

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 677 498**

51 Int. Cl.:

F03G 6/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.10.2013 PCT/IT2013/000273**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.04.2015 WO15052733**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.10.2013 E 13818010 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018 EP 3055562**

54 Título: **Método de calentamiento controlado de un fluido de proceso a través de una planta solar térmica de concentración y un sistema y equipo de caloportador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.08.2018

73 Titular/es:

**KT - KINETICS TECHNOLOGY S.P.A. (100.0%)
Viale Castello della Magliana 27
00148 Roma, IT**

72 Inventor/es:

**IAQUANIELLO, GAETANO;
VINCI, FRANCESCO y
MOSCA, LORENA**

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 677 498 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 de calentamiento controlado de un fluido de proceso a través de una planta solar térmica de concentración y un sistema y equipo de caloportador

5

CAMPO DE LA INVENCION

[0001] Esta invención se relaciona con el campo de las plantas solares térmicas de concentración y su aplicación en el sector petroquímico y de refinerías para fines de servicios de calentamiento. Estos últimos, en dichos sectores, son aquellos que se llevan a cabo normalmente a través de calentadores a fuego que consumen combustible y productos de combustión liberados a la atmósfera. Los fluidos de refinería como el petróleo, sus fracciones o derivados, o los fluidos de procesos petroquímicos, los cuales deben calentarse hasta alcanzar una temperatura de proceso controlada, pueden calentarse mediante el calor solar absorbido y almacenarse mediante una planta solar térmica de concentración (preferiblemente del tipo basado en concentradores y receptores de cubeta parabólica, circulación y almacenamiento de sales fundidas) con un considerable ahorro de carburantes y reducción de emisiones (CO₂, SO_x, NO_x, polvos y compuestos sin quemar). La ventaja principal de la aplicación de plantas solares consiste en reducir el uso general de combustibles fósiles, lo cual, aparte de representar meramente un ahorro económico, debería ser un objetivo del desarrollo sustentable de los países industriales, que ahora sufren a raíz de un impacto ambiental muy denso de las actividades industriales y están intentando transformar su economía hacia un mayor uso de energía renovable. La introducción de la aplicación de energía solar en los sectores industriales convencionales podría resultar estratégica para alcanzar una economía de escala y, por lo tanto, permitiría una expansión más amplia y más rápida del sistema solar térmico.

[0002] El uso de energía solar en lugar de los combustibles fósiles conlleva un beneficio doble para el calentamiento global, en primer lugar, por derivar de una reducción directa del consumo de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas y luego por reducir la energía solar que refleja la tierra en infrarrojo, siendo este último la principal contribución al efecto invernadero.

Antecedentes de la invención

30

[0003] Una planta solar térmica de concentración utiliza un "colector concentrador de radiación", el cual concentra la radiación solar focalizándola en un área de menores dimensiones a través del uso de superficies espejadas. En este sistema, un reflector, el cual es normalmente parabólico, recibe y refleja (focaliza) la radiación solar entrante en un absorbedor, el cual se forma como un tubo. Convencionalmente, el absorbedor de radiación de tubo está rodeado por un tubo de cerramiento de vidrio tratado para limitar la pérdida de calor y asegurar que el espacio entre el absorbedor de radiación de tubo y el tubo de cerramiento de vidrio se encuentre cerrado al vacío.

[0004] El absorbedor de radiación de tubo ha sido fabricado en metal y presenta un recubrimiento con un alto coeficiente de absorción de radiación solar para maximizar la transferencia de energía de la radiación solar que se refleja fuera del reflector. Un fluido térmico que constituya un medio de transferencia de calor (ya sea aceite diatérmico o sales fundidas; siendo una mezcla de sales fundidas preferible en este caso a raíz de que permiten alcanzar una temperatura más alta por parte del fluido térmico en el campo solar) fluye dentro del absorbedor de radiación de tubo y puede alcanzar temperaturas de hasta 580°C con una mezcla de sales fundidas basada en Nitratos de Na y K.

