

OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 544 553**

⑮ Int. Cl.:

**B01D 53/62** (2006.01)

**B01D 53/80** (2006.01)

⑫

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2011 E 11718523 (1)**

⑰ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2015 EP 2558185**

④ Título: **Depurador/separador de CO<sub>2</sub> que usa un carbonatador cílico para la producción controlada de carbonato/bicarbonato**

⑩ Prioridad:

**15.04.2010 NO 20100540**

⑮ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**01.09.2015**

⑬ Titular/es:

**ENPRO AS (50.0%)  
Wergelandsveien 1  
0167 Oslo, NO y  
ENGINEERING SOLUTIONS LTD (50.0%)**

⑭ Inventor/es:

**MOHAMED, OLFI y  
FARHAT, TAREK R.**

⑮ Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 544 553 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**

Depurador/separador de CO<sub>2</sub> que usa un carbonatador cíclico para la producción controlada de carbonato/bicarbonato

5 La presente invención comprende un reactor carbonatador presurizado que hace circular licor madre de carbonato/bicarbonato para maximizar el rendimiento de los sólidos separados y reducir el tiempo de reacción. En el procedimiento cíclico, el gas CO<sub>2</sub> se combina con hidróxidos solubles para producir una suspensión de carbonato/bicarbonato de alta pureza en condiciones de pH controlado. La invención también comprende un procedimiento para la producción controlada de carbonato/bicarbonato mediante el uso del depurador/reactor indicado.

10 **Campo técnico de la invención**

La presente invención se refiere a un procedimiento y a una planta diseñada para hacer reaccionar hidróxidos solubles (por ejemplo NaOH, KOH, NH<sub>4</sub>OH...) con CO<sub>2</sub> a partir de una fuente pura, una fuente de aire/CO<sub>2</sub>, una fuente de gas de escape/CO<sub>2</sub> o una fuente de gas natural/CO<sub>2</sub>. El producto de la invención es una corriente depurada de gas CO<sub>2</sub>, y un producto sólido de bicarbonato (por ejemplo NaHCO<sub>3</sub>) y/o carbonato (por ejemplo Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Los productos de bicarbonato/carbonato tienen una alta pureza y de ese modo se pueden comercializar fácilmente en industrias de especialidades o descomponer en una corriente de circulación para producir una corriente de gas CO<sub>2</sub> de alta pureza listo para uso industrial o almacenamiento.

**Antecedentes de la invención**

20 El uso de energía para regenerar el adsorbente de CO<sub>2</sub> es crítico para todos los procedimientos de secuestro de CO<sub>2</sub> actuales. La disminución del uso de energía para secuestrar CO<sub>2</sub> es necesaria para conseguir los objetivos de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. La economía del procedimiento es también una parte vital de la solución. Los procedimientos de amina convencionales reivindican el uso de aproximadamente 4 MJ/kg de CO<sub>2</sub> secuestrado y algunos otros procedimientos reivindican un uso menor de 3,2 MJ/kg de CO<sub>2</sub> secuestrado. El procedimiento de acuerdo con la presente invención consigue resultados que son mejores que este al usar menos energía y al mismo tiempo produce un producto comercializable.

25 En la actualidad, el CO<sub>2</sub> se retira de los gases de escape de las centrales eléctricas mediante diferentes procedimientos que lo absorben principalmente en alguna forma de solución de amina y producen CO<sub>2</sub> comprimido puro para depositarse. En total, el uso de energía se estima entre un 10 y un 18 % de la producción de la central eléctrica. Otro objetivo de los presentes desarrollos es menos de aproximadamente un 5 % mediante el uso de bicarbonatos descomponibles a baja temperatura para producir corrientes de CO<sub>2</sub> de alta pureza. Algunos procedimientos en fases tempranas también se dirigen a las tecnologías relativamente escasas de conversión de energía presurizada. Esto necesita que se realicen acondicionamientos en las calderas.

30 35 En la mayoría de estas tecnologías conocidas, es común que se deba depositar el CO<sub>2</sub>, por lo general en viejos yacimientos de petróleo y gas. Esto limita la aplicabilidad de estas tecnologías como solución óptima en numerosas áreas. El documento de Patente WO 2010/021 616 A desvela un procedimiento para depurar CO<sub>2</sub> en un tanque con un agitador pero sin un eje hueco.

De ese modo, existe una clara necesidad de soluciones mejores, y la presente invención tiene por finalidad satisfacer esta necesidad.

**Divulgación general de la invención**

40 45 Más precisamente, el objetivo principal de la presente invención es conseguir un procedimiento y un nuevo diseño de planta para usar soluciones básicas solubles tales como NaOH, KOH, NH<sub>4</sub>OH, etc. para absorber CO<sub>2</sub> de cualquier fuente de emisión industrial de CO<sub>2</sub> y producir posteriormente los correspondientes bicarbonatos y/o carbonatos de alta pureza. Los bicarbonatos a baja temperatura se pueden hacer circular para producir gas CO<sub>2</sub> de alta pureza. Por ejemplo, los bicarbonatos de potasio o amonio se pueden descomponer con temperaturas de chimenea de 60 a 120 °C para producir corrientes de CO<sub>2</sub> mientras que los demás productos se hacen circular de vuelta al reactor carbonatador cíclico.

50 Particularmente, la presente invención incluye un nuevo y optimizado reactor de Carbonatación. Este reactor de Carbonatación se ha diseñado para asegurar una reacción química optimizada entre el CO<sub>2</sub> de gas de escape y la solución básica saturada (es decir, M<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>/MHCO<sub>3</sub>, M es metal alcalino o amonio). El agitador del reactor de Carbonatación se diseñó especialmente para optimizar la superficie de contacto entre el CO<sub>2</sub> y los componentes de la solución de reacción, proporcionando de ese modo un reactor de carbonatación mejorado. Esto se contempla basándose en la cinética y la optimización del tamaño de burbuja y la distribución de la extensión de burbuja. Dicho procedimiento, antes de que entre en el modo cíclico, puede reducir el tiempo de reacción de un promedio de seis horas a un promedio de 30 a 40 minutos.

