

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

27 ABR. 1978

CONCEDIDA

PATENTE DE INTRODUCCION

19	ES	11	NUMERO	463981	10	A3
		21				
		22	FECHA DE PRESENTACION			



47	FECHA DE PUBLICIDAD	51	CLASIFICACION INTERNACIONAL
			F27B

54	TITULO DE LA INVENCIÓN
	"HORNO Y PROCEDIMIENTO RELACIONADO CON ESTE, QUE IMPLICA EL PRECALENTAMIENTO DEL AIRE DE COMBUSTION"

56	PATENTE EXTRANJERA U OTRA FUENTE DE INFORMACION
	Patente USA nº 3,426.733 de fecha 19.9.67

71	SOLICITANTE (S)
	DON PETER VON WIESENTHAL

	DOMICILIO DEL SOLICITANTE
	17 E. 89th., New York, N.Y. 10028, USA

72	INVENTOR (ES)

73	TITULAR (ES)

74	REPRESENTANTE
	DON FERNANDO ALVAREZ LOPEZ Agente Oficial de la Propiedad Industrial



Extracto de la Descripción

Este descubrimiento está relacionado con hornos. El invento enseña la utilización de una corriente auxiliar a una temperatura superior a la temperatura ambiente para aportar calor al aire de combustión y la captación ulterior de calor a partir de los gases de escape para mejorar el rendimiento térmico general del horno. La corriente auxiliar puede ser una corriente derivada o una corriente independiente siempre y cuando no se trate de un circuito cerrado. De acuerdo con el invento, la economía de combustible y el rendimiento general se obtienen a un coste muy inferior al que corresponde a los sistemas de precalentamiento de aire de tipo convencional.

Antecedentes del Invento

Los hornos forman parte de una de las clases de equipos mas importantes en las industrias de transformación y más particularmente en las plantas químicas y de refinación del petróleo. Típicamente estos hornos incluyen unas instalaciones que definen unas cámaras de combustión provistas de uno o varios quemadores, para quemar un combustible líquido con aire de combustión en ellas. Unos serpentines radiantes están montados en las cámaras de combustión para recibir calor esencialmente por medio de transferencia de calor radiante. A continuación los gases de combustión se conducen a unas secciones de convección



que están también definidas generalmente por las instalaciones y que tienen unos serpentines de convección montados en ellas para recibir el calor procedente de los gases de combustión esencialmente mediante transferencia de calor por convección. A partir de las secciones de convección los gases de combustión se evacúan por una chimenea.

En el caso de un horno con un consumo de combustible dado, el rendimiento depende del grado en que es posible recuperar el calor liberado por el combustible. En otros términos, el rendimiento es una función inversa de la temperatura de los gases de escape. Un procedimiento para reducir la temperatura de los gases en la chimenea consiste en utilizar los gases de escape para precalentar el aire de combustión destinado a los quemadores. Este precalentamiento puede realizarse utilizando cambiadores térmicos bien conocidos, en los cuales, por ejemplo, se hace pasar el aire de combustión a través de los tubos de un cambiador del tipo de tubos y envoltura, y se hacen pasar los gases de combustión por la envoltura (o viceversa), de modo que se obtenga un intercambio térmico sin contacto de un fluido con el otro. Igualmente es bien conocido precalentar aire en cambiadores térmicos regeneradores, en los cuales una masa de material de almacenado de calor entra en contacto, alternativamente, con los gases de combustión de modo que pueda captar el calor, y a continuación con el aire de



combustión para transferir calor a este último. El precalentamiento del aire de combustión permite obtener rendimientos elevados y presenta además la ventaja de reducir el coste del combustible, ya que no es necesario calentar el aire de combustión desde la temperatura ambiente hasta la temperatura de combustión de funcionamiento de la unidad.