45

[0005] Luego, la energía térmica se transporta por el fluido térmico hacia los usuarios finales (más comúnmente generadores y sobrecalentadores de vapor para la generación de energía eléctrica) y en parte se almacena en un sistema de tanques de almacenamiento, a fin de extender el tiempo de operación. El sistema de almacenamiento consiste en un mínimo de dos tanques de almacenamiento, uno para fluidos fríos y otro para fluidos calientes. El calor solar absorbido y almacenado en el sistema de la planta solar de concentración (PSC) luego puede transportarse de diferentes formas, tener distintos usos y finalmente puede ser integrado con una contribución de combustión para compensar las variaciones del sistema solar antes de la distribución a los usuarios seleccionados.

[0006] Las aplicaciones principales del sistema solar de concentración ya realizado pertenecen al campo de la generación de energía eléctrica mediante el uso de aceite caliente, lo que a la vez se utiliza en la generación y sobrecalentamiento de vapor de alta presión, el cual se expande en una turbina de vapor. De manera más reciente, el uso de sales fundidas se introdujo como una forma de elevar la efectividad del ciclo de Rankine (cit. Solicitud de Patente N° EP12167509.4 presentada el 10 de mayo de 2012) y reducir el costo del almacenamiento de energía térmica (AET).

[0007] Aplicaciones recientes de proyectos pilotos financiados por EC incluyen el proyecto Mats, en el que se produce energía, agua de mar y frío, y el proyecto Comethy, donde se produce hidrógeno mediante un proceso de reforma de vapor a baja temperatura, calentado con sales fundidas e integrado con una separación de membranas (cit. Solicitud de Patente N° EP12159998.9 presentada el 16 de marzo de 2012).

[0008] En la actualidad, el sistema solar de concentración presenta un alto costo de inversión. Sin embargo, es posible reducir de manera significativa el costo operativo en aquellas aplicaciones en que el calor requerido se genera a partir de la combustión de una corriente combustible, tal como sucede en los servicios de calentamiento convencional de las operaciones petroquímicas y de refinerías.

[0009] Como un antecedente a la presente invención, también hay aplicaciones conocidas de unidades de recuperación de calor para el calentamiento de fluidos de refinerías, en base al uso de corrientes de escape de turbinas de gas. En este caso, la corriente de escape se descarga en su totalidad hacia la chimenea luego de la recuperación del calor, a una temperatura que depende del nivel de temperatura del servicio de calentamiento, normalmente en el rango de 150 a 300°C, con una dispersión del calor muy grande.

[0010] Con la presente invención, esto se evita, ya que gran parte de la corriente del caloportador corriente abajo del servicio de calentamiento se recicla de regreso al circuito del caloportador, mientras que sólo una parte de la corriente total, correspondiente al combustible de entrada para el aire fresco de combustión y poscombustión, se envía a la chimenea.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0011] La presente invención se refiere a una aplicación específica de la planta solar térmica de concentración, en base a la circulación y almacenamiento de sales fundidas, donde el calor solar absorbido por los colectores y receptores y almacenado en el sistema de almacenamiento se transfiere a una corriente de aire utilizada como caloportador, finalmente se integra/sustituye con poscombustión en una operación de control de servicio continuo y por último se transfiere a un intercambiador de calor donde es trasladada a un fluido de proceso. Cualquier servicio de calentamiento para los fluidos de refinería, fluidos de procesos petroquímicos, agua desmineralizada o de alimentación de caldera para la generación y sobrecalentamiento de vapor efectivamente realizado en los calentadores de fuego resulta apropiado para la aplicación de esta invención.

[0012] Un problema general de la planta solar térmica de concentración es el hecho de tener un contenido variable de calor disponible, lo que se debe a la variabilidad de la radiación solar junto con el horario diurno, las condiciones climáticas, las estaciones del año y la geografía. Si se pretende usar el calor solar para un servicio de calentamiento en condiciones de temperatura controlada, se lo debe integrar con un sistema de producción de calor variable que sea capaz de proporcionar el calor complementario requerido, de un modo controlado y viable.

