

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 776 130**

51 Int. Cl.:

B29C 48/29 (2009.01)

B29C 48/92 (2009.01)

B29C 48/39 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.07.2011 PCT/IB2011/001599**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.01.2012 WO12004661**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.07.2011 E 11751640 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020 EP 2590796**

54 Título: **Procedimiento para el suministro de aditivos durante el procesamiento de plásticos**

30 Prioridad:

08.07.2010 US 362410 P

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

29.07.2020

73 Titular/es:

**COLORMATRIX HOLDINGS, INC. (100.0%)
Corporation Service Company 2711 Centerville
Road Suite 400
Wilmington, DE 19808, US**

72 Inventor/es:

SEE, MICHAEL, D.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 776 130 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

Procedimiento para el suministro de aditivos durante el procesamiento de plásticos

ANTECEDENTES

5 La presente invención se refiere al procesamiento de plásticos aditivos/colorantes. Halla aplicación concreta junto con un procedimiento y un aparato para proporcionar una adición proporcional de aditivo en un material durante un procesamiento de plásticos, por ejemplo en el proceso de extrusión, y se describirá haciendo referencia particular al mismo. Los procesos de extrusión aplicables incluyen, de forma no limitativa, los de lámina, película y fibra. Sin embargo, se debe apreciar que la presente realización a modo de ejemplo es asimismo viable en otras aplicaciones y procesos de plásticos. Por ejemplo, se puede aplicar a situaciones en las que se introducen aditivos para polímero fundido que procede directamente de un reactor, por ejemplo, un reactor en el que se realiza polimerización de un caldo de fusión y/o en el que no hay ningún extrusor en el que se podrían alimentar convencionalmente bolas de polímero.

15 El proceso de fusión de plásticos utiliza uno o varios husillos para forzar la entrada de cuentas de plástico en un cilindro de un extrusor calentado a la temperatura de fusión deseada. Las cuentas de plástico se funden gradualmente a medida que pasan a través del cilindro. El proceso de fusión de plásticos depende en gran medida de una alimentación uniforme de materiales a granel a la garganta de alimentación para mantener una salida uniforme. La salida uniforme es necesaria para propiedades uniformes del producto acabado, tales como tamaño, resistencia y aspecto. Las propiedades del producto acabado se determinan mediante los materiales de base, rellenos y aditivos que incluyen colorantes que se mezclan antes, y durante la fase de fusión del proceso. Aditivos tales como pigmentos, tintes, retardantes de llama y agentes antimicrobianos se añaden a menudo a los procesos de extrusión y de moldeo por inyección para modificar las propiedades físicas y químicas de los materiales, haciendo el material más deseable. Todos los procesos de fusión de plásticos tienen varios medios de control que conducen a bucles de retroalimentación más largos o más cortos al equipo de alimentación, para gestionar y mantener una salida proporcional correcta.

25 A partir de varios procesos se producen materiales a granel en forma de polvos, gránulos, bolas, fragmentos irregulares y escamas irregulares, que son transportados al extrusor o a la máquina de moldeo por inyección. Habitualmente, estos materiales se mezclan y se mantienen en una tolva o línea de material de varios tamaños antes de ser transportados a la garganta de alimentación de la máquina. Habitualmente, estos materiales son alimentados por gravedad al proceso hasta el husillo que, en esta sección del extrusor, actúa como un transportador a secciones del proceso donde se aplica calor y presión para fundir y mezclar los materiales. En aquellos casos en que el material no es alimentado uniformemente por gravedad, especialmente cuando están presentes escamas o formas irregulares, se utilizan medios mecánicos, tales como alimentadores Crammer o embudidoras, en un intento por conseguir una alimentación uniforme de los materiales.

35 Se puede añadir polvo seco, bolas y formas líquidas de aditivos al flujo de materiales a granel antes de la entrada al husillo. En este caso, los alimentadores de materiales son alimentadores de tornillo, alimentadores de disco o de rueda, cintas, alimentadores vibratorios, simples temporizadores y bombas en el caso de aditivos líquidos. Al añadir estos materiales al flujo de material antes de su introducción al husillo, se crea una cantidad de material que puede haber tenido una proporción correcta antes del suministro, pero se compromete en el proceso independientemente de la proporción del material producido tras la salida del proceso.

40 Otro procedimiento para introducir aditivos en un material es inyectar aditivo líquido directamente en el cilindro del aparato. Sin embargo, el protocolo de puesta en funcionamiento involucrado en este procedimiento es complejo y la recuperación a partir de problemas que surjan es extremadamente difícil. Además, la cantidad de chatarra producida en este procedimiento aumenta sensiblemente como resultado de los problemas anteriores.

45 La forma final del material procesado por dichos uno o varios husillos es una fusión líquida viscosa que será procesada posteriormente por la máquina para producir la forma o perfil final. Este perfil final varía desde la fabricación de fibras, hebras y formas extruidas, hasta productos de varias formas moldeados por inyección. Se compromete una gran cantidad de material, tiempo y energía en el proceso para producir esta fusión. Existe una eficiencia inherente cuando los aditivos valiosos se añaden al proceso en el último momento posible, manteniendo al mismo tiempo el potencial de mezclar, dispersar o saturar exhaustivamente el flujo de polímero con el aditivo en proporciones precisas para los materiales y en la proporción correcta para la salida del proceso.

50 Además, desarrollar materias primas de tamaños, formas, índice de fusión, densidad y color uniformes es cada vez más difícil para los fabricantes dado que los materiales en bruto se encarecen y las materias primas se hacen más valiosas en un mundo donde el valor de los productos petrolíferos es cada vez mayor. El requisito de modificadores de propiedades de los materiales complica más el abastecimiento y añade muy frecuentemente un coste sustancial a los materiales ya en la distribución corta. La introducción de aditivos y, lo que es más importante, la capacidad de suministrar aditivos líquidos al proceso, es preferible a utilizar materiales de especificaciones superiores cuando no son necesarios. Los aditivos líquidos permiten la elección de la inclusión y de la proporción en el proceso, para minimizar el coste. La entrada del material al proceso es entonces el resultado de los requisitos del producto acabado, y no de la disponibilidad de materiales de especificaciones superiores, lo que reduce significativamente el coste. La

inyección de aditivos líquidos permite además bucles de control muy cortos a la salida del proceso, dado que los líquidos se pueden bombear a temperaturas y presiones elevadas.

5 La alimentación no uniforme de materiales a granel ha conducido asimismo a inconsistencias e ineficiencias en el proceso, cambiando el tamaño del producto extruido y sus propiedades variables físicas y de aspecto. La introducción en el último punto del proceso garantiza una proporción correcta con respecto a las condiciones del proceso (presiones y temperaturas elevadas), lo que no puede hacer un alimentador de sólidos. Sistemas de bombeo más sofisticados permiten que la cantidad de material mezclado en el proceso sea muy pequeña, conduciendo a menos material involucrado en cambios de color y a una reacción más rápida con respecto a cambios en el proceso en tiempo real. Cuando cambian las salidas del proceso, la introducción de aditivos cambia proporcionalmente de manera casi simultánea, impidiendo por lo tanto problemas con una dosificación de aditivo excesiva o escasa.

Las siguientes referencias se refieren de diversas maneras a dispositivos y sistemas de moldeo de plásticos coloreados.

15 La patente US número 5,486,327 muestra una disposición para introducir un aditivo líquido en el cilindro de un mecanismo de tipo husillo para convertir material sólido en material fundido. Sin embargo, este procedimiento introduce el aditivo cerca de la garganta de alimentación, conduciendo por lo tanto a variables de entrada no uniformes con variaciones de remolido y de densidad asociadas con materiales en bruto menos costosos.

20 La patente US número 5,439,623 da a conocer un procedimiento para controlar la introducción de aditivos, en forma de una serie de hebras, en una cortadora. El procedimiento utiliza la tasa de alimentación, la velocidad y la posición delta para cada hebra por intervalo de alimentación, con el fin de obtener una cantidad deseada de aditivo. Sin embargo, este procedimiento no utiliza un procedimiento de lógica de control para inyectar aditivo proporcionalmente en función de la salida del extrusor.

Por lo tanto, existe la necesidad de un procedimiento de introducción de aditivo que proporcione un aditivo uniforme, proporcional, al proceso de fusión de plásticos, reduciendo al mismo tiempo el coste y aumentando la eficiencia.

