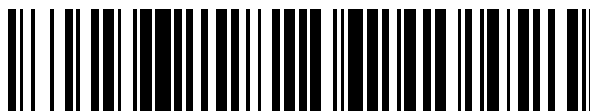


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 523**

51 Int. Cl.:

C22B 3/02 (2006.01)

C22B 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2013 PCT/EP2013/077712**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015 WO15090450**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2013 E 13817683 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 3084021**

54 Título: **Método y sistema**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.02.2020

73 Titular/es:
**OUTOTEC (FINLAND) OY (100.0%)
Rauhalanpuisto 9
02230 Espoo, FI**

72 Inventor/es:
**STEGEMANN, BERTOLD;
ACOSTA DE NOACK, SONIA;
SCHNEIDER, GÜNTER y
SCARSELLA, ALESSIO**

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 744 523 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

Método y sistema

5 Antecedentes

La invención se refiere a un método y sistema para lixiviación presurizada a alta temperatura de mineral.

10 En una multitud de procesos de procesamiento de mineral, las especies valiosas contenidas en el mineral se lixivian en una fase líquida de un solvente. Dado que en la mayoría de los casos la eficacia de la lixiviación aumenta con la temperatura, los procesos se ejecutan a temperaturas elevadas. Por lo tanto, se usan presiones superiores para evitar la ebullición del solvente usado.

15 El documento de Patente US 2005/077032 A1 describe un sistema de enfriamiento y calentamiento recuperativo de una suspensión en un proceso metalúrgico que incluye intercambiadores de calor, bombas y autoclaves, se describe en el mismo. Los intercambiadores de calor utilizan un medio de transferencia de calor líquido común no formador de incrustaciones. Preferentemente, los intercambiadores de calor son intercambiadores de calor de tubo en tubo con 3 a 7 tubos de suspensión en cada intercambiador de calor. Una ventaja de este sistema es que no utiliza tanques instantáneos. Para minimizar el desgaste abrasivo en las superficies afectadas, la velocidad de la suspensión no es más de 5 metros por segundo. La suspensión comprende una concentración de sólidos de un 25 % a un 50 %. Preferentemente, las bombas en el sistema son bombas de tipo flotador en las que el líquido impulsado desde las bombas de descarga también se usa como líquido de impulsión para las bombas de alimentación.

25 El calentamiento de la suspensión del mineral y el disolvente se realiza generalmente mediante vapor que se genera en una descompresión gradual de la suspensión caliente después de la fase de lixiviación, que al mismo tiempo enfría la suspensión. Un problema con este proceso es que la recuperación gradual del calor es laboriosa y costosa.

30 En la mayoría de los casos, el calentamiento final de la suspensión se pone en práctica por inyección directa y condensación de vapor en la solución. Sin embargo, esta práctica tiene el problema de que la suspensión se diluye, lo que se debe compensar con una capacidad de evaporación aumentada y más costosa en las plantas de proceso corriente abajo.

35 Breve descripción

La invención se define en las reivindicaciones anexas.

40 De acuerdo con una realización, se usa sal fundida como medio de transferencia de calor para el segundo medio de transferencia de calor. Esto proporciona la ventaja de que el calentamiento y enfriamiento de la suspensión de mineral tiene lugar rápidamente y con superficies de transferencia de calor minimizadas dado que las sales fundidas permiten la operación a altas temperaturas sin dañar el medio de transferencia de calor.

45 De acuerdo con una realización, se usa aceite térmico como medio de transferencia de calor para el segundo medio de transferencia de calor. Esto proporciona la ventaja de sencillez de manipulación y mantenimiento.

De acuerdo con una realización, se usa agua como medio de transferencia de calor, preferentemente para el primer medio de transferencia de calor. Esto puede proporcionar la ventaja de que el medio de transferencia de calor es barato, y con su gran capacidad calorífica permite flujos de recirculación minimizados.

50 De acuerdo con una realización, la suspensión de mineral se precalienta en un intercambiador de precalentamiento, el primer medio de transferencia de calor caliente se recibe de la etapa de enfriamiento en dicho intercambiador de calor de precalentamiento, y el primer medio de transferencia de calor enfriado se descarga de dicho intercambiador de calor de precalentamiento para alimentarlo de vuelta a la etapa de enfriamiento. Esto puede proporcionar la ventaja de que la transferencia de energía térmica en la suspensión de mineral no depende de elaborar múltiples etapas instantáneas y es fácil de controlar.

55 De acuerdo con una realización, la suspensión de mineral se precalienta en al menos dos intercambiadores de precalentamiento dispuestos en serie. Esto proporciona la ventaja de que la suspensión de mineral se puede precalentar a temperaturas elevadas.

60 De acuerdo con una realización, la suspensión de mineral se enfría en un intercambiador de calor de enfriamiento, en el que el primer medio de transferencia de calor enfriado se recibe de la etapa de precalentamiento en dicho intercambiador de calor de enfriamiento, y el primer medio de transferencia de calor calentado se descarga de dicho intercambiador de calor de enfriamiento para que circule de vuelta a la etapa de calentamiento. Esto puede proporcionar la ventaja de que la transferencia de energía térmica de la suspensión de mineral al primer medio de transferencia de calor es fácil de controlar.

65

De acuerdo con una realización, la suspensión de mineral se enfría en al menos dos intercambiadores de calor de enfriamiento dispuestos en serie. Esto proporciona la ventaja de que la suspensión de mineral se puede enfriar por debajo de las temperaturas elevadas de forma controlada.

5 De acuerdo con una realización, la suspensión de mineral se calienta a la temperatura de trabajo en un intercambiador de calor final. Esto puede proporcionar la ventaja de que la temperatura de trabajo de la suspensión es fácil de controlar y no tiene lugar ninguna dilución de la suspensión de mineral.

