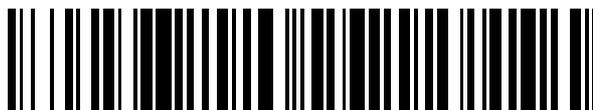


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 462 166**

51 Int. Cl.:

C08F 10/00 (2006.01)

C08F 2/14 (2006.01)

B01J 19/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2011 E 11194305 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.03.2014 EP 2607385**

54 Título: **Reactor de bucle que proporciona un avanzado control de la división de la producción**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.05.2014

73 Titular/es:

**BOREALIS AG (100.0%)
IZD Tower Wagramerstrasse 17-19
1220 Vienna, AT**

72 Inventor/es:

**LESKINEN, PAULI;
HAKOLA, SAMELI;
ALASTALO, KAUNO y
NYFORS, KLAUS**

74 Agente/Representante:

MIR PLAJA, Mireia

ES 2 462 166 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Reactor de bucle que proporciona un avanzado control de la división de la producción

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un nuevo método para producir polímero olefínico en un reactor de bucle y/o en un sistema de reactores que comprende un reactor de bucle y a un nuevo sistema de reactores que comprende un reactor de bucle.

10 **[0002]** El reactor de bucle fue desarrollado en la década de los años 1950 y está siendo en la actualidad extensamente usado para la producción de polipropileno y otros polímeros olefínicos. En un reactor de bucle se polimerizan olefinas tales como etileno y/o propileno en presencia de un diluyente hidrocarbúrico en fase de lechada a elevada presión y temperatura. La lechada polimérica es entonces extraída del reactor de bucle y en el caso de un proceso de polimerización en cascada es conducida al siguiente recipiente de reacción tal como un reactor de fase gaseosa. Se han propuesto en la técnica varios enfoques para la continua extracción de lechada polimérica de tal reactor de bucle. En este contexto, es bien sabido que la situación de la salida en el reactor de bucle es decisiva para la cantidad de polímero que se encuentra en la lechada extraída. Por ejemplo, la EP 1415999 A1 da a conocer un proceso en el que la lechada es continuamente extraída del reactor de bucle y luego concentrada en un hidrociclón. El diluyente es dirigido de nuevo al interior del reactor de bucle. También la EP 891990 A2 da a conocer una continua extracción de lechada de un reactor de bucle, en donde la lechada es extraída en un punto en el que la concentración de sólidos es más alta que la concentración media de sólidos dentro del reactor.

20 **[0003]** Sin embargo, mientras que en muchos casos se prefiere situar dicha salida de forma tal que la lechada extraída tenga una concentración de polímero más alta que la concentración media de polímero en la lechada dentro del reactor, hay que señalar que tal extracción de lechada polimérica puede ser desventajosa en algunos casos. Por ejemplo, durante la fase de puesta en marcha es difícil y consume gran cantidad de tiempo incrementar la concentración de polímero dentro de la lechada del reactor hasta el nivel deseado si la lechada extraída tiene una concentración de sólidos más alta que la de la lechada que está dentro del reactor. Además, cuando el reactor de bucle es una parte de una cascada de reactores, la productividad del catalizador dentro del reactor de bucle puede verse menoscabada sino es lo suficientemente prolongado el tiempo de permanencia del polímero olefínico. Además de ello, cuando se requiere un preciso control de la división entre reactores, esto se logra convenientemente cuando se mantiene a un nivel constante la concentración de polímero en la lechada que está dentro del reactor de bucle.

25 **[0004]** En vista de lo expuesto anteriormente, sigue siendo de interés para el experto en la materia mejorar el proceso de polimerización de olefinas. Sería especialmente deseable permitir el fácil y efectivo ajuste del contenido de polímero en la lechada polimérica durante la fase de comienzo de un proceso de polimerización y la siguiente reacción de polimerización y el efectivo control del tiempo de permanencia de un polímero olefínico en el reactor de bucle.

30 **[0005]** El descubrimiento de la presente invención es el de que el reactor de bucle debe comprender una combinación de dos salidas, es decir, una primera y una segunda salida, y, además, el de que la primera salida debe estar situada de forma tal que sea extraída una lechada polimérica que tenga una concentración de polímero que sea la misma como o más alta que la concentración media de polímero en el reactor de bucle, y la segunda salida debe estar situada de forma tal que sea extraída una lechada polimérica que tenga una concentración de polímero que sea más baja que la concentración media de polímero en el reactor de bucle.

35 **[0006]** En consecuencia, la presente invención está dirigida en un primer aspecto a un método para preparar polímero olefínico en al menos un reactor de bucle, comprendiendo dicho reactor de bucle
 (a) al menos un segmento horizontal inferior y/o al menos una curva inferior,
 (b) al menos un segmento horizontal superior y/o al menos una curva superior, y
 (c) al menos dos segmentos verticales,
 40 conectados en comunicación operativa, comprendiendo dicho reactor de bucle además
 (d) una primera salida para extraer una 1ª lechada polimérica del reactor de bucle, comprendiendo dicha 1ª lechada polimérica polímero olefínico y fase fluida; estando dicha primera salida situada de forma tal que la 1ª lechada polimérica extraída tiene una concentración de polímero que es la misma como o más alta que la concentración media de polímero en el reactor de bucle, y
 (e) una segunda salida para extraer una 2ª lechada polimérica del reactor de bucle, comprendiendo dicha 2ª lechada polimérica polímero olefínico y fase fluida; estando dicha segunda salida situada de forma tal que la 2ª lechada polimérica extraída tiene una concentración de polímero que es más baja que la concentración media de polímero en el reactor de bucle,
 45 comprendiendo el método los pasos de
 (I) aportar monómeros olefínicos, un sistema catalítico y opcionalmente comonómeros olefínicos al reactor de bucle para formar una lechada polimérica en el reactor de bucle,
 (II) controlar
 50 (II1) la cantidad total de polímero extraído del reactor de bucle

- y/o
 (II2) la cantidad total de lechada polimérica extraída del reactor de bucle
 y/o
 (II3) la concentración de polímero dentro de la lechada polimérica total extraída del reactor de bucle
 5 ajustando la relación de la 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida y la 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida, y
 (III) opcionalmente transferir la lechada polimérica total extraída a un segundo reactor, es decir, a un reactor de fase gaseosa.
- 10 **[0007]** El método es en particular realizable en un reactor de bucle que comprende
 (a) al menos un segmento horizontal inferior y/o al menos una curva inferior,
 (b) al menos un segmento horizontal superior y/o al menos una curva superior, y
 (c) al menos dos segmentos verticales,
 conectados en comunicación operativa,
 15 comprendiendo dicho reactor de bucle además una primera salida y una segunda salida adecuadas para extraer lechada polimérica, en donde
 la primera salida está situada en la periferia exterior del segmento horizontal inferior o de la curva inferior del reactor de bucle y la segunda salida está situada en
 (I) la periferia interior del segmento horizontal inferior del reactor de bucle o la periferia interior de la curva inferior del
 20 reactor de bucle,
 y/o
 (II) la periferia interior del segmento horizontal superior del reactor de bucle o la periferia interior de la curva superior del reactor de bucle.
- 25 **[0008]** En consecuencia, en una realización el método es llevado a cabo en al menos un reactor de bucle, comprendiendo dicho reactor de bucle
 (a) un segmento horizontal inferior
 (b) dos curvas inferiores,
 (c) un segmento horizontal superior,
 30 (d) dos curvas superiores, y
 (e) dos segmentos verticales,
 conectados en comunicación operativa, en donde las dos curvas inferiores unen el segmento horizontal inferior con los dos segmentos verticales y las dos curvas superiores unen el segmento horizontal superior con los dos segmentos
 35 verticales,
 dicho reactor de bucle comprende además una primera salida y una segunda salida adecuadas para extraer lechada polimérica, en donde
 la primera salida está situada en la periferia exterior del segmento horizontal inferior o está situada en la periferia exterior de una de las dos curvas inferiores del reactor de bucle, y preferiblemente la primera salida está situada en la periferia exterior del segmento horizontal inferior, y la segunda salida está situada en
 40 (I) la periferia interior del segmento horizontal inferior del reactor de bucle o la periferia interior de una de las dos curvas inferiores del reactor de bucle, y preferiblemente la periferia interior de una de las dos curvas inferiores del reactor de bucle,
 y/o
 (II) la periferia interior del segmento horizontal superior del reactor de bucle o la periferia interior de una de las dos
 45 curvas superiores del reactor de bucle.
- [0009]** Con especial preferencia, la segunda salida está situada en la periferia interior de una de las dos curvas inferiores del reactor de bucle.
- 50 **[0010]** En otra realización el método es llevado a cabo en al menos un reactor de bucle, en donde dicho reactor de bucle no tiene segmentos horizontales. En consecuencia, dicho reactor de bucle, es decir, el reactor de bucle sin segmentos horizontales, comprende
 (a) una curva inferior,
 (b) una curva superior, y
 55 (c) dos segmentos verticales,
 conectados en comunicación operativa, en donde la curva inferior y la curva superior unen a los dos segmentos verticales,
 dicho reactor de bucle comprende además una primera salida y una segunda salida adecuadas para extraer lechada polimérica, en donde
 60 la primera salida está situada en la periferia exterior de la curva inferior del reactor de bucle, y la segunda salida está situada en
 (I) la periferia interior de la curva inferior del reactor de bucle,
 y/o
 (II) la periferia interior de la curva superior del reactor de bucle.

[0011] Con especial preferencia, la segunda salida está situada en la periferia interior de la curva inferior del reactor de bucle.

5 **[0012]** En consecuencia, la presente invención está dirigida en un segundo aspecto a un sistema de reactores de polimerización que comprende una pluralidad de recipientes reactores de polimerización para preparar polímeros olefínicos, comprendiendo dicho sistema de reactores de polimerización en cascada al menos un reactor de bucle y al menos un adicional reactor que es preferiblemente un reactor de fase gaseosa, en donde
 10 dicho reactor de bucle comprende
 (a) al menos un segmento horizontal inferior y/o al menos una curva inferior,
 (b) al menos un segmento horizontal superior y/o al menos una curva superior, y
 (c) al menos dos segmentos verticales,
 conectados en comunicación operativa,
 15 dicho reactor de bucle comprende además una primera salida y una segunda salida adecuadas para extraer lechada polimérica,
 dicha primera salida y dicha segunda salida están conectadas con el segundo reactor por medio de una tubería,
 en donde además
 la primera salida está situada en la periferia exterior del segmento horizontal inferior o bien está situada en la periferia exterior de la curva inferior del reactor de bucle, y
 20 la segunda salida está situada en
 (I) la periferia interior del segmento horizontal inferior del reactor de bucle o la periferia interior de la curva inferior del reactor de bucle,
 y/o
 (II) la periferia interior del segmento horizontal superior del reactor de bucle o la periferia interior de la curva superior del
 25 reactor de bucle.