25 La patente US 2004/0206246 A1 da a conocer un aparato para proporcionar productos alimenticios extruidos coloreados. La patente WO 2005/102665 se refiere a un sistema de extrusión para formar composiciones de revestimiento de polvo termoestable utilizando un sistema de inyección de baja presión. La patente US 2004/262813 se refiere a un sistema de suministro para fluidos supercríticos.

30 La patente US2005077642 (A1) da a conocer un procedimiento para introducir un aditivo en un flujo circulante de medios introduciendo pulsos de cantidades discretas del aditivo en el flujo a una presión mayor que la presión del flujo y en periodos de tiempo establecidos para hacer que los pulsos penetren en el flujo. Se hace uso de una tobera que puede introducir el aditivo a favor de la corriente y contracorriente en el flujo de medios. La patente US 6135724 A da a conocer un aparato y un procedimiento para introducir un aditivo en un recipiente de reacción, con la ayuda de un bucle de control de retroalimentación que comprende un conjunto de bomba de inyección, un accionador de la bomba de inyección y un controlador de la bomba.

35 Resultará evidente un mayor alcance de la aplicabilidad de la presente invención, a partir de la descripción detallada proporcionada a continuación. Sin embargo, se debe entender que la descripción detallada y los ejemplos específicos, aunque indican realizaciones preferidas de la invención, se proporcionan solamente a modo de ilustración, dado que para los expertos en la materia resultarán evidentes diversos cambios y modificaciones dentro del alcance de la invención.

40 RESUMEN DE LA INVENCION

De acuerdo con la invención, se da a conocer un procedimiento como el descrito en la reivindicación 1. Se reivindican otras realizaciones preferidas en las reivindicaciones dependientes.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

45 La presente invención existe en la construcción, disposición y combinación de las diversas partes del dispositivo, y etapas del procedimiento, con las que se consiguen los objetivos contemplados tal como se expone de manera más completa a continuación, se señala específicamente en las reivindicaciones y se ilustra en los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1 es una representación esquemática del modelo personalizado del sistema de inyección de aditivo;

50 la figura 2 es una representación esquemática de un procedimiento para utilizar el sistema de inyección de aditivo con el extrusor actual de un usuario;

la figura 3 es un diagrama en sección transversal de una tobera de inyección de alta presión;

la figura 4 representa un ejemplo de entradas y salidas del controlador de tobera de alta presión; y

la figura 5 es una representación esquemática del sistema de inyección de aditivo con lógica de control.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La presente invención comprende un sistema de suministro de aditivo para la administración proporcional de un aditivo líquido en el proceso de fusión de plásticos. El procedimiento utiliza un sistema de bucles de control corto con controladores que proporcionan señales de instrucción y retroalimentación para promulgar y gestionar el sistema. El sistema de suministro de aditivo es específico por usuario; por lo tanto, se puede programar a medida para satisfacer demandas particulares. Aunque el sistema se describe e ilustra en la presente memoria junto con un extrusor de plastificación, se debe entender que la invención es aplicable a otros tipos de aparatos para fusionar y descargar materiales.

Haciendo referencia a continuación a los dibujos, cuyas presentaciones tienen solamente el objetivo de mostrar las realizaciones a modo de ejemplo y no el de limitar la materia reivindicada, la figura 1 representa un modelo para evaluar requisitos de usuario para personalizar adecuadamente un sistema de suministro de aditivo para conseguir su funcionalidad máxima y preferida. En una realización, una vez que un usuario identifica la necesidad de un sistema de inyección de aditivo líquido, la primera etapa requiere una evaluación de las necesidades de producto de usuario 11 mediante la realización de un análisis del proceso de fabricación. Se evalúa el sistema de extrusión actual del cliente o del fabricante y se estiman los costes 13. Se desarrolla un aditivo líquido con propiedades deseadas por el usuario 15, y se evalúan entornos y localizaciones de orificios de inyección potenciales 17. Durante este proceso se utilizan diferentes materiales en función de la localización de la inyección. Por ejemplo, si la inyección va a ocurrir en la garganta de alimentación, el aditivo se añade en presencia de bolas, escamas, fragmentos remolidos y aletas, si la inyección va a ocurrir en la sección de alimentación, el aditivo sería inyectado en presencia de bolas, aletas, escamas o fragmentos remolidos y una película delgada de caldo de fusión; y si la inyección va a ocurrir en la sección de dosificación, el aditivo sería inyectado en presencia del caldo de fusión. Se debe observar que si la inyección ocurre más abajo del husillo de mezclado, puede ser deseable utilizar un mezclador de transferencia de cavidad (CTM, cavity transfer mixer). Tal como sabe el artesano cualificado, el CTM comprende un rotor y un estátor estrechamente ajustados, estando ambos cubiertos en filas escalonadas de cavidades hemisféricas para crear un trayecto helicoidal continuo en el que los elementos sufren una serie de deformaciones de cortado, plegado y torsión. Esto puede mejorar el mezclado de fluidos de baja viscosidad en grandes volúmenes de fluidos de mayor viscosidad. Una vez se determina la localización de la inyección 19, se puede seleccionar una solución 20. La capacidad del aditivo para mezclarse con la solución es probada y evaluada 21. A continuación, se pueden diseñar y construir los componentes de tobera, sistemas de seguridad, sistemas mezcladores y sistemas controladores 25. Se desarrollan programas y mecanismos de control personalizados 27, con las características precisas determinadas a partir de la demanda particular de un usuario. Una vez el sistema de suministro de aditivo se monta y se verifica 29, un potencial comprador puede probar el sistema utilizando el aparato como un ensayo 31, de manera que el cliente puede evaluar el aditivo y el equipo en el proceso 33. Siempre que el cliente determine que el ensayo o ensayos son satisfactorios, el sistema puede ser instalado en la ubicación deseada del cliente 35.

Como alternativa, el sistema se puede programar sin configuraciones por defecto si un usuario no requiere características personalizadas, o el cliente puede seleccionar características deseadas previamente programadas, a partir de un menú de características. El menú caracterizado comprende un conjunto de pantallas que presentan preguntas a un usuario para definir qué componentes se acoplan a la máquina. Por ejemplo, si un usuario no tiene una bomba de dosificación ni una bomba de precarga, se quitaría la selección de la bomba de precarga no incluida en el sistema. Esta etapa de programación puede asimismo realizarse automáticamente por medio de un PLC que busque componentes acoplados y pueda detectar qué está acoplado.

La figura 2 representa una realización preferida del sistema de suministro de aditivo para implementar con un extrusor actual 41 de un usuario. El sistema comprende una o varias bombas 45, 46, sensores y controladores 43 que crean varios bucles de control. Los sensores en el extrusor 41 proporcionan retroalimentación a un controlador de tobera de alta presión 43 que, a su vez, entrega señales que pueden activar el sistema, detener el sistema y/o modificar la salida del sistema aumentándola y reduciéndola. Generalmente, el controlador de tobera de alta presión 43 determina en qué punto se abre y se cierra la válvula de tobera 49, manteniendo de ese modo un suministro proporcional y adecuado de aditivo al caldo de fusión de un extrusor.

Preferentemente, una realización a modo de ejemplo del sistema de suministro de aditivo incluye una tobera de inyección de alta presión adaptada para suministro de aditivo aguas abajo en un cilindro de extrusor. La figura 3 muestra una realización de la tobera de inyección de alta presión que se puede utilizar para la inyección proporcional de aditivos líquidos. La tobera de inyección de alta presión se diferencia de las toberas tradicionales en que es capaz de una inyección hacia abajo en un cilindro de extrusor, alejándose de la garganta de alimentación. Es preferible un lugar de inyección aguas abajo respecto de la garganta de alimentación, dado que esto permite demorar la adición de aditivos hasta el último momento posible durante la extrusión, permitiendo a la vez el tiempo adecuado para un mezclado completo, garantizando por lo tanto que el aditivo es suministrado en proporciones precisas a la salida. Cuando los aditivos se mezclan con los materiales a granel antes de la introducción en el husillo, una proporción que en su momento era precisa en la introducción, puede ser imprecisa al final debido a variaciones de presión que cambian la velocidad y la cantidad de la salida. Además, una inyección aguas abajo directamente al cilindro permite la adición de materiales que son químicamente sensibles a la atmósfera. Preferentemente, el lugar de inyección está a más de aproximadamente 2 tramos aguas abajo de la garganta de alimentación, e incluso más preferentemente, a más de aproximadamente 3 tramos aguas abajo de la garganta de alimentación. Habitualmente, la inyección de aditivo

ocurre aguas arriba, cerca de la garganta de alimentación o en el interior de la misma. Para dichas inyecciones, se utilizan habitualmente toberas de inyección sin válvula. Cuando inyecta en la sección de alimentación del husillo, la tobera de inyección de alta presión de la presente invención incluye preferentemente una longitud del plano de entre 7,6 y 12,7 cm (3 pulgadas y 5 pulgadas), más preferentemente de entre aproximadamente 8,9 y 11,4 cm (3,5 pulgadas y 4,5 pulgadas); y en el caso más preferente de aproximadamente 10,2 cm (4 pulgadas). La longitud del plano puede ser crítica, en particular debido a la mayor presión cuando se inyecta aguas abajo, directamente en el caldo de fusión, comparada con aguas arriba, más cerca de la garganta de alimentación. La tobera de alta presión según la presente invención tiene una punta de tobera endurecida fabricada de acero duro de herramienta, tal como D-2, y una espiga de la válvula de tobera endurecida. Adicionalmente, la tobera incluye preferentemente un indicador de posición lineal que puede detectar la posición de la válvula de tobera de inyección.