10 De acuerdo con una realización, la suspensión de mineral se calienta a la temperatura de trabajo en al menos dos intercambiadores de calor finales dispuestos en serie. Esto puede proporcionar la ventaja de que se alcancen altas temperaturas de trabajo de una forma controlada.

15 De acuerdo con una realización, el proceso es un proceso de extracción de sustancias valiosas tales como - pero no restringidas a - níquel, cobalto o bauxita de sus respectivos minerales. Esto puede proporcionar las ventajas de reducción de inversión y costes de mantenimiento.

20 De acuerdo con una realización, el proceso es el "proceso de Bayer" usado para la producción de hidróxido de aluminio. Este puede proporcionar las ventajas de reducción de inversión y coste de mantenimiento, mejora de la facilidad operación y aumento de la disponibilidad/fiabilidad del proceso.

De acuerdo con una realización, el proceso es el proceso de Sherritt Gordon. Este puede proporcionar ventajas similares a las del "proceso de Bayer" descrito anteriormente.

25 De acuerdo con una realización, el medio de reactor comprende un tubo o vaso de alojamiento para alojar la suspensión de mineral a la temperatura de operación deseada durante el tiempo de residencia necesario para conseguir el rendimiento de extracción objetivo. Esto puede proporcionar la ventaja de que exista tiempo suficiente para completar las reacciones de lixiviación.

30 De acuerdo con una realización, el intercambiar de calor es un intercambiador de calor de tubo. Esto puede proporcionar la ventaja de que se puedan facilitar los circuitos de transferencia de calor primario y secundario con facilidad.

35 De acuerdo con una realización, el intercambiador de calor es un intercambiador de calor de placa. Esto puede proporcionar la ventaja de que pueda ser factible un diseño de planta más compacto.

Breve descripción de las figuras

40 Algunas realizaciones que ilustran la presente divulgación se describen con mayor detalle en los dibujos adjuntos, en los que

45 la Figura 1 es una vista lateral esquemática de un método y sistema a modo de ejemplo en sección transversal parcial,
la Figura 2 es una vista lateral esquemática de otro método y sistema a modo de ejemplo en sección transversal parcial,
la Figura 3 es una vista lateral esquemática de un tercer método y sistema en sección transversal parcial.

50 En las figuras, se muestran algunas realizaciones simplificadas en aras de la claridad. Las partes similares se indican con los mismos números de referencia en las figuras.

Descripción detallada

55 La Figura 1 es una vista lateral esquemática de un método y sistema a modo de ejemplo en sección transversal parcial.

Los componentes principales del sistema 1 para la lixiviación presurizada a alta temperatura de mineral pueden comprender medios 2 de calentamiento, medios 3 de calentamiento final o reactor y medios 4 de enfriamiento.

60 Las temperaturas máximas de suspensión alcanzadas pueden ser tan altas como 350 °C, las temperaturas de segunda transferencia de calor tan altas como hasta 550 °C y las temperaturas del circuito de primera transferencia de calor tan altas como hasta 300 °C, dependiendo de la presión admisible del sistema.

65 El fin de los medios 2 de calentamiento es calentar la suspensión de mineral que comprende mineral y disolvente. Los medios 2 de calentamiento comprenden los medios 11 de precalentamiento que comprenden el intercambiador 5 de calor para calentar la suspensión de mineral mediante la energía térmica de un primer medio de transferencia de calor, y un intercambiador 7 de calor de calentamiento final para calentar la suspensión de mineral a la

ES 2 744 523 T3

temperatura deseada, es decir, la temperatura de trabajo, mediante la energía térmica de un segundo medio de transferencia de calor.

5 El intercambiador 7 de calor de calentamiento final y dicho segundo medio de transferencia de calor están separados de los medios 11 de precalentamiento y del primer medio de transferencia de calor.

10 El intercambiador 7 de calor de calentamiento final puede estar dispuesto corriente arriba de o integrado en los medios 3 de reactor donde las reacciones de la suspensión de mineral calentada tienen lugar a la temperatura de trabajo y durante el tiempo de residencia indicado. Dichas reacciones lixivian especies valiosas del mineral en el disolvente calentado. Dependiendo de la combinación disolvente-mineral, las reacciones de lixiviación conocidas comienzan principalmente en esta sección.

15 Los medios 4 de enfriamiento enfrían la suspensión de mineral que ha reaccionado a una temperatura deseada, preferentemente ligeramente inferior a o en el punto de ebullición de la suspensión en este punto del proceso.

Los medios 4 de enfriamiento pueden comprender un intercambiador 6 de calor de enfriamiento donde la suspensión de mineral caliente y que ha reaccionado se enfría por absorción de la energía térmica de dicha suspensión de mineral que ha reaccionado en el primer medio de transferencia de calor.

20 El sistema 1 comprende además un sistema 8 de circulación que incluye una tubería 9 de recepción y una tubería 10 de retroalimentación para hacer circular el primer medio de transferencia de calor entre el intercambiador 5 de calor de precalentamiento y el intercambiador 6 de calor de enfriamiento.

25 Los intercambiadores 5, 6, 7 de calor pueden ser, por ejemplo, un intercambiador de calor de tubo, un intercambiador de calor de placa o cualquier otro intercambiador de calor capaz de separar la suspensión de los circuitos de transferencia de calor y conocido por sí mismo.

30 Por ejemplo, en un intercambiador de calor de tubo, la suspensión de mineral puede atravesar la parte lateral del tubo y transportar calor a través del lado de la cubierta.

El primer medio de transferencia de calor puede comprender, por ejemplo, sal fundida, aceite térmico, agua, vapor saturado, vapor supercalentado, etc.

35 El segundo medio de transferencia de calor también puede comprender sal fundida, aceite térmico, agua, vapor supercalentado, etc.

40 El medio de transferencia de calor es preferentemente un líquido que desarrolla una presión de vapor comparativamente baja a altas temperaturas. El medio de transferencia de calor está preferentemente presurizado con el fin de mantener una alta densidad de energía térmica en el mismo.