En consecuencia, la presente invención usa básicamente menos de un 18 % de la energía de la central eléctrica y produce productos útiles y comercializables: bicarbonatos/carbonatos de metales alcalinos y amonio y corrientes de CO<sub>2</sub> puro para procedimientos de separación. En el primer caso no existe CO<sub>2</sub> que se tenga que depositar, ya que este se incorpora principalmente a los productos.

5 De ese modo, el carbonatador comprende un tanque de acero con agitador y doble pared con refrigeración, un intercambiador de calor que refrigerará el carbonatador, un volumen de refrigerante, un área superficial refrigerada, un impulsor que dispersa el gas, donde dicho impulsor se monta sobre un eje hueco que saca gas del volumen de gas de la parte superior del reactor, tres deflectores que se prolongan a través de casi la totalidad del volumen de trabajo de dicho tanque, motores con transmisiones de velocidad variable, y el sello del eje es de tipo mecánico doble con refrigeración.

10 Preferentemente, el carbonatador es un reactor de tanque de acero inoxidable 316 y aproximadamente un 70 % de doble pared con refrigeración, con un volumen de intercambiador de calor de 1 m<sup>3</sup>-0,275 m<sup>3</sup>, un volumen de refrigerante de 56 litros, un área superficial refrigerada de aproximadamente 4 m<sup>2</sup>, una altura máxima de 1835 mm y un diámetro de 1000 mm, donde el calor que se puede retirar es aproximadamente 5 kW/°C, y el intercambiador de calor refrigerará el reactor carbonatador completo a 4 °C/h, mientras que el gas se dispersa desde un impulsor montado sobre un eje hueco que saca gas del volumen de gas de la parte superior del reactor, mientras que tres deflectores de 100 mm de ancho se prolongan a través de casi la totalidad del volumen de trabajo, y dicho reactor carbonatador tiene un llenado máximo de 1200 mm de altura registrada, los motores tienen nominalmente 3,7 (5 CV) con transmisiones de velocidad variable y una velocidad de giro en rpm de operación habitual de aproximadamente 20 282, y el volumen de reactor carbonatador con respecto al área superficial refrigerada es aproximadamente 0,23 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, mientras que el sello del eje es de tipo mecánico doble con refrigeración.

15 En el montaje de la planta industrial, la solución de metal alcalino o amonio se hace reaccionar preferentemente con el gas de escape que contiene CO<sub>2</sub> para producir los correspondientes bicarbonatos/carbonatos para procesamiento adicional en base al control del pH del licor básico. El CO<sub>2</sub> se alimenta preferentemente al reactor carbonatador y se hace burbujear para reaccionar con la solución básica y producir precipitados de bicarbonatos/carbonatos en la suspensión, y la suspensión se separa preferentemente en un precipitado de bicarbonatos/carbonatos en una torta de filtro y un filtrado en un filtro de suspensión, donde la torta se seca. El producto de bicarbonato se comercializa o bien se procesa adicionalmente para producir carbonato y una corriente de CO<sub>2</sub> puro, donde el carbonato es comercializable. El filtro se recicla de nuevo al licor madre en el reactor carbonatador, que tiene un impacto positivo 20 en la siembra de cristales en las reacciones del reactor carbonatador. El mecanismo cíclico es un nuevo mecanismo que mejora la eficacia y el rendimiento del procedimiento de carbonatación.

#### **Descripción detallada de la invención**

La presente invención se describirá a continuación con detalle por referencia a las siguientes figuras:

25 Las Figuras 1 a-e muestran una descripción de la planta de procedimiento de acuerdo con la presente invención junto con un diagrama de procedimiento e instrumentación de la planta de depurado de CO<sub>2</sub> de acuerdo con la presente invención.

30 La Figura 2 muestra un diagrama del reactor carbonatador de acuerdo con la presente invención.

35 El nuevo diseño de planta usa una versión nueva, revisada y optimizada de los procedimientos de producción tradicionales de bicarbonato sódico y/o carbonato sódico que usan CO<sub>2</sub> mediante el uso de soluciones básicas producidas competitivamente en base al uso cíclico del licor madre primitivo.

40 Los procedimientos de acuerdo con la presente invención comienzan con alimentaciones de hidróxido soluble y solución básica saturada, que consisten principalmente en hidróxido de cualquier metal alcalino o amonio y sus correspondientes carbonatos/bicarbonatos. Por referencia a las figuras 1 y 2, los carbonatos/bicarbonatos se almacenan en un Tanque de Almacenamiento de Agua (1, V-100) mientras que el Recipiente de Solución Cáustica (2, V-110) se suministra con una Bomba de Transferencia (Centrífuga) (P-100). La Lejía Cáustica del Barril de Lejía Cáustica (3, V-120) se dosifica en el Recipiente de Solución Cáustica (2, V-110) a través de la Bomba de Dosificación de Lejía Cáustica (de tipo Diafragma) (P-120). La lejía cáustica, preparada a partir de NaOH concentrado (hasta un 47 % en peso) o copos de NaOH, o cualquier otra base química se agita bien con agua para 45 crear una solución cáustica en el Recipiente de Solución Cáustica (2, V-110) y se controla la temperatura mediante el uso de agua refrigerada proveniente del Refrigerador (CH-400). La solución cáustica se transfiere al Carbonatador (4, R-200) a través de la Bomba de Transferencia de Solución Cáustica (de tipo Centrífugo) (P-130).

50 Hay dos reactores Carbonatadores (R-200 y R-201 en la figura 2), ambos CSTR de 1 m<sup>3</sup> con rociadores que producen gas.