Desafortunadamente, además de tener en cuenta el rendimiento, es preciso que exista por lo menos una justificación económica para utilizar este procedimiento para el cual debe conseguirse una solución de compromiso entre el coste inicial y el coste de explotación. Frecuentemente, es posible justificar un coste inicial más elevado por medio de la reducción de los costes de explotación, pero cada instalación de horno debe, generalmente demostrar sus propios méritos. A título de comparación, en una instalación de caldera para suministro de energía, es muy frecuente emplear precalentadores de aire del tipo regenerativo, porque su coste puede casi siempre ser justificado. En el caso de los hornos de refinación de petróleo de gran potencia, en instalaciones perfectamente equilibradas, no es corriente encontrar precalentadores de aire, ya sea del tipo regenerativo, ya sea del tipo indirecto. Cuando se trata de hornos más pequeños o cuando el servicio prestado tiende a producir un desequilibrio (servicios tal como la pirólisis catalítica de reforming de hidrocarburos, o parecidos)



los precalentadores de aire por si mismos son todavia menos atractivos.

Una explicación de esta reducción del carácter atractivo de los precalentadores de aire conforme va disminuyendo el tamaño de los hornos, consiste en que el coste de los precalentadores de aire no disminuye con su tamaño tan rápidamente como el coste del horno. Generalmente, la fabricación de los cambiadores del tipo de tubos y envoltura presenta una relación coste de mano de obra/coste de material mucho más elevada que la que existe en construcción del horno. Lo mismo ocurre en el caso de los precalentadores de aire del tipo regenerativo y esta situación se ve agravada porque se incluyen también en los precalentadores de aire del tipo regenerativo, motores, piezas movibles y juntas. Otro inconveniente que se presenta con los sistemas convencionales de precalentamiento de aire consiste en las dificultades geométricas encontradas para desplazar cantidades sustanciales de gases a través de conductos de grandes dimensiones por medio de ventiladores.

En este momento se observará también que aunque pueda justificarse normalmente el precalentamiento del aire, deberá sin embargo competir con otros capítulos del presupuesto de inversión previsto para la planta. Frecuentemente, puede demostrarse que una inversión de capital en otros gastos puede producir beneficios más rápidamente que un sistema de precal-



lentamiento de aire convencional.

Incluso cuando el precalentamiento de aire del tipo convencional satisface todos los criterios económicos aplicables, este procedimiento puede todavía presentar inconvenientes desde el punto de vista de la fiabilidad. Los cambiadores térmicos de tipo indirecto son vulnerables a la corrosión por los gases de combustión ácidos. Los sistemas de precalentamiento de aire de tipo regenerativo incluyen sopladores, transmisiones, juntas y otros equipos diversos. Un fallo de uno cualquiera de varios elementos extraños a la corriente de tratamiento puede poner este sistema fuera de servicio. Por este motivo, la dirección de las plantas es frecuentemente remisa a tomar riesgos de paralización. Esta situación contrasta con una instalación de caldera donde existen variantes fácilmente disponibles en caso de avería de una unidad.

Por consiguiente, cuando no pueden utilizarse precalentadores de aire corrientes en instalaciones de horno, se pierde al mismo tiempo la oportunidad de obtener un mayor rendimiento térmico general y la de ahorrar combustible. La pérdida de estas oportunidades constituye una frustración importante para los proyectistas de hornos y penaliza estas instalaciones. Sin precalentamiento del aire, la temperatura del aire de combustión debe elevarse totalmente a partir de su temperatura ambiente hasta la temperatura de la sección radiante, gastando así combustible. Igualmente,



el límite aplicable a la sección de convección para la recuperación de calor procedente de los gases de combustión es la temperatura de la corriente de tratamiento entrante que ha de ser calentada. Evidentemente, la temperatura de los gases de combustión debe ser superior a la temperatura de la corriente de tratamiento entrante para transmitirle una cantidad de calor razonable. Esta diferencia de temperatura entre la temperatura de la corriente de tratamiento entrante y la de los gases de combustión que salen, es raras veces inferior a $55,55^{\circ}\text{C}$ (100°F) y prácticamente no es nunca inferior a $27,77^{\circ}\text{C}$ (50°F) en aplicaciones normales.