[0013] En realizaciones preferidas del sistema de reactores de polimerización se usa un reactor de bucle como se ha definido anteriormente cuando se ha expuesto el presente método y como se define más en detalle a continuación.

30 **[0014]** Se ha descubierto sorprendentemente que un método de este tipo y un sistema de reactores de polimerización de este tipo le permiten al experto en la materia ajustar muy fácilmente y a bastante corto plazo la concentración de polímero en la lechada polimérica durante la fase de comienzo de un proceso de polimerización, y le permiten asimismo efectuar un seguimiento de la reacción de polimerización y controlar el tiempo de permanencia de un polímero olefínico en el reactor de bucle. Así, el presente método, así como el presente sistema de reactores de polimerización, permiten
 35 incrementar la productividad total de un proceso de polimerización en un reactor de bucle.

[0015] Cuando a continuación se hace referencia a realizaciones preferidas o a detalles técnicos preferidos del reactor de bucle inventivo, debe entenderse que estas realizaciones preferidas o estos detalles técnicos preferidos también se refieren al sistema de reactores de polimerización inventivo y al método inventivo para preparar polímeros olefínicos en un reactor de bucle, así como al uso inventivo de la segunda salida en un reactor de bucle para la preparación de un polímero olefínico y al uso inventivo de la combinación de la primera salida y la segunda salida en un reactor de bucle para controlar el tiempo medio de permanencia de un polímero olefínico en un reactor de bucle como el aquí definido y viceversa (en la medida en que ello sea aplicable). Si por ejemplo se establece que la concentración media de polímero dentro del reactor de bucle inventivo es de entre un 15% en peso y un 55% en peso, también es de entre un 15% en peso y un 55% en peso la concentración media de polímero que se da en el sistema de reactores de polimerización inventivo, en el método inventivo y en el polímero olefínico obtenible mediante dicho método, así como en los usos inventivos.

50 **[0016]** Se describe ahora más en detalle la presente invención:

[0017] El vocablo “monómero”, en contraste con el vocablo “comonómero”, indica que el “monómero” representa la unidad constitucional en la cadena de polímero final. Normalmente el monómero constituye al menos un 50% en peso del polímero, más preferiblemente al menos un 60% en peso, con especial preferencia al menos un 80% en peso y en particular al menos un 90% en peso, mientras que los comonómeros constituyen la parte restante del polímero.

55 **[0018]** Una lechada comprende una fase sólida y una fase fluida. La fase fluida según esta invención puede ser un líquido o un líquido supercrítico. Dicha fase fluida contiene el diluyente y los reactivos, es decir, el monómero, los eventuales comonómeros e hidrógeno. La expresión “lechada polimérica” indicará que el polímero es la parte principal de la fase sólida, si bien puede contener otras partículas sólidas tales como el catalizador.

60 **[0019]** El vocablo “diluyente” cubre preferiblemente los monómeros líquidos que se usan para la polimerización, tales como propileno o hidrocarburos líquidos de C₃ a C₁₀, tales como propano, n-butano, isobutano, pentano o hexano. En una realización preferida el diluyente es propano y/o propileno, siendo éste último especialmente preferido en caso de que el polímero producido sea un polipropileno.

[0020] La "1ª lechada polimérica" es la lechada polimérica extraída por la primera salida.

[0021] La "2ª lechada polimérica" es la lechada polimérica extraída por la segunda salida.

[0022] La "lechada polimérica total" o "lechada polimérica total extraída", en contraste con la lechada polimérica (total) en el reactor de bucle, es la lechada obtenida combinando la 1ª lechada y la fase fluida de la segunda salida, es decir, el diluyente o la 2ª lechada polimérica.

[0023] La presente invención es aplicable a toda homopolimerización o copolimerización de olefinas realizada en un reactor de bucle y opcionalmente en al menos un reactor subsiguiente tal como un reactor de fase gaseosa utilizando un diluyente para así preparar una lechada polimérica que comprenda polímero olefínico y dicho diluyente. Por ejemplo, en el presente reactor de bucle puede homopolimerizarse o copolimerizarse propileno con al menos un etileno y/o una alfa-olefina de C₄ a C₂₀, o bien puede homopolimerizarse o copolimerizarse etileno con al menos una alfa-olefina de C₃ a C₂₀. La polimerización preferiblemente tiene lugar en un diluyente hidrocarbúrico inerte.

[0024] En consecuencia, la presente invención está en particular dirigida a la homopolimerización o copolimerización de propileno o etileno. En una realización la presente invención está dirigida a un método para producir un copolímero heterofásico de propileno en el cual al menos parte de la matriz o bien la matriz total del copolímero heterofásico de propileno es producida en el reactor de bucle, mientras que la fase elastomérica es producida en un reactor situado corriente abajo con respecto al reactor de bucle. En una realización la presente invención está dirigida a un método para producir un copolímero heterofásico de propileno en el cual en el reactor de bucle se produce la matriz de polipropileno y en el subsiguiente segundo reactor, tal como un reactor de fase gaseosa, se polimeriza la fase elastomérica en presencia de la matriz. En otra realización preferida el método está dirigido a la preparación de un copolímero heterofásico de propileno en la cual en el reactor de bucle se produce la primera parte de la matriz y en el segundo reactor, o sea preferiblemente en un reactor de fase gaseosa, se polimeriza la segunda parte de la matriz. A continuación la matriz así obtenida es transferida a uno o varios reactores (de fase gaseosa), y preferiblemente a dos reactores conectados en serie, en los cuales es polimerizada la fase elastomérica del sistema heterofásico. El presente método naturalmente también cubre la preparación de un homopolímero o copolímero de propileno (semi)cristalino producido en el reactor de bucle y en uno o varios reactores subsiguientes, y preferiblemente en un reactor, tal como un reactor de fase gaseosa, situado corriente abajo con respecto al reactor de bucle.

[0025] La temperatura en el reactor de bucle es típicamente de 50°C a 110°C, preferiblemente de 60°C a 100°C, y con la máxima preferencia de 65°C a 95°C. Si se homopolimeriza etileno o propileno en el reactor de bucle, a veces se prefiere hacer que el reactor de bucle opere en condiciones conocidas como "supercríticas", donde la temperatura de trabajo sobrepasa la temperatura crítica de la mezcla de reacción y la presión de trabajo sobrepasa la presión crítica de la mezcla de reacción. En tales condiciones, la temperatura de trabajo es preferiblemente de más de 90°C, y con la máxima preferencia, de más de 93°C. En el sentido en el que se la utiliza en la presente, la expresión "fluido supercrítico" denota un fluido o una mezcla de fluidos que está a una temperatura y a una presión que sobrepasan la temperatura y la presión críticas de dicho fluido o de dicha mezcla de fluidos.

[0026] La temperatura en el reactor de bucle puede ser controlada y ajustada por cualquier método conocido para el experto en la materia.

[0027] Durante el proceso de polimerización se hace que la lechada que está dentro del reactor de bucle circule continuamente por el reactor de bucle usando una bomba de circulación u otros medios de los que son perfectamente conocidos para el experto en la materia. Como es perfectamente sabido para el experto en la materia, el caudal es el adecuado para que el polímero no se deposite dentro del reactor, sino que la lechada siga siendo homogénea.

[0028] La polimerización de las olefinas, tal como la polimerización del propileno y/o etileno, en el reactor de bucle es preferiblemente llevada a cabo en fase de lechada, con lo cual están suspendidas en el diluyente las partículas de polímero formadas en la reacción de polimerización, junto con el catalizador fragmentado y dispersado dentro de las partículas de polímero. Como se ha expuesto anteriormente, la lechada es agitada adicionalmente haciendo que la misma circule por el reactor para así permitir la transferencia de los reactivos del diluyente a las partículas de polímero.

[0029] En el caso de la polimerización de propileno, la polimerización en lechada es preferiblemente una así llamada polimerización en masa. Según el significado que se le da en la presente invención, la expresión "polimerización en masa" se refiere a un proceso en el cual la reacción de polimerización es llevada a cabo en un monómero líquido esencialmente en ausencia de cualquier otro diluyente inerte. Sin embargo, como es sabido para un experto en la materia, los monómeros que se usan en la producción comercial nunca son puros, sino que siempre contienen hidrocarburos alifáticos como impurezas. Por ejemplo, el monómero de propileno puede contener hasta un 5% en peso, sobre la base del peso total del propileno, de propano como impureza. Puesto que el propileno es consumido en la reacción y puede ser también enviado de regreso del efluente de la reacción a la reacción de polimerización, los componentes inertes tienden a acumularse, y así el medio de reacción, es decir, el diluyente, puede comprender hasta

un 40% en peso, sobre la base del peso total del medio de reacción, de otros compuestos distintos del monómero. Debe entenderse, sin embargo, que un proceso de polimerización de este tipo sigue estando englobado dentro del significado de la expresión "polimerización en masa" como se la ha definido anteriormente.

5 **[0030]** La presión de trabajo tiene que ser seleccionada de forma tal que el contenido del reactor de bucle siga estando en estado líquido o estado supercrítico. Para trabajar en lechada líquida, la adecuada gama de presiones de trabajo es la que va desde 1 bar hasta 150 bares, y preferiblemente desde 10 hasta 100 bares. Para trabajar en lechada supercrítica, la adecuada gama de presiones de trabajo es la que va desde 50 bares hasta 100 bares, y preferiblemente desde 55 bares hasta 80 bares.

10 **[0031]** La presión en el reactor de bucle puede ser controlada y ajustada por cualquier método conocido para el experto en la materia.

15 **[0032]** Además, puede introducirse hidrógeno en el reactor de bucle para así controlar el peso molecular del polímero preparado. La cantidad de hidrógeno principalmente depende del sistema catalítico que se use y del deseado peso molecular o índice de fusión MFR_2 del polímero final. Pueden también introducirse en el reactor uno o varios comonómeros para modificar las propiedades mecánicas, la densidad y la flexibilidad del polímero final, y/o para facilitar un estable desarrollo del proceso de reacción de polimerización en el reactor de bucle.