55 Los reactores Carbonatadores, como se muestra en la figura 2, son reactores de tanque de acero inoxidable 316 con agitador y aproximadamente un 70 % de doble pared refrigerada. La especificación es para un máximo de 10 bares a 200 °C. Se usa agua del intercambiador de calor. Los volúmenes útiles son 1 m<sup>3</sup> cada uno y mínimo de 0,275 m<sup>3</sup>. El volumen de refrigerante es 56 litros. El área superficial refrigerada es aproximadamente 4,2 m<sup>2</sup>. La altura máxima

es 1835 mm y el diámetro es 1000 mm. El espesor del acero es 10 mm. El calor que se puede retirar es aproximadamente 5 kW/°C. El intercambiador de calor refrigerará el reactor carbonatador completo a 4 °C/h. El gas se dispersa desde un impulsor montado en un eje hueco que saca gas del volumen de gas de la parte superior del reactor. El diámetro del impulsor es aproximadamente 400 mm. Hay tres deflectores de 100 mm de ancho y que se extienden a través de casi la totalidad del volumen de trabajo. Se dice que este tipo de impulsor saca gas desde una profundidad de aproximadamente 3,5 m. Están montados a 150 mm del fondo del reactor Carbonatador. El llenado máximo normal de los reactores carbonatadores (R-200 y R-201) será 1200 mm de altura registrada. Los motores tienen nominalmente 5 CV con transmisiones de velocidad variable. La velocidad de giro en rpm de operación habitual es aproximadamente 282. El volumen de reactor carbonatador con respecto al área superficial refrigerada es aproximadamente 0,23 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. El sello del eje es de tipo mecánico doble con refrigeración.

Procedimiento ilustrativo para preparar NaHCO<sub>3</sub>: como se puede observar en las figuras 1a-e, el puerto de entrada de solución cáustica está en la parte superior de los reactores carbonatadores (R-200 y R-201). El gas, por ejemplo CO<sub>2</sub> de un cilindro de CO<sub>2</sub> (WT-300) mezclado con aire (controlado por un Controlador de Flujo de Masa de Aire (FT/FV-301)) se introduce a través de una Mezcladora Estática (ST-300) en la parte superior de los Carbonatadores.

El gas se saca del espacio de cabecera a través del eje hueco del impulsor y se dispersa bien en la mezcla líquida (solución cáustica) con un impulsor productor de gas. El CO<sub>2</sub> del gas reacciona con la solución cáustica saturada, para crear NaHCO<sub>3</sub>. La medición es a través de medidores térmicos de flujo de gases y la mezcla con una mezcladora estática. La descarga, principalmente agua y NaHCO<sub>3</sub> en forma de una suspensión, de cada reactor carbonatador (R-200 y R-201) se procesa a través de un Reductor y se envía a una cabecera común para ambos reactores. Corriente arriba del Reductor se encuentran mecanismos para toma de muestras. Los medidores de pH y conductividad del líquido/suspensión descargado de los Carbonatadores (R-200 y R-201) se ajustan para medir el grado de la reacción y el tipo de productos formados. Ambos Carbonatadores (R-200 y R-201) toman medidas de CO<sub>2</sub> en el gas del espacio de cabecera. También se usa el balance térmico de los reactores Carbonatadores (R-200 y R-201) para seguir la reacción.

La descarga de suspensión de los dos reactores Carbonatadores (R-200 y R-201) pasa a través de una Bomba de Transferencia de Suspensión (peristáltica o centrífuga) (P-210A) y la suspensión se transporta además a un Filtro de Suspensión (SF-300). Esta filtración se realiza de forma discontinua en un filtro de presión, del cual se obtiene una torta de filtro de NaHCO<sub>3</sub>. La operación continuada de la unidad completa implica una unidad de filtro nueva/extra. La salida de filtrado del Filtro de Suspensión (SF-300) va al Recipiente de Almacenamiento de Filtrado (V-300). Desde el Tanque de Almacenamiento de Filtrado (V-300) el filtrado se transporta de vuelta al Recipiente de Solución Cáustica (V-110) o directamente a los reactores Carbonatadores (R-200 y R-201). La unidad de demostración proporciona una buena flexibilidad en la recirculación de filtrado.

El procedimiento de adsorción y precipitación se puede operar de forma continua a través de una operación cíclica de los dos Carbonatadores (R-200 y R-201) o en serie. La siembra de cristales se realiza por recirculación del filtrado o mediante vaciado solo parcial de los reactores Carbonatadores (R-200 y R-201) o una combinación de estos.

El procedimiento se realiza a presión total ambiental y preferentemente a la mayor presión parcial de CO<sub>2</sub> disponible. El procedimiento se realiza cerca de la temperatura ambiente, comenzando aproximadamente de 25 °C a 33 °C y disminuyendo la temperatura al final del ciclo a 15 °C.

El control del procedimiento se puede conseguir con un sistema SCADA basado en PC de GE/Fanuk.

La unidad de demostración que se muestra con detalle en el presente documento se construye para producir un máximo de datos de diseño para el escalado posterior, no para servir como fuente de emisión de CO<sub>2</sub> óptima.

Un breve resumen de la presente invención se puede presentar a través de los siguientes puntos.

La invención comprende además:

viii) un procedimiento para depurar CO<sub>2</sub> de corrientes de gases industriales a través de un reactor carbonatador presurizado cíclico para producir carbonatos/bicarbonatos de alta pureza, y corrientes de CO<sub>2</sub> puro, en el que dicho reactor carbonatador comprende un tanque de acero con agitador y pared doble refrigerada, un intercambiador de calor que refrigerará el carbonatador, un volumen de refrigerante, un área superficial refrigerada, un impulsor que dispersa el gas, donde dicho impulsor está montado sobre un eje hueco que saca gas del volumen de gas de la parte superior del reactor, preferentemente tres deflectores que se prolongan a través de casi la totalidad del volumen de trabajo de dicho tanque, motores con transmisiones de velocidad variable, y el sello del eje es preferentemente de tipo mecánico doble con refrigeración.