Quando no se incluyen un precalentador de aire, los proyectistas de hornos utilizan circuitos para hacer circular un fluido de transferencia de calor en relación de intercambio térmico sin contacto, en primer lugar con los gases de combustión para captar el calor, y a continuación con el aire de combustión para transmitir calor a este último. Los fluidos de transferencia de calor así utilizados incluyen mezclas eutécticas de sales de potasio y de sodio, mezclas eutécticas de difenilo y de difenilóxido, o diclorobenceno, aceites aromáticos de transferencia de calor, compuestos tetraclorobifenilo, etc. La dificultad inherente a estos sistemas consistía en que los circuitos eran de tipo cerrado. Cualquier desequilibrio entre la captación de calor procedente de los ga-



ses de combustión y la aportación de calor al aire de combustión se veía amplificado. Si la captación de calor a partir de los gases de combustión se efectuaba a una velocidad demasiado lenta, el precalentamiento del aire de combustión disminuía progresivamente hasta el punto de que no era posible ahorrar combustible. Si la velocidad de captación de calor a partir de los gases de combustión era excesiva, la temperatura del fluido de transferencia de calor se elevaba progresivamente hasta el punto de que la captación de calor a partir de los gases de combustión era inadecuado y, por tanto, se producía una reducción de rendimiento. Otros problemas asociados con estos circuitos incluían la utilización, para compensar la dilatación del fluido de transferencia de calor, de cámaras de compensación o equipos parecidos. Igualmente, en caso de defecto de funcionamiento en el sistema (por ejemplo una avería de bombas) todo el circuito debía ser vaciado rápidamente, y por tanto se necesitaban instalaciones de almacenado para el fluido de transferencia de calor.

La mayoría de las corrientes de tratamiento que se suministran a los hornos tienen temperaturas sustancialmente superiores a la temperatura ambiente. Por consiguiente, otra solución intentada por el inventor ha consistido en transferir en primer lugar el calor procedente del fluido de tratamiento entrante al aire de combustión, precalentando así el aire



de combustión para ahorrar combustible y reducir la temperatura del fluido de tratamiento de modo que pueda ser utilizado para captar más calor procedente de los gases de combustión, aumentando así el rendimiento. Lógicamente este procedimiento era atractivo, pero se ha comprobado que la cantidad de calor cedida por el fluido de tratamiento, para calentar el aire de combustión, no reduce la temperatura de este fluido de tratamiento en grado suficiente para que se obtengan temperaturas de chimenea bastante reducidas para recuperar el calor transmitido al aire de combustión. Aunque se precalentaba el aire de combustión, el calor equivalente no podía ser recuperado de los gases de combustión. El resultado neto ha sido la obtención de un rendimiento igual al de un sistema convencional, con un consumo de combustible superior en lugar de ser inferior.

Después de numerosos años de esfuerzos denodados, el inventor ha encontrado ahora la solución al problema descrito más arriba. El Sr. Von Wiesenthal no utiliza toda la corriente de tratamiento para precalentar el aire de combustión, sino que utiliza una corriente más reducida que se llama aquí corriente auxiliar. La relación entre la circulación de aire de combustión y la circulación de corriente auxiliar es tal que tiene en cuenta sus requisitos respectivos de cambio de temperatura y sus calores específicos. Se reduce la temperatura de la corriente auxiliar



1977

aproximadamente en el mismo grado en el que se precalienta el aire de combustión. A continuación se reduce la corriente auxiliar a un nivel de temperatura tal que pueda recuperar calor a partir de los gases de combustión, en grado suficiente para recuperar su nivel de temperatura inicial. Sustancialmente, todo el calor aportado al aire de combustión se recupera de los gases de combustión y la temperatura de los gases de combustión disminuye de manera correspondiente, lo que permite obtener del horno un rendimiento térmico general interesante.