La tobera de inyección de alta presión es capaz de intensificación de una alta presión. Preferentemente, la tobera de inyección de alta presión comprende un cilindro 51 de aproximadamente 5,1 cm (2 pulgadas) y un tubo de acero de alta presión 57. El tubo de alta presión puede ser un tubo de entre 27,6 y 48,3 N.mm⁻² (4000 y 7000 psi). Sin embargo, más preferentemente, el tubo de alta presión es un tubo de aproximadamente 34,5 N.mm⁻² (5000 psi). Esta capacidad de intensificación de la presión permite la generación de miles de libras por pulgada cuadrada (psi, pounds per square inch). Preferentemente, la tobera generará entre 55,2-82,7 N.mm⁻² (8000 y 12.000 psi) de presión. En otra realización, la tobera generará 68,9 N.mm⁻² (10.000 psi).

La tobera de inyección de alta presión comprende preferentemente además un sistema de cierre estanco que incluye cierres estancos dobles 59 y una combinación de, por lo menos, una junta tórica 61 y cierres estancos cuádruples para combatir mejor el problema de fugas que experimentan las toberas típicas. El aditivo fluye a la tobera a través de aberturas situadas a los lados de la tobera, a través del tubo de alta presión 57 y sale de la tobera. La presencia del sistema de cierre estanco elimina la cantidad de fuga de aditivo. La tobera de inyección de alta presión puede incluir además un bloque de refrigeración 53 para manejar la temperatura de la tobera 63. La tobera acumulará una gran cantidad de calor debido a la estrecha proximidad de las bandas calentadoras del cilindro y debe ser refrigerada para proteger la tobera frente a cualquier daño. Adicionalmente, con una excesiva acumulación de calor, el funcionamiento del cilindro de aire puede volverse errático y los cierres estancos pueden dejar de funcionar adecuadamente. En una realización, se puede colocar un bloque de refrigeración 53 alrededor del cilindro de la tobera. El bloque de refrigeración 51 es acondicionado en temperatura haciendo circular agua a diversas temperaturas a través del bloque. En otra realización, la tobera puede estar envuelta con una bobina de cobre enfriada, para mantener baja la temperatura de la tobera. En otra realización más, se utilizan pantallas térmicas que comprenden una envoltura aislada que se puede curvar para formar una espuma o un aislante tejido. Pueden asimismo implementarse ventiladores para soplar a través de una tobera con el fin de provocar una refrigeración adicional.

Preferentemente, el controlador de tobera de alta presión de inyección es un controlador lógico programable (PLC, programmable logic controller), en el que un usuario puede introducir valores y configuraciones personalizados. Tal como es conocido en la técnica, un PLC es un ordenador programable utilizado para la automatización de procesos en tiempo real, diseñado para disposiciones de múltiples entradas y salidas en tiempo real, para producir respuestas en condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado. Un PLC es un dispositivo basado en microprocesador con circuitos de entrada/salida modulares o integrales, que monitoriza el estado de entradas de "sensores" conectados in situ y controla "accionadores" de salida acoplados (motores de arranque, solenoides, indicadores luminosos/pantallas, elementos de regulación de velocidad, válvulas, etc.) de acuerdo con un programa de lógica creado por el usuario, almacenado en memoria RAM respaldada por batería del microprocesador. Los programas PLC se escriben generalmente en una aplicación especial en un ordenador personal y, a continuación, se descargan sobre un cable personalizado al PLC. El programa se almacena habitualmente en el PLC en una RAM respaldada por batería o en alguna otra memoria no volátil.

Un PLC se diferencia de un dispositivo dedicado en que puede ser programado para las especificaciones de un usuario e interactúa con una red de manera similar a un teléfono o un ordenador. El PLC permite accionar numerosas retransmisiones en un pequeño paquete, permitiendo más lógica para un control mejor del sistema. El controlador de tobera de alta presión incluye preferentemente lógica para múltiples bucles de control analógico. Además, el controlador de tobera de alta presión puede comprender asimismo una interfaz hombre-máquina (HMI, human machine interface), tal como un teclado o una estación de tipo PC, para proporcionar una conexión de comunicación para coordinar los diversos subsistemas.

Una característica del PLC es la capacidad de ajustar una salida analógica en base a una entrada analógica. En una realización, el controlador de tobera de alta presión monitoriza señales analógicas que incluyen: la presión experimentada por una bomba que alimenta otra bomba; la presión aguas abajo de una bomba y antes de una válvula de tobera; la presión del caldo de fusión en la carga del cilindro de un extrusor; y la salida de un extrusor. La salida de un extrusor se monitoriza habitualmente en función de las rpm del husillo o del amperaje del motor de accionamiento del husillo.

La figura 4 muestra un ejemplo de entradas y salidas para una realización del controlador de tobera de alta presión. El extrusor 71 notifica el amperaje 72 y otras salidas de proceso 74 al controlador de tobera 73 que, a su vez, entrega 75 una o varias de numerosas posibles señales. Como ejemplo de una realización a modo de ejemplo, el controlador puede señalar una alarma 77, puede abrir o cerrar la válvula de tobera 79, 81 y/o puede transmitir que el sistema de

inyección está preparado 83. El controlador de tobera 73 puede asimismo monitorizar entradas procedentes del extrusor 71, tal como si el sistema está activo 85 y si el husillo está girando 87.

Muchos profesionales de esta técnica dependen de las rpm del extrusor como su indicador principal de la salida del extrusor. Procesos simplificados presumen una salida constante por revolución del extrusor. Habitualmente, esto es lo más preciso en sistemas que no están optimizados para una salida máxima o están 'por debajo de su capacidad'. A medida que se acercan los límites de capacidad, la correlación entre rpm y salida cambia. Por lo tanto, el sistema de suministro de aditivo de una realización a modo de ejemplo es principalmente un sistema de retroalimentación de presión, en el que unos sensores de presión monitorizan la presión a la salida de un extrusor para regular la entrada de aditivo. Sin embargo, solamente la presión no es generalmente una medida suficiente debido a que conduce a resultados desproporcionados. Por lo tanto, es preferible implementar un procedimiento para mantener una proporcionalidad entre entrada de aditivo y salida del extrusor, que incluya mediciones de amperaje.

El amperaje del motor es, generalmente, el indicador correlacionado más directo de la salida del proceso. Teóricamente, a medida que los sistemas se optimizan, se puede obtener un modelo matemático para correlacionar la salida del sistema de suministro de aditivo con la salida del extrusor. Sin embargo, los algoritmos demasiado simplificados no permitirán la compensación de una variación compuesta en las entradas. La presente realización utiliza tres zonas, que consisten en la aproximación a la zona óptima, un intervalo limitado por debajo de la zona óptima y un intervalo por encima de la zona óptima. No obstante, presumiblemente, se podrían identificar un número infinito de zonas para este propósito.