Más específicamente, el procedimiento de acuerdo con el punto viii) anterior se puede realizar mediante ix) dicho reactor carbonatador que es un reactor de tanque de acero inoxidable 316 con agitador y aproximadamente un 70 % de pared doble refrigerada, con un volumen de intercambiador de calor de 1 m<sup>3</sup> - 0,275 m<sup>3</sup>, un volumen de refrigerante de 56 litros, un área superficial refrigerada de aproximadamente 4 m<sup>2</sup>, una altura máxima de 1835 mm y un diámetro de 1000 mm, donde el calor que se puede retirar es aproximadamente 5 kW/°C, y el refrigerador refrigerará el reactor carbonatador completo a 4 °C/h, mientras que el gas se dispersa desde un impulsor montado

5 sobre un eje hueco que saca gas desde el volumen de gas de la parte superior del reactor, mientras tres deflectores de 100 mm de ancho se prolongan a través de casi la totalidad del volumen de trabajo, y dichos reactores carbonatadores tienen un llenado máximo de 1200 mm de altura registrada, los motores tienen nominalmente 3,7 (5 CV) con transmisiones de velocidad variable y una velocidad de giro en rpm de operación habitual de aproximadamente 282, y el volumen de reactor carbonatador con respecto al área superficial refrigerada es aproximadamente 0,23 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, mientras que el sello del eje este tipo mecánico doble con refrigeración.

x) El procedimiento indicado anteriormente en el punto ix) se puede realizar en un montaje de planta de demostración industrial para realizar una reacción de retirada de CO<sub>2</sub> de gases de combustión y que incluye un reactor carbonatador de acuerdo con los puntos i) y ii) anteriores.

10 xi) El procedimiento de acuerdo con la invención se puede realizar como se ha indicado en el punto x) anterior en el que se hacen reaccionar la totalidad de la mezcla de hidróxido soluble y carbonatos/bicarbonatos saturados con el gas de escape que contiene CO<sub>2</sub> para producir carbonatos/bicarbonatos de alta pureza para procesamiento adicional.

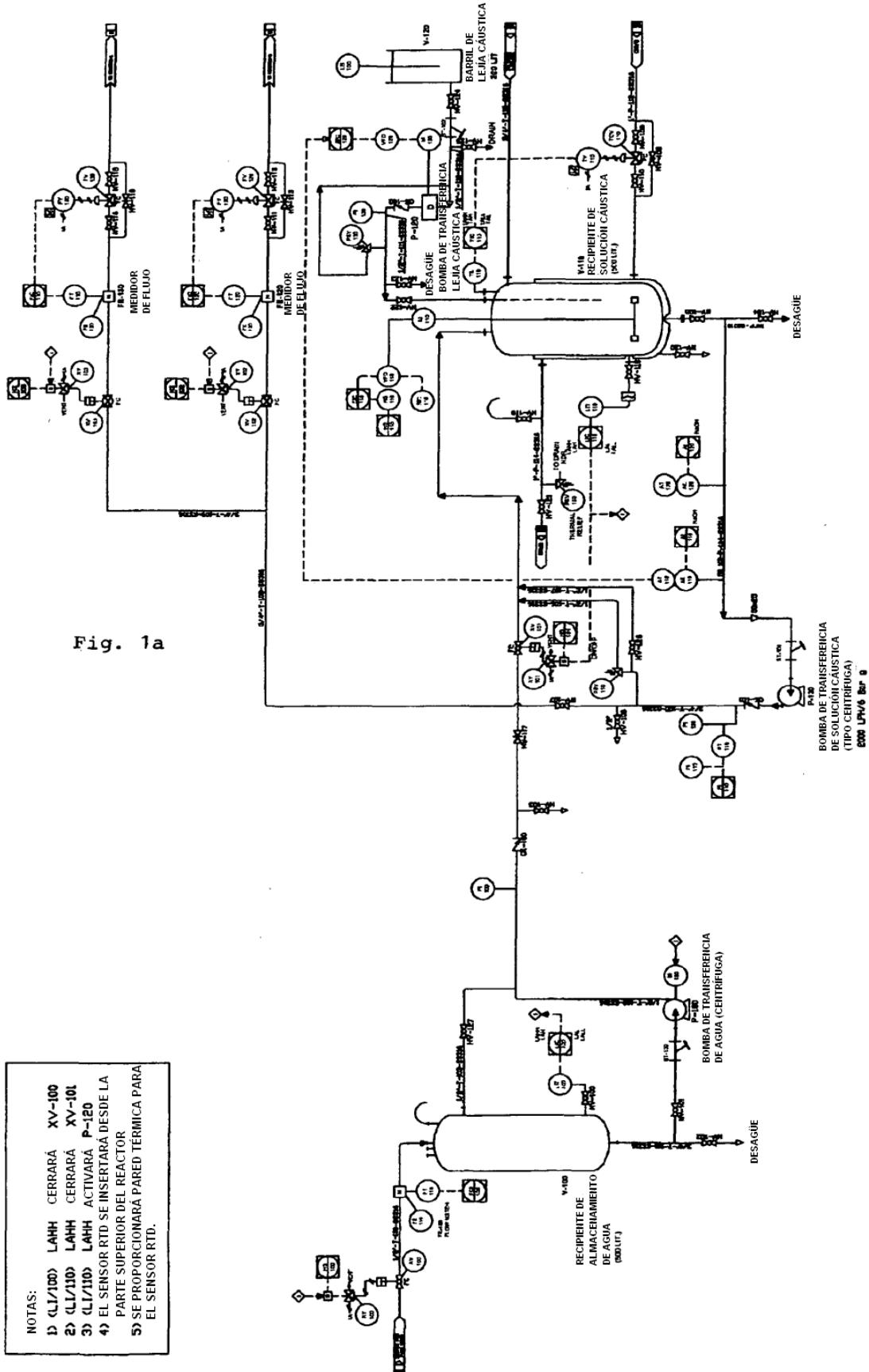
15 xii) El procedimiento de acuerdo con la presente invención también se puede realizar de acuerdo con el punto x) anterior, en el que el CO<sub>2</sub> se alimenta en el reactor carbonatador y se hace burbujeante para reaccionar con la mezcla de hidróxido soluble y carbonatos/bicarbonatos saturados, para producir precipitados de carbonatos/bicarbonatos de alta pureza en una suspensión.

