

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 262**

51 Int. Cl.:

**C08F 210/02** (2006.01)

**C08F 2/00** (2006.01)

**C08F 2/01** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.03.2013 PCT/EP2013/054612**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2013 WO2013132010**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.03.2013 E 13714868 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2016 EP 2822978**

54 Título: **Proceso y planta para fabricar copolímeros de polietileno-silano**

30 Prioridad:

**07.03.2012 EP 12158404**

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

**06.06.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FEICHTNER, HELMUT;  
SULTAN, BERNT-AKE;  
RUESS, GABRIEL;  
VOIGT, BJÖRN;  
CARLSSON, ROGER;  
ANKER, MARTIN;  
BERGQVIST, MATTIAS;  
DAHLÉN, KRISTIAN;  
FOSSUM, KJELL;  
HJERTBERG, THOMAS y  
NYLANDER, PERRY**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 615 262 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**

Proceso y planta para fabricar copolímeros de polietileno-silano

5 La presente invención se refiere a un proceso para fabricar polietileno de acuerdo con la reivindicación 1 y a una planta para llevar a cabo dicho proceso de acuerdo con la reivindicación 14.

10 El polietileno, en particular el polietileno de baja densidad (LDPE) se fabrica de forma general en un proceso de alta presión que utiliza un reactor tal como un reactor tubular. La reacción exotérmica de polimerización se lleva a cabo a presiones de operación comprendidas entre  $5 \times 10^7$  y  $4 \times 10^8$  Pa y temperaturas entre 165 y 340 °C. La polimerización del etileno comienza mediante un iniciador de radical libre, normalmente utilizando peróxidos u oxígeno.

15 Estos procesos son procesos muy integrados que requieren complejas redes de planta. Una planta de producción de LDPE comprende generalmente de o varias unidades de compresor para comprimir la alimentación de etileno, un precalentador para precalentar la alimentación y opcionalmente otras sustancias, un reactor tubular para el proceso de polimerización real de la alimentación de etileno procedente del precalentador, un separador de alta presión (HPS) para separar la mezcla de monómero/polímero que sale del reactor tubular y un separador de baja presión (LPS) para separación adicional de la mezcla de monómero/polímero. El polímero fundido se hace pasar desde el LPS a una sección de acabado que incluye una extrusora. La fase de monómero que comprende etileno como componente principal se suele reciclar a la alimentación de etileno que entra en las unidades de compresor (documento US 6.596.241 B1, documento US 2005/0192414 A1).

25 El polietileno de baja densidad se caracteriza por un número relativamente alto de cadenas secundarias cortas. Las ramas de cadena corta regulan la flexibilidad y, por tanto, la densidad del polímero. Un mayor número de ramas de cadena corta mejora la flexibilidad y las propiedades ópticas, pero reduce la resistencia mecánica. La resistencia en fundido, a su vez, se ve afectada por el peso molecular de la cola y el número de ramas de cadena larga.

30 Para regular el peso molecular, se añaden a la alimentación de etileno los denominados agentes de transferencia de cadena. Estos agentes de transferencia de cadena promueven la transferencia de una cadena polimérica en crecimiento a otra molécula, reduciendo de esta forma el peso molecular promedio del polímero final. Además de los agentes de transferencia de cadena, se pueden añadir comonómeros a la alimentación de etileno para modular las propiedades del polímero final. Por ejemplo, es deseable obtener polímeros que se puedan reticular después de proceso de formación del fundido de su producto final. Los polietilenos reticulados se utilizan ampliamente, por ejemplo, en aplicaciones de alambres y cables o tuberías.

35 El reticulado se puede llevar a cabo, por ejemplo, mediante la adición de agentes formadores de radicales libres tales como peróxidos a la composición de polímero antes de la extrusión del cable o tubería. La reticulación se inicia mediante calentamiento en una etapa de vulcanización posterior, en una forma tal que el peróxido se descompone con formación de radicales libres.

40 Otra posibilidad de reticulación es la introducción de grupos silano hidrolizables en el polímero. En este caso, la reticulación se lleva a cabo mediante curado con humedad en el que, en una primera etapa, los grupos silano se hidrolizan dando como resultado la formación de grupos silanol, los cuales, en una segunda etapa, se reticulan mediante una reacción de condensación que libera agua.

45 Los procesos para la producción de copolímeros de polietileno-silano son conocidos. El documento EP 1 923 404 B1 describe un método en el que el etileno y un compuesto de silano insaturado se polimerizadas a una presión de 100-400 MPa y a una temperatura de 80-350 °C en un reactor multizona que comprende dos o más zonas de reacción, en el que más del 60 % en peso de compuesto de silano se añade a la primera zona de reacción del reactor. La alimentación de la mayoría del compuesto de silano a la primera zona de reacción de un reactor permite una mayor conversión del comonómero de silano. En este caso, la corriente que contiene el compuesto de silano insaturado se comprime en un compresor antes de entrar en el reactor.

50 Los documentos 2011/057927, WO 2011/057926, WO 2011/128147 y WO 2011/057925 divulgan procesos en los que el etileno se copolimeriza con un dieno y posiblemente un monómero de silano en un equipo a alta presión que comprende un compresor, un reactor y una unidad de separación.

55 Un problema general durante la producción de copolímeros de polietileno-silano es que, durante la producción, el comonómero de silano volátil tal como viniltrimetilsilano (VTMS) puede abandonar el equipo de la planta, tal como la unidad de compresor de una planta mediante el desgaste de juntas y cajas de prensaestopas para piezas de rotación donde se forman las partículas abrasivas de silanol, llevando a una mayor necesidad de mantenimiento y tiempo de inactividad del hipercompresor, incluyendo vibraciones.

60 Otro efecto secundario del comonómero de silano es que polimeriza prematuramente durante la compresión, ocasionando la oclusión de las conducciones del intercambiador térmico y el precalentador. También tiene un impacto negativo sobre la lubricación de las piezas móviles del compresor, ya que el silano afecta tanto la viscosidad del

lubricante como sus fuerzas de adhesión a metales. Adicionalmente, la elevada concentración de silano en los escapes de gases/purgas de gases requiere un tratamiento sofisticado de esta corriente para separar el silano antes de realizar un procesamiento posterior.

- 5 Sería por tanto deseable proporcionar un proceso que evite estos problemas y aumente la eficacia global del proceso, en particular, reduciendo el tiempo de inactividad de la planta necesario para mantenimiento y limpieza.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, este objetivo que consigue proporcionando un método que tiene los rasgos de la reivindicación 1.

- 10 De acuerdo con ello, se proporciona un proceso para fabricar copolímeros de polietileno-silano, que se lleva a cabo en una planta que comprende al menos una unidad de compresor y al menos un reactor que se encuentra corriente abajo de la unidad de compresor.

- 15 De acuerdo con el presente proceso, el etileno y el comonomero de silano no se alimentan conjuntamente a la unidad de compresor, sino por separado. De forma más precisa, solamente el etileno se alimenta a la unidad de compresor y solamente se mezcla con el comonomero de silano tras salir de la unidad de compresor y/o después de entrar en el reactor. Es también posible alimentar el comonomero de silano a la alimentación de etileno después de que dicha alimentación de etileno sale de la unidad de compresor y preferentemente después de que dicha alimentación de etileno salga de la unidad de precalentamiento, pero antes de entrar en el reactor de síntesis. De esta manera, los comonomeros de silano no experimentan presurización junto con la alimentación de etileno en el interior de la unidad de compresor.

- 20 De acuerdo con el presente proceso, el comonomero de silano bien se alimenta al reactor como alimentación delantera o en al menos una localización a lo largo del reactor. Cuando el comonomero de silano se alimenta al reactor de síntesis como alimentación delantera, puede alimentarse o añadirse a las líneas de transferencia entre la unidad de compresor, preferentemente una unidad de recalentamiento situada corriente abajo de la unidad de compresor, y el reactor de síntesis, o en un punto a lo largo de la pared del reactor.

- 25 Evitar la premezcla entre el etileno y el comonomero de silano durante la etapa de compresión proporciona varias ventajas. Por ejemplo, al añadir el comonomero de silano a la alimentación de etileno y/o al reactor después del compresor, se evita la formación de depósitos de silano, que son de tipo vítreo. Esto a su vez reduce la necesidad de mantenimiento y, por lo tanto, el tiempo de inactividad del compresor y, de esta forma, los costes totales.