Básicamente, este procedimiento permite precalentar el aire a un coste muy inferior al de los sistemas de la técnica anterior de tipo parecido. Este sistema forma parte de la instalación del horno y por tanto los costes de fabricación son poco elevados. Además, no existe pérdida de aire de combustión como en el caso de los precalentadores de aire de tipo regenerativo. La seguridad de funcionamiento se obtiene debido al hecho de que este sistema funciona a temperaturas menos críticas y en condiciones menos duras que las que corresponden a la corriente de tratamiento, y también porque no depende de equipos mecánicos salvo válvulas y bombas. Este sistema de precalentamiento de aire puede funcionar mientras el horno está en producción. Pero, además de estas ventajas, el presente procedimiento añade una dimensión totalmente nueva a la economía general de la



instalación.

Se observará también que haciendo variar el caudal de la corriente auxiliar que llega al serpentín precalentador del aire de combustión, el grado de precalentamiento del aire y la temperatura a la cual se enfría la corriente auxiliar pueden controlarse prácticamente a voluntad. El fabricante del horno puede obtener el rendimiento máximo de cualquier horno, particularmente cuando los parámetros de suministro de calor, combustible u otros parámetros de diseño no corresponden a sus previsiones originales. Los operarios de la planta tienen la posibilidad de efectuar reglajes. Igualmente, cuando se prevé la realización de modificaciones en la planta, se aprovechan todas las ventajas del presente invento.

Descripción de los Dibujos

Las ventajas mencionadas más arriba, así como otras podrán entenderse más claramente examinando los dibujos adjuntos que representan las temperaturas clave ($^{\circ}\text{F}$) en unos círculos y los caudales (libras/hora) en unos rectángulos y en los cuales:

La figura I es una representación idealizada de un calentador de tratamiento convencional, familiar a los técnicos en transferencia de calor. En el que las cifras comparativas de rendimiento térmico, absorción de calor y potencia calorífica aplicada a la entrada, son las siguientes:



Horno de tipo convencional

Rendimiento térmico 80%

Calor producido	874.875	(12.500.000)
Trabajo	699.000	(10.000.000)

5 La figura II ilustra un calentador en el cual se utiliza la totalidad de la corriente de tratamiento para el precalentamiento del aire. En el que las cifras comparativas de rendimiento térmico, absorción de calor y potencia calorífica aplicada a la entrada, son las siguientes:

10 Sistema de precalentamiento de la totalidad del aire de alimentación

Rendimiento térmico 77,0%

Calor producido	909.870	(13.000.000)
15 Trabajo	699.000	(10.000.000)

La figura III es una vista en alzado y en sección de un horno típico en el cual está utilizado el presente invento.

20 La figura IV representa un calentador de acuerdo con el invento, con una corriente auxiliar, utilizada para el precalentamiento del aire, y que está sometida a presión por medio de una bomba.

25 La figura V representa otra variante de realización de un calentador de acuerdo con el invento, en la cual se regula por medio de válvulas la corriente de tratamiento y la corriente auxiliar.

La figura VI representa otro modo de realización del invento, en el cual la corriente auxiliar



se une a la corriente de tratamiento después de que ambas corrientes han salido del calentador.

Las figuras VII-A y VII-B representan un horno en el cual más de una corriente está sometida a calentamiento y donde solamente una de las corrientes está sometida al calor radiante. En la figura VII-A no se utiliza precalentamiento de aire. En la figura VII-B una de las corrientes se utiliza para el precalentamiento del aire antes de su introducción en el serpentín de convección.

La figura VIII es comparable a la figura VII-B salvo que se eleva la temperatura de la corriente auxiliar antes de utilizarla para el precalentamiento del aire.

La figura IX representa el invento aplicado a un sistema economizador de corriente y enseña la adaptación del sistema al precalentamiento del aire.

La figura X se refiere a hornos de pirólisis o de reforming, en los cuales las corrientes de tratamiento pueden ser utilizadas para el precalentamiento del aire. Esto es posible debido a las particulares relaciones de transferencia de calor de estos modelos de horno.

Los varios ejemplos que se indican al final de esta memoria están relacionados con estas figuras y están destinados a ilustrar las diferencias entre ellas.