20 xiii) El procedimiento de acuerdo con la presente invención también se puede realizar de acuerdo con la suspensión se separa en un precipitado de carbonatos/bicarbonatos en una torta de filtro y un filtrado en un filtro de suspensión, donde la torta se seca o se procesa adicionalmente en carbonatos o corriente de CO<sub>2</sub> puro.

xiv) El procedimiento de acuerdo con la presente invención también se puede realizar de acuerdo con el punto xiii) anterior, en el que el filtrado se recicla de vuelta al tanque de carbonatos/bicarbonatos saturados o se recicla directamente de vuelta a los reactores Carbonatadores, lo que tiene un impacto positivo en la siembra de cristales en las reacciones del reactor Carbonatador.

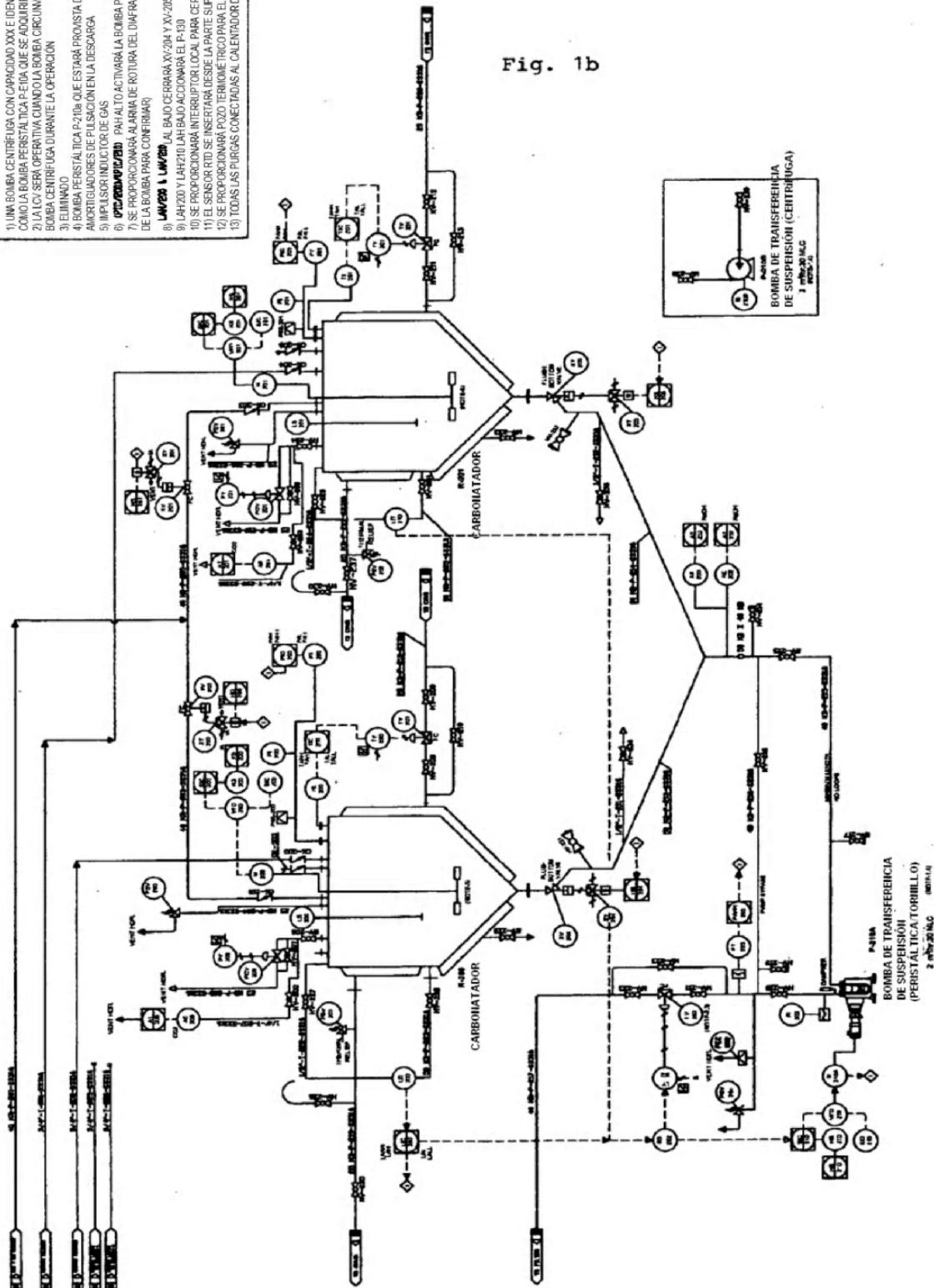
## REIVINDICACIONES

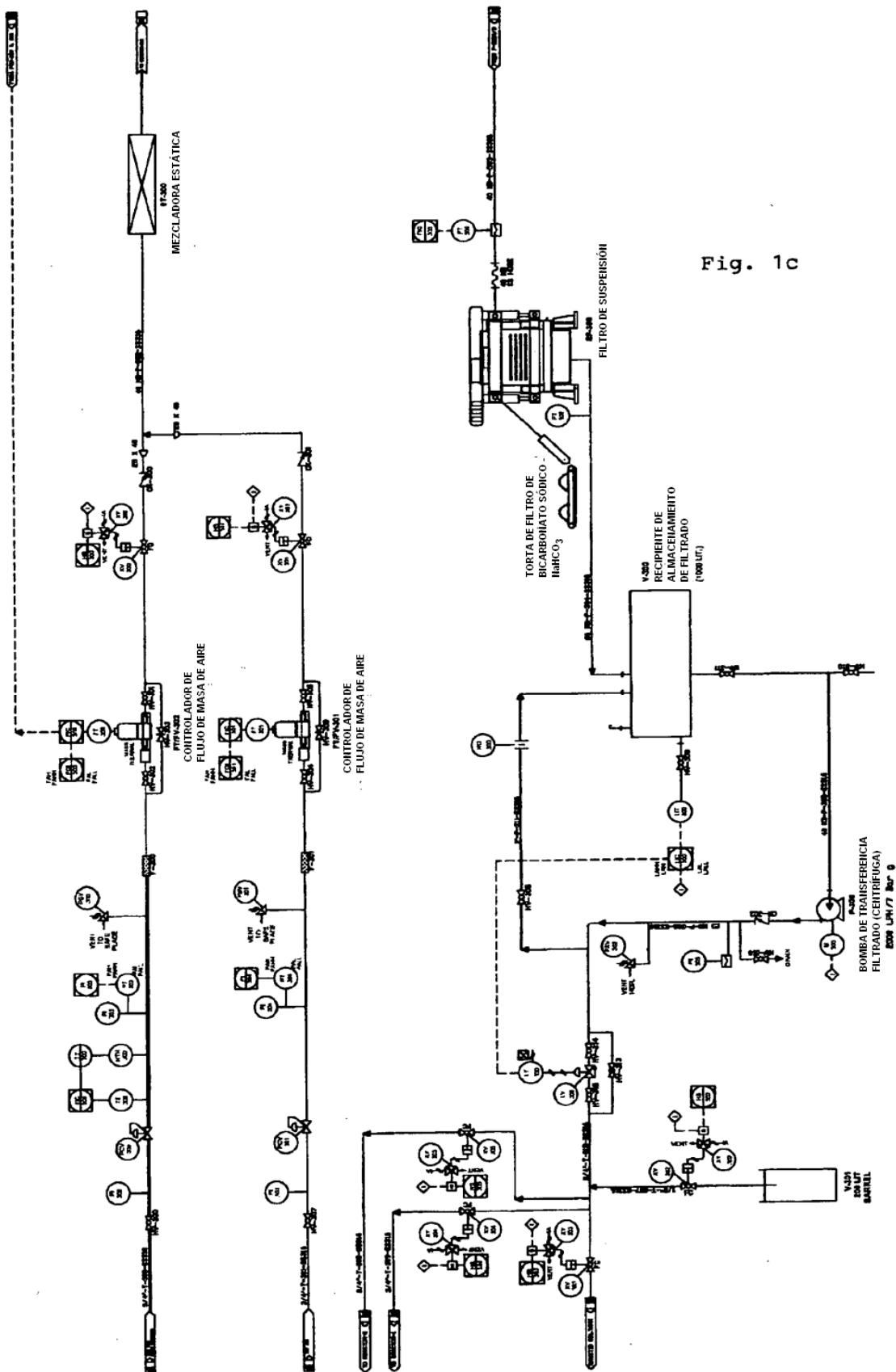
1. Un procedimiento para depurar CO<sub>2</sub> de corrientes de gases industriales mediante un reactor carbonatador presurizado cíclico para producir carbonatos/bicarbonatos de alta pureza, y corrientes de CO<sub>2</sub> puro, en el que dicho reactor carbonatador comprende un tanque de acero con agitador y paredes dobles refrigeradas, un intercambiador de calor que refrigerara el carbonatador, un volumen de refrigerante, un área superficial refrigerada, un impulsor que dispersa el gas, preferentemente tres deflectores que se prolongan a través de casi la totalidad del volumen de trabajo de dicho tanque, motores con transmisiones de velocidad variable, y el sello del eje es preferentemente de tipo mecánico doble con refrigeración, y en el que dicha corriente de gases industriales que incluye CO<sub>2</sub> se alimenta al reactor carbonatador y se hace burbujejar para reaccionar con una mezcla de hidróxido soluble y carbonatos/bicarbonatos saturados, produciendo precipitados de carbonatos/bicarbonatos de alta pureza en una suspensión, **caracterizado porque** dicho impulsor está montado sobre un eje hueco que extrae el gas del volumen de gas de la parte superior del reactor.
- 5