20 **[0033]** Preferiblemente se (co)polimerizan monómeros olefínicos tales como etileno o propileno en el reactor de bucle en presencia de hidrógeno y de opcionales comonómeros para producir el polímero.

25 **[0034]** La concentración media de polímero en la lechada polimérica dentro del reactor de bucle es típicamente de un 15% en peso a un 55% en peso, sobre la base del peso total de la lechada polimérica dentro del reactor de bucle. En una realización preferida de la presente invención la concentración media de polímero en la lechada polimérica dentro del reactor de bucle es de un 20% en peso a un 55% en peso, y más preferiblemente de un 25% en peso a un 52% en peso, sobre la base del peso total de la lechada polimérica dentro del reactor de bucle.

30 **[0035]** La concentración de polímero en la lechada polimérica puede determinarse según cualquier método conocido para el experto en la materia. Dicha concentración puede determinarse, por ejemplo, midiendo la densidad de la lechada usando un método adecuado de los que son conocidos en la técnica, tal como la medición radiactiva, la medición ultrasónica y métodos similares. La concentración del polímero en la lechada puede ser entonces calculada usando la ecuación siguiente:

35
$$w_p = \frac{\rho_s - \rho_f}{\rho_p - \rho_f} \cdot \frac{\rho_p}{\rho_s}$$

donde

40 w_p es la fracción en peso del polímero en la lechada,

ρ_s es la densidad de la lechada,

ρ_f es la densidad de la fase fluida y

ρ_p es la densidad del polímero.

45 **[0036]** El sistema catalítico que se use en el reactor de bucle y en todo reactor subsiguiente puede ser cualquier sistema catalítico de polimerización de los que son conocidos en la técnica. Así, el sistema catalítico puede ser un catalizador de cromo, como el descrito p. ej. en la EP 279890 o en la EP 307907. También puede ser un catalizador de Ziegler-Natta tal como los que se describen p. ej. en los documentos EP 688794, EP 949274, WO 99/58584 o WO 01/55230. Además, el sistema catalítico puede ser un catalizador de metaloceno como los descritos p. ej. en los documentos WO 97/28170, WO 00/34341 o WO 2004/029112.

55 **[0037]** La reacción de polimerización de monómeros olefínicos tales como propileno o etileno puede llevarse a cabo como en cualquier reactor de bucle conocido de los que se usan para la polimerización en lechada. En tales reactores se hace que la lechada circule a alta velocidad por una tubería cerrada usando una bomba de circulación. Los reactores de bucle son del dominio público en la técnica y se dan ejemplos de los mismos, por ejemplo, en los documentos US 4.582.816 A, US 3.405.109 A, US 3.324.093, EP 479186 A y US 5.391.654 A.

[0038] En general, un reactor de bucle de la presente invención tiene una forma constructiva tubular continua.

60 **[0039]** En una realización el reactor de bucle de la presente invención comprende al menos un segmento horizontal inferior, al menos un segmento horizontal superior y al menos dos segmentos verticales que están conectados en comunicación operativa. Por ejemplo, el reactor de bucle inventivo comprende al menos un segmento horizontal inferior, al menos un segmento horizontal superior y al menos dos segmentos verticales que están conectados en comunicación operativa. En particular, los segmentos horizontales y verticales pueden conectarse operativamente entre sí usando

curvas, tales como curvas suaves o codos, para así contar con un flujo continuo dentro del reactor de bucle que está prácticamente exento de obstrucciones internas. En consecuencia, el reactor de bucle preferiblemente comprende

- (a) un segmento horizontal inferior,
- (b) dos curvas inferiores,
- (c) un segmento horizontal superior,
- (d) dos curvas superiores, y
- (e) dos segmentos verticales,

conectados en comunicación operativa, en donde las dos curvas inferiores unen el segmento horizontal inferior con los dos segmentos verticales y las dos curvas superiores unen el segmento horizontal superior con los dos segmentos verticales. En términos más precisos, una de las dos curvas inferiores une un extremo del segmento horizontal inferior con el extremo inferior del primer segmento vertical y la otra de las dos curvas inferiores une el otro extremo del segmento horizontal inferior con el extremo inferior del segundo segmento vertical, mientras que una de las dos curvas superiores une un extremo del segmento horizontal superior con el extremo superior del primer segmento vertical y la otra de las dos curvas superiores une el otro extremo del segmento horizontal superior con el extremo superior del segundo segmento vertical.

[0040] Sin embargo, hay que señalar que las configuraciones y las formas de un reactor de bucle pueden variar dentro de una amplia gama de configuraciones y formas siempre que la forma constructiva tubular continua defina un bucle cerrado. En consecuencia, los segmentos horizontales pueden también estar realizados en forma de curvas continuas que conecten entre sí a dos segmentos verticales. En consecuencia, el reactor de bucle comprende

- (a) una curva inferior,
- (b) una curva superior, y
- (c) dos segmentos verticales,

conectados en comunicación operativa, en donde la curva inferior y la curva superior unen a los dos segmentos verticales. En términos más precisos, la curva inferior se une con uno de sus extremos al extremo inferior del primer segmento vertical y con su otro extremo al extremo inferior del segundo segmento vertical, mientras que la curva superior se une con uno de sus extremos al extremo superior del primer segmento vertical y con su otro extremo al extremo superior del segundo segmento vertical.

[0041] Además, cada segmento horizontal y/o vertical puede estar previsto en forma de un segmento continuo o bien en forma de múltiples segmentos. Por ejemplo, el reactor de bucle de la presente invención puede ser un reactor de bucle vertical o un reactor de bucle horizontal, y preferiblemente un bucle vertical.

[0042] El calor desarrollado durante la reacción de polimerización típicamente se retira usando un dispositivo de intercambio indirecto con un medio refrigerante, y preferiblemente con agua, tal como camisas exteriores que rodeen al menos una parte del reactor de bucle. El volumen del reactor de bucle puede variar dentro de una amplia gama de volúmenes, pero está típicamente situado dentro de la gama de volúmenes que va desde 10 dm³ hasta 200 m³.

[0043] Durante el desarrollo normal del proceso de polimerización la lechada polimérica es extraída del reactor de bucle continuamente por una salida, y preferiblemente por la primera salida. La expresión “desarrollo normal” significa que las condiciones en el reactor de bucle están ajustadas de forma tal que se produce el polímero deseado en el reactor de bucle y la concentración del polímero en la lechada polimérica ha alcanzado el nivel deseado. En caso de que se desequilibren las condiciones de trabajo, por ejemplo debido a una reducida actividad del catalizador o bien si hay que pasar de una clase de polímero a otra clase de polímero durante el funcionamiento normal, puede reducirse o incrementarse la extracción por la primera salida. Sin embargo, una regulación de este tipo por medio de una sola salida es bastante lenta y a menudo no es adecuada para controlar suficientemente las condiciones de polimerización.

[0044] En consecuencia, un requisito específico de la presente invención es el de que el reactor de bucle comprenda además de la primera salida una segunda salida. La primera salida y la segunda salida están preferiblemente conectadas con un segundo reactor, tal como un reactor de fase gaseosa. En consecuencia, a través de las salidas primera y segunda la primera lechada polimérica y la segunda lechada polimérica, respectivamente, pueden ser extraídas del reactor de bucle y transferidas al segundo reactor, es decir, al reactor de fase gaseosa. Preferiblemente la 1ª lechada polimérica de la primera salida y la 2ª lechada polimérica de la segunda salida se combinan corriente arriba con respecto al segundo reactor y a continuación se transfieren juntas al segundo reactor.

[0045] La primera salida y la segunda salida pueden estar situadas en cualquier punto adecuado en el reactor de bucle. Sin embargo, hay que señalar que la primera salida y la segunda salida deben estar situadas en distintos puntos en el reactor de bucle. Tan sólo en tal caso puede asegurarse que se extraigan por ambas salidas lechadas poliméricas distintas.

[0046] En consecuencia, se valora que la primera salida esté situada de forma tal que la 1ª lechada polimérica extraída del reactor de bucle tenga una concentración de polímero que sea la misma como o más alta que la concentración media de polímero en el reactor de bucle.

[0047] Adicionalmente, la segunda salida debe estar situada en el reactor de bucle de forma tal que la 2ª lechada polimérica extraída tenga una concentración de polímero que sea más baja que la concentración media de polímero en el reactor de bucle.

5 **[0048]** Como ya se ha indicado anteriormente, la concentración media de polímero en la lechada polimérica dentro del reactor de bucle es típicamente de un 15% en peso a un 55% en peso, preferiblemente de un 20% en peso a un 55% en peso, y más preferiblemente de un 25% en peso a un 52% en peso, sobre la base del peso total de la lechada polimérica dentro del reactor de bucle.

10 **[0049]** Así, se valora que la primera salida esté situada en el reactor de bucle de forma tal que la concentración de polímero en la 1ª lechada polimérica en este sitio específico sea la misma como o más alta que la concentración media de polímero en el reactor de bucle. Por ejemplo, si la concentración media de polímero en la lechada polimérica dentro del reactor de bucle es de un 25% en peso, sobre la base del peso total de la lechada polimérica dentro del reactor de bucle, la primera salida estará situada en el reactor de bucle de forma tal que la concentración de polímero en la 1ª lechada polimérica en este sitio específico sea de un 25% en peso o más, sobre la base del peso total de la lechada polimérica dentro de la 1ª lechada polimérica.

15 **[0050]** En contraste con ello, se valora que la segunda salida esté situada en el reactor de bucle de forma tal que la concentración de polímero en la 2ª lechada polimérica en este sitio específico sea más baja que la concentración media de polímero en el reactor de bucle. Por ejemplo, si la concentración media de polímero en la lechada polimérica dentro del reactor de bucle es de un 25% en peso, sobre la base del peso total de la lechada polimérica dentro del reactor de bucle, la segunda salida estará situada en el reactor de bucle de forma tal que la concentración de polímero en la 2ª lechada polimérica en este sitio específico sea de menos de un 24% en peso, sobre la base del peso total de la 2ª lechada polimérica.