- 30 En una realización del presente proceso, el etileno de la primera corriente de alimentación puede proceder de diferentes fuentes y puede ser puro o estar mezclado con otros componentes. El etileno usado puede ser etileno puro de nueva creación, etileno reciclado desde el reactor sin ninguna purificación adicional, y/o etileno reciclado desde el reactor que se ha sometido a una purificación de gases antes de volver a entrar en la unidad de compresor y, por tanto, en el ciclo de síntesis.

- 35 En una realización del presente proceso, la primera corriente de alimentación que comprende etileno se alimenta a al menos una unidad del precalentador después de salir de la unidad de compresor. Dicha unidad del precalentador está preferentemente situada corriente abajo de la unidad de compresor y corriente arriba del reactor. Se puede imaginar que la unidad de precalentador consiste en más de un recipiente o subunidades, preferentemente al menos dos subunidades.

- 40 Posteriormente, la segunda corriente de alimentación que comprende el al menos un comonomero de silano se puede alimentar a la primera corriente de alimentación, que entra o sale de la al menos una unidad del precalentador. De esta manera, el comonomero de silano se puede añadir a la alimentación de etileno antes o después de que dicha alimentación de etileno haya sido precalentada, preferentemente después del precalentador.

- 45 La alimentación frontal de comonomero de silano tanto como mezcla con la alimentación de etileno o en paralelo a la alimentación de etileno a lo largo de la pared del reactor permite obtener una elevada conversión del comonomero de silano y la reducción de los costes de producción globales debido a la evitación de los depósitos de silano y otras interacciones negativas con los lubricantes del compresor.

- 50 La inyección del comonomero de silano tal como VTMS al interior del reactor como alimentación frontal o a la primera zona de reacción del reactor es lo más económico. Esto se debe a que cuanto más eficaz sea la conversión y, por tanto, la reacción, menos comonomero de silano pasa sin reaccionar a través del reactor.

- 55 De acuerdo con el presente proceso, el al menos un comonomero de silano se alimenta al reactor como alimentación frontal, opcionalmente como alimentación dividida, y en al menos una localización a lo largo del reactor. En este caso, la concentración del comonomero de silano que se alimenta al reactor en al menos una localización a lo largo del reactor es igual o difiere de la concentración del comonomero de silano que se introduce en el reactor por su parte delantera.

- 60

- 65

La concentración del comonomero de silano que se alimenta por la parte delantera del reactor puede ser lo más del 50 % en peso, preferentemente más del 75 % de la concentración del comonomero de silano que entra en el reactor en total. La corriente de comonomero de silano comprende preferentemente más del 25 % en peso de comonomero de silano y más preferentemente más del 50 % en peso de comonomero de silano.

5 En una realización del presente proceso, el al menos un comonomero de silano, si se alimenta al reactor en una localización a lo largo del reactor, se añade al reactor usando al menos una bomba de émbolo de alta presión, es especial del tipo de bombas de émbolo LEWA.

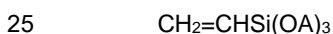
10 De acuerdo con una realización preferida, el comonomero de silano comprende un compuesto de silano insaturado, que se representa mediante la siguiente fórmula general



15 en la que R es un hidrocarbilo etilénicamente insaturado, grupo hidrocarbiloxi o (met)acriloxi hidrocarbilo, R' es un grupo hidrocarbilo alifático saturado, Y es un grupo orgánico hidrolizable, y n es 0, 1 o 2. Si hay más de un grupo Y, no tienen que ser idénticos.

20 Los ejemplos preferidos del compuesto de silano insaturado son aquellos en los que R es vinilo, alilo, isopropenilo, butenilo, ciclohexenilo o gamma-(met)acriloxi propilo; Y es metoxi, etoxi, formiloxi, acetoxi, propioniloxi o un grupo alquilamino o arilamino; y R', si está presente, es un grupo etilo, propilo, decilo o fenilo.

Es especialmente preferido el uso de un compuesto de silano insaturado, que se representa mediante la fórmula



25 en la que A es un grupo hidrocarbilo que tiene 1-8 átomos de carbono, en particular 1-4 átomos.

30 Los ejemplos preferidos de un silano insaturado se seleccionan del grupo que contiene vinil trimetoxisilano (VTMS), vinil dimetoxietoxi silano, vinil trietoxisilano, gamma-(met)acriloxipropiltrimetoxi-silano, gamma(met)acriloxipropiltriethoxisilano, vinil triacetoxisilano, y cualquier combinación de los mismos.

35 En otra realización, al menos un comonomero polar adicional se alimenta adicionalmente a la corriente de alimentación que comprende etileno antes de que dicha corriente de alimentación entre en la unidad de compresor, se alimenta a la corriente de alimentación que comprende etileno antes de introducirse en el al menos un reactor como alimentación frontal y/o se alimenta al reactor en al menos una localización a lo largo del reactor.

40 Se prefiere si el al menos un comonomero polar adicional se selecciona entre el grupo que consiste en ésteres de vinilcarboxilato; (met)acrilatos; éteres de vinilo; y cualquier combinación de los mismos.

45 Se prefiere especialmente si el al menos un comonomero polar adicional se selecciona entre un grupo que consiste en acetato de vinilo (EVA), metacrilatos, en particular acrilato de metilo (EMA), acrilato de etilo (EEA), acrilato de butilo (EBA), metacrilato de metilo (EMMA), metacrilato de glicidilo (GMA), anhídrido maleico (MAH) y acrilamida.

50 En una realización adicional del presente proceso, una tercera corriente de alimentación que comprende al menos un agente de transferencia de cadena se alimenta a las corrientes de alimentación combinadas que comprenden etileno y el al menos un comonomero de silano antes de entrar en el al menos un reactor o se alimenta al reactor como una alimentación frontal independiente. De esta manera, etileno, comonomero y agente de transferencia de cadena solamente se mezclan poco antes de entrar en el reactor de polimerización o se mezclan en el interior del reactor después de entrar en el reactor como alimentación frontal independiente.

55 En otra realización preferida, al menos un agente de transferencia de cadena se alimenta adicionalmente al reactor en al menos una localización / posición a lo largo del reactor, es decir, un agente de transferencia de cadena que podría ser el mismo o diferente del mezclado con el etileno y el comonomero de silano antes de alimentarse al reactor, se introduce en cualquier posición adecuada, preferentemente mediante una válvula de inyección, a lo largo de reactor, a la mezcla de reacción del interior del reactor.

60 En el contexto de la presente realización, es más preferido que la concentración del agente de transferencia de cadena que se alimenta a una localización a lo largo del reactor sea el mismo o difiere de la concentración del agente de transferencia de cadena, en particular en la corriente de alimentación combinada o como corriente separada, que se introduce en el reactor como alimentación frontal. Es también posible que la concentración del agente de transferencia de cadena en las corrientes alimentadas a lo largo de reactor difiera para cada corriente. De esta manera, cada una de las corrientes que contiene agente de transferencia de cadena alimentadas al reactor, tanto como alimentación frontal o en uno de los puntos de inyección a lo largo de reactor puede tener diferentes concentraciones del agente de transferencia de cadena. Esto permite una regulación precisa de la concentración del agente de transferencia de cadena a lo largo de la pared del reactor en el reactor.

También se puede imaginar que la tercera corriente de alimentación de agente de transferencia de cadena se alimenta a la corriente de etileno antes de que la corriente de etileno entre en la unidad de compresor. De esta manera, es posible comprimir y, opcionalmente, precalentar, la corriente de monómero de etileno junto con el agente de transferencia de cadena.