45 La sal fundida puede ser, por ejemplo, una comercializada con el nombre comercial Hitec®. El punto de fusión de la sal Hitec® es aproximadamente 150 °C y la temperatura de operación máxima es aproximadamente 550 °C. Hitec® es una mezcla eutéctica de sales inorgánicas solubles en agua de nitrato de potasio, nitrito de sodio y nitrato de sodio. Por supuesto, también se pueden usar otras sales, es decir sal pura, mezclas de sales o composiciones de sales, como medio de transferencia de calor.

50 Se pueden usar aceites térmicos hasta temperaturas de 400 °C, por ejemplo "Dowtherm" de Dow Chemical, y proporcionar una manipulación más sencilla. Sin embargo, los aceites térmicos no permiten las temperaturas superiores que se pueden conseguir con las sales fundidas.

55 El sistema 1 lleva a cabo métodos para la lixiviación presurizada a alta temperatura de mineral, método que comprende calentar una suspensión de mineral que comprende mineral y disolvente en dos etapas, es decir, en una etapa de precalentamiento y en una etapa de calentamiento final, hacer reaccionar y alojar la suspensión de mineral calentada a la temperatura de trabajo para lixiviar las especies valiosas en el disolvente calentado, y enfriar la suspensión de mineral caliente y lixiviada.

60 En primer lugar, dicha suspensión de mineral se presuriza de acuerdo con la presión de vapor de la fase líquida a una presión necesaria para evitar de forma segura la ebullición de dicho líquido a las temperaturas de operación deseadas mediante medios de presurización y se alimenta al sistema 1. Dichos medios de presurización no se muestran en las Figuras.

65 El término "mineral" se refiere a la parte sólida de la suspensión y a la materia sólida de la que se va a extraer una sustancia valiosa dada y que varía en composición de acuerdo con la aplicación y el mineral usado como materia prima.

La suspensión de mineral presurizada se calienta en primer lugar en el intercambiador o intercambiadores 5 de

ES 2 744 523 T3

precalentamiento para calentar hasta una temperatura de precalentamiento deseada. Dicha temperatura puede ser tan alta como hasta 350 °C pero, por supuesto, puede ser inferior dependiendo de los requisitos del proceso.

5 La suspensión de mineral precalentada y presurizada se alimenta a continuación a los medios 3 de reactor y al intercambiador 7 de calentamiento final en el mismo. El intercambiador 7 de calentamiento final que lleva la energía térmica al proceso desde una fuente de calor externa es necesario debido a que los procesos de extracción son, en su mayor parte, endotérmicos y debido a que se requieren temperaturas elevadas para llevar a cabo la reacción de extracción económicamente. Además, la temperatura final alcanzada tiene que ser tal que cubra las pérdidas de calor inevitables. El intercambiador 7 de calentamiento final calienta adicionalmente la suspensión de mineral a la temperatura de trabajo necesaria para lixiviar el mineral.

15 Los medios 3 de reactor pueden comprender al menos un vaso 15 de alojamiento para alojar la suspensión de mineral durante el tiempo de residencia necesario para conseguir el rendimiento de extracción objetivo del proceso de lixiviación. El vaso 15 de alojamiento puede comprender tubos de alojamiento y/o tanques de alojamiento.

Las reacciones de lixiviación se producen a temperaturas habitualmente entre 150 °C y 450 °C, por ejemplo aproximadamente 400 °C. La temperatura depende, por ejemplo, del mineral que se lixivía y de las condiciones de proceso imperantes (y de si se usa catalizador o no).

20 Cuando tienen lugar las reacciones requeridas en los medios 3 de reactor, los productos de reacción resultantes se alimentan a medios de enfriamiento donde se enfrían hasta una temperatura económicamente óptima y opcionalmente se despresurizan.

25 El intercambiador 6 de calor de enfriamiento dispuesto en los medios de enfriamiento recibe la suspensión de mineral caliente y la enfría por transferencia de energía térmica de dicha suspensión de mineral al primer medio de transferencia de calor. De ese modo, la temperatura del primer medio de transferencia de calor aumenta en el intercambiador 6 de calor de enfriamiento.

30 El intercambiador 6 de calor de enfriamiento se conecta a través de un sistema 8 de circulación del primer medio de transferencia de calor al intercambiador 5 de calor de precalentamiento. El sistema de circulación establece un ciclo cerrado de tuberías de flujo donde el primer medio de transferencia de calor se hace circular continuamente a través del intercambiador 6 de calor de enfriamiento y el intercambiador 5 de calor de precalentamiento.

35 El sistema 8 de circulación mostrado en la Figura 1 comprende una tubería 9 de recepción, una tubería 10 de retroalimentación, los intercambiadores de calor necesarios, el medio de transferencia de calor, y una o más bombas 16 de circulación.

40 La tubería 9 de recepción se dispone para recibir el primer medio de transferencia de calor calentado desde el intercambiador 6 de calor de enfriamiento y descargarlo en el intercambiador 5 de calor de precalentamiento.

La tubería 10 de retroalimentación recibe el primer medio de transferencia de calor enfriado desde el intercambiador 5 de calor de precalentamiento y lo descarga en el intercambiador 6 de calor de enfriamiento.

45 Las tuberías 9, 10 de recepción y retroalimentación se pueden construir a partir de cualquier tubo, conducción o conducto adecuado conocido por sí mismo.

50 La bomba o bombas 16 de circulación crean la diferencia de presión necesaria para hacer circular el primer medio de transferencia de calor a través del sistema 8 de circulación y los intercambiadores 5, 6 de calor. La bomba 16 de circulación puede ser cualquier bomba adecuada conocida por sí misma.

El sistema 8 de circulación puede comprender una puesta en marcha adicional y medios 17 de control.