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho reactor carbonatador es un reactor de tanque de acero inoxidable 316 con agitador y aproximadamente un 70 % de paredes dobles refrigeradas, con un volumen de intercambiador de calor de 1 m<sup>3</sup> - 0,275 m<sup>3</sup>, un volumen de refrigerante de 56 litros, un área superficial refrigerada de 4 m<sup>2</sup>, una altura máxima de 1.835 mm y un diámetro de 1.000 mm, donde el calor que se puede eliminar es aproximadamente 5 kW/°C, y el refrigerador refrigerara el reactor carbonatador completo a 4 °C/h, mientras que el gas se dispersa desde un impulsor montado sobre un eje hueco que extrae gas desde el volumen de gas de la parte superior del reactor, mientras que tres deflectores de 100 mm de ancho se prolongan a través de casi la totalidad del volumen de trabajo, y dichos reactores carbonatadores tienen un llenado máximo de 1.200 mm de altura registrada, los motores tienen nominalmente 3,7 kW (5 CV) con transmisiones de velocidad variable y una velocidad operativa en rpm de aproximadamente 282, y el volumen de reactor carbonatador con respecto al área superficial refrigerada es 0,23 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, mientras que el sello del eje es de tipo mecánico doble con refrigeración.
- 10
3. El procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que la totalidad de la mezcla de hidróxido soluble y carbonatos/bicarbonatos saturados se hace reaccionar con el gas de combustión que contiene CO<sub>2</sub> para producir carbonatos/bicarbonatos de alta pureza para procesamiento adicional.
- 15
4. El procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 - 3, en el que la suspensión se separa en un precipitado de carbonatos/bicarbonatos en una torta de filtro y un filtrado en un filtro de suspensión, donde la torta se seca o se procesa adicionalmente en carbonatos o corriente de CO<sub>2</sub> puro.
- 20
5. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el filtrado se recicla de vuelta al tanque de carbonatos/bicarbonatos saturados o se recicla directamente de vuelta a los reactores Carbonatadores, lo que tiene un impacto positivo en la nucleación de cristales en las reacciones del reactor carbonatador.
- 25