Descripción del Modo de Realización Preferido

El presente invento se aplica a una amplia variedad de hornos. A título ilustrativo, se representa en la Figura III un horno de refinería típico vertical cilíndrico. Aunque se representa aquí un modelo vertical cilíndrico, se observará que el invento se aplica también a hornos del tipo de mueble o cajón de una amplia variedad de tamaños y aplicaciones en las industrias de tratamiento.

La armadura 1 está soportada por el bastidor de acero 2 y contiene la sección radiante 3 y la sección de convección 4. La sección de convección 4 es típicamente un conjunto en forma de caja que está situado encima de la sección radiante. El serpentín radiante 6 puede ser calentado a partir de un lado o a partir de ambos lados. Se prevé generalmente una superficie amplia en el serpentín de convección 7 donde la temperatura de los gases es suficientemente baja. Los quemadores 8 queman combustible líquido con aire y los gases de combustión calientes penetran en la sección radiante 3 y salen por la sección de convección 4. Los gases de combustión calientes se recogen por medio de una campana 9 y se evacúan por la chimenea 11.

Como se ve en la figura I, se hace circular una o varias corrientes de tratamiento 12 en serie a través del serpentín de convección 7 y a continuación a través del serpentín radiante 6. Como se ha indica-



do ya, la condición límite para el rendimiento de estos calentadores es la temperatura de las corrientes de tratamiento entrantes. El nivel de temperatura de los gases de combustión que puede conseguirse en 13
5 está directamente relacionado con la temperatura de la corriente de tratamiento entrante. Esto se debe a que la corriente de tratamiento entrante puede enfriar solamente los gases de combustión hasta su propia temperatura.

10 Como se representa en la figura II, se ha intentado precalentar el aire de combustión utilizando la corriente de tratamiento entrante 12. A este efecto, se ha montado un serpentín de precalentamiento de aire 14 en el recinto 16. Este procedimiento
15 no ha sido satisfactorio porque se ha comprobado que la cantidad de calor tomada de la corriente de tratamiento 12 por el aire de combustión no reduce la temperatura de esta corriente de tratamiento en grado suficiente para obtener una reducción adecuada de la
20 temperatura de los gases de combustión en 13. Este sistema ha sido incapaz de recuperar en la sección de convección 4 el equivalente del calor transmitido al aire de combustión. Por tanto, aunque se haya precalentado el aire, el serpentín de convección 7 no pudo
25 recuperar el calor debido a que la temperatura de la corriente de tratamiento no había sido reducida suficientemente. Como puede verse, observando los datos comparativos reseñados en las figuras I y II,



el resultado neto del procedimiento que se acaba de describir ha sido que se ha obtenido aproximadamente el mismo resultado con precalentamiento de aire a partir de la corriente de tratamiento, necesitándose sin embargo una cantidad superior de combustible en lugar de una cantidad inferior.

El principio básico del invento consiste en utilizar solamente una parte de la corriente de tratamiento 12 o su equivalente para precalentar el aire de combustión. Esto se ilustra en la figura IV, en la cual la corriente auxiliar 17 se deriva de la corriente de tratamiento 12. La corriente auxiliar 17 se controla por medio de la válvula 18 y se somete a presión por medio de la bomba 19. Esta corriente auxiliar se hace circular en relación de intercambio térmico sin contacto con el aire de combustión 21 por medio del serpentín de precalentamiento de aire 14 y se recicla a continuación en el serpentín economizador de convección 22 para recuperar el calor de los gases de combustión antes de hacerla penetrar de nuevo en la corriente de tratamiento 12 en 23. La corriente de tratamiento 12 atraviesa el horno de la manera usual. Todo el calor cedido al aire de combustión en el serpentín precalentador de aire 14 (y más) puede ser recuperado en el serpentín de convección economizador 22 y la temperatura de los gases de combustión en 13 puede ser reducida de manera correspondiente, lo que permite obtener un mayor rendimiento térmico general de la uni-



dad.