- 5 El agente de transferencia de cadena se selecciona preferentemente entre un grupo que consiste en
- aldehídos, tal como propionaldehído, acetaldehído, benzaldehído,
  - alcoholes, tal como isopropanol, t-butanol, metanol, 2-metil-3-buten-2-ol, etanol,
  - 10 – hidrocarburos saturados e insaturados, tales como propano, propileno, buteno-1,4-metilpentano-1, isobutileno, diisobutileno, etano, 2,2-dimetilpropano, 2-metil-3-buteno, ciclopropano, metano, benceno, butano, 2,2,4-trimetilpentano, n-hexano, isobutano, n-heptano, ciclohexano, metilciclohexano, propileno, n-decano, ciclopentano, n-tridecano, tolueno, isobutileno, diisobutileno, 4-metilpenteno-1, p-xileno, 2-buteno, 1-buteno, octeno-1,2-metilbuteno-2, cumeno, 2-metil-buteno, etilbenceno, n-hexadeceno, 3-metil-1-buteno, 2-etil-1-hexeno,
  - 15 – compuestos que comprende un éter, un grupo ceto o un grupo carboxilo tal como metil etil cetona, óxido de etileno, vinil-metil-éter, metilacetato, acetato de t-butilo, formiato de metilo, acetato de etilo, benzoato de metilo, benzoato de etilo, dimetoximetano, acetato de n-butilo, anhídrido acético, benzoato de n-butilo, acetona, butirato de metilo, N,N-dimetilformamida, tetrahidrofurano, p-dioxano, 2-butanona, 3-metil-2-butanona,
  - compuestos que comprenden otros grupos funcionales tales como sulfuro de metilvinilo, n-butironitrilo,
  - 20 tetrametilsilano, hexafluoruro de azufre, perfluoropropano, dimetil sulfóxido, trifenilfosfina, metilamina, N,N-diisopropilacetamida, 1,2-dicloroetano, acetonitrilo, N-etilacetamida, N,N-dietilacetamida, 4,4-dimetilpenteno-1, trimetilamina, N,N-dimetilacetamida, isocianato de n-butilo, n-butilamina, sulfuro de dietilo, trimetilamina, 1-bromo-2-cloroetano, isotiocianato de n-butilo, 3-cianopropionato de metilo, tri-n-butilamina, isobutironitrilo, di-n-butilamina, cloroacetato de metilo, 1,2-dibromoetano, dimetilamina, cloroformo,
  - 25 1,4-diclorobuteno-2, tri-n-butilfosfina, di-n-butil-fosfina, dimetilfosfina, cianoacetato de metilo, tetracloruro de carbono, bromotriclorometano, fosfina,
  - hidrógeno, y mezclas de los mismos.

30 El uso de propionaldehído, propileno, propano, metil etil cetona, hidrógeno e isopropanol como agente de transferencia de cadena es especialmente preferido.

De nuevo en una realización adicional del proceso, al menos un iniciador de polimerización se alimenta al reactor como alimentación frontal y/o al menos una localización a lo largo del reactor. Normalmente, el iniciador de la polimerización se inyecta al reactor para iniciar la reacción de polimerización en la posición o zona de reacción deseada en el interior del reactor.

El iniciador de la polimerización preferentemente se selecciona entre el grupo de peróxidos orgánicos. Los ejemplos de peróxidos orgánicos adecuados son peroxiésteres, peroxicetales, peroxicetonas y peroxicarbonatos, por ejemplo, peroxidicarbonato de di(2-etilhexilo), peroxidicarbonato de dicitlohexilo, peroxidicarbonato de diacetilo,

40 peroxiisopropilcarbonato de terc-butilo, peróxido de di-terc-butilo, peróxido de di-terc-amilo, peróxido de dicumilo, 2,5-dimetil-2,5-di-terc-butilperoxihexano, peróxido de terc-butilcumilo, 2,5-dimetil-2,5-di(terc-butilperoxi)hex-3-ino, 1,3-diisopropil monohidroperóxido o hidroperóxido de terc-butilo, peróxido de didecanoilo, 2,5-dimetil-2,5-di(2-etil-hexanoilperoxi)hexano, peroxi-2-etilhexanoato de terc-amilo, peróxido de benzoilo, peroxi-2-etilhexanoato de terc-butilo, peroxidietilacetato de terc-butilo, peroxidietilisobutirato de terc-butilo,

45 terc-butilperoxi-3,5,5-trimetilhexanoato, 1,1-di(terc-butilperoxi)ciclohexano, peroxiacetato de terc-butilo, peroxineodecanoato de cumilo, peroxineodecanoato de terc-cumilo, peroxipivalato de terc-amilo, peroxineodecanoato de terc-butilo, permaleato de terc-butilo, peroxipivalato de terc-butilo, peroxiisononanoato de terc-butilo, hidroperóxido de diisopropilbenceno, hidroperóxido de cumeno, peroxibenzoato de terc-butilo, hidroperóxido de metil isobutil cetona, 3,6, 9-trietil-3,6, 9-trimetil-triperoxociclononano y 2,2-di(terc-butilperoxi)butano. Los azoalcanos (diazenos), ésteres azodicarboxílicos, dinitrilos azodicarboxílicos tales como azobisisobutironitrilo e hidrocarburos que se descomponen en radicales libres y que también se denominan iniciadores C-C, por ejemplo, derivados de 1,2-difenil-1,2-dimetiletano y derivados de 1,1,2,2-tetrametiletano, son también adecuados. Es también posible utilizar una mezcla iniciadora con un iniciador a alta temperatura y un iniciador a baja temperatura, que se pueden introducir de forma simultánea o independiente al reactor.

55 Los iniciadores más preferidos son peróxido de di-terc-butilo (DTBP), perpivalerato de terc-butilo (TBPPI), pivalato de terc-amilo (TAPPI) y peroxi-2-etil-hexanoato de terc-butilo.

60 Debido a la alimentación del agente de transferencia de cadena, comonomero de silano, comonomero adicional y/o iniciador de la polimerización como alimentación frontal y/o al menos una localización a lo largo de reactor, se crean zonas de reacción diferentes en el interior del reactor. De esta manera, tanto un reactor tubular como un reactor autoclave pueden comprender al menos dos zonas de reacción con diferencias en la temperatura y/o mezcla de reacción y concentración de producto.