[0013] La US 2013/098036, la cual se considera como la técnica anterior más cercana, describe un sistema y método que utiliza tanto energía térmica solar como no solar generada para calentar el fluido de trabajo en una planta de energía con ciclo de Rankine. La radiación térmica es recolectada, transportada y dirigida a un recipiente de calentamiento (por ejemplo, una caldera) mediante un sistema de colección y transmisión óptica. El sistema de colección óptica puede comprender un sistema de concentración de radiación solar, tal como un plato parabólico o una cubeta solar, que concentra y focaliza la radiación solar para un colector solar. El sistema de transmisión óptica puede comprender un sistema de fibra óptica o un tubo de luz que transfiere la radiación solar del colector solar a un distribuidor térmico que convierte dicha radiación en energía solar térmica. El calor del distribuidor térmico se utiliza para incrementar el calentamiento del fluido operativo dentro de la caldera, o, si así se lo prefiere, antes de ingresar a la caldera. Sin embargo, esta solución requiere estructuras complejas para soportar el fluido caloportador (FC) y no proporciona el control del calor complementario disponible durante las distintas fases operativas de la planta solar de concentración.

[0014] El objetivo de la presente invención comprende tanto la arquitectura como el método de suministrar calor solar a una refinería o fluido de proceso por medio de un circuito caloportador intermediario con la capacidad de integrar el calor variable que requiere el servicio de calentamiento de proceso a través de la poscombustión. Para hacer esto, una corriente de aire, utilizada como caloportador entre sales fundidas y el usuario final, se calienta mediante las sales fundidas que circulan desde la planta solar hasta una temperatura ubicada en el rango entre 480°C y 550°C, normalmente de 500°C durante la "fase activa" (fase 1), cuando la radiación solar directa calienta las sales fundidas, y durante la "fase de almacenamiento" (fase 2), cuando se toman las sales fundidas del tanque de

almacenamiento caliente y luego se descargan en el tanque de almacenamiento frío. Durante la "fase inactiva" (fase 3) del campo solar, la corriente de aire del transportador de calor en cambio se calienta a través de la poscombustión, realizada por medio de los quemadores en vena de aire, los cuales queman un combustible adecuado (gas refinado, natural, biocombustible o cualquier mezcla de ellos).

5

[0015] La poscombustión está activa a lo largo de las tres fases, aunque sólo debe usarse un mínimo de contribución de combustión durante las fases 1 y 2 con el objetivo de controlar la temperatura del fluido de proceso, mientras que en la fase 3 la misma proporcionará el servicio de calentamiento total que requiere el servicio de calentamiento de proceso. La contribución necesaria de poscombustión en cualquier fase debe ser determinada por un sistema de control automático, cuya función principal es controlar la temperatura de servicio de fluidos y, por lo tanto, adaptar la contribución de combustión durante las distintas fases operativas.

10

[0016] Luego, la corriente del aire o gas de combustión es enviado al intercambiador de calor con el fluido de proceso y es reciclado nuevamente en el circuito hacia el intercambiador de calor con sales fundidas y poscombustión controlada.

15

[0017] Junto con la contribución de combustión, el sistema de control automático también determina la corriente de aire fresco que requiere la combustión de combustible y la corriente de purga, equivalente en masa al combustible de entrada y la corriente de aire fresco, a ser enviadas a la chimenea para evitar la acumulación de productos de combustión. Durante la fase inactiva del campo solar, el sistema de control también permitirá una desviación, mediante una válvula de control apropiada, de una corriente secundaria de aire caliente a ser enviada al intercambiador de calor con sal fundida fría, para evitar finalmente que las sales fundidas se enfríen por debajo de una temperatura segura (el rango seguro es por encima de la temperatura de condensación).

20

[0018] Tanto la arquitectura como el método que se describen en esta invención para el calentamiento de un fluido de proceso hasta la temperatura requerida son adecuados para la sustitución de cualquier servicio de calentamiento de fluidos hasta una temperatura de 550°C o ligeramente superior.

25

[0019] La ventaja de la innovación propuesta consiste en una reducción significativa del consumo de combustible (alrededor del 65%) y la emisión de gases del efecto invernadero, en comparación con los sistemas de calentamiento convencionales.

30

[0020] Estas y varias otras características y ventajas de la presente invención se volverán evidentes de inmediato para estos expertos en la materia luego de leer la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención y la referencia a los dibujos que las acompañan.