20 **[0051]** En consecuencia, la primera salida está adecuadamente situada en la periferia exterior del reactor de bucle. Según el significado que se le da en la presente invención, la expresión "periferia exterior" se refiere a aquel lado del reactor de bucle que forma el lado al descubierto del bucle cerrado, es decir que la primera salida está situada en la superficie tubular exterior del reactor de bucle. La primera salida puede estar situada en la periferia exterior de cualquiera de los segmentos horizontales del reactor de bucle o en la periferia exterior de cualquiera de las curvas del reactor de bucle.

25 **[0052]** En una realización preferida de la presente invención, la primera salida está situada en la periferia exterior del segmento horizontal inferior o en la periferia exterior de una de las (dos) curvas inferiores del reactor de bucle, y preferiblemente en la periferia exterior del segmento horizontal inferior del reactor de bucle.

30 **[0053]** Adicionalmente o bien como alternativa, la segunda salida está situada en la periferia interior de los segmentos horizontales (del segmento horizontal inferior o superior) o de las curvas (curva(s) inferior(es) o superior(es)) del reactor de bucle. Según el significado que se le da en la presente invención, la expresión "periferia interior" se refiere a aquel lado del reactor de bucle que forma el lado a cubierto del bucle cerrado, es decir que la segunda salida está situada en la superficie tubular interior del reactor de bucle, a saber, en la superficie interior de los segmentos horizontales (del segmento horizontal inferior o superior) o en la superficie interior de las curvas (curva(s) inferior(es) o superior(es)). En consecuencia, la segunda salida está preferiblemente situada en la periferia interior del segmento horizontal inferior, o bien está situada en la periferia interior de la(s) (dos) curva(s) inferior(es) del reactor de bucle. En una realización específica, es decir, en una realización en la que el reactor de bucle comprende segmentos horizontales, la segunda salida está situada en la periferia interior de una de las dos curvas inferiores, es decir de las curvas que unen los segmentos verticales al segmento horizontal inferior. En otra realización preferida, es decir, en una realización en la que el reactor de bucle no comprende segmentos horizontales, la segunda salida está situada en la periferia interior de la curva inferior, es decir, de la curva que une a los dos segmentos verticales.

35 **[0054]** En consecuencia, se valora que una realización específica de la presente invención, es decir, una realización en la que el reactor de bucle comprende segmentos horizontales, se refiera a un reactor de bucle que comprende una primera salida y una segunda salida para extraer lechada polimérica, en donde la primera salida está situada en la periferia exterior del segmento horizontal inferior o superior o en la periferia exterior de las curvas inferiores o superiores del reactor de bucle y la segunda salida está situada en la periferia interior del segmento horizontal inferior o superior o en la periferia exterior de las curvas inferiores o superiores del reactor de bucle.

40 **[0055]** En otra realización preferida de la presente invención, es decir, en una realización en la que el reactor de bucle no comprende segmentos horizontales, el reactor de bucle comprende una primera salida y una segunda salida para extraer lechada polimérica, en donde la primera salida está situada en la periferia exterior de la curva inferior o superior del reactor de bucle y la segunda salida está situada en la periferia interior de la curva inferior o superior del reactor de bucle.

- 5 **[0056]** En una realización preferida de la presente invención, es decir, en una realización en la que el reactor de bucle comprende segmentos horizontales, el reactor de bucle comprende una primera salida y una segunda salida para extraer lechada polimérica, en donde la primera salida está situada en la periferia exterior del segmento horizontal inferior o en la periferia exterior de una de las dos curvas inferiores del reactor de bucle, y preferiblemente en la periferia exterior del segmento horizontal inferior, y la segunda salida está situada en la periferia interior del segmento horizontal superior o en la periferia interior de una de las dos curvas superiores del reactor de bucle, y preferiblemente en la periferia interior de una de dos curvas superiores del reactor de bucle.
- 10 **[0057]** En otra realización preferida de la presente invención, es decir, en una realización en la que el reactor de bucle no comprende segmentos horizontales, el reactor de bucle comprende una primera salida y una segunda salida para extraer lechada polimérica, en donde la primera salida está situada en la periferia exterior de la curva inferior del reactor de bucle y la segunda salida está situada en la periferia interior de la curva superior del reactor de bucle.
- 15 **[0058]** En una adicional realización preferida de la presente invención, es decir, en una realización en la que el reactor de bucle comprende segmentos horizontales, el reactor de bucle comprende una primera salida y una segunda salida para extraer lechada polimérica, en donde la primera salida está situada en la periferia exterior del segmento horizontal inferior o en la periferia exterior de una de las dos curvas inferiores del reactor de bucle, y preferiblemente en la periferia exterior del segmento horizontal inferior, y la segunda salida está situada en la periferia interior del segmento horizontal inferior o en la periferia interior de una de las dos curvas inferiores del reactor de bucle, y preferiblemente en la periferia interior de una de las dos curvas inferiores del reactor de bucle.
- 20 **[0059]** En otra realización preferida de la presente invención, es decir, en una realización en la que el reactor de bucle no comprende segmentos horizontales, el reactor de bucle comprende una primera salida y una segunda salida para extraer lechada polimérica, en donde la primera salida está situada en la periferia exterior de la curva inferior del reactor de bucle y la segunda salida está situada en la periferia interior de la curva inferior del reactor de bucle.
- 25 **[0060]** Según la presente solicitud, la segunda salida se hace que funcione antes y/o después de hacer que funcione la primera salida y/o mientras se hace que funcione la primera salida. La expresión “se hace que funcione” en conexión con las salidas significa según esta invención que se extrae lechada polimérica del reactor de bucle. Así, se valora que las cantidades de extracción de lechada polimérica por la primera salida y por la segunda salida, respectivamente, estén óptimamente ajustadas entre sí de forma tal que se alcance la deseada concentración de polímero de la lechada dentro del reactor de bucle. Como es perfectamente sabido en la técnica, el caudal de salida total de lechada polimérica del reactor de bucle por las salidas primera y segunda puede por ejemplo ser determinado por el controlador de presión que mantiene constante la presión reinante en el reactor de bucle.
- 30 **[0061]** Como se ha mencionado anteriormente, el diluyente extraído, o sea la(s) lechada(s) polimérica(s) extraída(s), es (son) preferiblemente transferido/transferida(s) a un segundo reactor, tal como un reactor de fase gaseosa. En consecuencia, la primera salida y la segunda salida están preferiblemente conectadas con el segundo reactor, tal como un reactor de fase gaseosa, por medio de una tubería. Aun más preferiblemente, la tubería de la primera salida y la tubería de la segunda salida están conectadas una a otra en un punto de conexión situado corriente arriba con respecto al segundo reactor, y una adicional tubería conduce desde dicho punto de conexión hasta el interior del segundo reactor.
- 35 **[0062]** Usando el reactor de bucle inventivo que comprende la combinación específica de la primera salida y la segunda salida, es posible adaptar a las necesidades específicas a satisfacer en cada caso la cantidad de 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida y de 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida. Debido a esta regulación la cantidad de polímero en el reactor de bucle puede ser regulada muy fácil y rápidamente, ya sea al comienzo de un proceso de polimerización, o bien durante el funcionamiento normal del reactor de bucle. Además, también la cantidad de polímero aportada al segundo reactor así como la concentración de polímero en la lechada polimérica total transferida al segundo reactor pueden ajustarse muy cómodamente a las necesidades a satisfacer en el segundo reactor.
- 40 **[0063]** En la fase de puesta en funcionamiento del reactor de bucle la primera salida está preferiblemente cerrada y la segunda salida está abierta. Aun más preferiblemente, la fase fluida o 2ª lechada polimérica extraída es transferida al segundo reactor. Debido a esta maniobra específica (primera salida cerrada, segunda salida abierta), la concentración de polímero y el tiempo de permanencia en el reactor de bucle pueden ser incrementados hasta el nivel/tiempo deseado, manteniendo un caudal másico constante a través del reactor de bucle. Si se desea, al mismo tiempo el segundo reactor puede ya estar abastecido con algo de lechada polimérica descargada por la segunda salida.
- 45 **[0064]** Típicamente, en la fase de puesta en funcionamiento de un 50 a un 100% en peso, sobre la base de la cantidad total de lechada extraída, de 2ª lechada polimérica es extraído por la segunda salida y opcionalmente transferido al 2º reactor, tal como un reactor de fase gaseosa. Preferiblemente la concentración de polímero en la 2ª lechada polimérica es de más de un 0 a un 10% en peso. En consecuencia se valora que la 2ª lechada polimérica extraída contenga de un 0,1 a un 5,0% en peso, tal como de un 0,1 a un 2,0% en peso, de polímero.
- 50
- 55
- 60