Para implementar un sistema de medición de amperaje con el fin de mantener la proporcionalidad de la entrada de aditivo y la salida del extrusor, el sistema de suministro de aditivo puede incluir dispositivos de seguimiento del amperaje conectados al extrusor para proporcionar retroalimentación de corriente del extrusor al controlador de tobera de alta presión. Preferentemente, el sistema comprende una bomba de dosificación de alta presión y un transductor de válvula/línea de alta presión, que utiliza un procedimiento para rastrear la salida de un extrusor con el fin de garantizar que el suministro de aditivo continúa en proporción con la salida. Tal como es sabido en la técnica, una bomba de dosificación es una bomba de volumen reducido con velocidades de descarga controlables. La bomba de dosificación de alta presión puede preferentemente resistir una presión de aproximadamente 20,7 N.mm⁻² (3000 psi). El sistema puede aceptar diversos tipos de bombas incluyendo de pistón, de engranaje y de cavidad progresiva, y puede incluir más de una bomba. El sistema puede incluir además una bomba de precarga conectada en serie con la bomba de dosificación de alta presión para duplicar la capacidad de presión del sistema. La bomba de precarga lleva asimismo, preferentemente, una capacidad de presión de aproximadamente 20,7 N.mm⁻² (3000 psi); por lo tanto, las bombas podrían tener juntas una capacidad de soportar presión de, por lo menos, 41,4 N.mm⁻² (6000 psi). Es posible también apilar en serie múltiples bombas de menor presión para aumentar la capacidad de presión global. Por ejemplo, tres bombas de dosificación de 6,9 N.mm⁻² (1000 psi) se pueden apilar en serie con una bomba de precarga de 20,7 N.mm⁻² (3000 psi), con el resultado asimismo de una capacidad total de 41,4 N.mm⁻² (6000 psi). Cuando se implementa una bomba de precarga, se sitúa un transductor de presión aguas abajo de la bomba precargada para medir la presión en la bomba de precarga. La bomba de alta presión no arrancará hasta que la bomba de precarga alcance su configuración de presión. El conjunto de doble bomba apilada (bomba de dosificación y bomba de precarga) es importante debido a que mantendrá una presión de carga uniforme en la segunda bomba (dosificación), lo que está relacionado directamente con mantener una salida uniforme.

El controlador de tobera de alta presión es generalmente un controlador lógico/secuencial con medios para recibir diversas señales analógicas, que acciona a continuación la bomba de dosificación de alta presión y/o la bomba de precarga, si está incluida, mediante señales analógicas o accionamiento directo. La figura 5 representa una realización preferida del sistema de inyección de aditivo con lógica de control. Una vez el controlador de tobera de inyección se enciende ENCENDIDA 91, el controlador se puede conmutar manualmente a ABIERTA 93, PREPARADA, o cualquier otro indicador de indicación. Tras ser conmutada al comando ABIERTA 93, la válvula de tobera se abrirá automáticamente 95 permitiendo que fluya aditivo al cilindro del extrusor. Esto enviará una alerta, tal como una luz, un mensaje de texto, etc., a la estación de operaciones del extrusor 97, indicando que el proceso ha comenzado. Si el controlador no se conmuta a abrir, la válvula de tobera se cerrará 99 y se enviará una señal a la estación de operaciones de que la tobera está cerrada, y se producirá una alerta indicando el cierre de la tobera 101.

El controlador de tobera de alta presión puede asimismo ajustarse a AUTO 103, que envía automáticamente una luz verde 'PREPARADO' a la estación de operaciones del extrusor 105 cuando el controlador está encendido. Alternativamente, el controlador tiene que recibir tres señales antes de activar la luz verde 'PREPARADO'. La primera señal indica que el sistema está activado y autoriza el comienzo de acciones 107. La segunda señal incluye dos indicadores, un indicador de permiso y un indicador del husillo 109. El indicador de permiso revela si el extrusor está operativo y está presente el material adecuado en el sistema, y el indicador de husillo confirma si el husillo está girando. Tanto el indicador de permiso como el indicador de husillo son necesarios para desencadenar la segunda señal. La tercera señal es una señal de amperaje 111 que indica la corriente o el caudal de material que sale del extrusor. Si el controlador de tobera de alta presión no recibe cualquiera de las tres señales, el controlador de tobera no activará la luz verde 'PREPARADO', esperará hasta que se reciba la señal 108.

Tras la recepción de cada una de las tres señales, el controlador de tobera de alta presión envía la luz verde a la estación de operaciones del extrusor, que inicia la activación de cualquiera de la bomba de precarga 113 o la bomba

de dosificación de alta presión 115, dependiendo de la configuración del sistema y de la presión. El controlador de tobera de alta presión recibirá señales de un sensor de presión aguas arriba y aguas abajo de la tobera, que, a su vez, instruirán a cualquiera de la bomba de alta presión o la precargada para comenzar a bombear el aditivo a través de una tobera de inyección de alta presión. La bomba de dosificación de alta presión está subordinada a la salida del extrusor y es accionada para que se corresponda con la salida y mantenga la presión del extrusor.

En una realización preferida, el sistema incluye tanto una bomba de precarga como una bomba de dosificación de alta presión acopladas en serie. Sistemas adicionales pueden monitorizar también la presencia o ausencia de producto líquido adecuado en el sistema de suministro. Dichos sistemas señalarán una alerta si la reserva es baja, y la bomba de precarga no se iniciará. Tras la recepción de las tres señales obligatorias 107, 109, 111 y de una señal de que existe producto líquido adecuado en el sistema de suministro, el controlador de tobera de alta presión iniciará la bomba de precarga y monitorizará su presión cambiante 113. Si la bomba de precarga no consigue alcanzar una presión predeterminada, el transductor de presión de precarga 117 proporcionará una señal de entrada (analógica o digital) al controlador de la tobera de inyección de alta presión. El controlador de la tobera de inyección de alta presión, de acuerdo con el algoritmo programado, aumentará o reducirá las velocidades de la bomba de precarga para mantener la presión de precarga deseada a la entrada de la bomba de dosificación (123). Tras alcanzar la presión designada manteniendo al mismo tiempo un nivel adecuado de producto líquido, el controlador de tobera de alta presión señalará a la bomba de dosificación de alta presión para que comience y el controlador monitorizará la presión de la bomba 115. Tras alcanzar una presión de tobera designada, la tobera se abrirá liberando aditivo al extrusor 119. Si dicha presión no se consigue, el transductor de válvula/línea de alta presión 121 acelerará la bomba de dosificación de alta presión 125 hasta que se obtenga dicha presión.

El controlador de tobera de alta presión asegurará que la presión del aditivo es mayor que la presión del caldo de fusión antes de ordenar a la válvula que se abra. El controlador de tobera de alta presión mantiene la relación de presión controlando las revoluciones por minuto (rpm) de las bombas mientras monitoriza el amperaje del extrusor. Para establecer esta relación, el sistema deberá calibrarse, como parte de las condiciones de configuración, para decirle al controlador cuál se supone debe ser la salida en función de las revoluciones por minuto. A continuación, la entrada del amperaje se correlaciona con la salida para establecer las configuraciones del sistema. Dicha calibración se realiza habitualmente por medio de calibración manual; sin embargo, puede asimismo llevarse a cabo de forma automática.

El controlador de la tobera de inyección de alta presión monitoriza la presión del extrusor y asegura que la presión en la válvula de tobera es mayor que la presión del caldo de fusión en el extrusor. Este proceso se produce en tres etapas distintas. En primer lugar, el extrusor envía la señal de permiso al controlador, señalizando que el extrusor está operativo. El controlador hace funcionar a continuación la bomba para acumular presión en el sistema. Una vez la presión alcance el umbral y lo supere, se abrirá la válvula de presión del caldo de fusión. A continuación, la presión se mantendrá mediante las rpm de la bomba de alta presión. Cuando el extrusor se ralentiza, los amperios disminuirán, lo que reducirá la salida (rpm) de la bomba de dosificación de alta presión hasta que se estabilice en los valores de ajuste. Cada extrusor es diferente; por lo tanto, será necesario determinar presiones de funcionamiento mínimo seguro para cada aplicación.

Dado que los materiales de entrada de proceso varían debido a causas tanto normales como anormales, tales como variación en la densidad o la forma, la salida del extrusor puede cambiar. Proporcionar la salida del extrusor a la salida de líquido suministrada al proceso conduce al desarrollo de zonas programables con diversas pendientes para proporcionar de manera más precisa el aditivo al polímero. Estas zonas están delimitadas mediante condiciones específicas en el interior del extrusor y son una combinación de las entradas para líquido y la presión del caldo de fusión, las rpm y el amperaje en el motor de accionamiento del extrusor. Por ejemplo, cuando las rpm del extrusor se mantienen estables y la presión del caldo de fusión y el amperaje descienden, se puede programar una disminución específica en la frecuencia de bombeo del aditivo, proporcional al cambio, para garantizar una proporción correcta e impedir una cascada de condiciones fuera de las proporciones.