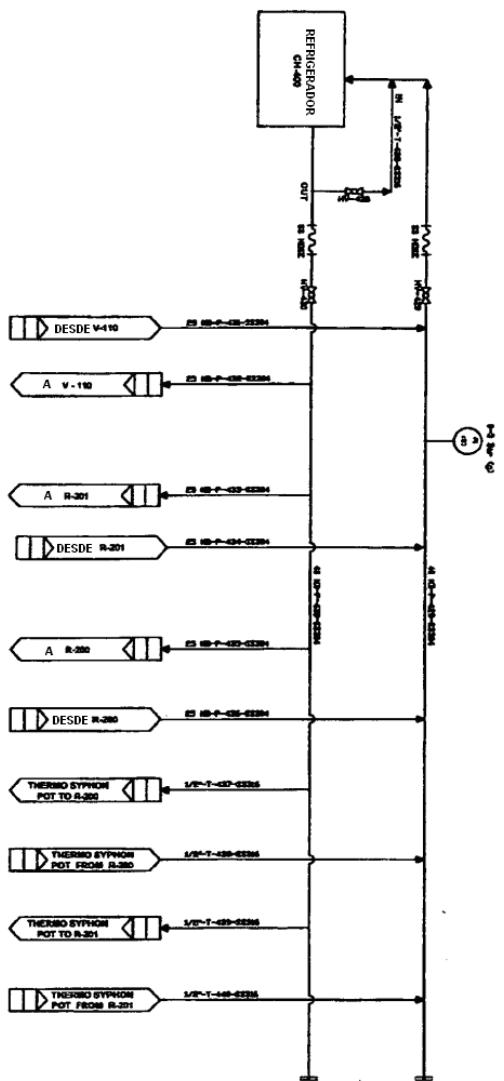


NOTAS

- 1) UNA BOMBA CENTRÍFUGA CON CAPACIDAD 200E IDENTIFICADA COMO LA BOMBA PERISTÁTICA P-210A QUE SE ADQUIRIRÁ ADICIONALMENTE.
- 2) LA CÁSCA SERÁ OPERATIVA CUANDO LA BOMBA CIRCUNVALLE LA BOMBA CENTRÍFUGA DURANTE LA OPERACIÓN.
- 3) ELIMINADO.
- 4) BOMBA PERISTÁTICA P-210a QUE ESTARÁ PROVISTA DE AMORTIGUADORES DE PULSACIONES EN LA DESCARGA.
- 5) IMPULSOR INDICADOR DE GAS.
- 6)  P-130 PAHALTO ACTIVARÁ LA BOMBA P-130 PROVEEDOR DE LA BOMBA PARA CONFIRMAR.
- 7) SE PROPORCIONARÁ ALARMA DE ROTURA DEL DIAFRAGMA PROVEEDOR DE LA BOMBA PARA CONFIRMAR.
- 8)  LA BOMBA CERRARÁ XV-204 Y XV-205.
- 9) LAR-201 LAZ-210 LA BOMBA ACTUARÁ LOCAL PARA CERRAR XV-204/XV-206.
- 10) SE PROPORCIONARÁ INTERRUPTOR LOCAL PARA CERRAR XV-204/XV-206.
- 11) EL SENSOR RTD SE INSERTARÁ DESDE LA PARTE SUPERIOR DEL REACTOR.
- 12) SE PROPORCIONARÁ RODO TÉRMICO O PABA EL SENSOR RTD.
- 13) TODAS LAS PURGAS CONECTADAS AL CALENTADOR DE PURGA.