65

- En general, es posible que el agente de transferencia de cadena y el comonomero polar adicional se alimenten a la corriente de alimentación que comprende etileno antes de que dicha corriente de alimentación entre en la unidad de compresor. De esta manera, una corriente de alimentación que comprende etileno, agente de transferencia de cadena y un comonomero polar adicional se alimentan a la unidad de compresor y posteriormente a la unidad del precalentador. Solamente el comonomero de silano se alimenta a la corriente de alimentación que comprende etileno, agente de transferencia de cadena y comonomero polar adicional después de salir de la unidad de compresor y, opcionalmente, la unidad del precalentador y antes de entrar en el reactor de polimerización o se alimenta paralela a dicha corriente de alimentación al reactor de alimentación como alimentación frontal.
- La unidad de compresor puede comprender una unidad de compresor primaria y una unidad del hipercompresor o secundaria. Cada una de estas unidades de compresor comprende, a su vez, varios compresores individuales, por ejemplo, compresores de pistón. La unidad de compresor primaria comprime la alimentación de etileno a una presión comprendida entre  $5 \times 10^6$  y  $3 \times 10^7$  Pa, en particular  $2,4 \times 10^7$  y  $2,6 \times 10^7$  Pa.
- El etileno presurizado se alimenta posteriormente a la una unidad del hipercompresor o secundaria, que también funciona en varias etapas, tal como en dos etapas, en el que cada etapa comprende una serie de compresores en paralelo. Después de la primera etapa, la alimentación de etileno se presuriza adicionalmente de 1 a  $1,4 \times 10^8$  Pa, en particular, 11 a  $1,3 \times 10^8$  Pa. Como la presurización aumenta la temperatura, el etileno se enfría adicionalmente antes de presurizarse adicionalmente mediante la segunda etapa de la unidad del hipercompresor hasta presiones de hasta  $3,5 \times 10^8$  Pa, en particular, hasta de 2,5 a  $3,2 \times 10^8$  Pa.
- En una realización del presente proceso, la unidad de precalentador opera a temperaturas comprendidas entre 165 y 250 °C, en particular entre 165 y 200 °C, y a una presión comprendida entre 1 y  $3,5 \times 10^8$  Pa, en particular entre 2 y  $3 \times 10^8$  Pa. La mezcla de reacción se precalienta en la unidad de precalentador hasta la temperatura de inicio de la reacción de aproximadamente 165 °C a 200 °C, y a continuación se transporta al reactor.
- El reactor, tal como un reactor tubular o un reactor autoclave, preferentemente opera por encima de la presión crítica, en particular a una presión comprendida entre 1 y  $3,5 \times 10^8$  Pa, más específicamente entre 2 y  $3 \times 10^8$  Pa en el caso de un reactor tubular, y a temperaturas entre 165 y 340 °C, estando la temperatura de alimentación del reactor comprendida en el intervalo de 165 a 200 °C.
- La mezcla de reacción que comprende etileno, agente de transferencia de cadena, comonomero de silano, comonomero polar adicional e iniciador reacciona en el interior del reactor con formación del copolímero de polietileno. La mezcla y el polietileno como producto salen del reactor al final del mismo. El polímero y la parte volátil de la mezcla de reacción que comprende principalmente monómero de etileno, comonomero polar adicional y agente de transferencia de cadena se separan posteriormente entre sí en un separador de alta presión (HPS) y un separador de baja presión (LPS).
- El agente de transferencia de cadena y/o los comonomeros pueden separarse adicionalmente de la parte volátil de la mezcla de reacción que sale del separador de alta presión y del separador de baja presión, en particular, del monómero de etileno en una unidad de purificación de gases. La unidad de purificación de gases elimina comonomeros y/o agentes de transferencia de cadena de la salida del reactor.
- Tanto el monómero de etileno como el comonomero y el agente de transferencia de cadena se pueden reciclar dentro del presente proceso o, como alternativa, se pueden separar mediante, por ejemplo, destilación y almacenarse en un tanque de almacenamiento antes de reintroducidos en la sección de alimentación del compresor.
- La corriente de recirculación que contiene comonomero y agente de transferencia de cadena se puede alimentar a una unidad de desparafinado antes de la unidad de purificación de gases. Aquí, la mezcla gaseosa se separa de las ceras en una unidad de desparafinado tradicional. El agente de transferencia de cadena y/o el comonomero se podría separar entre sí en una unidad de purificación de gases o reciclarse de nuevo a la unidad de compresor. Esto significa que la corriente de recirculación comprende etileno más o menos puro.
- El presente proceso anteriormente descrito se lleva a cabo, por tanto, en una planta para fabricar copolímero de polietileno, en particular un copolímero de polietileno-silano de baja densidad, que comprende al menos una unidad de compresor, en particular, una unidad de compresor que consiste en una unidad de compresor primaria y una unidad de compresor secundaria para la alimentación de etileno. La unidad de compresor es sitúa corriente arriba del reactor.
- La presente planta puede comprender además una unidad de precalentador para precalentar la alimentación de etileno antes de entrar en el reactor. La unidad del precalentador puede estar situada corriente abajo de la unidad de compresor y corriente arriba del reactor. De esta manera, la unidad del precalentador se sitúa entre la unidad de compresor y el reactor de polimerización. La unidad del precalentador puede comprender una o más subunidades del precalentador, tales como dos unidades del precalentador.
- Adicionalmente, es posible incluir una unidad de compresor y/o bomba adicional para cada una de las corrientes de alimentación adicionales que contienen comonomero, agente de transferencia de cadena y/o iniciador de la

polimerización, respectivamente.

El reactor puede ser un reactor tubular con alimentación dividida, un reactor tubular de alimentación frontal, un reactor tubular con varias entradas de alimentación o un reactor autoclave, preferentemente un reactor tubular multizona.

En un reactor adicional, la planta comprende un separador de alta presión (HPS) un separador de baja presión (LPS) situados corriente abajo del reactor. Aquí, el polímero, en particular el copolímero de polietileno obtenido en el reactor, en particular, el reactor tubular, y la mezcla de gases que comprende monómero de etileno, agente de transferencia de cadena y comonómero se separan entre sí y el polímero se envía para elaboración adicional, por ejemplo, a un extrusor.

La invención se explicará más detalladamente mediante las siguientes realizaciones y figuras.

La Fig. 1 muestra esquemáticamente un proceso convencional para fabricar polietileno con un compresor primario y secundario y un reactor de polimerización;

La Fig. 2A muestra esquemáticamente una primera realización del presente proceso con un compresor primario y secundario y un reactor de polimerización;

La Fig. 2B muestra esquemáticamente una modificación de la primera realización de la Fig. 2A con un compresor primario y secundario y un reactor de polimerización;

La Fig. 3 muestra esquemáticamente una segunda realización del presente proceso con un compresor primario y secundario, un precalentador y un reactor de polimerización;

La Fig. 4 muestra esquemáticamente una tercera realización del presente proceso con un compresor primario y secundario, un precalentador y un reactor de polimerización;

La Fig. 5 muestra esquemáticamente una cuarta realización del presente proceso con un compresor primario y secundario, un precalentador, un reactor de polimerización, un separador de alta presión (HPS), un separador de baja presión (LPS) y una unidad de purificación de gases, y

La Fig. 6 muestra esquemáticamente una quinta realización del presente proceso con un compresor primario y secundario, un precalentador y un reactor de polimerización.

La realización de la Figura 1 muestra un proceso convencional para sintetizar un copolímero de polietileno-silano. Aquí, una unidad de compresor 10 que comprende un compresor primario 10A y un compresor secundario 10B está situada corriente arriba del reactor de polimerización 30 tubular. En este proceso convencional la alimentación 1 de etileno entra en el compresor primario 10A para comprimirse parcialmente hasta una presión comprendida entre  $1,5$  y  $2,5 \times 10^7$  Pa. Al dejar el compresor primario 10A, la alimentación 2 de comonómero de silano y opcionalmente la alimentación 3 del agente de transferencia de cadena se añaden a la alimentación de etileno parcialmente comprimida.

La mezcla obtenida que comprende etileno, comonómero de silano y agente de transferencia de cadena entran posteriormente en el compresor secundario 10B y allí se comprime hasta la presión requerida en el reactor de polimerización, por ejemplo, a una presión comprendida entre  $1$  y  $3,5 \times 10^8$  Pa.

Después de salir del compresor secundario 10B, la alimentación 4 presurizada de etileno, comonómero de silano y agente de transferencia de cadena entra en el reactor 30 para su polimerización posterior. La polimerización en el interior del reactor se inicia generalmente mediante la adición de un iniciador de polimerización al reactor (no se muestra).

En particular, cuando se usa un comonómero de silano como viniltrimetilsilano (VTMS), se ha descubierto que se produce un depósito de compuestos de silano sólidos. Este tipo de depósito en particular está causado por una interacción entre el compuesto de silano y el aceite del compresor. Los silanos también afectan a la viscosidad y fuerzas de adhesión de los aceites de compresión. Esta interacción da como resultado fuertes vibraciones y desgaste de los retenes del compresor.

Para solventar este problema, el presente proceso ofrece una solución.

La Fig. 2A muestra una primera realización del presente proceso en el que la alimentación 1 de etileno también se alimenta a una unidad de compresor 10 que consiste en un compresor primario 10A y un compresor secundario 10B. La alimentación de etileno se presuriza en la unidad de compresor 10 hasta una presión final comprendida entre  $1$  and  $3,5 \times 10^8$  Pa, en particular  $2$  y  $3 \times 10^8$  Pa para un reactor tubular y de  $1000$  a  $2000$  bar ( $100$  a  $200$  MPa) para un reactor autoclave.

Solamente después de salir de la unidad de compresor 10 y antes de entrar en el reactor de polimerización 30, la

alimentación 1 de etileno presurizada se mezcla con una alimentación 2 de comonomero de silano y, opcionalmente, con una alimentación 3 de agente de transferencia de cadena. La alimentación 4 combinada que contiene etileno, comonomero de silano y, opcionalmente, agente de transferencia de cadena, se alimenta posteriormente al reactor de polimerización, donde la reacción de polimerización se inicia mediante la adición del iniciador de polimerización (no se muestra).

El presente proceso evita, por tanto, una premezcla de etileno y comonomero de silano en condiciones de alta presión como la unidad secundaria de compresor 10B. Este enfoque evita el depósito de silano, por ejemplo, en la unidad secundaria de compresor y en el precalentador.

La Fig. 2B muestra una modificación de la realización de la Fig. 2A. Aquí, el comonomero de silano 2 se inyecta al reactor 30 en paralelo con la alimentación 1 de etileno como alimentación frontal. De esta manera, el comonomero de silano 2 y la alimentación 1 de etileno no se mezclan antes de entrar en el reactor 30 como alimentación frontal, en su lugar, solamente se mezclan en el interior del reactor 30. Esto permite una conversión del comonomero de silano 2 en el reactor 30; por lo que la tasa de conversión del comonomero de silano está comprendida entre 30 y 90 % dependiendo si se utiliza gas reciclado como alimentación de etileno (en este caso, la conversión de silano es de 50 al 90 %) o si no se utiliza gas reciclado como alimentación de etileno (en este caso, la conversión de silano está comprendida entre 30 al 70 %). Sin embargo, en ambos casos, una cantidad reducida del comonomero de silano 2 sale del reactor 30 sin reaccionar.