Tal como se muestra en la figura 5, si la presión de la tobera alcanza un nivel de alarma de despeje 131, el controlador de la tobera de inyección de alta presión inducirá una carrera de despeje para liberar una obstrucción de la tobera 133. El controlador de la tobera de inyección de alta presión iniciará tantas carreras de despeje como sea necesario para eliminar cualquier obstáculo. Si la presión de la tobera alcanza una presión de pico designada 135, el controlador de la tobera de inyección de alta presión detendrá las bombas de precarga y/o de dosificación 137, activará una luz de alarma roja que indica una tobera cerrada 139 y cerrará la válvula de tobera 141.

Una vez el controlador de la tobera de inyección de alta presión recibe una señal que indica que la presión ha alcanzado un nivel adecuado, tal como $0,8 \text{ N.mm}^{-2}$ (120 psi), señala a la tobera de inyección de alta presión para abrir y bloquear, permitiendo que fluya aditivo al cilindro de un extrusor. La presión del sistema puede experimentar fluctuaciones de presión ascendentes y descendentes; sin embargo, la tobera de inyección de alta presión no se volverá a bloquear y cerrar hasta que la presión suba y baje un número determinado de veces, momento en el que se activará una alarma asociada. Sin embargo, un cambio rápido en la presión indica que puede existir un problema en el sistema, tal como una tobera congelada u obstruida, etc. De este modo, un cambio rápido en la presión puede desencadenar el cierre de la tobera de inyección de alta presión. Un aspecto de la presente invención es que, cuando se produce un problema de este tipo, el extrusor no se para y se apaga. Apagar íntegramente el sistema derrocharía

una cantidad de tiempo y un coste significativos. En lugar de esto, se puede conseguir la limpieza u otro trabajo necesario mientras el sistema sigue en uso, para garantizar que se mantienen intactas las proporciones adecuadas.

5 El sistema de inyección de aditivo incluye preferentemente un sistema de alarma con múltiples condiciones de alerta para indicar a un usuario cuándo se producen determinadas situaciones. Preferentemente, las condiciones de alerta incluyen, de forma no limitativa, una alerta de tobera para indicar que la válvula de la tobera de inyección de alta presión no se ha cerrado íntegramente o bien que la tobera está obstruida; una alarma de presión que detecta la presión en el sistema; una alerta de alimentación; y una alerta de material que indica que hay abundante material presente en el sistema. El sistema de alarmas incluye preferentemente alarmas visuales, eléctricas y de audio. Las alarmas visuales pueden incluir luces de varios colores, cada una de las cuales indica una situación diferente. Por ejemplo, una luz verde puede indicar que el sistema está alimentado y preparado para comenzar. Una luz roja puede indicar que el sistema está apagado. Luces intermitentes pueden indicar una obstrucción en la tobera y una luz ámbar puede indicar que existe material abundante en el sistema. Las luces pueden estar apiladas y montadas en la base de un controlador o de una estación de operador, o una ubicación designada por un usuario. Otra forma de alerta es una alerta de audio. La alerta de audio puede incluir varios sonidos para indicar diferentes condiciones del sistema. 10 Además, una alerta puede ser eléctrica, haciendo que se cierre el sistema hasta que se evalúa una condición. Esto es particularmente importante durante la obstrucción de una tobera o un cambio drástico de la presión. 15

Aunque las realizaciones específicas se centran en procesamiento de plásticos que utiliza un extrusor, el procedimiento y el aparato descritos se pueden aplicar cuando no se utiliza un extrusor para fusionar polímero, sino que se introduce aditivo en plástico fundido que entra directamente desde un reactor de polimerización, por ejemplo, en el que se lleva a cabo polimerización del caldo de fusión. Los aditivos se pueden introducir aguas abajo del reactor utilizando el procedimiento y el aparato descritos, con las modificaciones pertinentes. 20

La realización a modo de ejemplo se ha descrito haciendo referencia a las realizaciones preferidas. Obviamente, otros concebirán modificaciones y alteraciones tras la lectura y comprensión de la anterior descripción detallada. Se prevé que se considere la realización a modo de ejemplo incluyendo la totalidad de dichas modificaciones y alteraciones siempre que estas estén dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. 25

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de suministro de un aditivo líquido que incluye un colorante, a un dispositivo de procesamiento de polímero durante el procesamiento, donde dicho procedimiento comprende:
- 5 establecer una red de componentes incluyendo dicho dispositivo de procesamiento de polímero en un sistema de bucles de control, en el que dicho sistema de bucles de control utiliza un procedimiento de retroalimentación para accionar, por lo menos, una bomba (115; 46), comprendiendo dicho procedimiento de retroalimentación:
- enviar por lo menos una señal (72, 74) desde por lo menos un sensor asociado con dicho dispositivo de procesamiento de polímero, a un controlador (73, 43);
- enviar una o varias señales desde dicho controlador (73; 43) a dicha por lo menos una bomba (115; 46);
- 10 caracterizado por monitorizar la presión en dicha por lo menos una bomba (115; 46) y detectar la posición de una válvula de tobera de inyección (133; 49); y
- enviar una o varias señales a dicha válvula de tobera de inyección (133; 49) que instruyen a dicha válvula a abrirse o cerrarse;
- 15 en el que dicho controlador es un controlador de tobera de alta presión (73; 43) que señala dicha válvula de tobera de inyección (133) para abrirse, una vez que la presión del sistema alcanza un nivel designado por el usuario y dicha válvula está en la posición adecuada.
2. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho procesamiento comprende un proceso de fusión de plástico.
3. Un procedimiento según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que dicho aditivo es suministrado aguas abajo de un reactor de polimerización en el que el material de plástico se produce en el material de plástico fundido que ha salido del reactor y que sigue fundido después de salir del reactor, por lo menos hasta el suministro de aditivo al mismo.
- 20 4. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que dicho controlador de tobera de inyección de alta presión (73; 43) regula el caudal del aditivo a través de la válvula de tobera para que se corresponda con el de la salida de un extrusor asociado (71; 41).
5. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que dicha válvula de tobera de inyección (133; 49) es una válvula de tobera de inyección de alta presión que, preferentemente, es capaz de intensificación de una alta presión para generar de 55,2 a 82,7 N.mm⁻² de presión.
6. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que dichas por lo menos una o varias bombas (115; 46) incluyen una bomba de dosificación de alta presión.
- 30 7. El procedimiento según la reivindicación 6, en el que dichas por lo menos una o varias bombas (115; 46) incluyen una bomba de precarga (45) conectada en serie a dicha bomba de dosificación de alta presión, y dicha bomba de precarga (45) es utilizada además de dicha bomba de alta presión (115; 46) cuando la presión es mayor que 20,7 N.mm⁻² y, preferentemente, dicha bomba de precarga y bomba de alta presión comprenden colectivamente una capacidad de 41,4 N.mm⁻².
- 35 8. El procedimiento según cualquier reivindicación anterior, en el que dichas señales de entrada incluyen una o varias de por lo menos una señal de activación para autorizar una acción, por lo menos una señal de indicación de alimentación, por lo menos una señal que indica que un husillo del extrusor está girando, por lo menos una señal que indica por lo menos una de las carreras de despeje y de anti-obstrucción; y por lo menos una señal de amperaje que indica el caudal.
- 40 9. Un procedimiento según cualquier reivindicación anterior, utilizando el procedimiento un sistema de suministro de aditivo para la introducción precisa de un aditivo en el procesamiento de un polímero, preferentemente para la introducción en un proceso de fusión de plástico, que comprende:
- 45 por lo menos un sensor asociado con un dispositivo de procesamiento de plástico (41), preferentemente un aparato de fusión;
- un controlador de tobera de alta presión (73, 43);
- por lo menos una bomba (115; 46); y
- 50 una tobera de alta presión, en el que dicho sistema comprende un bucle de control basado en lógica que está adaptado para utilizar un procedimiento de lógica de retroalimentación para accionar dicha por lo menos una bomba (115; 46) y una válvula de tobera de inyección (49).

10. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicha válvula de tobera de inyección es parte de una tobera de inyección de alta presión, que comprende:

un plano con una longitud de entre 7,6 y 12,7 cm para facilitar una inyección aguas abajo;

un sistema de doble cierre estanco (59) que incluye un cierre estanco exterior y un cierre estanco interior;

5 un tubo de alta presión (57); y

un mecanismo de refrigeración (53) para proteger la tobera de la acumulación de calor.

11. Un procedimiento según la reivindicación 10, en el que dicho sistema de cierre estanco incluye además un sistema en combinación de sellado del prensaestopas y cierre estanco de labios.