55 La puesta en marcha y los medios 17 de control pueden comprender un calentador 18 auxiliar y una válvula 20 de tres vías o medios equivalentes. Dicha válvula 20 se dispone para permitir o evitar que el flujo del primer medio de transferencia de calor entre en el calentador 18 auxiliar. El flujo al calentador 18 auxiliar se permite por lo general en la fase de puesta en marcha del proceso. Tan pronto como la temperatura del primer medio de transferencia de calor ha alcanzado una temperatura dada, la válvula 20 puede desconectar dicho flujo.

60 El calentador 18 auxiliar puede ser un intercambiador de calor como se muestra en la Figura 1, un calentador impulsado por vapor, un calentador de gas o un calentador eléctrico o cualquier calentador adecuado conocido por sí mismo.

65 La suspensión de mineral precalentada se calienta a la temperatura final o de trabajo en el intercambiador 7 de calor final que recibe el segundo medio de transferencia de calor caliente de una fuente 14 de calor. La fuente 14 de calor puede ser un intercambiador de calor, un calentador de gas o un calentador eléctrico o cualquier calentador adecuado conocido por sí mismo.

5 El segundo medio de transferencia de calor caliente cede calor a la suspensión de mineral al correr a través del intercambiador 7 de calor final, aumentando de ese modo la temperatura de la suspensión de mineral. Como consecuencia de esto, el segundo medio de transferencia de calor se enfría y se alimenta de vuelta a la fuente 14 de calor.

De ese modo, existe un segundo sistema 19 de circulación que establece un ciclo cerrado donde el segundo medio de transferencia de calor se hace circular continuamente a través de la fuente 14 de calor y el intercambiador 7 de calor final.

10 El segundo sistema 19 de circulación mostrado en la Figura 1 comprende una tubería 12 de recepción final, una tubería 13 de retroalimentación final y una bomba 21 de circulación final.

15 La tubería 9 de recepción se dispone para recibir el primer medio de transferencia de calor calentado desde el intercambiador 6 de calor de enfriamiento y descargarlo en el intercambiador 5 de calor de precalentamiento.

20 El sistema 1 y el método pueden llevar a cabo cualquier proceso aplicable generalmente para la extracción de minerales a temperaturas y presiones elevadas, por ejemplo extracción de bauxita, níquel y cobalto de minerales lateríticos, etc.

El método puede ser parte, por ejemplo, del proceso de Bayer, el proceso de Sherritt Gordon, etc.

25 La Figura 2 es una vista lateral esquemática de otro método y sistema en sección transversal parcial. El sistema 1 y el método son básicamente similares a los que se muestran en la Figura 1 aparte de las disposiciones de intercambiador de calor de múltiples etapas en el sistema 8 de circulación y el segundo sistema 19 de circulación.

30 Los medios 11 de precalentamiento comprenden ahora dos intercambiadores 5a, 5b de calor de precalentamiento conectados en serie. La suspensión de mineral que se calienta entra en primer lugar en un primer intercambiador 5a de calor de precalentamiento y de allí en un segundo o último intercambiador 5b de calor de precalentamiento. La suspensión de mineral descargada del último intercambiador 5b de calor de precalentamiento se alimenta a los medios 3 de reactor.

35 La tubería 9 de recepción alimenta el primer medio de transferencia de calor al último intercambiador 5b de calor de precalentamiento. Dicho último intercambiador 5b de calor de precalentamiento recibe de ese modo el primer medio de transferencia de calor caliente de los medios 4 de enfriamiento. El primer medio de transferencia de calor cede parte de su energía térmica a la suspensión de mineral en el último intercambiador 5b de calor de precalentamiento.

40 El primer medio de transferencia de calor se descarga a continuación del último intercambiador 5b de calor de precalentamiento y se alimenta a través de una tubería 22 de conexión al primer intercambiador 5a de calor de precalentamiento.

45 El primer medio de transferencia de calor cede su energía térmica a la suspensión de mineral en el primer intercambiador 5a de calor de precalentamiento después de lo cual el primer medio de transferencia de calor se descarga en una tubería 10 de retroalimentación para descargar el primer medio de transferencia de calor enfriado de vuelta al medio 4 de enfriamiento.

50 El sistema 1 y el método desvelados en la Figura 2 llevan a cabo de ese modo un precalentamiento gradual de la suspensión de mineral donde el primer medio de transferencia de calor fluye contra el flujo de la suspensión de mineral. Esta es una realización particularmente ventajosa de la invención en procesos en los que la suspensión de mineral se tiene que calentar a una temperatura elevada, es decir, en los que la lixiviación de las especies valiosas contenidas en el mineral en la fase líquida del disolvente tiene lugar a temperaturas elevadas, como es el caso, por ejemplo, de la extracción de bauxita monohidratada, con temperaturas de hasta 300 °C.

55 Los medios 4 de refrigeración también pueden comprender más de un intercambiador de calor. La realización que se muestra en la Figura 2 comprende dos intercambiadores 6a, 6b de calor de enfriamiento que están conectados en serie.

60 La tubería 9 de recepción se dispone para conectar el primero de dichos intercambiadores 6a de calor de enfriamiento a los medios 11 de precalentamiento, de forma más precisa al último intercambiador 5b de calor de precalentamiento para alimentar el primer medio de transferencia de calor caliente al mismo.

La tubería 10 de retroalimentación se dispone para descargar el primer medio de transferencia de calor enfriado en los medios 11 de precalentamiento de vuelta al último de dichos intercambiadores 6b de calor de enfriamiento.

65 El sistema 1 y el método desvelados en la Figura 2 llevan a cabo también un enfriamiento gradual de la suspensión de mineral. Esta es una realización particularmente ventajosa de la invención que se usa en procesos donde la

suspensión de mineral se lixivia una temperatura elevada.

El sistema 1 desvelado en la Figura 2 comprende dos intercambiadores 7a, 7b de calor finales conectados en serie. Una tubería 12 de recepción final se dispone para conectar el último o segundo intercambiador 7b de calor final a una fuente 14 de calor para recibir el segundo medio de transferencia de calor calentado de la misma.