35

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0021] La figura 1 es una representación esquemática del sistema de calentamiento controlado de un fluido de proceso a través de una planta solar térmica de concentración basada en la circulación y almacenamiento de sales fundidas de acuerdo con la presente invención.

40

Elementos principales:

45 **[0022]**

10 campo de concentración de la absorción solar

11 tanque de almacenamiento de sales fundidas calientes

12 tanque de almacenamiento de sales fundidas frías

50 20 intercambiador de calor (de las sales fundidas al caloportador y viceversa)

30 quemadores de poscombustión en vena de aire

40 intercambiador de calor (del caloportador al fluido de proceso)

50 ventilador del circuito del caloportador

60 ventilador de entrada de aire fresco

55 70 chimenea

80 sistema de control automático

81 medida de la temperatura del fluido de entrada

82 medida del caudal de fluido

83 medida de la temperatura del fluido de salida

- 84 bucle de control del caudal de combustible
- 85 bucle de control del caudal de aire fresco
- 86 bucle de control del caudal de corriente de purga
- 87 temperatura de sales fundidas frías
- 5 88 válvula de corriente secundaria del caloportador

Fluidos:

[0023]

- 10 100÷105 sales fundidas
- 200 entrada de aire fresco
- 201÷210 fluido del caloportador (aire/gas de combustión)
- 300 combustible para poscombustión
- 15 400÷401 fluido de proceso a calentar

DESCRIPCIÓN DETALLADA

20 **[0024]** Tal como se los ilustra de manera esquemática en la fig. 1, los componentes principales de la arquitectura completa de la presente invención consisten en una planta solar térmica de concentración 10, un intercambiador de calor 20 entre sales fundidas y un caloportador, y un intercambiador de calor 40 entre el caloportador y el fluido de proceso.

25 **[0025]** El campo de concentración solar 10 y el sistema de almacenamiento 11 y 12, en base a la circulación y el almacenamiento de sales fundidas, han sido diseñados para absorber y almacenar el calor necesario para la fase activa y de almacenamiento (alrededor de 2/3 del tiempo de operación continua del calor de proceso requerido).

30 **[0026]** El sistema de colección solar 10 comprende uno o más absorbedores de radiación de tubo y una serie de colectores de cubeta, tal como reflectores parabólicos de eje único.

30 **[0027]** De manera alternativa, puede proporcionarse cualquier medio adecuado para la concentración de radiación solar, tal como los colectores Fresnel. El fluido térmico se calienta dentro de los tubos del receptor frente a la exposición a radiación solar directa y concentrada.

35 **[0028]** El fluido térmico caliente 100 que viene del campo solar se almacena en el tanque de almacenamiento caliente 11 y luego circula por medio de las bombas adecuadas (no se muestran) para proporcionar una fuente de calor a la corriente de caloportador intermedia 201 a través de un intercambiador de calor 20. El intercambiador de calor 20 transfiere el calor de las sales fundidas al fluido caloportador durante las fases 1 y 2 (fase activa y de almacenamiento) mientras que también es apropiado para transportar el calor de regreso a las sales fundidas 40 durante la fase 3 (fase solar inactiva) para evitar que las sales fundidas se enfríen por debajo de la temperatura segura (el rango seguro es por encima de la temperatura de condensación).

45 **[0029]** La poscombustión 30, realizada por medio de quemadores de vena de aire ubicadas dentro del ducto de aire, es capaz de quemar cualquier capacidad entre el 0 y el 100%.

50 **[0030]** La liberación de calor se calcula en forma continua mediante un sistema de control 80 sobre la base de calor requerido por el fluido de proceso 400 para alcanzar su temperatura controlada final 83. La contribución de combustión de poder calorífico inferior (PCI) es entregada como una corriente de gas de combustión 300 bajo control de flujo 84 en la corriente del caloportador 202 para la posterior entrega de corriente del caloportador 203 al intercambiador de calor 40 con fluido de proceso 400.

[0031] El intercambiador de calor 40 cuenta con la capacidad de transferir el calor del caloportador 203 al fluido de proceso 400 para que alcance la temperatura final a través del control de temperatura 83.