DISTRIBUCIÓN DE AGUA REFRIGERADA

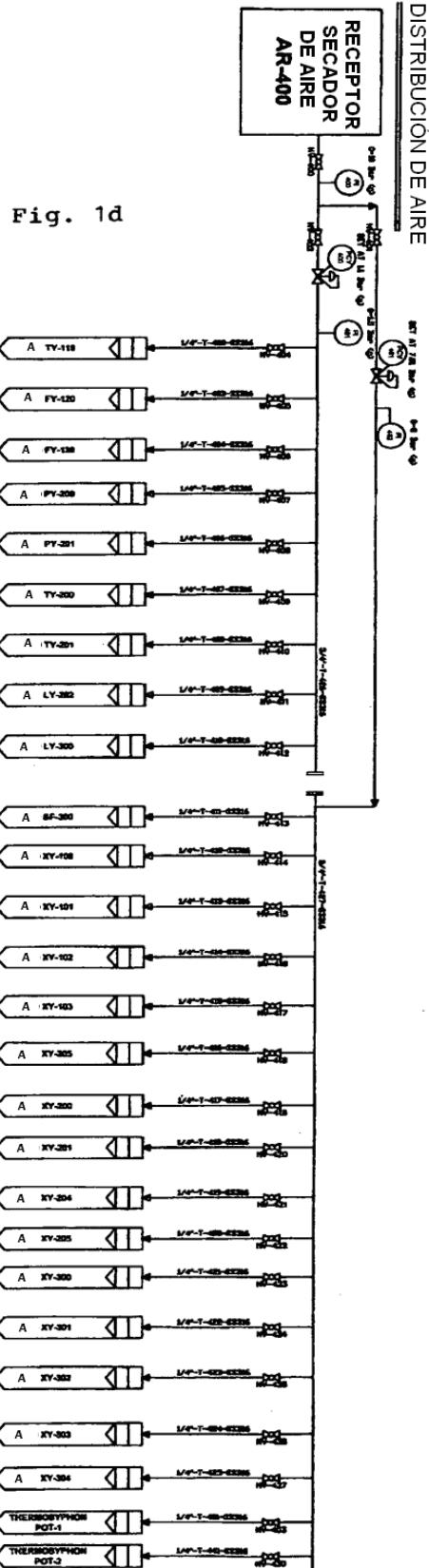


Fig. 1d

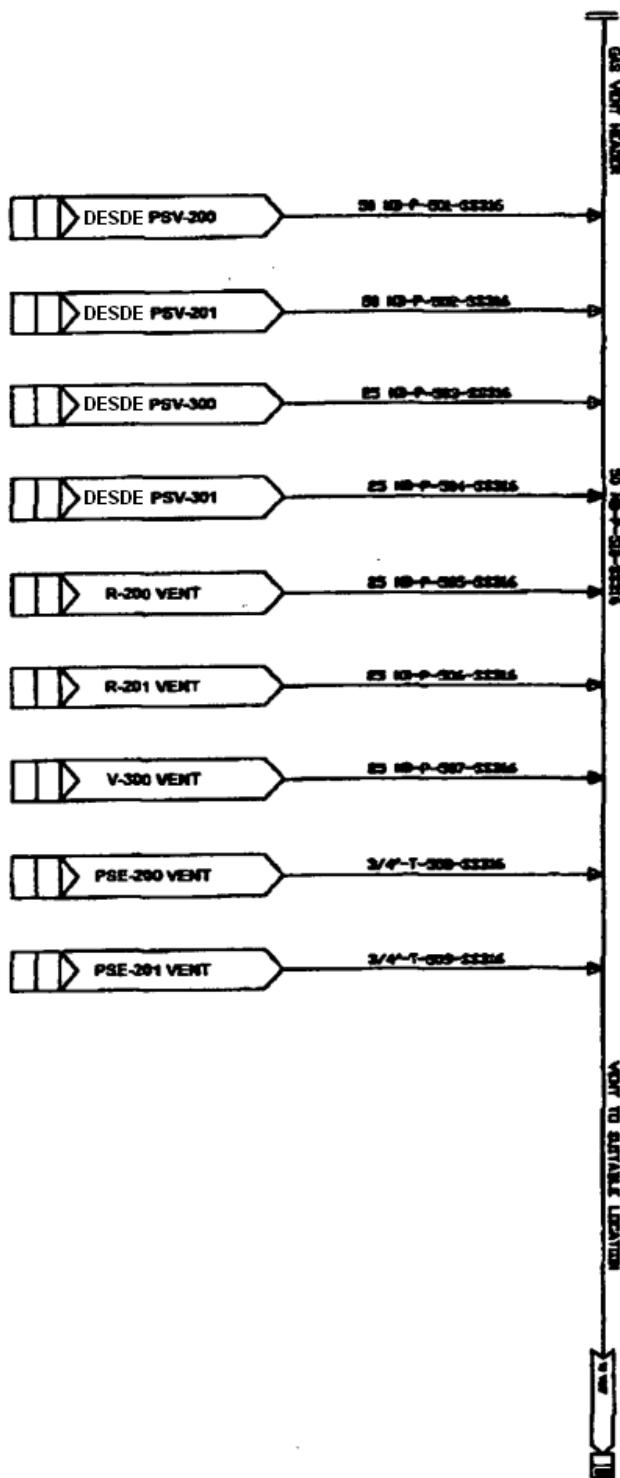


Fig. 1e

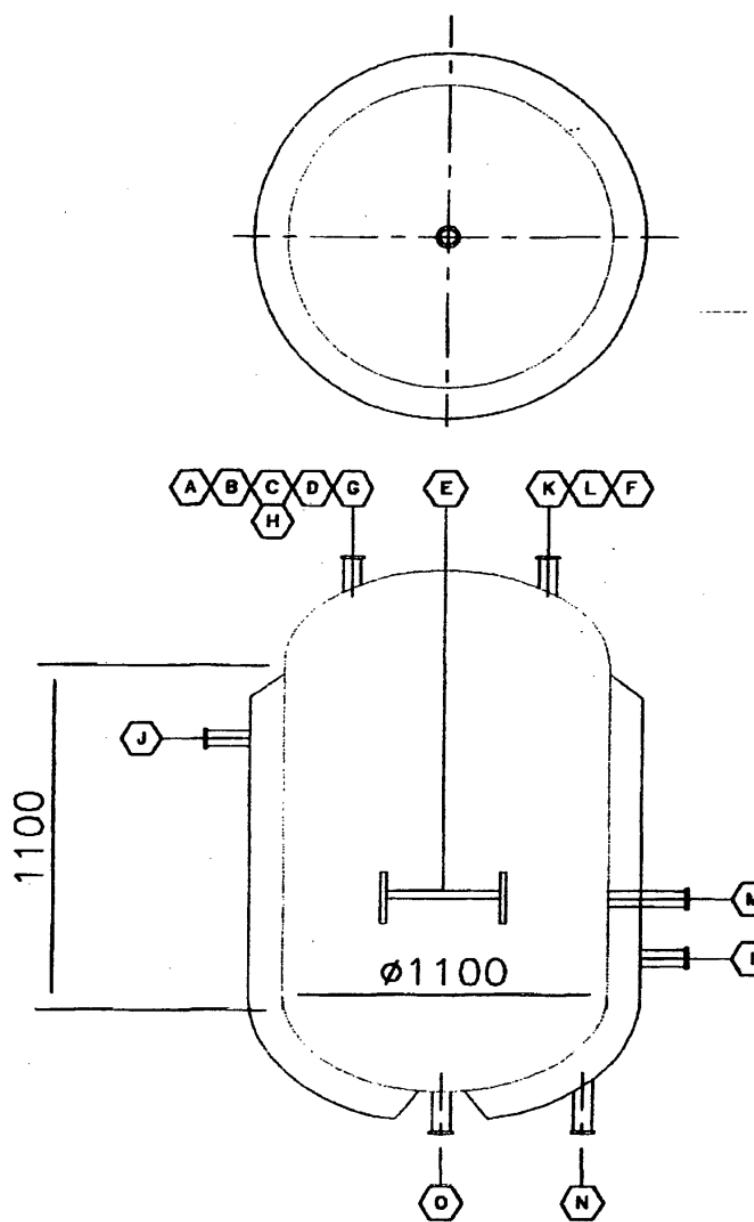


Fig. 2