El segundo medio de transferencia de calor caliente que ha cedido parte de su energía térmica a la suspensión de mineral se descarga a continuación desde el segundo intercambiador 7b de calor final y se alimenta a través de una tubería 22 de conexión a un primer intercambiador 7a de calor final donde calienta la suspensión de mineral.

Una tubería 13 de retroalimentación final se conecta entre el primer intercambiador 7a de calor final y la fuente 14 de calor para descargar el segundo medio de transferencia de calor enfriado a dicha fuente 14 de calor para recalentarlo.

Sin embargo, se ha de observar que, dependiendo de la estructura del intercambiador de calor, el flujo de la suspensión de mineral puede ser a contracorriente o paralelo o transversal con respecto al flujo del medio de transferencia de calor cuando se consideran los flujos que tienen lugar en el interior de dicho intercambiador de calor.

La Figura 3 es una vista lateral esquemática. Esta realización tiene dos intercambiadores 5a, 5b de calor de precalentamiento cuya función es similar a los de la Figura 2.

Los medios de enfriamiento comprenden tres intercambiadores 6a, 6b, 6c de calor de enfriamiento conectados en serie y cuya función es básicamente similar a los de la Figura 2.

Además, los medios 3 de reactor comprenden tres intercambiadores 7a, 7b, 7c de calor finales conectados en serie.

Como se puede concluir de las Figuras 1 a 3, el sistema 1 puede comprender uno o más intercambiadores de calor de precalentamiento, uno o más intercambiadores de calor de enfriamiento y uno o más intercambiadores de calor finales. El número de intercambiadores de calor se basa en los requisitos del proceso de lixiviación, la capacidad de lixiviación deseada, etc.

Una idea de la invención es que el sistema de circulación comprenda dos o más sistemas de subcirculación, cada uno de los cuales comprende al menos un intercambiador de calor de precalentamiento y al menos un intercambiador de calor de enfriamiento.

La invención no se limita únicamente a las realizaciones que se han descrito anteriormente, sino que en su lugar son posibles numerosas variaciones dentro del ámbito del concepto de la invención definido por las siguientes reivindicaciones. Dentro del ámbito del concepto de la invención, se pueden usar los atributos de diferentes realizaciones y aplicaciones conjuntamente o reemplazar los atributos de otra realización o aplicación.

Los dibujos y la descripción relacionada pretenden únicamente ilustrar la idea de la invención. La invención puede variar con detalle dentro del ámbito de la idea de la invención definida en las siguientes reivindicaciones.

45 Símbolos de referencia

1	sistema
2	medios de calentamiento
3	medios de reactor
4	medios de enfriamiento
5, 5a, 5b	intercambiador de calor de precalentamiento
6, 6a-6c	intercambiador de calor de enfriamiento
7, 7a-7c	intercambiador de calor de calentamiento final
8	sistema de circulación
9	tubería de recepción
10	tubería de retroalimentación
11	medios de precalentamiento
12	tubería de recepción final
13	tubería de retroalimentación final
14	fuentes de calor
15	vaso de alojamiento
16	bomba de circulación
17	medios de puesta en marcha
18	calentador auxiliar
19	segundo sistema de circulación
20	válvula

21 bomba de circulación final
22 tubería de conexión

REIVINDICACIONES

1. Un método para la lixiviación presurizada de mineral, que comprende

- 5 a) calentar una suspensión de mineral que comprende mineral y disolvente,
- b) hacer reaccionar y alojar la suspensión de mineral calentada a la temperatura de trabajo para lixiviar especies valiosas en el disolvente calentado,
- c) enfriar la suspensión de mineral, mediante lo cual el calentamiento comprende
- 10 d) precalentar la suspensión de mineral en una etapa de precalentamiento mediante la energía térmica de un primer medio de transferencia de calor, y
- e) calentar adicionalmente dicha suspensión de mineral en una etapa de calentamiento final a dicha temperatura de trabajo mediante la energía térmica de un segundo medio de transferencia de calor distinto del primer medio de transferencia de calor,
- 15 f) enfriar la suspensión de mineral que ha reaccionado en una etapa de enfriamiento por absorción de la energía térmica de la suspensión de mineral que ha reaccionado en el primer medio de transferencia de calor, y
- g) hacer circular dicho primer medio de transferencia de calor entre la etapa de enfriamiento y la etapa de precalentamiento,

caracterizado por

20 llevar a cabo la etapa de calentamiento final mediante un intercambiador de calor capaz de separar la suspensión de los circuitos de transferencia de calor, y
usar sal fundida o aceite térmico como segundo medio de transferencia de calor.

25 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por usar sal fundida, aceite térmico o agua como primer medio de transferencia de calor.

30 3. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por precalentar la suspensión de mineral en un intercambiador de precalentamiento, recibir el primer medio de transferencia de calor caliente de la etapa de enfriamiento en dicho intercambiador de calor de precalentamiento, y
descargar el primer medio de transferencia de calor enfriado de dicho intercambiador de calor de precalentamiento para alimentarlo de nuevo a la etapa de enfriamiento.

35 4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por precalentar la suspensión de mineral en al menos dos intercambiadores de precalentamiento dispuestos en serie, recibir el primer medio de transferencia de calor caliente de la etapa de enfriamiento en el último de dichos intercambiadores de calor de precalentamiento, y
descargar el primer medio de transferencia de calor enfriado del primero de dichos intercambiadores de calor de precalentamiento para alimentarlo de nuevo a la etapa de enfriamiento.

40 5. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por enfriar la suspensión de mineral en un intercambiador de calor de enfriamiento, recibir el primer medio de transferencia de calor enfriado de la etapa de precalentamiento en dicho intercambiador de calor de enfriamiento, y
45 descargar el primer medio de transferencia de calor calentado de dicho intercambiador de calor de enfriamiento para hacerlo circular de nuevo a la etapa de precalentamiento.