- 5 **[0065]** En el funcionamiento normal del reactor de bucle y/o del sistema de reactores de polimerización que comprende el reactor de bucle normalmente la primera salida está (totalmente) abierta y la segunda salida está cerrada o tan sólo ligeramente abierta. En esta situación se valora que la cantidad total de lechada polimérica extraída del reactor de bucle sea principalmente extraída por la primera salida, es decir, en al menos un 90% en peso, tal como en un porcentaje de un 90 a un 100% en peso, y más preferiblemente en al menos un 95% en peso, tal como en un porcentaje de un 95 a un 100% en peso, mientras que la parte restante se extrae por la segunda salida. Sin embargo, en caso de que las condiciones en el reactor de bucle cambien fortuitamente (por ejemplo debido a una caída de la actividad del catalizador), o bien si durante el funcionamiento normal debe pasarse de una polimerización de una clase específica de polímero a una polimerización de otra clase específica de polímero, la segunda salida puede ser abierta, es decir que puede ser total o parcialmente abierta, para así intervenir ajustando para adaptar las condiciones en el reactor de bucle como se desee. También en este caso la 2ª lechada polimérica extraída del reactor de bucle por la segunda salida es preferiblemente transferida al segundo reactor.
- 10
- 15 **[0066]** En tales circunstancias se prefiere que la cantidad de 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida sea de entre un 65% en peso y un 95% en peso, sobre la base del peso de la lechada polimérica extraída total. En una realización preferida de la presente invención, la cantidad de 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida es de entre un 70% en peso y un 90% en peso, sobre la base del peso de la lechada polimérica extraída total. Por ejemplo, la cantidad de 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida es de entre un 75% en peso y un 85% en peso, sobre la base del peso de la lechada polimérica extraída total.
- 20
- [0067]** En consecuencia, la cantidad de 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida es de entre un 5% en peso y un 35% en peso, sobre base del peso de la lechada polimérica extraída total. En una realización preferida de la presente invención, la cantidad de 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida es de entre un 10% en peso y un 30% en peso, sobre la base del peso de la lechada polimérica extraída total. Por ejemplo, la cantidad de 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida es de entre un 15% en peso y un 25% en peso, sobre la base del peso de la lechada polimérica extraída total.
- 25
- [0068]** Así, en una realización preferida la cantidad de 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida es de entre un 65% en peso y un 95% en peso, sobre la base del peso de la lechada polimérica extraída total, y la cantidad de 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida es de entre un 5% en peso y un 35% en peso, sobre la base del peso de la lechada polimérica extraída total. En otra realización preferida de la presente invención, la cantidad de 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida es de entre un 70% en peso y un 90% en peso, sobre la base del peso de la lechada polimérica extraída total, y la cantidad de 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida es de entre un 10% en peso y un 30% en peso, sobre la base del peso de la lechada polimérica extraída total. Por ejemplo, la cantidad de 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida es de entre un 75% en peso y un 85% en peso, sobre la base del peso de la lechada polimérica extraída total, y la cantidad de 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida es de entre un 15% en peso y un 25% en peso, sobre la base del peso de la lechada polimérica extraída total.
- 30
- 35
- 40 **[0069]** Se indican a continuación condiciones típicas para regular la extracción desde el reactor de bucle por la primera salida y por la segunda salida para ajustar las condiciones de trabajo en el reactor de bucle y en el segundo reactor opcional.
- [0070]** Se valora que la relación de 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida y 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida [PS-O1-PS-O2] sea de al menos 1,8, y preferiblemente de al menos 2,5, en donde
 “PS-O1” es la cantidad [indicada en porcentaje en peso] de 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida, y
 “PS-O2” es la cantidad [indicada en porcentaje en peso] de 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida.
- 45
- [0071]** Preferiblemente, la relación de lechada polimérica extraída por la primera salida y por la segunda salida [PS-O1/PS-O2] está situada dentro de la gama de valores que va desde 1,8 hasta 19, más preferiblemente dentro de la gama de valores que va desde 2 hasta 15, aun más preferiblemente dentro de la gama de valores que va desde 2 hasta 10, y con la máxima preferencia dentro de la gama de valores que va desde 2 hasta 7,5, en donde
 “PS-O1” es la cantidad [indicada en porcentaje en peso] de 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida, y
 “PS-O2” es la cantidad [indicada en porcentaje en peso] de 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida.
- 50
- 55
- [0072]** Por ejemplo, la relación de lechada polimérica extraída por la primera salida y por la segunda salida [PS-O1/PS-O2] está situada dentro de la gama de valores que va desde 3 hasta 6, tal como dentro de la gama de valores que va desde 3 hasta 5.
- 60
- [0073]** Como ya se ha indicado anteriormente, la 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida puede comprender una cantidad de polímero de al menos un 15% en peso, más preferiblemente de al menos un 20% en peso, y con la máxima preferencia de al menos un 25% en peso, sobre la base del peso total de lechada polimérica extraída por la

primera salida. En cualquier caso, la 1ª lechada polimérica comprende polímero al menos en la misma cantidad como es la concentración media de polímero dentro del reactor de bucle.

5 **[0074]** Como alternativa, la 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida puede comprender una cantidad de polímero de un 60% en peso como máximo, más preferiblemente de un 58% en peso como máximo, y con la máxima preferencia de un 55% en peso como máximo, sobre la base del peso total de lechada polimérica extraída por la primera salida.

10 **[0075]** En consecuencia, se valora que la 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida comprenda una cantidad de polímero de entre un 15% en peso y un 60% en peso, más preferiblemente de entre un 20% en peso y un 58% en peso, y con la máxima preferencia de entre un 25% en peso y un 55% en peso, sobre la base del peso total de lechada polimérica extraída por la primera salida.

15 **[0076]** En contraste con ello, la 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida tiene una concentración de polímero que es considerablemente más baja que la concentración media de polímero en la lechada polimérica dentro del reactor.

20 **[0077]** En particular, la 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida puede comprender una cantidad de polímero de más de un 0,1% en peso, y más preferiblemente de al menos un 0,5% en peso, sobre la base del peso total de la 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida.

25 **[0078]** Adicionalmente o bien como alternativa, la 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida puede comprender una cantidad de polímero de un 10% en peso como máximo, y más preferiblemente de un 5% en peso como máximo, sobre la base del peso total de la 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida.

30 **[0079]** En consecuencia, se valora que la 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida comprenda una cantidad de polímero de entre un 0,1% en peso y un 10% en peso, más preferiblemente de entre un 0,5% en peso y un 5% en peso, y con la máxima preferencia de entre un 1% en peso y un 5% en peso, sobre la base del peso total de 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida. Por ejemplo, la 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida comprende una cantidad de polímero de entre un 2% en peso y un 4% en peso, tal como de entre un 2,5% en peso y un 3,5% en peso, sobre la base del peso total de lechada polimérica extraída por la segunda salida.

35 **[0080]** En una realización preferida de la presente invención, la relación de polímero contenido en la 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida y polímero contenido en la 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida [P-O1/P-O2] es de al menos 3, y más preferiblemente de al menos 5,

en donde

“P-O1” es la cantidad [indicada en porcentaje en peso] de polímero contenido en la 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida, y

40 “P-O2” es la cantidad [indicada en porcentaje en peso] de polímero contenido en la 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida.

45 **[0081]** Por ejemplo, la relación de polímero contenido en la 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida y polímero contenido en la 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida [P-O1/P-O2] está situada dentro de la gama de valores que va desde 3 hasta 25, más preferiblemente dentro de la gama de valores que va desde 5 hasta 20, y con la máxima preferencia dentro de la gama de valores que va desde 5 hasta 15.

50 **[0082]** Como se ha mencionado anteriormente, la lechada polimérica puede ser extraída del reactor de bucle por la primera salida y/o por la segunda salida en dependencia de las necesidades a satisfacer. En consecuencia, en una realización preferida de la presente invención la lechada polimérica es extraída continuamente por la primera salida y por la segunda salida. En otra realización preferida de la presente invención, la lechada polimérica es extraída intermitentemente por la primera salida y la segunda salida. En otra realización preferida de la presente invención, la lechada polimérica es extraída continuamente por la primera salida e intermitentemente por la segunda salida. En una adicional realización preferida de la presente invención, la lechada polimérica es extraída intermitentemente por la primera salida y continuamente por la segunda salida.

55 **[0083]** La extracción intermitente puede hacerse, por ejemplo, usando válvulas de apertura periódica, válvulas rotativas o tramos de sedimentación. La extracción continua se hace típicamente usando una válvula de regulación de funcionamiento continuo, tal como una válvula de mariposa, cuya posición se ajusta por ejemplo sobre la base de la presión reinante dentro del reactor. Tales dispositivos son perfectamente conocidos para el experto en la materia y pueden ser adaptados a sus necesidades a satisfacer para realizar la presente invención.

60 **[0084]** Como se ha indicado anteriormente, el reactor de bucle es preferiblemente parte de un sistema de reactores de polimerización que comprende una pluralidad de recipientes reactores de polimerización para preparar polímeros olefínicos tales como homopolímeros o copolímeros olefínicos como los definidos anteriormente. Dichos recipientes

reactores de polimerización están conectados en serie. En consecuencia, dicho sistema de reactores de polimerización comprende en cascada un reactor de bucle y al menos un reactor adicional. Todo reactor situado a continuación del reactor de bucle puede ser cualquier recipiente reactor de polimerización para la polimerización de olefinas, tal como de nuevo un reactor de bucle o un reactor de fase gaseosa, siendo preferido éste último.

5

[0085] La expresión “reactor de fase gaseosa” significa cualquier reactor con mezcla mecánica o de lecho fluidizado. Preferiblemente el reactor de fase gaseosa comprende un reactor de lecho fluidizado con velocidades del gas de al menos 0,1 m/seg.

10

[0086] Un tercer recipiente reactor de polimerización o cualquier subsiguiente recipiente reactor de polimerización del sistema de reactores de polimerización puede ser un reactor de cualquier tipo. Sin embargo, se prefiere que el tercer recipiente reactor de polimerización o cualquier subsiguiente recipiente reactor de polimerización del sistema de reactores de polimerización sea otro reactor de fase gaseosa.

15

[0087] En una realización específica de la presente invención, el presente sistema de reactores de polimerización consta de dos recipientes reactores de polimerización, en donde un recipiente reactor de polimerización es el reactor de bucle como el aquí definido y el otro recipiente reactor de polimerización es un reactor de fase gaseosa. En otra realización preferida de la presente invención, el presente sistema de reactores de polimerización comprende al menos tres recipientes reactores de polimerización, es decir que después del reactor de bucle como el aquí definido y del reactor de fase gaseosa viene a continuación al menos un tercer recipiente reactor de polimerización. Preferiblemente, el tercer recipiente reactor de polimerización es un reactor de fase gaseosa. La expresión “recipiente reactor de polimerización” indicará que en el mismo tiene lugar la polimerización principal. Así, en caso de que el sistema de reactores de polimerización conste de dos recipientes reactores de polimerización, esta definición no excluye la opción de que el sistema de reactores de polimerización total comprenda por ejemplo un paso de prepolimerización en un reactor de prepolimerización. La expresión “conste de” es tan sólo una formulación conclusiva con respecto a los recipientes reactores de polimerización principal.

20

25

[0088] En caso de que el sistema de reactores de polimerización total y/o el reactor de bucle como el aquí definido comprenda(n) un paso de prepolimerización en un reactor de prepolimerización, la prepolimerización puede llevarse a cabo en un reactor de tanque continuo con agitación o un reactor de bucle, y preferiblemente en un reactor de bucle. Si se usa un reactor de bucle para la prepolimerización, el reactor de bucle puede tener o no una o varias características del reactor de bucle como el aquí definido.

30

[0089] La reacción de prepolimerización es típicamente llevada a cabo a una temperatura de 0°C a 60°C, preferiblemente de 10°C a 50°C, y más preferiblemente de 10°C a 45°C.

35

[0090] La presión en el reactor de prepolimerización no es crítica pero debe ser lo suficientemente alta como para mantener a la mezcla de reacción en fase líquida. En consecuencia, la presión puede ser de 20 bares a 100 bares, tal como por ejemplo de 30 bares a 70 bares.

