos uma das dita isomerização (c) e dita isomerização (e) é efetuada pelo menos parcialmente na fase líquida.

Fig. 1
(Técnica anterior)

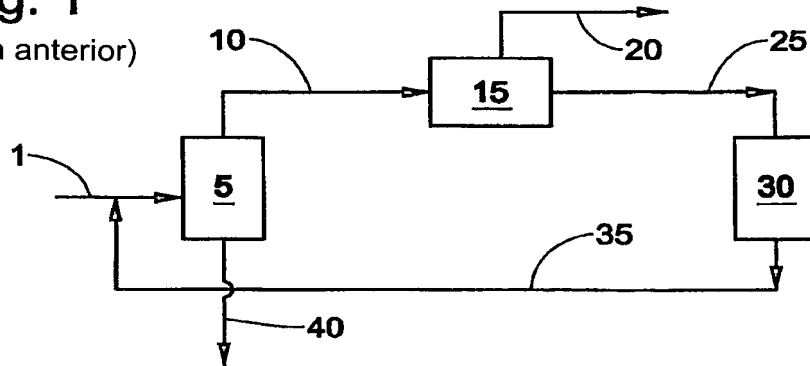


Fig. 2

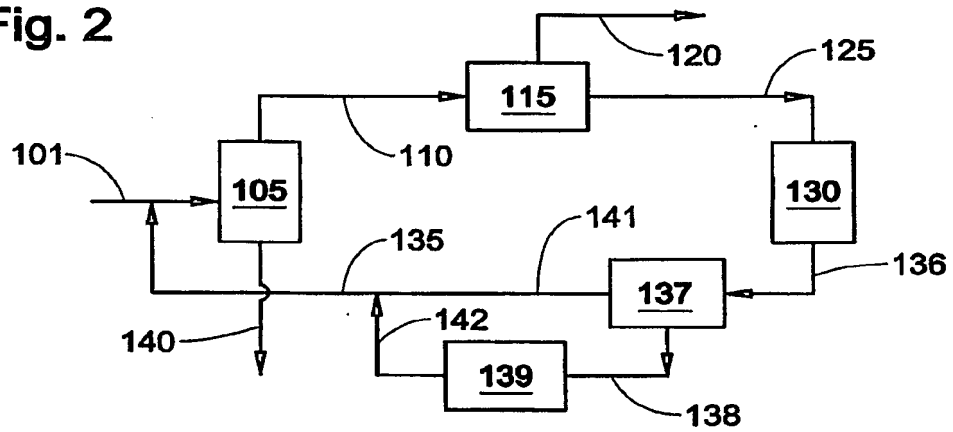


Fig. 3