50 6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por enfriar la suspensión de mineral en al menos dos intercambiadores de calor de enfriamiento dispuestos en serie, recibir el primer medio de transferencia de calor enfriado de la etapa de precalentamiento en el último de dichos intercambiadores de calor de enfriamiento, y
descargar el primer medio de transferencia de calor calentado del primero de los intercambiadores de calor de enfriamiento para hacerlo circular de nuevo a la etapa de precalentamiento.

55 7. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por calentar la suspensión de mineral a la temperatura de trabajo en un intercambiador de calor final, recibir el segundo medio de transferencia de calor caliente de una fuente de calor en dicho intercambiador de calor final, y
60 descargar el segundo medio de transferencia de calor enfriado de dicho intercambiador de calor final para alimentarlo de nuevo a la fuente de calor.

8. El método de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por calentar la suspensión de mineral a la temperatura de trabajo en al menos dos intercambiadores de calor finales dispuestos en serie, recibir el segundo medio de transferencia de calor caliente de una fuente de calor en el último de dichos intercambiadores de calor finales, y
65 descargar el segundo medio de transferencia de calor enfriado del primero de dichos intercambiadores de calor

5 finales para alimentarlo de nuevo a la fuente de calor.

9. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el proceso es un proceso de extracción de níquel de un mineral laterítico, o un proceso de extracción de cobalto de un mineral laterítico, o un proceso de lixiviación de bauxita para producir alúmina, en particular el proceso de Bayer, o el proceso de Sherritt Gordon.

10. Un sistema (1) de lixiviación presurizada de mineral, que comprende

- h) medios (2) de calentamiento para calentar una suspensión de mineral que comprende mineral y disolvente,
- i) medios (3) de reactor para la reacción de la suspensión de mineral calentada a una temperatura de trabajo para lixiviar las especies valiosas en el disolvente calentado,
- j) medios (4) de enfriamiento para enfriar la suspensión de mineral de ha reaccionado, k) los medios (2) de calentamiento comprenden medios (11) de precalentamiento que comprenden un intercambiador (5) de calor para calentar la suspensión de mineral mediante la energía térmica de un primer medio de transferencia de calor,
- l) los medios de enfriamiento comprenden (4) un intercambiador (6) de calor de enfriamiento para enfriar la suspensión de mineral que ha reaccionado mediante la absorción de la energía térmica de la suspensión de mineral que ha reaccionado en el primer medio de transferencia de calor,
- m) los medios (2) de calentamiento comprenden además un intercambiador (7) de calor de calentamiento final para calentar la suspensión de mineral a dicha temperatura de trabajo mediante la energía térmica de un segundo medio de transferencia de calor distinto del primer medio de transferencia de calor, y
- n) un sistema (8) de circulación que comprende una tubería (9) de recepción y una tubería (10) de retroalimentación para hacer circular el primer medio de transferencia de calor entre el intercambiador (5) de calor de precalentamiento y el intercambiador (6) de calor de enfriamiento,

caracterizado por que

el intercambiador (7) de calor de calentamiento final es un intercambiador de calor capaz de separar la suspensión de los circuitos de transferencia de calor, y por que el segundo medio de transferencia de calor es sal fundida o aceite térmico.

11. El sistema de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado por que

los medios (11) de precalentamiento comprenden al menos dos intercambiadores (5a, 5b) de calor de precalentamiento conectados en serie, estando dispuesta la tubería (9) de recepción para conectar el último de dichos intercambiadores (5a, 5b) de calor de precalentamiento a los medios (4) de enfriamiento para recibir el primer medio de transferencia de calor caliente, y estando dispuesta la tubería (10) de retroalimentación para conectar el primero de dichos intercambiadores (5a, 5b) de calor de precalentamiento a los medios (4) de enfriamiento para descargar el primer medio de transferencia de calor enfriado de nuevo a los medios (4) de enfriamiento.

12. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 11, caracterizado por que

los medios (4) de enfriamiento comprenden al menos dos intercambiadores (6a, 6b, 6c) de calor de enfriamiento conectados en serie, estando dispuesta la tubería (9) de recepción para conectar el primero de dichos intercambiadores (6a, 6b, 6c) de calor de enfriamiento a los medios (11) de precalentamiento para alimentar el primer medio de transferencia de calor caliente al mismo, y estando dispuesta la tubería (10) de retroalimentación para conectar el último de dichos intercambiadores (6a, 6b, 6c) de calor de enfriamiento a los medios (11) de precalentamiento para descargar el primer medio de transferencia de calor enfriado de nuevo al último de dichos intercambiadores (6a, 6b, 6c) de calor de enfriamiento.

13. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado por que

los medios (3) de reactor comprenden al menos dos intercambiadores (7a, 7b, 7c) de calor finales conectados en serie, una tubería (12) de recepción final que se dispone para conectar el último de dichos intercambiadores (7a, 7b, 7c) de calor finales a una fuente (14) de calor para recibir el segundo medio de transferencia de calor caliente de dicha fuente (14) de calor, y una tubería (13) de retroalimentación final que se dispone para conectar el primero de dichos intercambiadores (7a, 7b, 7c) de calor finales a la fuente (14) de calor para descargar el segundo medio de transferencia de calor enfriado a dicha fuente (14) de calor.

14. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizado por que los medios (3) de reactor comprenden un vaso (15) de alojamiento para alojar la suspensión de mineral calentada en el intercambiador (7a, 7b, 7c) de calor final el tiempo de residencia necesario para conseguir el rendimiento de extracción fijado como objetivo.

15. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, caracterizado por que el intercambiador (5, 5a, 5b, 6, 6a-6c, 7, 7a-7c) de calor es un intercambiador de calor de tubo o un intercambiador de calor de placa.