40

[0091] La conversión en prepolímero se realiza generalmente poniendo al sistema catalítico en contacto con una o varias olefinas tales como etileno y/o propileno y con el comonomero opcional en una cantidad tal que el prepolímero contenga entre 0,002 milimoles y 10 milimoles de metal de transición por gramo.

45

[0092] Como alternativa o bien adicionalmente, la cantidad de prepolímero en el catalizador es preferiblemente de 10 a 1000 g por g del componente del sistema catalítico sólido, y más preferiblemente es de 50 a 500 g por g del componente del sistema catalítico sólido.

50

[0093] El experto en la materia sabe que las partículas del sistema catalítico recuperadas de un reactor continuo de prepolimerización con agitación no contienen todas ellas la misma cantidad de prepolímero. En lugar de ello, cada partícula tiene su propia cantidad característica que depende del tiempo de permanencia de esa partícula en el reactor de prepolimerización. Puesto que algunas partículas permanecen en el reactor por espacio de un relativamente largo periodo de tiempo y algunas por espacio de un relativamente corto periodo de tiempo, entonces también la cantidad de prepolímero en las distintas partículas es distinta y algunas partículas individuales pueden contener una cantidad de prepolímero que esté fuera de los límites superiores. Sin embargo, la cantidad media de prepolímero en el sistema catalítico está preferiblemente situada dentro de los límites que se han especificado anteriormente. La cantidad de prepolímero preparada en el reactor de prepolimerización es conocida en la técnica, entre otros por el documento GB 1580635.

55

60

[0094] El tamaño de partículas del prepolímero puede ser controlado mediante técnicas del dominio público que son conocidas para el experto en la materia, tales como el tamizado, el hidrociclón o la separación por elutriación de finos o de grandes partículas.

5 [0095] Los componentes del sistema catalítico son preferiblemente introducidos todos ellos en el paso de prepolimerización. Sin embargo, cuando el componente catalizador sólido y el cocatalizador puedan ser aportados por separado, es posible que tan sólo una parte del cocatalizador sea introducida en la etapa de prepolimerización, mientras que la parte restante es introducida a continuación en las etapas de polimerización tales como el reactor de bucle como el aquí definido. También en tales casos es necesario introducir en la etapa de prepolimerización tanto cocatalizador como para que se obtenga ahí una suficiente reacción de polimerización.

10 [0096] Además, es posible introducir adicionales componentes en la etapa de prepolimerización. En consecuencia, también puede aportarse hidrógeno a la etapa de prepolimerización para controlar el peso molecular del prepolímero como es sabido para el experto en la materia. Además pueden introducirse aditivos antiestática para impedir que las partículas se adhieran unas a otras o bien a las paredes del reactor.

15 [0097] El prepolímero es extraído del reactor de prepolimerización continuamente o bien de manera intermitente por una salida, y con preferencia es aportado directamente al reactor de bucle como el aquí definido.

20 [0098] Cuando la etapa de polimerización en el reactor de bucle va seguida por una etapa de polimerización en fase gaseosa, se prefiere conducir la lechada polimérica del reactor de bucle directamente a la zona de polimerización en fase gaseosa sin un paso de evaporación súbita entre las etapas. Esta clase de aportación directa está descrita en los documentos EP 887379 A, EP 887380 A, EP 887381 A y EP 991684 A. "Aportación directa" significa un proceso en donde el contenido del reactor de bucle, o sea la lechada polimérica que comprende polímero olefínico y diluyente, es conducido directamente al reactor de fase gaseosa de la etapa siguiente. En consecuencia, la 1ª lechada polimérica de la primera salida y/o la 2ª lechada polimérica de la segunda salida son aportadas directamente al segundo reactor, es decir, al reactor de fase gaseosa. En una realización la 1ª lechada polimérica de la primera salida y/o la 2ª lechada polimérica de la segunda salida son aportadas por separado y directamente al segundo reactor. Esto puede por ejemplo llevarse a cabo dirigiendo las tuberías conectadas con la primera salida y con la segunda salida, respectivamente, directamente al segundo reactor o reactor de fase gaseosa. Sin embargo, en una realización preferida la 1ª lechada polimérica de la primera salida y la 2ª lechada polimérica de la segunda salida son combinadas corriente arriba con respecto al segundo reactor, es decir, con respecto al reactor de fase gaseosa, y son a continuación transferidas juntamente al segundo reactor. En un caso de este tipo, la tubería de la primera salida y la tubería de la segunda salida están conectadas una a otra en un punto de conexión situado aguas arriba con respecto al segundo reactor, y una adicional tubería conduce desde dicho punto de conexión hasta el segundo reactor, es decir, hasta el reactor de fase gaseosa.

35 [0099] Como alternativa, la lechada polimérica puede ser también dirigida a un paso de evaporación súbita o bien puede pasarse por un adicional paso de concentración antes de ser aportada a la etapa de polimerización en fase gaseosa. En consecuencia, esta "aportación indirecta" se refiere a un proceso en donde el contenido del reactor de bucle, es decir, la lechada polimérica, es aportado a un reactor de fase gaseosa a través de una unidad de separación del medio de reacción y el medio de reacción lo es en forma de gas desde la unidad de separación. Antes de ser la lechada polimérica introducida en la fase gaseosa, algunos componentes, como p. ej. hidrógeno, pueden ser total o parcialmente retirados de la misma con varios medios técnicos tales como una unidad de separación. "Unidad de separación" significa una operación en una unidad en donde algunos componentes livianos, como p. ej. hidrógeno u opcionalmente nitrógeno, pueden ser separados del (de los) monómero(s) total o parcialmente con varios medios técnicos tales como los miembros del grupo que consta de evaporación súbita, membranas, destilación, agotamiento o condensación previa.

45 [0100] El reactor de fase gaseosa que es parte del sistema de reactores de polimerización es preferiblemente un reactor de lecho fluidizado, un reactor de lecho fluidizado rápido o un reactor de lecho sedimentado, o bien cualquier combinación de los mismos. Cuando se usa una combinación de reactores de fase gaseosa, el polímero es entonces transferido de un reactor de polimerización a otro. Además, una parte o bien la totalidad del polímero de una etapa de polimerización puede ser devuelta a una previa etapa de polimerización, tal como el previo reactor de bucle como el aquí definido y/o un previo reactor de fase gaseosa.

50 [0101] El reactor de fase gaseosa que es parte del sistema de reactores de polimerización se hace preferiblemente que opere a una temperatura de 50°C a 100°C, y preferiblemente de 65°C a 95°C. La presión de trabajo es preferiblemente de 10 bares a 40 bares, y preferiblemente de 15 bares a 30 bares.

55 [0102] En el reactor de fase gaseosa se prepara un polímero olefínico. Por ejemplo, monómeros de propileno se copolimerizan con al menos un comonómero de etileno y/o de alfa-olefina de C₄ a C₂₀, o bien se homopolimerizan los monómeros olefínicos tales como propileno.

60 [0103] En una realización preferida de la presente invención, los monómeros olefínicos tales como etileno o propileno son homopolimerizados en el reactor de fase gaseosa con una pequeña cantidad de hidrógeno para así producir un homopolímero de polietileno o un homopolímero de polipropileno. Por ejemplo, la mezcla de reacción contiene de un 60% molar a un 99% molar de propileno y de un 0,001% molar a un 3% molar de hidrógeno. El resto se compone de componentes inertes, tales como nitrógeno o propano.

- 5 **[0104]** En otra realización preferida de la presente invención, los monómeros olefínicos tales como etileno y/o propileno son copolimerizados en el reactor de fase gaseosa con una pequeña cantidad de hidrógeno para así producir un copolímero de polietileno o un copolímero de polipropileno. Por ejemplo, la mezcla de reacción contiene de un 60% molar a un 96% molar de propileno, de un 0,1% molar a un 10% molar de etileno y/o comonómero de alfa-olefina de C₄ a C₂₀ y de un 0,01% molar a un 3% molar de hidrógeno. El resto se compone de componentes inertes, tales como nitrógeno o propano.
- 10 **[0105]** Resumiendo lo que se ha expuesto anteriormente, un aspecto particularmente preferido de la presente invención además se refiere a un método para preparar polímeros olefínicos en un reactor de bucle como el aquí definido y/o en un sistema de reactores de polimerización como el aquí definido, comprendiendo el método los pasos de
- aportar monómeros olefínicos y un sistema catalítico al reactor de bucle para así formar una lechada polimérica en el reactor de bucle y,
 - controlar
- 15 (1) la cantidad total de polímero extraída del reactor de bucle y/o
 (2) la cantidad total de lechada polimérica extraída del reactor de bucle y/o
 (3) la concentración de polímero dentro de la lechada polimérica total extraída del reactor de bucle
 ajustando la relación de 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida y 2ª lechada extraída por la segunda salida.
- 20 **[0106]** Con respecto a realizaciones preferidas en relación con los pasos del método, se hace referencia a las descripciones detalladas que se han dado anteriormente.
- 25 **[0107]** En caso de que el método para preparar polímeros olefínicos se ejecute en el reactor de bucle que es parte de un sistema de reactores de polimerización, la lechada polimérica que se extrae por la primera salida y por la segunda salida es preferiblemente además dirigida a un reactor de fase gaseosa.
- 30 **[0108]** La división de la producción que se obtiene entre el reactor de bucle como el aquí definido y el segundo reactor, es decir, el reactor de fase gaseosa, implementando un sistema de reactores de polimerización como el aquí definido es típicamente de 75:25 a 40:60, más preferiblemente de 65:35 a 50:50, y con la máxima preferencia, de 60:40 a 50:50. Por ejemplo, la división de la producción que se obtiene entre el reactor de bucle y el reactor de fase gaseosa es de 55:45.
- 35 **[0109]** Adicionalmente o bien como alternativa, si se implementa el sistema de reactores de polimerización la producción de polímero olefínico en el reactor de bucle como el aquí definido es igual o superior a la producción en el reactor de fase gaseosa. Preferiblemente, la producción en el reactor de bucle como el aquí definido es de más de un 40% en peso, sobre la base del peso total del polímero olefínico preparado. Así, según una realización preferida, se prepara en el reactor de bucle como el aquí definido de un 50% en peso a un 75% en peso, preferiblemente de un 50% en peso a un 65% en peso, y con la máxima preferencia de un 50% en peso a un 60% en peso del polímero olefínico, sobre la base del peso total del polímero olefínico preparado. En consecuencia, la producción en el reactor de fase gaseosa es de menos de un 60% en peso, sobre la base del peso total del polímero olefínico preparado. Así, según una realización preferida, se prepara en el reactor de bucle como el aquí definido de un 25% en peso a un 50% en peso, preferiblemente de un 35% en peso a un 50% en peso, y con la máxima preferencia de un 40% en peso a un 50% en peso del polímero olefínico, sobre la base del peso total del polímero olefínico preparado.
- 40 **[0110]** En particular, se valora que la presente invención también aporte un método para controlar el tiempo medio de permanencia del polímero olefínico formado en un reactor de bucle como el aquí definido y/o en el reactor de bucle del sistema de reactores de polimerización como el aquí definido. En particular, el método comprende los pasos de
- a) aportar monómeros olefínicos, diluyente y un sistema catalítico al reactor de bucle inventivo y/o al reactor de bucle que es parte del sistema de reactores de polimerización como el aquí definido para así formar una lechada polimérica,
 - b) controlar
- 45 (1) la cantidad total de polímero extraída del reactor de bucle y/o
 (2) la cantidad total de lechada polimérica extraída del reactor de bucle y/o
 (3) la concentración de polímero dentro de la lechada polimérica total extraída del reactor de bucle
 ajustando la relación de 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida y 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida.
- 50 **[0111]** Con respecto a realizaciones preferidas en relación con los pasos del método, se hace referencia a las descripciones detalladas que se han dado anteriormente.
- 55 **[0112]** En vista de lo expuesto anteriormente, la presente invención se refiere en otro aspecto al uso de la segunda salida situada en el reactor de bucle como el aquí definido para controlar
- (1) la cantidad total de polímero extraída del reactor de bucle y/o
 - (2) la cantidad total de lechada polimérica extraída del reactor de bucle y/o
 - (3) la concentración de polímero dentro de la lechada polimérica total extraída del reactor de bucle
- 60