10 12. Un procedimiento según la reivindicación 10 o la reivindicación 11, en el que dicho tubo de alta presión es un tubo de acero y, preferentemente, dicho tubo de acero de alta presión puede resistir entre $27,6 \text{ N.mm}^{-2}$ y $48,3 \text{ N.mm}^{-2}$.

13. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que la inyección de aditivo se produce directamente en un cilindro de extrusor que contiene un husillo, en un sitio mayor que 2 tramos aguas abajo de la garganta de alimentación.

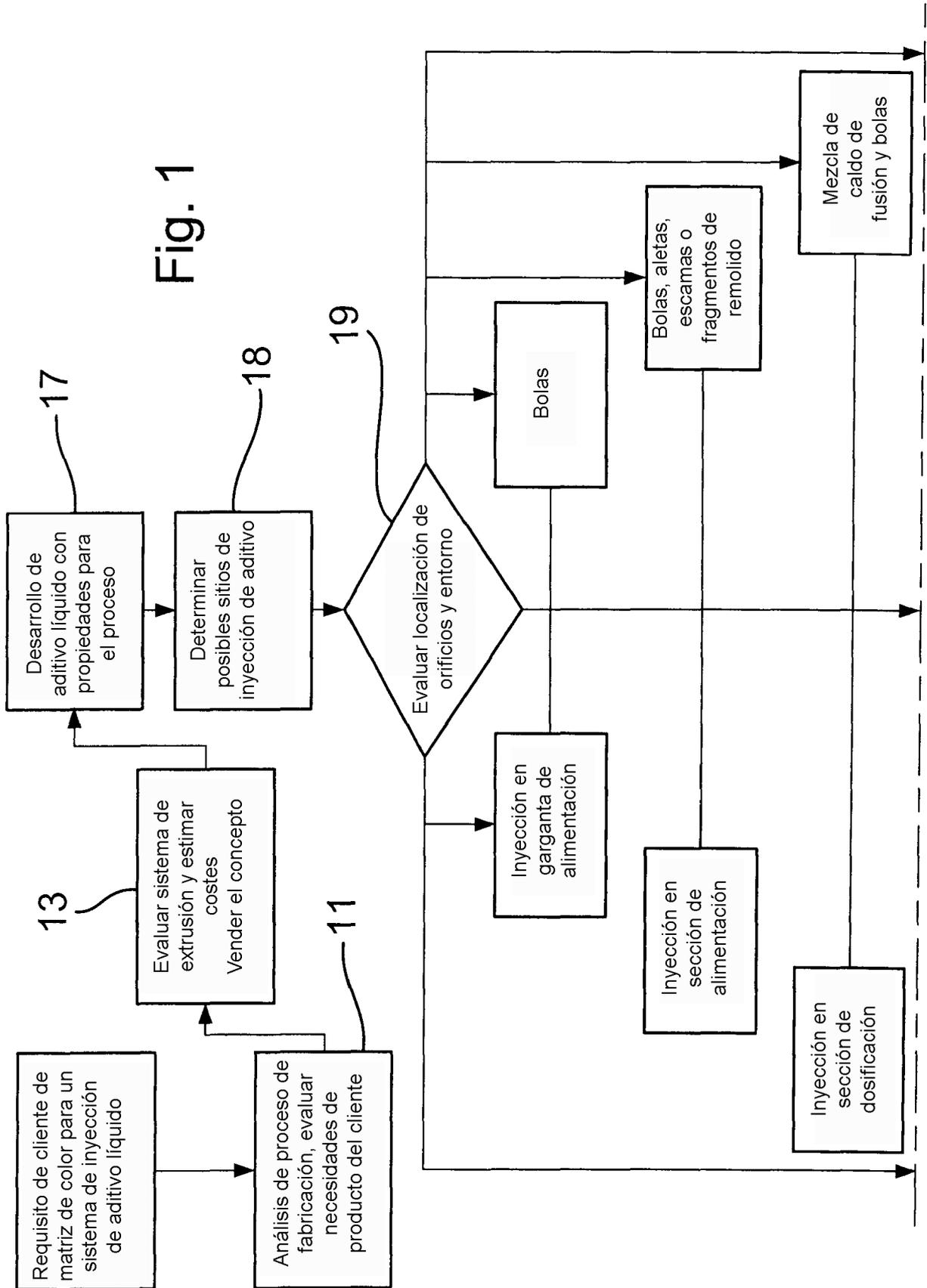


Fig. 2

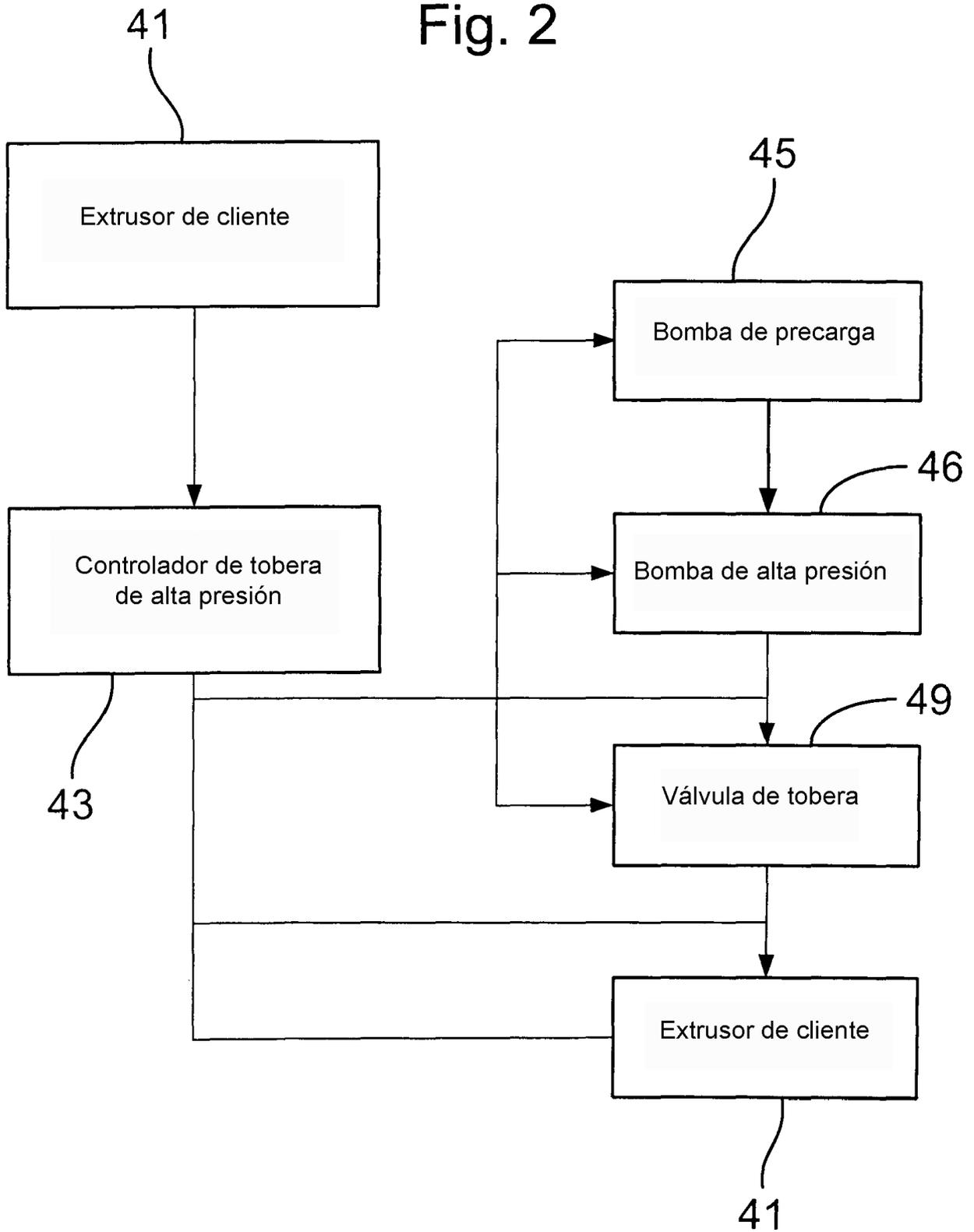


Fig. 3

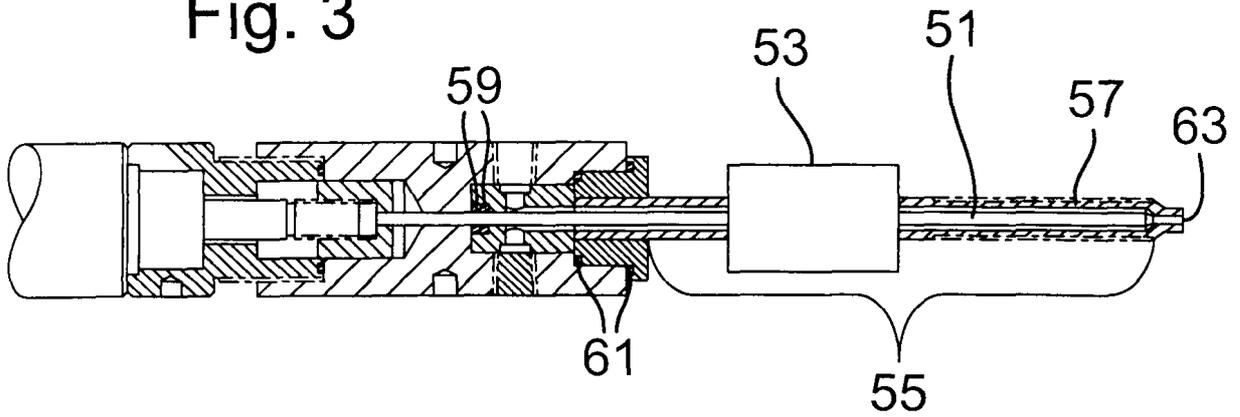
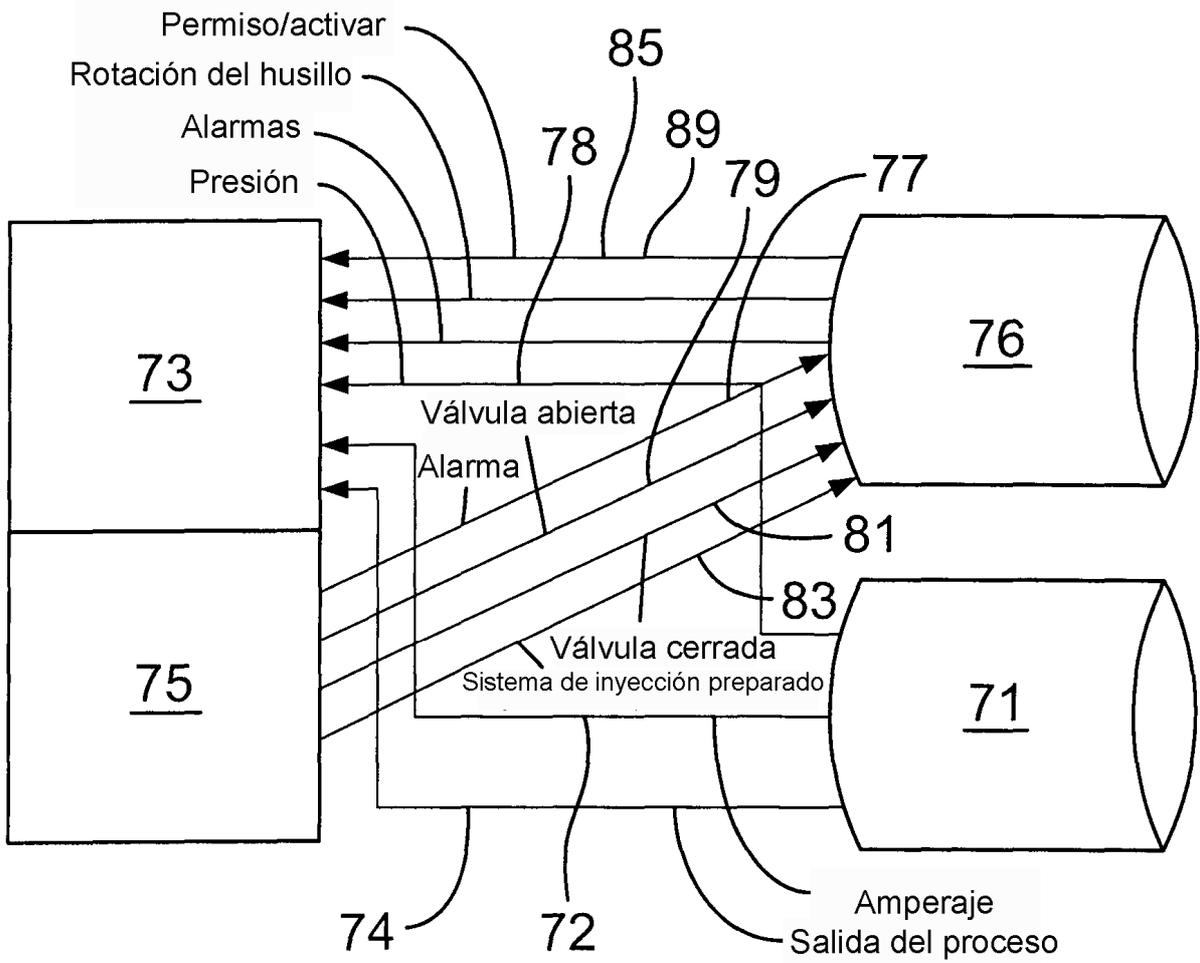