La Fig. 3 es una variación de la primera encarnación. La hoja de flujo de proceso es básicamente idéntica a la de la realización de la Fig. 2B de forma que se puede hacer referencia a la descripción anterior.

En la realización de la Fig. 3, una unidad de precalentador 20 está situada corriente abajo de la unidad de compresor 10 y corriente arriba del reactor 30. La alimentación 1 de etileno presurizada que sale de la unidad de compresor 10 se precalienta a una temperatura comprendida entre 165 y 200 °C en la unidad de precalentador 20 que puede comprender al menos dos subunidades del precalentador.

Solamente después de salir del precalentador 20, la alimentación 1 de etileno presurizada y precalentada se combina con una alimentación 3 del agente de transferencia de cadena. La alimentación 4 combinada de etileno y agente de transferencia de cadena entra posteriormente en el reactor 30, preferentemente como alimentación frontal. La alimentación 2 de comonomero de silano se alimenta por separado a la alimentación 4 combinada al reactor 30 como alimentación frontal. La reacción de polimerización se inicia mediante la adición del iniciador de polimerización al reactor (no se muestra).

En la Fig. 4 se muestra una variación adicional del presente proceso. La hoja de flujo de proceso es básicamente idéntica a la realización anteriormente descrita en la Fig. 3 de forma que se puede hacer referencia a la descripción anterior.

Adicionalmente a la segunda realización, el comonomero de silano 2A, 2B y/o el agente de transferencia de cadena 3A, 3B se inyecta también en varias localizaciones a lo largo del reactor tubular 30. Las respectivas alimentaciones están distribuidas longitudinalmente a lo largo del tubo del reactor 30 para suministrar el agente de transferencia de cadena y/o el comonomero.

El agente de transferencia de cadena 3A, 3B añadido adicionalmente a lo largo del tubo del reactor 30 puede ser igual o diferente al agente de transferencia de cadena 3 añadido a la corriente 1 de etileno antes de entrar en el reactor.

En la Fig. 5 se muestra una variación adicional de la segunda realización de la Fig. 3. La hoja de flujo de proceso es básicamente idéntica a la de la segunda realización de la Fig. 3 de forma que se puede hacer referencia a la descripción anterior.

Adicionalmente a la realización de la Fig. 3, la planta mostrada en la Fig. 5 comprende un separador de alta presión (HPS) 40 y un separador de baja presión (LPS) 50, situados corriente abajo del reactor 30. Aquí, el polietileno obtenido en el reactor 30 y la mezcla de gases que comprende monómero de etileno, comonomero y agente de transferencia de cadena se separan entre sí y el polímero se envía para elaboración adicional, por ejemplo, a un extrusor.

El agente de transferencia de cadena y/o el comonomero se separan adicionalmente de la parte volátil de la mezcla de reacción en una unidad de purificación de gases 60. El monómero de etileno se puede reciclar a continuación y se envía a una de las unidades de compresor, en particular la unidad secundaria de compresor (no se muestra).

La Fig. 6 es una variación adicional de la realización de la Fig. 3. La hoja de flujo de proceso es básicamente idéntica a la de la realización representada gráficamente en la Fig. 3, de forma que se puede hacer referencia a la descripción anterior.

En la realización de la Fig. 6, una unidad de precalentador 20 está situada corriente abajo de la unidad de compresor 10 y corriente arriba del reactor 30.



Aquí, la alimentación 1 de etileno se mezcla con agente de transferencia de cadena 3 y un comonomero polar adicional (no se muestra) antes de que dicha corriente entre en la unidad de compresor 10. De esta manera, una corriente de alimentación que comprende etileno, agente de transferencia de cadena y un comonomero polar adicional se alimentan a la unidad de compresor 10 y posteriormente a la unidad del precalentador 20. La alimentación 1 de etileno presurizada que contiene agente de transferencia de cadena y comonomero polar adicional que sale de la unidad de compresor 10 también se precalienta a una temperatura comprendida entre 165 y 180 °C en la unidad de precalentador 20 que puede comprender al menos dos subunidades del precalentador.

Solamente después de salir del precalentador 20, la alimentación 1 de etileno presurizada que contiene agente de transferencia de cadena y comonomero polar adicional se combina con una alimentación 2 del agente de transferencia de cadena. La alimentación 4 combinada de etileno, comonomero de silano, agente de transferencia de cadena y comonomero adicional entra posteriormente en el reactor 30. La polimerización en el interior del reactor se inicia generalmente mediante la adición de un iniciador de polimerización al reactor (no se muestra).

Debe entenderse que cualquier combinación adecuada de las realizaciones mostradas en las figuras forma parte de la presente invención. La invención no está limitada solamente a los ejemplos singulares tal como se describen en las figuras.

Ejemplo 1:

La viscosidad cinética se midió de acuerdo con la norma DIN 51562 con la medición de viscosidad Ubbelohde para diferentes lubricantes comerciales adecuados para la lubricación de los compresores de etileno a alta presión se investigó a 40 °C con y sin adición de VTMS (Tabla 1).

Tabla 1

Lubricante	Concentración de VTMS, % en peso			
	0	1,0	3,5	
Total Orites 270DS 275	275	254	210	mm <sup>2</sup> /s
Shell Corena E220	233	203	151	mm <sup>2</sup> /s
Sonneborn CL1200EU	243	210	164	mm <sup>2</sup> /s

Es evidente que VTMS tiene un efecto sorprendentemente elevado sobre la viscosidad ya a concentraciones de VTMS limitadas típicas de las copolimerizaciones de etileno-silano. De esta manera, se puede concluir que VTMS disminuye la viscosidad del aceite. Esto significa que la lubricación normal, que es menos eficiente cuando VTMS, está presente. Esto conduce a un mayor desgaste, lo que reduce el tiempo de funcionamiento.

Ejemplo 2:

En la Tabla 2 se muestra el efecto perjudicial sobre las unidades de compresión que tiene un comonomero de silano cuando está presente en la corriente de alimentación. Como las unidades de compresores son mecánicamente muy complejas, son sensibles a los cambios en las condiciones del proceso. Un parámetro que indica problemas mecánicos, es el uso de lubricantes en el hipercompresor. La siguiente tabla 2 muestra que el uso de lubricantes para sintetizar homopolietileno no produce vibraciones en el compresor. Cuando está presente un 3,5 % en peso de VTMS en la alimentación, el compresor comenzará a vibrar, y en un plazo de 1 a 2 horas, las vibraciones serán tan fuertes que el compresor debe apagarse para evitar fallos o daños en el compresor.

Tabla 2

Ubicación en el compresor	Uso de lubricante sin VTMS
Unidad primaria de compresor, primera alimentación de lubricante	32 l/día
Unidad primaria de compresor, segunda alimentación de lubricante	32 l/día
Unidad primaria de compresor, tercera alimentación de lubricante	32 l/día
Unidad del hipercompresor, primera alimentación de lubricante	28 l/día
Unidad del hipercompresor, segunda alimentación de lubricante	28 l/día
Unidad del hipercompresor, tercera alimentación de lubricante	28 l/día

Las vibraciones pueden estar causadas por diversos medios. Pueden estar causadas por depósitos de silano encontrados en la unidad de compresor después del uso de VTMS en la alimentación de las unidades de compresor, y/o puede también ser que la lubricación sea insuficiente cuando VTMS está presente debido al efecto sobre la viscosidad cinética mostrado en el ejemplo 1.

La unidad de compresor primaria es un compresor de pistón con un diámetro de pistón de 120 mm. Se mueve a 186 rpm, la longitud del golpe es 362 mm, que da como resultado una velocidad promedio de 2,26 m/s.

5 La unidad del hipercompresor es un compresor de pistón con un diámetro de pistón de 75 mm. Se mueve a 187 rpm; la longitud del golpe es 330 mm, que da como resultado una velocidad promedio de 2,06 m/s. El aceite fue Shell Corena E220.