ajustando la extracción de fase fluida por la segunda salida.

[0113] En una realización preferida de la presente invención, se aporta el uso de una combinación de una primera salida y una segunda salida situadas en un reactor de bucle como el aquí definido para controlar el tiempo medio de permanencia de un polímero olefinico en un reactor de bucle.

[0114] Se describe ahora más detalladamente la presente invención por medio de los ejemplos que se dan a continuación.

EJEMPLOS

A. Preparación del catalizador

[0115] El componente catalizador sólido fue preparado según el Ejemplo 8 de la WO 2004/029112, con la excepción de que como compuesto de aluminio se usó cloruro de dietilaluminio en lugar de trietilaluminio.

B. Polimerización

a) Ejemplo inventivo 1 (IE1):

[0116] El catalizador que se ha descrito anteriormente fue introducido continuamente en un reactor de prepolimerización a razón de un caudal de 1,6 g/h. El reactor de prepolimerización era un reactor de tanque con agitación que tenía un volumen de 45 dm³ y operaba como reactor llenado con líquido a una temperatura de 30°C y a una presión de 54 bares. Antes de su introducción, el material de alimentación que contenía el catalizador fue combinado con un material de alimentación que contenía trietilaluminio (TEA) y dicitlopentildimetoxisilano (DPDMS) de forma tal que la relación molar de TEA/Ti era de 262 y la relación molar de DPDMS/TEA era de 10. La aportación de hidrógeno era de aproximadamente 36 g/h y la aportación de propileno era tal que el tiempo medio de permanencia era de 0,3 horas.

[0117] La lechada del reactor de prepolimerización fue dirigida a un reactor de bucle que tiene un volumen de 150 dm³ y que operaba a una temperatura de 80°C y a una presión de 52 bares. El propileno fue aportado al reactor de bucle a razón de un caudal de 205 kg/h. No se añadió hidrógeno sin usar, sino que todo el hidrógeno venía a través del reactor de prepolimerización. La tasa de producción de homopolímero de propileno fue de 29 kg/h y el índice de fusión MFR₂ fue de 14 g/10 min.

[0118] La lechada polimérica procedente del reactor de bucle fue conducida directamente a un primer reactor de fase gaseosa al que se hacia funcionar a una temperatura de 90°C y a una presión de 24 bares. La lechada era extraída por dos salidas. Por la primera salida se extraía un 80% en peso de lechada, sobre la base del peso total de la lechada extraída, siendo ahí la concentración del polímero la misma como la que había en el reactor, es decir que la primera salida estaba situada en la periferia exterior de un segmento horizontal inferior del reactor de bucle. Por la segunda salida se extraía un 20% en peso de lechada, sobre la base del peso total de la lechada extraída, estando dicha segunda salida situada en la periferia interior de los segmentos horizontales inferiores del reactor de bucle. La lechada extraída por la segunda salida tenía una concentración de polímero de aproximadamente un 3% en peso, sobre la base del peso total de la lechada extraída por la segunda salida.

[0119] Además de la lechada polimérica extraída del reactor de bucle, fueron aportados al reactor de fase gaseosa propileno e hidrógeno, así como nitrógeno como gas inerte, de forma tal que el contenido de propileno era un 86% molar y la relación de hidrógeno a propileno era de 3,8 moles/kmol. La tasa de producción en el reactor era de 23 kg/h y el polímero extraído del reactor tenía un índice de fusión MFR₂ de 16 g/10 min. La división entre el reactor de bucle y el reactor de fase gaseosa era así de 55/45.

[0120] Se resumen en la Tabla 1 los datos para la tasa de producción en el reactor de bucle, el contenido de sólidos en la lechada total extraída por la primera salida y por la segunda salida y la división entre la fase en bucle y la fase gaseosa.

b) Ejemplo inventivo 2 (IE2):

[0121] La polimerización fue realizada como se ha descrito para el ejemplo inventivo 1, con la excepción de que las aportaciones de hidrógeno fueron modificadas de forma tal que el MFR₂ del homopolímero de propileno obtenido era de 11 g/10 min. después del reactor de bucle y de 14 g/10 min. después del reactor de fase gaseosa, respectivamente.

[0122] Se resumen en la Tabla 1 los datos para la tasa de producción en el reactor de bucle, el contenido de sólidos de la lechada total extraída por la primera salida y por la segunda salida y la división entre la fase en bucle y la fase gaseosa.

c) Ejemplo inventivo 3 (IE3):

5 [0123] La polimerización fue realizada como se ha descrito para el ejemplo inventivo 1, con la excepción de que las aportaciones de hidrógeno fueron modificadas de forma tal que el MFR₂ del polímero de propileno obtenido era de 10 g/10 min. después del reactor de bucle y de 12 g/10 min. después del reactor de fase gaseosa, respectivamente. Además se aportó etileno a los reactores de forma tal que el contenido de etileno del copolímero de propileno era de un 1,8% en peso después del reactor de bucle y de un 2,5% en peso después del reactor de fase gaseosa, sobre la base del peso total del copolímero de propileno.

10 [0124] Se resumen en la Tabla 1 los datos para la tasa de producción en el reactor de bucle, el contenido de sólidos de la lechada total extraída por la primera salida y por la segunda salida y la división entre la fase en bucle y la fase gaseosa.

d) Ejemplo comparativo 1 (CE1):

15 [0125] La polimerización fue realizada como se ha descrito para el ejemplo inventivo 1, con la excepción de que no se usó la segunda salida.

20 [0126] Se resumen en la Tabla 1 los datos para la tasa de producción en el reactor de bucle, el contenido de sólidos de la lechada total extraída por la primera salida y la división entre la fase en bucle y la fase gaseosa.

e) Ejemplo comparativo 2 (CE2):

25 [0127] La polimerización fue realizada como se ha descrito para el ejemplo inventivo 3, con la excepción de que no se usó la segunda salida. Además se aportó etileno a los reactores de forma tal que el contenido de etileno del copolímero de propileno era de un 2% en peso después del reactor de bucle y de un 3,4% en peso después del reactor de fase gaseosa, sobre la base del peso total del copolímero de propileno.

30 [0128] Se resumen en la Tabla 1 los datos para la tasa de producción en el reactor de bucle, el contenido de sólidos de la lechada total extraída por la primera salida y la división entre la fase en bucle y la fase gaseosa.

Tabla 1:

	IE 1	IE 2	IE3	CE 1	CE 2
Tasa de producción del reactor de bucle [kg/h]	29	30	32	30	30
Contenido de sólidos de la lechada extraída [% en peso]	23	23	22	18	16
División entre reactor de bucle/reactor de fase gaseosa	55/45	55/45	55/45	46/54	46/54

35 [0129] Puede apreciarse por la Tabla 1 que una polimerización de monómeros olefínicos en una cascada de reacciones de polimerización redonda en una división de la producción entre reactor de bucle y reactor de fase gaseosa de 46/54 si el reactor de bucle opera con una única salida. En contraste con ello, si se hace que el reactor de bucle funcione con una combinación de dos salidas situadas en distintos sitios del reactor de bucle, es decir, con una combinación de una primera y una segunda salida, la polimerización de monómeros olefínicos redonda en una división entre reactor de bucle y reactor de fase gaseosa de 55/45. En consecuencia, un reactor de bucle equipado con una primera salida y una segunda salida según la presente solicitud permite desplazar la división de la producción entre reactor de bucle y reactor de fase gaseosa en dirección al reactor de bucle.