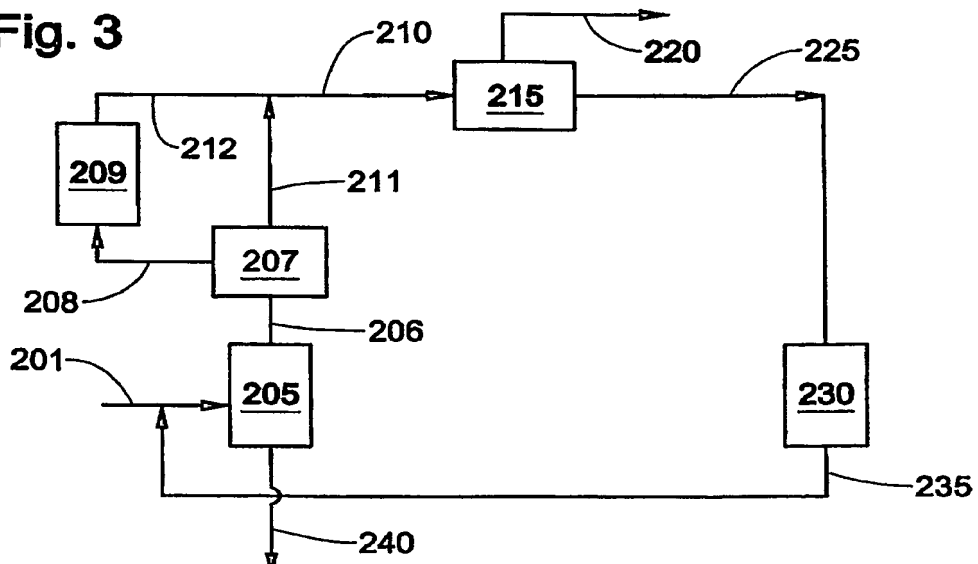


Fig. 4

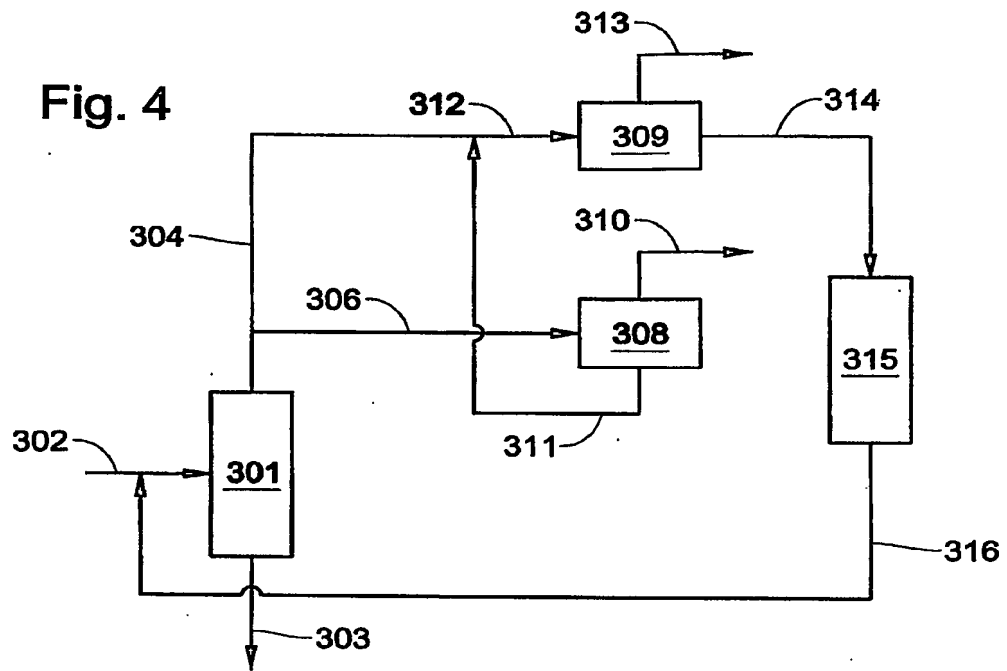
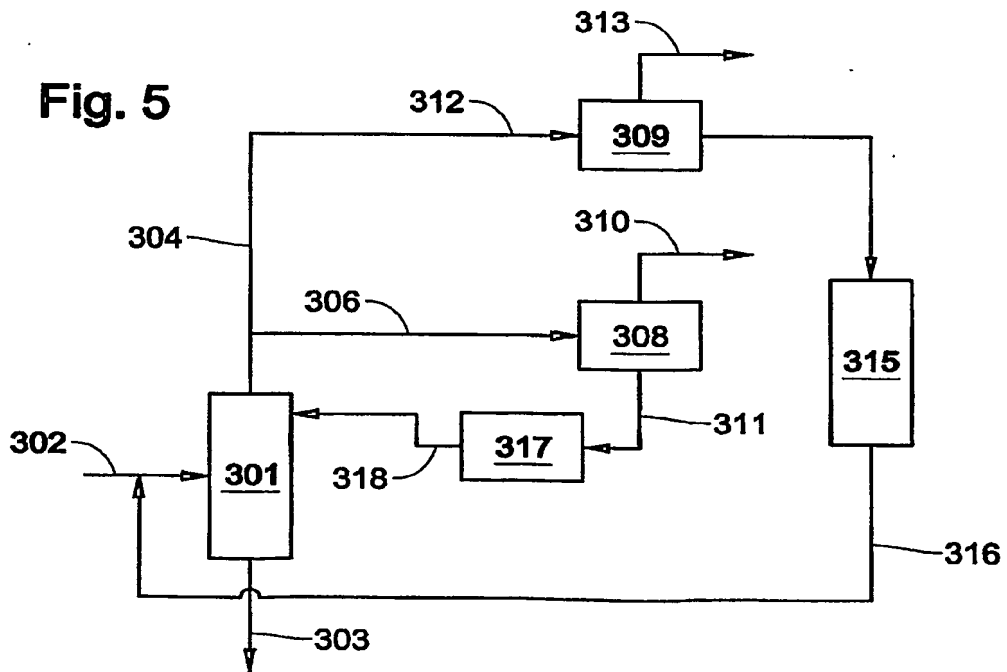


Fig. 5



RESUMO

Patente de Invenção: "**PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE PARA-XILENO**".