Ejemplo 3: Tiempo de transferencia de producto

10 Dos reactores con una capacidad de 7 toneladas/hora de polietileno con receptores de producto de 2 toneladas se comparan para determinar el tiempo de transferencia del producto. Los reactores están produciendo homopolietileno autorizado para uso alimentario y polietileno con copolímeros VTMS (1,9 % en peso) no autorizado para uso alimentario. Para obtener la autorización para uso alimentario, el polímero de be estar exento de VTMS.

15 El primer reactor está provisto de una unidad de purificación de gases 60 (véase la figura 5). El tiempo de transición desde un polímero que contiene VTMS a un polímero sin VTMS (autorizado para uso alimentario) es 1,5 \* tiempo necesario para vaciar el receptor de producto, que es igual a cinco horas. El segundo reactor no está provisto de una unidad de purificación de gases 60. La configuración del reactor se ha descrito anteriormente como una configuración conocida para un reactor de polietileno de alta presión. El tiempo de transición de la fabricación de polímeros se describe a continuación. El tiempo de transición se define como el tiempo para el que los comonomeros ya no son detectables por el equipo de análisis FTIR en línea.

Tabla 3: Productos

	MFR2, g/10 min	Densidad, kg/m <sup>3</sup>	VTMS, % en peso
LDPE 1	0,7	923	0
Etileno/Silano	1,0	922,5	1,9

Tabla 4: Tiempos de transferencia de producto, en horas, sin la unidad de purificación de gases.

	LDPE 1	LDPE 2	Etileno/Octadieno	Etileno/Silano
LDPE 1	X	1	4	3
LDPE 2	1	X	4	3
Etileno/Octadieno	3	3	X	8
Etileno/Silano	> 8	> 8	8	X

25 Para el reactor de este sitio, este sitio esto significa que hasta 56 toneladas de polímero pueden ser material de transición, con un valor económico limitado. Para una planta de tamaño completo actual que fabrica 50 toneladas/hora, esto significa 400 toneladas de material de transición.

30 La producción de un copolímero de etileno-silano con un 1,5 % en peso de grupos VTMS en el polímero se puede conseguir usando la invención mediante un reactor radicalario de alta presión convencional que se ha modificado mediante la inyección de una segunda corriente de alimentación que no ha pasado por el compresor. La segunda corriente está presurizada mediante una bomba LEWA y comprende VTMS que está cargado en la parte delantera del reactor tubular. La corriente de recirculación comprende VTMS sin reaccionar. El contenido de VTMS a través del híper se reduce en al menos un 70 %. Durante estas condiciones, el comportamiento del aceite es suficiente para lubricar el del hipercompresor sin vibraciones.

35 La invención se puede usar de tal forma que la concentración de VTMS se reduce tanto como sea posible a través de los compresores. Esto significa que la concentración de VTMS, en la práctica, se puede reducir de normalmente un 3,5 % en peso hasta un 1 % en peso en el aceite del compresor mediante la adición del VTMS después de los compresores.

40 El Ejemplo 1 muestra que la concentración de VTMS tiene una fuerte influencia sobre la viscosidad cinética, y esto permite un funcionamiento continuo de los compresores. La adición de una etapa de purificación de gases para separar el VTMS de la corriente de recirculación mejoraría adicionalmente la invención ya que no habría VTMS en los compresores y, en consecuencia, en el aceite del compresor. La etapa de separación aumentaría la inversión, el consumo de energía y el coste operativo. Por otra parte, el tiempo de transición se puede reducir de 100 % a 500 %.

Se debe entender que la realizaciones y ejemplos descritos anteriormente descritos solamente son ilustrativos, y que es posible cualquier combinación de los mismos.

**Lista de signos de referencia**

5

1	corriente de etileno
2	corriente de comonomero de silano
2A, 2B	subcorrientes de comonomero de silano
3, 3A, 3B	corriente de agente de transferencia de cadena
4	corriente combinada tras salir de la unidad del precalentador 10A
10	unidad de compresor
10A, 10B	subunidades de compresor
20	unidad del precalentador
30	reactor tubular
40	separador de alta presión HPS
50	separador de baja presión LPS
60	unidad de purificación de gases

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Un proceso para fabricar copolímero de polietileno-silano que se lleva a cabo en una planta que comprende al menos una unidad de compresor (10) y al menos un reactor (30) que se encuentra corriente abajo de la unidad de compresor (10) comprendiendo el proceso las etapas de
- 10 a) Alimentar una primera corriente de alimentación (1) que comprende etileno a al menos una unidad de compresor (10) y posteriormente a el al menos un reactor (30), y
- 15 b1) Alimentar una segunda corriente de alimentación (2) que comprende al menos un comonomero de silano a la primera corriente de alimentación (1) solamente después de que la primera corriente de alimentación (1) que comprende etileno sale de la unidad de compresor (10) y alimentar la corriente de alimentación combinada que comprende etileno y el al menos un comonomero de silano a el al menos un reactor (30) como alimentación frontal y/o b2) Alimentar otra segunda corriente de alimentación (2) que comprende al menos un comonomero de silano a el al menos un reactor (30) en al menos una localización a lo largo de reactor (30).
- 20 2. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la concentración del comonomero de silano que se alimenta en una localización a lo largo del reactor (30) es igual o difiere de la concentración del comonomero de silano que entra en el reactor (30) por su parte delantera.
- 25 3. Proceso de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** la concentración del comonomero de silano que se alimenta por la parte delantera del reactor (3) es más del 50 % en peso, preferentemente más del 75 % de la concentración del comonomero de silano que entra en el reactor.
- 30 4. Proceso de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el al menos un comonomero de silano, si se alimenta al reactor (30) en una localización a lo largo del reactor (30), se añade al reactor usando al menos una bomba de émbolo de alta presión.
- 35 5. Proceso de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el comonomero de silano comprende un compuesto de silano insaturado representado por la fórmula general
- $$\text{RSiR}'\text{nY}_{3-\text{n}}$$
- en la que R es un hidrocarbilo etilénicamente insaturado, un grupo hidrocarbilo o un (met)acriloxi hidrocarbilo, R' es un grupo hidrocarbilo alifático saturado, Y es un grupo orgánico hidrolizable y n es 0, 1 o 2.
- 40 6. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** el compuesto de silano insaturado es un compuesto representado por la fórmula
- $$\text{CH}_2=\text{CHSi}(\text{OA})_3$$
- en la que A es un grupo hidrocarbilo que tiene 1-8 átomos de carbono, en particular 1-4 átomos.
- 45 7. Un proceso de acuerdo con las reivindicaciones 5 o 6, **caracterizado por que** el silano insaturado se selecciona entre un grupo que contiene vinil trimetoxisilano (VTMS), vinil dimetoxietoxi silano, vinil trietoxisilano, gamma-(met)acriloxipropiltrimetoxi-silano, gamma(met)acriloxipropiltriethoxisilano, vinil triacetoxisilano y cualquier combinación de los mismos.
- 50 8. Proceso de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** al menos un comonomero polar adicional se alimenta adicionalmente a la corriente de alimentación (1) que comprende etileno antes de que dicha corriente de alimentación (1) entre en la unidad de compresor (10), se alimente a la corriente de alimentación (1) que comprende etileno antes de entrar en el al menos un reactor (30) como alimentación frontal y/o se alimente al reactor (30) en al menos una localización a lo largo del reactor (30).
- 55 9. Proceso de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** el al menos un comonomero polar adicional se selecciona entre el grupo que consiste en ésteres de vinilcarboxilato, (met)acrilatos, éteres de vinilo y cualquier combinación de los mismos.
- 60 10. Proceso de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** una tercera corriente de alimentación (3) que comprende al menos un agente de transferencia de cadena se alimenta a la corriente de alimentación (1) que comprende etileno antes de que dicha corriente de alimentación (1) entre en la unidad de compresor (10), se alimente a la corriente de alimentación (1) que comprende etileno antes de entrar en el al menos un reactor (30) como alimentación frontal y/o se alimente al reactor (30) en al menos una localización a lo largo del reactor (30).
- 65