40

REIVINDICACIONES

1. Método para preparar polímero olefínico en al menos un reactor de bucle, comprendiendo dicho reactor de bucle
 5 (a) al menos un segmento horizontal inferior y/o al menos una curva inferior,
 (b) al menos un segmento horizontal superior y/o al menos una curva superior, y
 (c) al menos dos segmentos verticales,
 conectados en comunicación operativa,
 comprendiendo dicho reactor de bucle además
 10 (d) una primera salida para extraer una 1ª lechada polimérica del reactor de bucle, comprendiendo dicha 1ª
 lechada polimérica polímero olefínico y fase fluida; estando dicha primera salida situada de forma tal que la 1ª
 lechada polimérica extraída tiene una concentración de polímero que es la misma como o más alta que la
 concentración media de polímero en el reactor de bucle, y
 (e) una segunda salida para extraer una 2ª lechada polimérica del reactor de bucle, comprendiendo dicha 2ª
 15 lechada polimérica polímero olefínico y fase fluida; estando dicha segunda salida situada de forma tal que la 2ª
 lechada polimérica extraída tiene una concentración de polímero que es más baja que la concentración media de
 polímero en el reactor de bucle,
 comprendiendo el método los pasos de
 (I) aportar monómeros olefínicos, un sistema catalítico y opcionalmente comonómeros olefínicos al reactor de
 bucle para formar una lechada polimérica en el reactor de bucle, y
 20 (II) controlar
 (II1) la cantidad total de polímero extraído del reactor de bucle
 y/o
 (II2) la cantidad total de lechada polimérica extraída del reactor de bucle
 y/o
 25 (II3) la concentración de polímero dentro de la lechada polimérica total extraída del reactor de bucle
 ajustando la relación de la 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida y la 2ª lechada polimérica extraída
 por la segunda salida.
2. Método según la reivindicación 1, en donde
 30 (a) la 1ª lechada polimérica y la 2ª lechada polimérica son extraídas por la primera salida y por la segunda salida,
 respectivamente, y son transferidas directamente, es decir sin evaporación súbita, al segundo reactor,
 y/o
 (b) la 1ª lechada polimérica y la 2ª lechada polimérica son combinadas y son a continuación transferidas al
 35 segundo reactor.
3. Método según la reivindicación 1 o 2, en donde en el segundo reactor, que es preferiblemente un reactor de fase
 gaseosa, se produce un polímero que es distinto del polímero producido en el reactor de bucle y la división de la
 producción entre el reactor de bucle y el segundo reactor, es decir, la relación en peso del polímero producido en
 40 el reactor de bucle y del polímero producido en el segundo reactor, es de 75:25 a 40:60.
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la concentración media de polímero en
 la lechada polimérica dentro del reactor de bucle es de entre un 15% en peso y un 55% en peso, preferiblemente
 de entre un 20% en peso y un 55% en peso, y con la máxima preferencia de entre un 25% en peso y un 52% en
 45 peso, sobre la base del peso total de la lechada polimérica en el reactor de bucle.
5. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde en caso de efectuarse un control es
 extraído por la primera salida entre un 65% en peso y un 95% en peso, sobre la base del peso de la lechada
 polimérica total extraída, de la 1ª lechada polimérica, y es extraído por la segunda salida entre un 5% en peso y
 un 35% en peso, sobre la base del peso total de la lechada polimérica extraída total, de la 2ª lechada polimérica.
 50
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la 2ª lechada polimérica extraída por la
 segunda salida tiene una cantidad de polímero de
 (a) más de un 0,1% en peso y más preferiblemente de al menos un 0,5% en peso, sobre la base del peso total
 de la 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida,
 55 y/o
 (b) un 10% en peso como máximo y más preferiblemente un 5% en peso como máximo, sobre la base del peso
 total de la 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida.
7. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la relación de la 1ª lechada polimérica
 extraída por la primera salida y la 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida [PS-O1/PS-O2] es de al
 menos 1,8, y preferiblemente de al menos 2,5, en donde
 60 "PS-O1" es la cantidad [indicada en porcentaje en peso] de 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida,
 y
 "PS-O2" es la cantidad [indicada en porcentaje en peso] de 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida.

8. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde
 (a) la 1ª lechada polimérica es extraída intermitente o continuamente por la primera salida
 y/o
 5 (b) la 2ª lechada polimérica es extraída intermitente o continuamente por la segunda salida.
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la primera salida está situada en la
 periferia exterior del reactor de bucle y/o la segunda salida está situada en la periferia interior del reactor de
 10 bucle.
10. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el reactor de bucle comprende
 (a) un segmento horizontal inferior,
 (b) dos curvas inferiores,
 (c) un segmento horizontal superior,
 15 (d) dos curvas superiores, y
 (e) dos segmentos verticales,
 conectados en comunicación operativa, en donde las dos curvas inferiores unen el segmento horizontal inferior
 con los dos segmentos verticales y las dos curvas superiores unen el segmento horizontal superior con los dos
 20 segmentos verticales, la primera salida está situada en la periferia exterior del segmento horizontal inferior o de
 una de las dos curvas inferiores del reactor de bucle, y preferiblemente la primera salida está situada en la
 periferia exterior del segmento horizontal inferior, y la segunda salida está situada en
 (I) la periferia interior del segmento horizontal inferior del reactor de bucle o la periferia interior de una de las dos
 curvas inferiores del reactor de bucle, y preferiblemente en la periferia interior de una de las dos curvas inferiores
 del reactor de bucle,
 25 y/o
 (II) la periferia interior del segmento horizontal superior del reactor de bucle o la periferia interior de una de las
 dos curvas superiores del reactor de bucle.
11. Método según cualquiera de las anteriores reivindicaciones 1 a 9, en donde el reactor de bucle comprende
 30 (a) una curva inferior,
 (b) una curva superior, y
 (c) dos segmentos verticales
 conectados en comunicación operativa, en donde la curva inferior y la curva superior unen a los dos segmentos
 verticales, la primera salida está situada en la periferia exterior de la curva inferior del reactor de bucle, y
 35 la segunda salida está situada en
 (I) la periferia interior de la curva inferior del reactor de bucle,
 y/o
 (II) la periferia interior de la curva superior del reactor de bucle.
12. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde
 40 (a) la primera salida y la segunda salida están conectadas con el segundo reactor a través de tuberías
 independientes
 y/o
 45 (b) la tubería de la primera salida y la tubería de la segunda salida están conectadas entre sí en un punto de
 conexión situado corriente arriba con respecto al segundo reactor y una tubería adicional conduce desde dicho
 punto de conexión hasta el segundo reactor.
13. Sistema de reactores de polimerización que comprende una pluralidad de recipientes reactores de
 50 polimerización para preparar polímeros olefínicos, comprendiendo dicho sistema de reactores de polimerización
 en cascada al menos un reactor de bucle y al menos un adicional reactor que es preferiblemente un reactor de
 fase gaseosa,
 en donde dicho reactor de bucle comprende
 (a) al menos un segmento horizontal inferior y/o al menos una curva inferior,
 55 (b) al menos un segmento horizontal superior y/o al menos una curva superior, y
 (c) al menos dos segmentos verticales,
 conectados en comunicación operativa,
 dicho reactor de bucle comprende además una primera salida y una segunda salida que son adecuadas para
 extraer lechada polimérica,
 dicha primera salida y dicha segunda salida están conectadas con el segundo reactor a través de una tubería, en
 60 donde además
 la primera salida está situada en la periferia exterior del segmento horizontal inferior o de la curva inferior del
 reactor de bucle y
 la segunda salida está situada en

- (I) la periferia interior del segmento horizontal inferior del reactor de bucle o la periferia interior de la curva inferior del reactor de bucle,
y/o
(II) la periferia interior del segmento horizontal superior del reactor de bucle o la periferia interior de la curva superior del reactor de bucle.
- 5
14. Sistema de reactores de polimerización según la reivindicación 13, en donde la tubería de la primera salida y la tubería de la segunda salida están conectadas entre sí en un punto de conexión situado corriente arriba con respecto al segundo reactor y una tubería adicional conduce desde dicho punto de conexión hasta el segundo reactor.
- 10
15. Método para controlar el tiempo medio de permanencia de un polímero olefinico formado en un reactor de bucle y/o en un reactor de bucle de un sistema de reactores de polimerización, comprendiendo dicho reactor de bucle
- 15
- (a) al menos un segmento horizontal inferior y/o al menos una curva inferior,
(b) al menos un segmento horizontal superior y/o al menos una curva superior, y
(c) al menos dos segmentos verticales, conectados en comunicación operativa, comprendiendo dicho reactor de bucle además
- 20
- (d) una primera salida para extraer una 1ª lechada polimérica del reactor de bucle, comprendiendo dicha 1ª lechada polimérica polímero olefinico y fase fluida; estando dicha primera salida situada de forma tal que la 1ª lechada polimérica extraída tiene una concentración de polímero que es la misma como o más alta que la concentración media de polímero en el reactor de bucle, y
- 25
- (e) una segunda salida para extraer una 2ª lechada polimérica del reactor de bucle, comprendiendo dicha 2ª lechada polimérica polímero olefinico y fase fluida; estando dicha salida situada de forma tal que la 2ª lechada polimérica extraída tiene una concentración de polímero que es más baja que la concentración media de polímero en el reactor de bucle, comprendiendo el método los pasos de
- 30
- (I) aportar monómeros olefinicos, un sistema catalítico y opcionalmente comonómeros olefinicos al reactor de bucle para así formar una lechada polimérica en el reactor de bucle, y
(II) controlar
(II1) la cantidad total de polímero extraída del reactor de bucle
y/o
(II2) la cantidad total de lechada polimérica extraída del reactor de bucle
y/o
- 35
- (II3) la concentración de polímero dentro de la lechada polimérica total extraída del reactor de bucle ajustando la relación de la 1ª lechada polimérica extraída por la primera salida a la 2ª lechada polimérica extraída por la segunda salida.
- 40
16. Uso de la segunda salida situada en un reactor de bucle y/o en un sistema de reactores de polimerización que comprende un reactor de bucle y un segundo reactor para controlar
- 45
- (1) la cantidad total de polímero extraída del reactor de bucle y/o
(2) la cantidad total de lechada polimérica extraída del reactor de bucle y/o
(3) la concentración de polímero dentro de la lechada polimérica total extraída del reactor de bucle ajustando la extracción de fase fluida o 2ª lechada polimérica por la segunda salida y opcionalmente transfiriéndola al segundo reactor, comprendiendo dicho reactor de bucle
- 50
- (a) al menos un segmento horizontal inferior y/o al menos una curva inferior,
(b) al menos un segmento horizontal superior y/o al menos una curva superior, y
(c) al menos dos segmentos verticales, conectados en comunicación operativa, comprendiendo dicho reactor de bucle además
- 55
- (d) una primera salida para extraer una 1ª lechada polimérica del reactor de bucle, comprendiendo dicha 1ª lechada polimérica polímero olefinico y fase fluida; estando dicha primera salida situada de forma tal que la 1ª lechada polimérica extraída tiene una concentración de polímero que es la misma como o más alta que la concentración media de polímero en el reactor de bucle, y
(e) una segunda salida para extraer una 2ª lechada polimérica del reactor de bucle, comprendiendo dicha 2ª lechada polimérica polímero olefinico y fase fluida; estando dicha segunda salida situada de forma tal que la 2ª lechada polimérica extraída tiene una concentración de polímero que es más baja que la concentración media de polímero en el reactor de bucle.