55 **[0032]** El ventilador del circuito del caloportador 50 es capaz de proporcionar el volumen de presión necesario para el fluido del caloportador que se necesita para soportar las caídas de presión del circuito.

[0033] El ventilador de aire fresco 60 cuenta con la capacidad de admitir el flujo de aire fresco requerido 200 bajo control automático, mediante el control de flujo 85.

[0034] El bucle de control de flujo 86 cuenta con la capacidad de controlar la corriente de gas de purga a enviar a la chimenea. La válvula de control 88 permite derivar la corriente de *bypass* de un caloportador para permitir el control de la temperatura de las sales fundidas frías durante la fase inactiva de la PSC.

5

REIVINDICACIONES

1. Un método de calentamiento controlado de un fluido de proceso mediante una planta solar térmica de concentración (10) y un sistema caloportador **caracterizado porque:**
- 5
- el calor solar disponible a partir de la planta solar (10) se transmite a una corriente de transferencia de calor constituida por aire (201);
 - el calor variable suministrado por la planta solar térmica a la corriente de aire del caloportador (201) se integra con la poscombustión (30) de una corriente de combustible (300); y
- 10
- la corriente del caloportador (203) constituida por corrientes de aire caliente y gas de poscombustión circula por un circuito de ductos a través de un intercambiador de calor (40) con el fluido de proceso para permitir el alcance de la temperatura final requerida para el fluido de proceso;
- con la contribución de poscombustión siendo determinada por un sistema de control automático (80) que controla de
- 15
- manera continua la temperatura de fluido de proceso y adapta la contribución de combustión durante las distintas fases operativas de la planta solar de concentración (10).
2. El método de calentamiento controlado de la reivindicación 1 en el que un primer intercambiador de calor (20) transfiere el calor de las sales fundidas a la corriente del caloportador (201) durante las fases activas de la
- 20
- planta solar (radiación directa y período de almacenamiento).
3. El método de calentamiento controlado de las reivindicaciones 1 y 2 en el que dicha contribución de poscombustión puede oscilar entre un requerimiento 0 y servicio total.
- 25
4. El método de calentamiento controlado, de acuerdo con las reivindicaciones 1 a la 3, donde un segundo intercambiador de calor (40) transfiere el calor del caloportador (203) al fluido de proceso (400) hasta alcanzar una temperatura final controlada (83).
5. El método de calentamiento controlado, de acuerdo con las reivindicaciones 1 a la 4, donde el fluido
- 30
- de proceso es un fluido de refinería, de proceso petroquímico, agua desmineralizada, agua o vapor de alimentación de una caldera.
6. El método de calentamiento controlado, de acuerdo con las reivindicaciones 1 a la 5, donde se determina y admite la tasa de flujo de aire fresco (200) en el circuito del ducto bajo control automático por medio del
- 35
- control de flujo (85) por medio de un ventilador (60).
7. El método de calentamiento controlado, de acuerdo con las reivindicaciones 1 a la 6, donde se determina y descarga la corriente de purga a la chimenea (70) bajo control automático por medio de un bucle de
- 40
- control de flujo (86).
8. El método de calentamiento controlado, de acuerdo con las reivindicaciones 1 a la 7, donde el primer intercambiador de calor (20) entre sales fundidas y la corriente del caloportador puede trabajar en sentido opuesto como calentador de sales fundidas frías durante la fase inactiva de la planta solar.
- 45
9. El método de calentamiento controlado, de acuerdo con las reivindicaciones 1 a la 8, donde una corriente secundaria del caloportador (210) es enviada de forma automática a través de una válvula de control (88) al intercambiador de calor de sales fundidas (20) para evitar que las sales fundidas frías se solidifiquen durante la fase inactiva de la planta solar.
- 50
10. Un equipo de calentamiento controlado de un fluido de proceso a través de una planta solar térmica de concentración y un circuito de caloportador caracterizado por comprender:
- una planta solar térmica de concentración (10) basada en la circulación de sales fundidas; un intercambiador de calor (20) para transportar el calor de las sales fundidas al fluido del caloportador (201) durante las fases activas de
- 55
- la planta solar; una poscombustión (30) para transferir el calor del fluido del caloportador (202) en salida del intercambiador (20); un intercambiador de calor (40) para transferir el calor del fluido del caloportador (203) en salida de poscombustión (30) al fluido de proceso (400); un sistema de control automático (80) para calcular la contribución de poscombustión con medios para controlar de manera continua la temperatura del fluido de proceso de salida (83) y para adaptar la contribución de combustión durante las distintas fases operativas de la planta sola (10).