11. Proceso de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el reactor (30) funciona por encima de la presión crítica, en particular entre  $10^8$  y  $3,5 \times 10^8$  Pa, más específicamente entre  $2 \times 10^8$  y  $3,2 \times 10^8$  Pa, y a temperaturas entre 165 y 340 °C, estando la temperatura de alimentación del reactor (30) comprendida en el intervalo de 165 a 200 °C.
- 5
12. Proceso de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el agente de transferencia de cadena y/o los comonómeros se separan de la parte volátil de la mezcla de reacción desde el reactor (30) en una unidad de purificación de gases (60).
- 10
13. Proceso de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el etileno de la primera corriente de alimentación (1) es etileno reciente, etileno reciclado desde el reactor (30) sin ninguna purificación adicional y/o etileno reciclado desde el reactor (30) que se sometió a purificación de gases.
- 15
14. Planta para fabricar copolímero de polietileno-silano en un proceso de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que el etileno es reciclado desde una unidad de purificación de gases (60) y enviado a una de la al menos una unidad de compresor, que comprende al menos una unidad de compresor (10), opcionalmente al menos una unidad de precalentador (20) y al menos un reactor (30) que está corriente abajo de la unidad de compresor (10) y la unidad de precalentador (20) opcional, y al menos una unidad de purificación de gases (60) para separar el agente de transferencia de cadena y/o el comonómero de la parte volátil de la mezcla de reacción del reactor (30).
- 20
15. Planta de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizada por que** el al menos un reactor (30) es un reactor tubular de alimentación dividida, un reactor tubular de alimentación frontal, un reactor tubular con varias entradas de alimentación o un reactor autoclave.

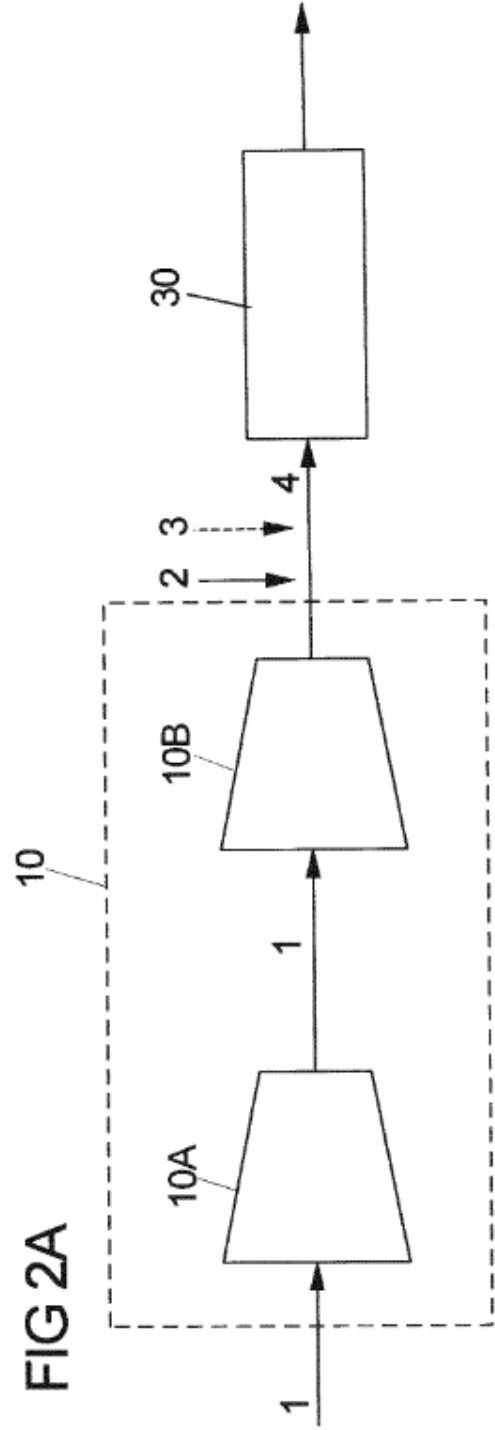
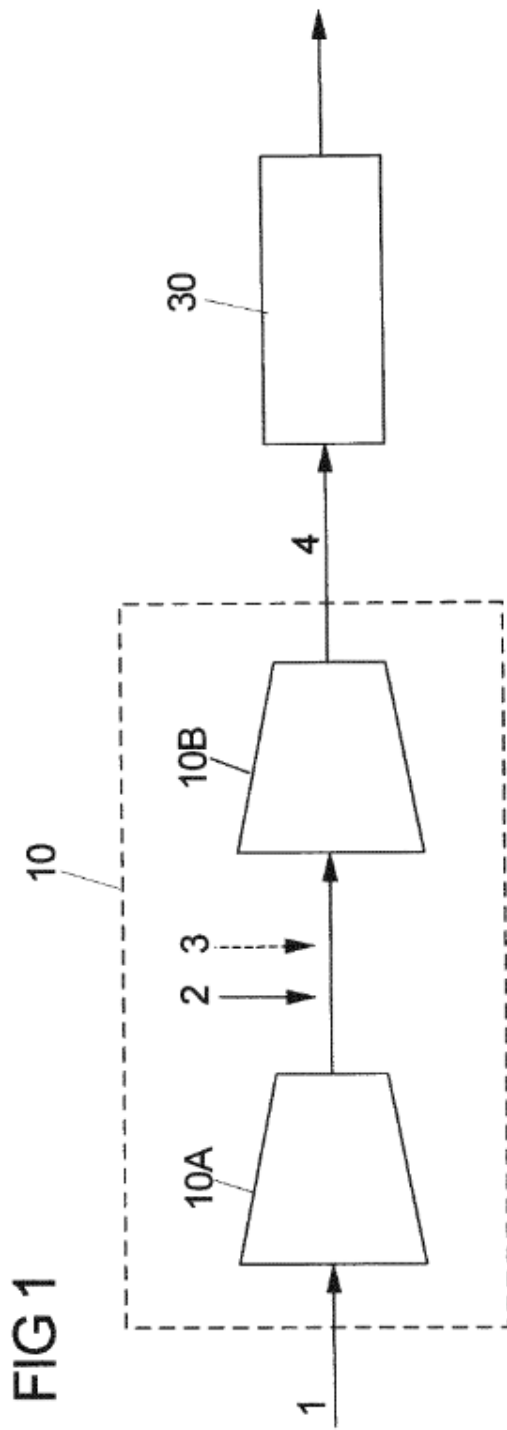
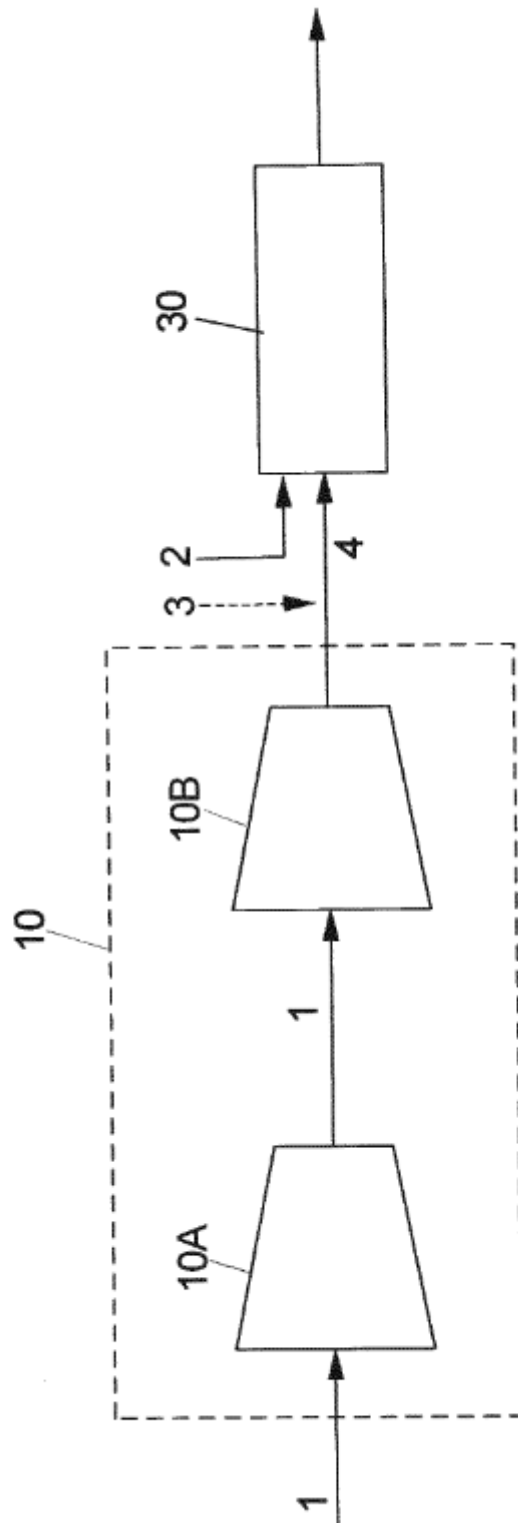