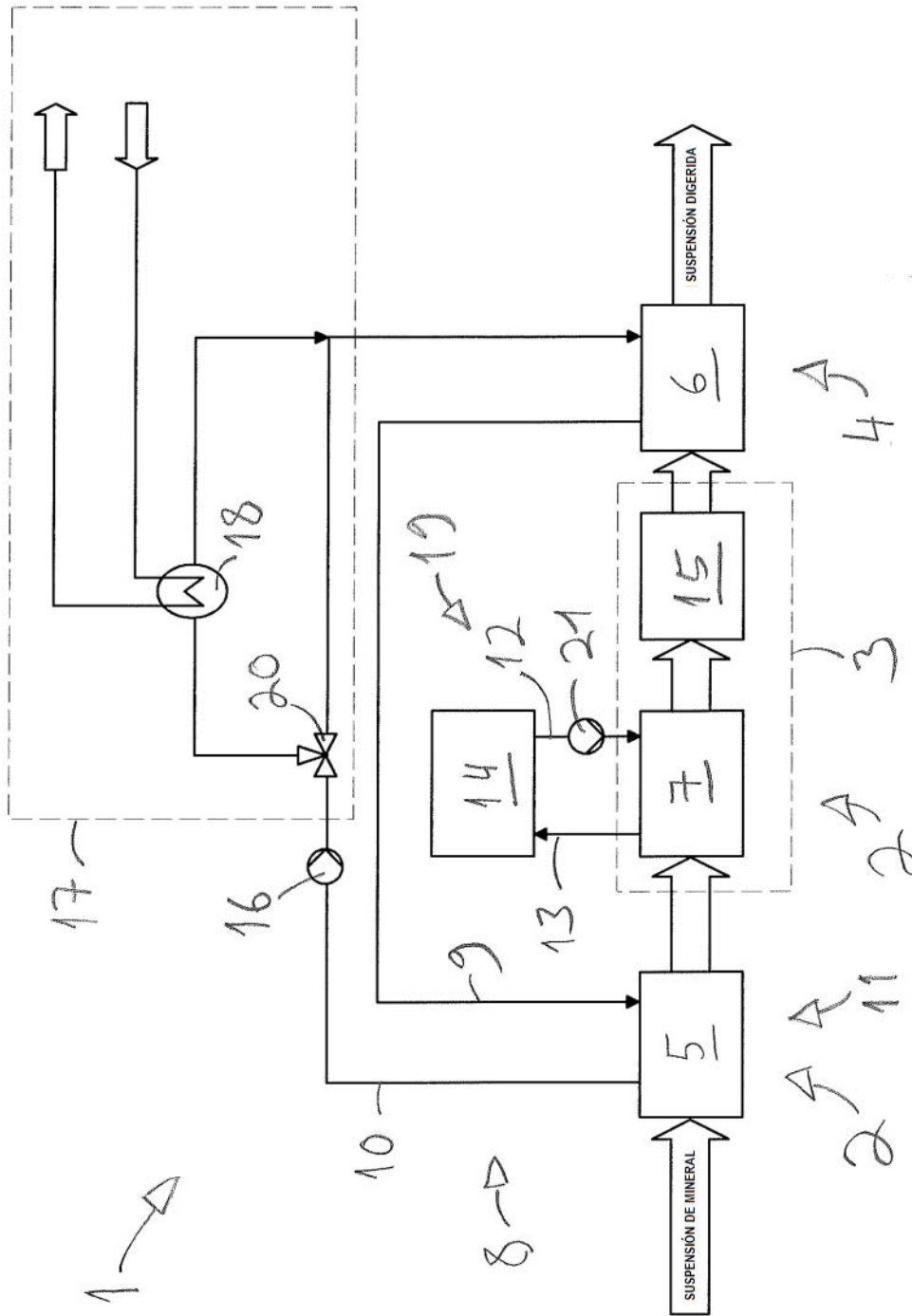


Fig. 1

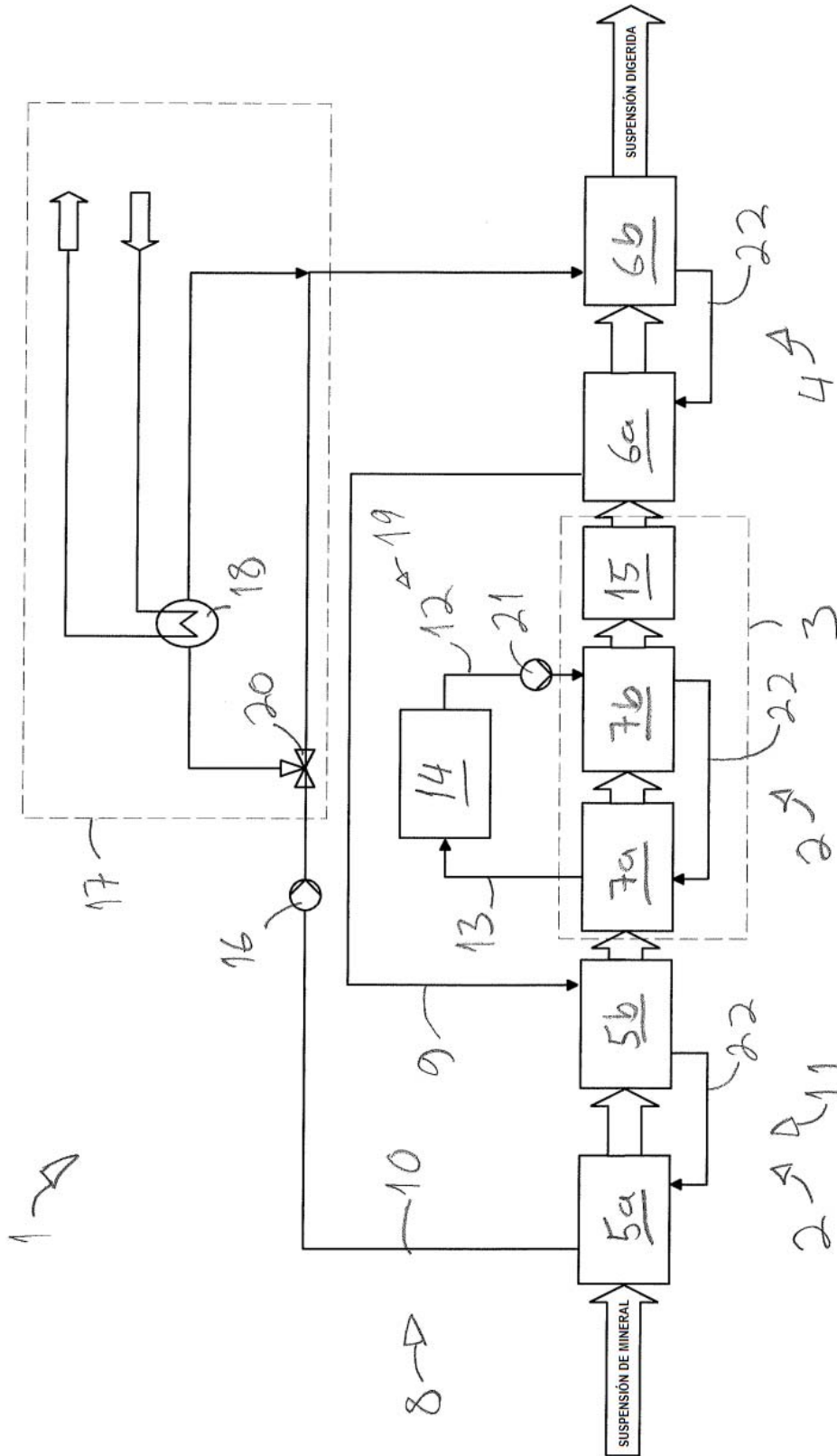