11. De acuerdo con la reivindicación 10, el dispositivo está **caracterizado por** el hecho de que la poscombustión (30) se realiza por medio de los quemadores de vena de aire ubicados dentro del ducto de aire.

5 12. De acuerdo con las reivindicaciones 10 y 11, el dispositivo está **caracterizado por** contar con un ventilador de circuito del caloportador (50) capaz de proporcionar el tabique de presión necesario para que el fluido del caloportador soporte las caídas de presión del circuito.

13. De acuerdo con las reivindicaciones 10-12, el dispositivo está **caracterizado por** tener un ventilador
10 de aire fresco (60) capaz de admitir el flujo de aire fresco requerido (200) bajo un control automático por medio de un control de flujo (85) hacia el aire/gas de combustión del caloportador (201).

14. De acuerdo con las reivindicaciones 10-13, el dispositivo está **caracterizado por** el bucle de control
15 de caudal que le ha sido proporcionado (86), el cual cuenta con la capacidad de controlar la corriente de gas de purga a enviar a la chimenea (70).

15. De acuerdo con las reivindicaciones 10-14, el dispositivo está **caracterizado por** contar con una válvula de control (88) que permite derivar la corriente de *bypass* de un caloportador (210) para permitir el control de temperatura de las sales fundidas frías que circulan durante las fases inactivas de la PSC.

20

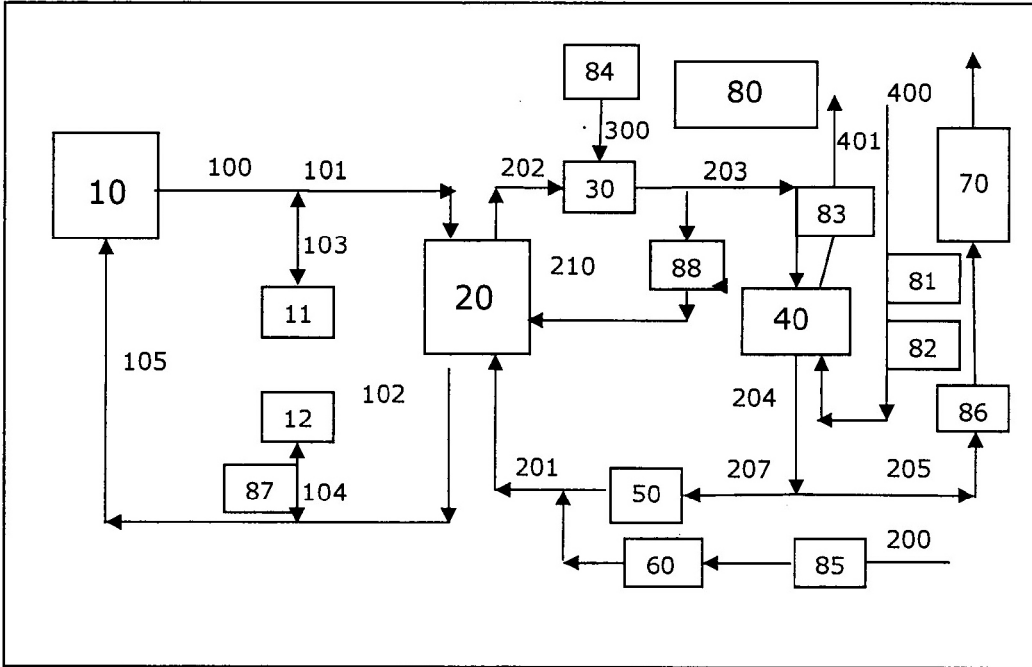


Fig.1