FIG 2B



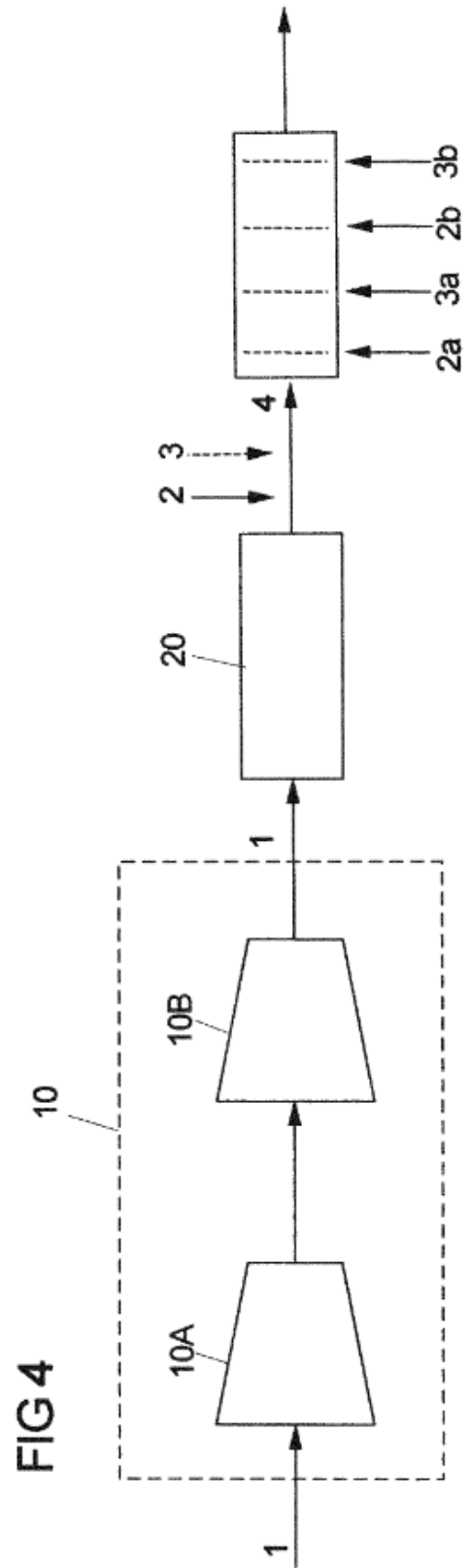
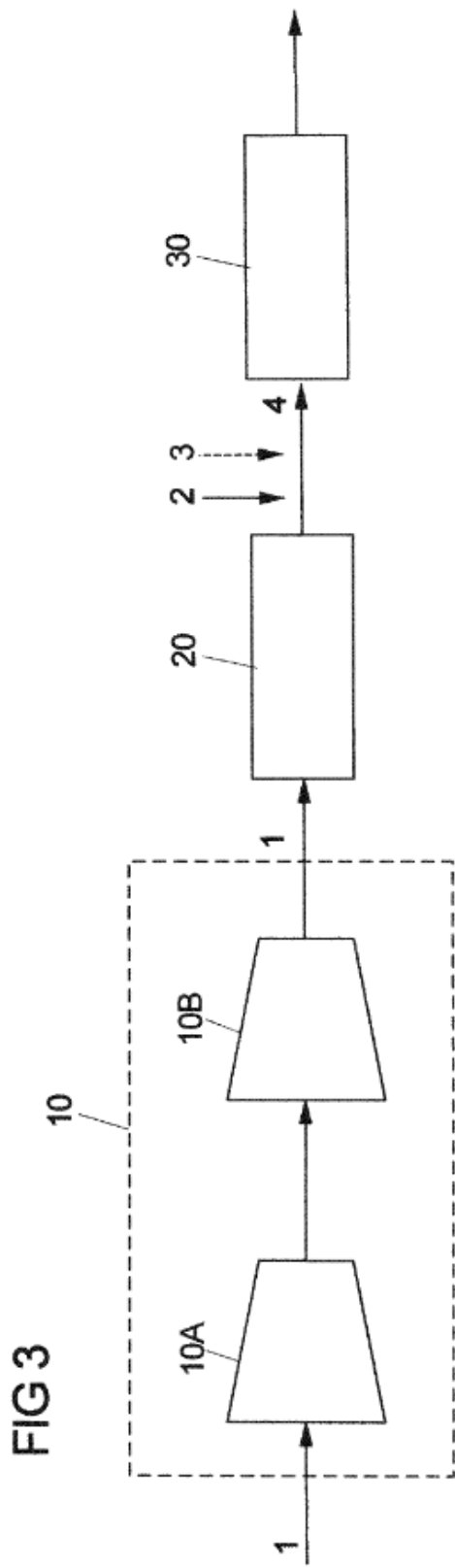




FIG 5

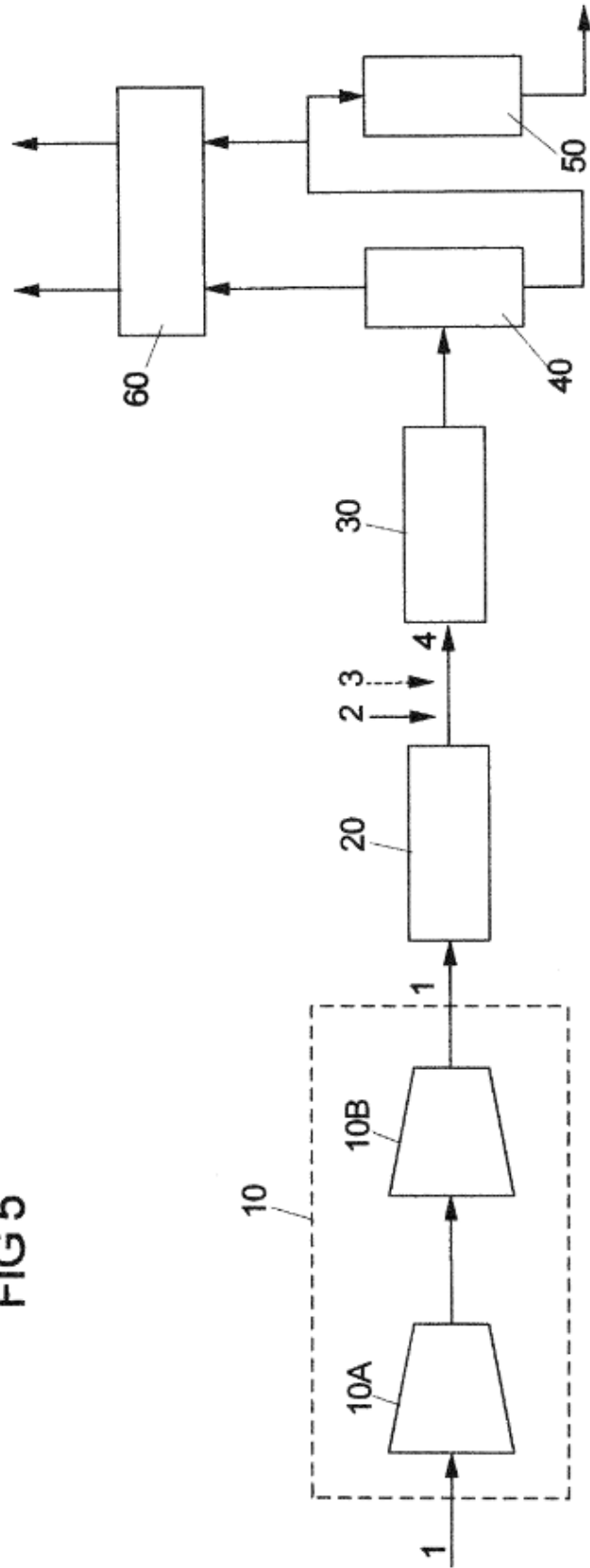


FIG 6