Um processo para a produção de um produto rico em PX compreende: (a) a separação de uma matéria-prima contendo hidrocarbonetos C_8 para produzir uma corrente rica em hidrocarbonetos C_8 ; (b) a separação de pelo menos uma primeira parte da corrente rica em hidrocarbonetos C_8 para produzir uma primeira corrente rica em PX e uma primeira corrente depletada de PX; (c) a isomerização de pelo menos uma parte da primeira corrente depletada de PX para produzir uma primeira corrente isomerizada com uma concentração de PX maior que a da primeira corrente depletada de PX; (d) a separação de uma segunda parte da corrente rica em hidrocarbonetos C_8 e/ou pelo menos uma parte da primeira corrente isomerizada para produzir uma segunda corrente rica em PX e uma segunda corrente depletada de PX; (e) a isomerização de pelo menos uma parte da segunda corrente depletada de PX para produzir uma segunda corrente isomerizada com uma concentração de PX maior que a da segunda corrente depletada de PX; (f) a recuperação de pelo menos uma parte de pelo menos uma das primeira e segunda correntes ricas em PX como produto rico em PX; e (g) o suprimento de pelo menos uma parte de pelo menos uma das primeira corrente isomerizada, segunda corrente isomerizada, primeira corrente rica em PX e segunda corrente rica em PX para a separação (a).

Fig. 1
(Técnica anterior)

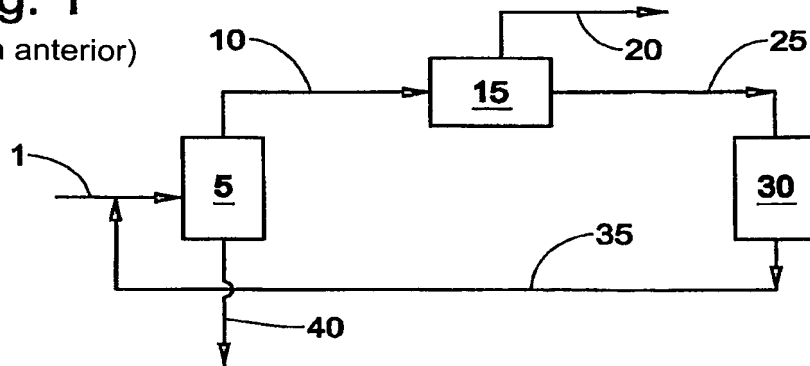


Fig. 2

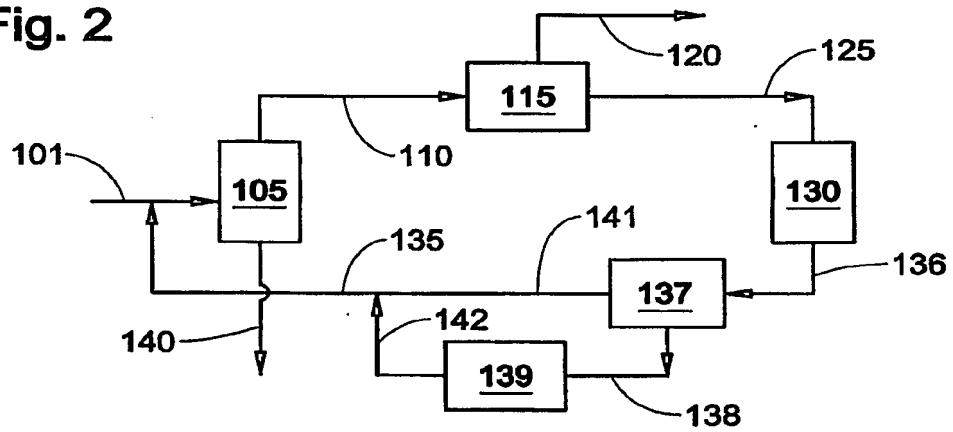


Fig. 3