Fig. 4



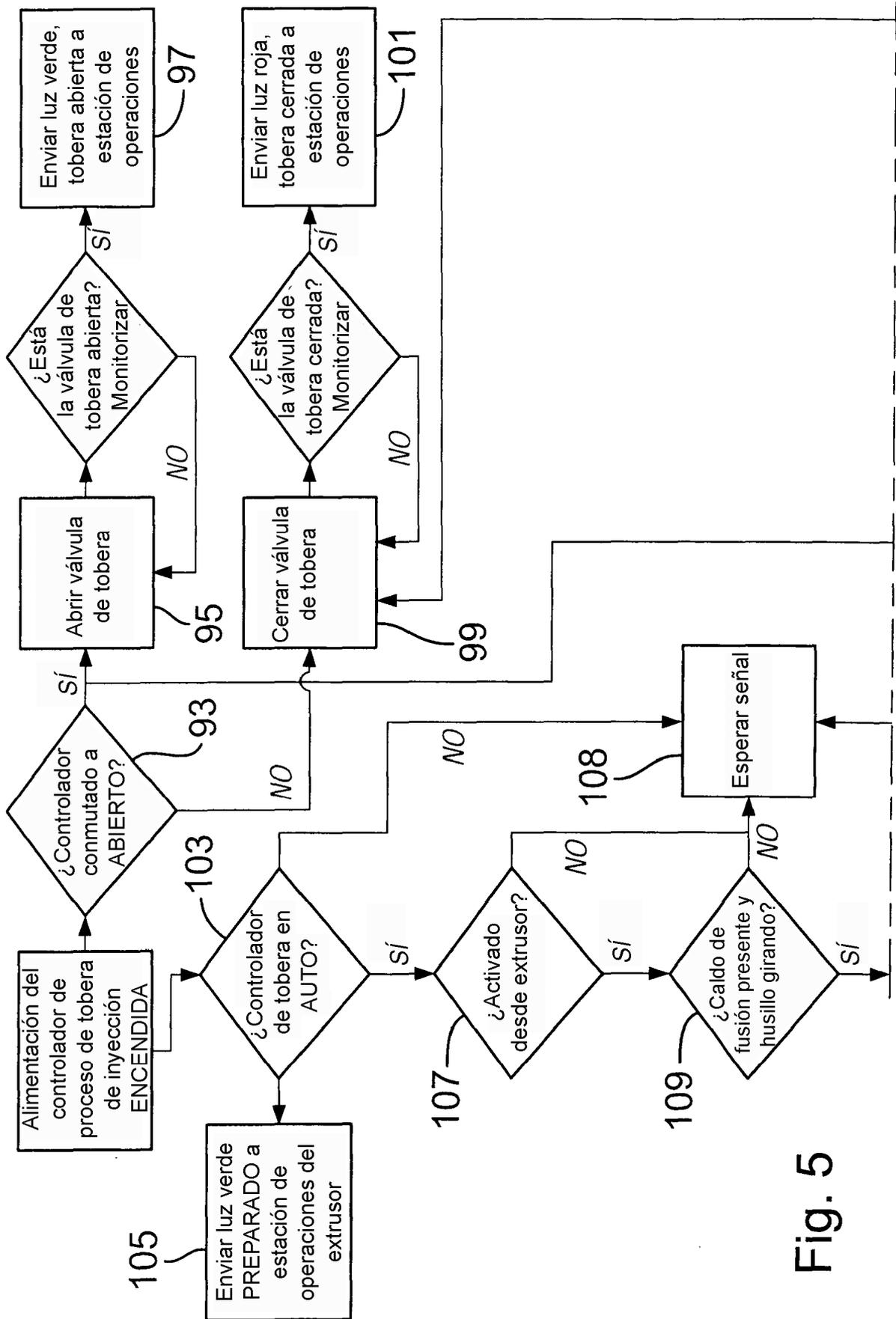


Fig. 5

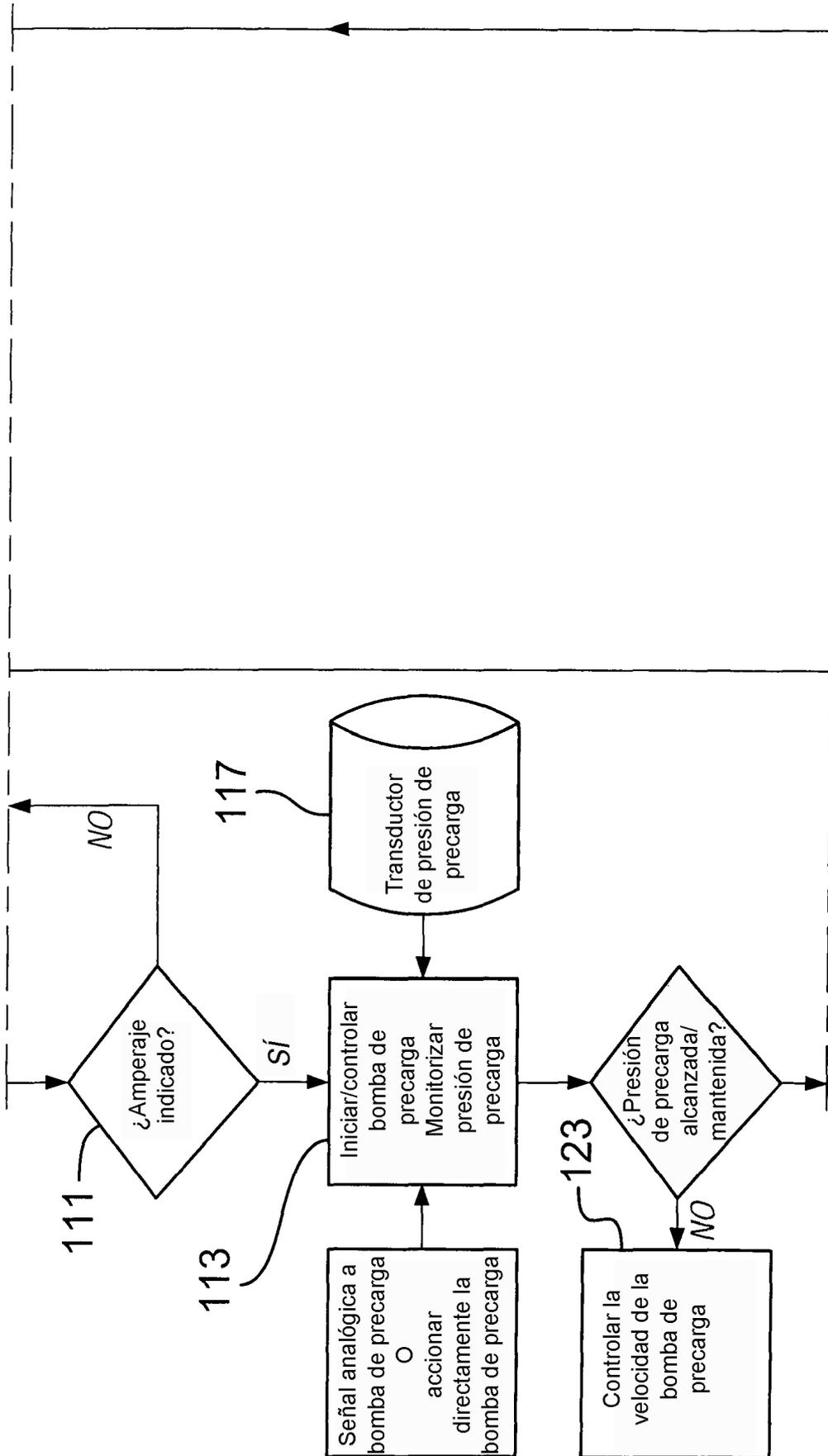


Fig. 5 (Cont.)

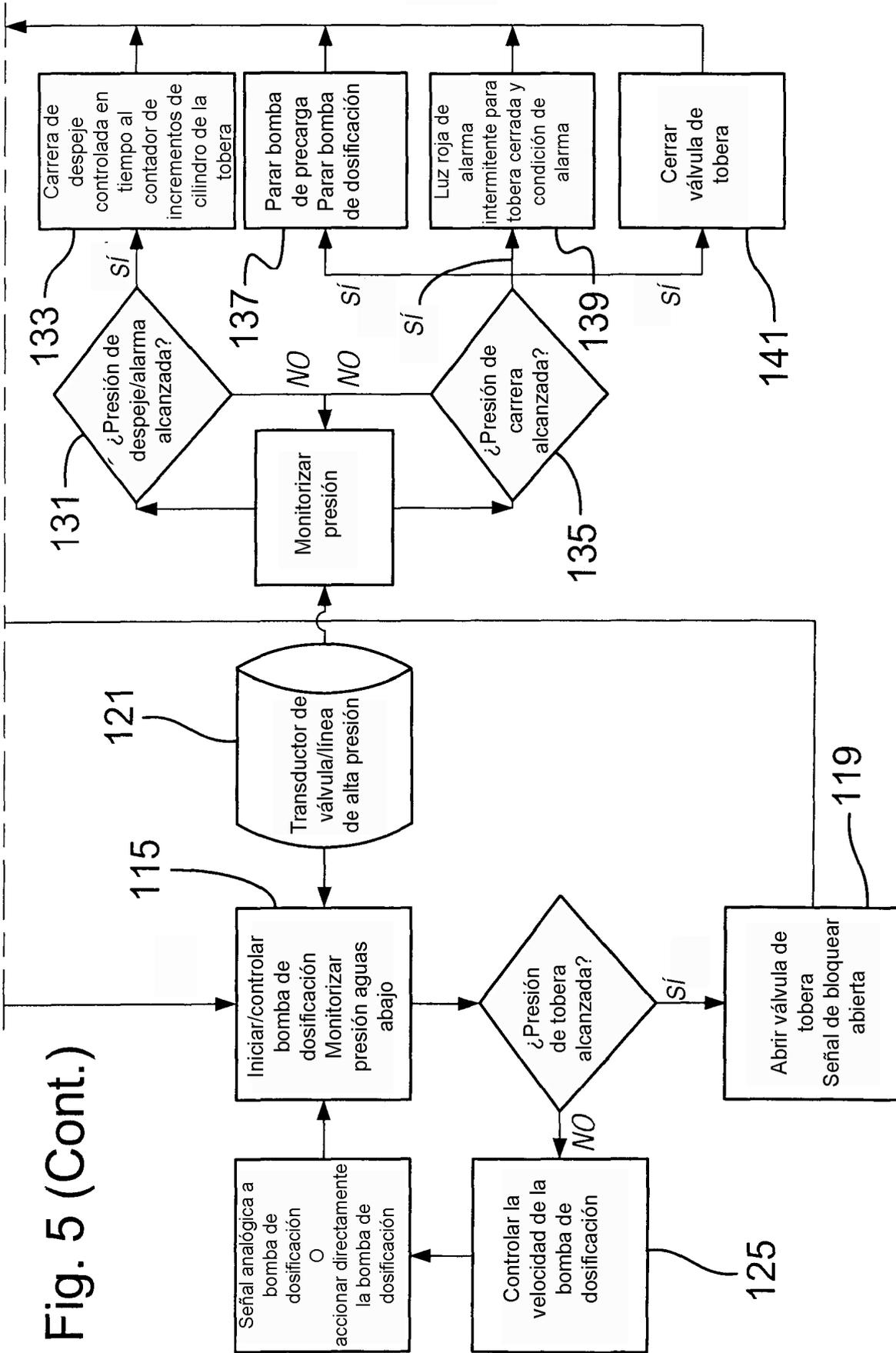


Fig. 5 (Cont.)