Fig. 2

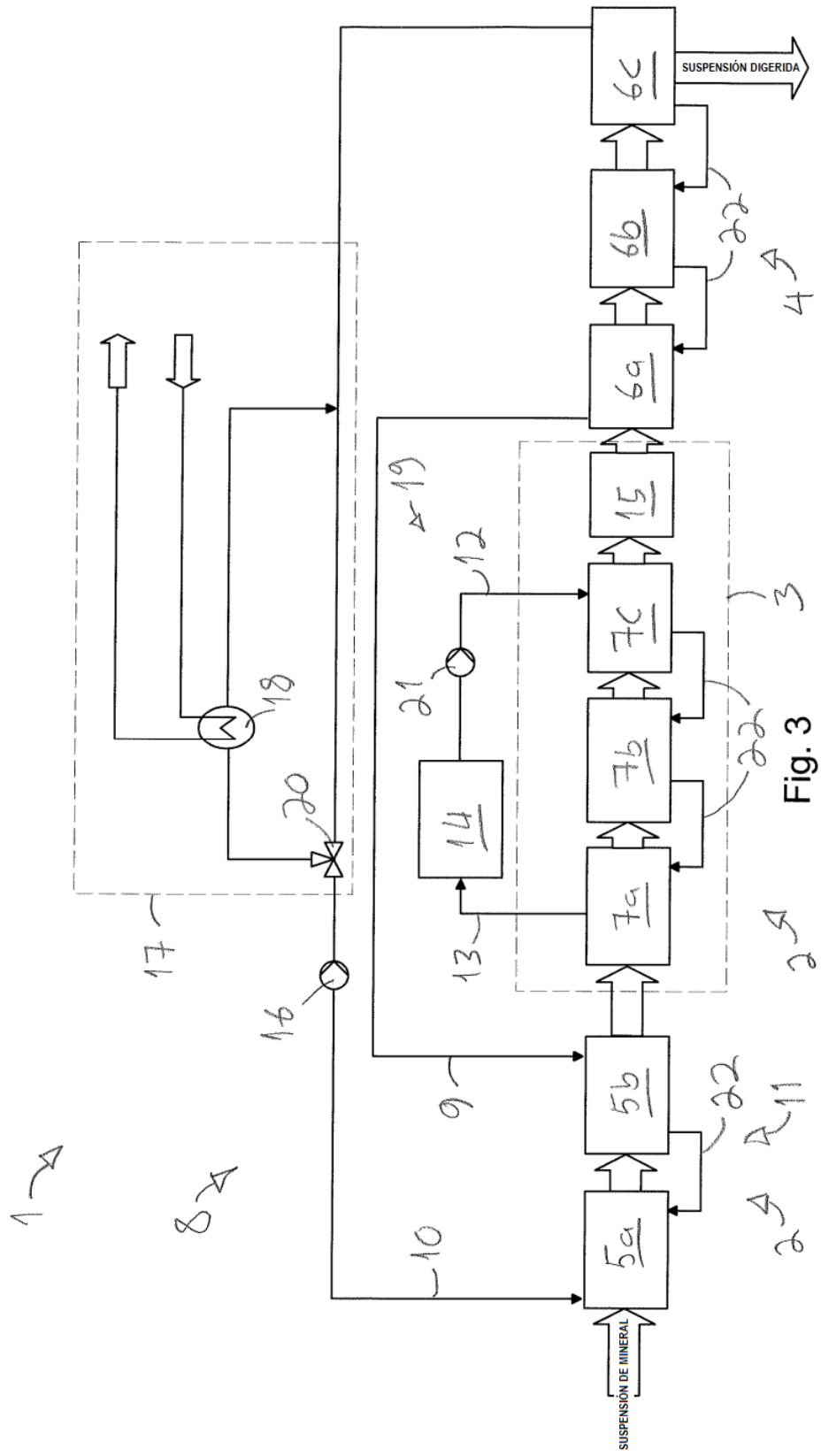


Fig. 3