Haciendo variar el caudal de la corriente auxiliar 17, es posible cambiar el grado de precalentamiento del aire así como la reducción de la temperatura de la corriente auxiliar 17, prácticamente a voluntad. La posibilidad de realizar estos reglajes tiene una importancia considerable para obtener el rendimiento máximo de cualquier horno dado, particularmente cuando el horno está sometido a fluctuaciones en sus parámetros de trabajo, condiciones ambientes u otros parámetros.

Pueden utilizarse varios modos de realización diferentes, desde el punto de vista del tratamiento, para controlar la circulación en la corriente de tratamiento 12 y en la corriente auxiliar 17. En el caso que se ilustra en la Figura IV, se eleva la presión de la corriente auxiliar 17 por medio de la bomba 19. La bomba se utiliza para superar la resistencia hidráulica presentada por el serpentín de precalentamiento de aire 14 y por el serpentín de convección 22 del economizador. Generalmente, se controla la corriente auxiliar por medio de la válvula 18 o de otro dispositivo adecuado. En la figura V se representa otra técnica de control de circulación. La bomba 19 de la figura IV se omite y las válvulas 18 y 24 se utilizan en la corriente auxiliar 17 y en la corriente de tratamiento 12, respectivamente.

Otra disposición posible suplementaria, que



se ilustra en la figura VI, consiste en reintroducir la corriente auxiliar 17 en la corriente de tratamiento 12 a la salida 26 del horno para que se integre a la circulación total. Evidentemente, en este modo de realización, el nivel de temperatura de la corriente de tratamiento 12 a la salida 26 del horno tendrá que ser elevado ligeramente para conseguir la temperatura de mezclado neta deseada. La ventaja de esta disposición consiste en una reducción de la pérdida de carga del fluido. La pérdida de carga en la corriente de tratamiento 12 es generalmente superior a la que se produce en la corriente auxiliar 17. Generalmente, no se necesita bomba en este modo de realización y en las instalaciones más típicas es necesaria solamente un dispositivo de control constituido por ejemplo por las válvulas 18 y 24, montadas en la corriente de tratamiento 12 y en la corriente auxiliar 17, respectivamente.

Es preciso tener en cuenta el hecho de que el serpentín de precalentamiento de aire 14 no necesita estar situado en una posición inmediatamente adyacente a los quemadores 8. Alguna forma de conducto puede ser aconsejable para la comodidad de la instalación. Además, los entendidos en diseño de hornos se darán cuenta que pueden utilizarse ventiladores para elevar la presión del aire de combustión, lo que permitirá reducir el tamaño del serpentín de precalentamiento de aire 14.



Los expertos en diseño de hornos observarán igualmente que unas variaciones de este invento pueden encontrar una aplicación en formas modificadas. Una variación importante consiste en un horno en el cual se calienta más de una corriente de tratamiento y una de estas corrientes puede actuar como corriente auxiliar 17.

Como se representa en la figura VII-B, no es esencial, de acuerdo con el presente invento, que la corriente de tratamiento 12 o la corriente auxiliar 17, o ambas corrientes estén sometidas a calor radiante. En el modo de realización de la figura VII-B que ha sido desarrollado a partir del dispositivo convencional de la figura VII-A, la corriente auxiliar 17 se calienta por medio de transferencia de calor, por convección tan solo. También se entenderá que este precalentamiento del aire podría adaptarse fácilmente a un horno en el cual el calentamiento se hace totalmente por convección.

Como se representa en la figura VIII, cuando la temperatura de entrada de la corriente auxiliar 17 es demasiado baja para obtener un precalentamiento eficaz del aire, es posible precalentar la corriente auxiliar 17 en un serpentín de convección 22 de economizador, de modo que esta corriente pueda ser utilizada para precalentar el aire en el serpentín 14 y de forma que pueda ser disponible para otro tratamiento reduciendo la temperatura de los gases de com-



bustión en 13, con el objeto de obtener un mayor rendimiento general del horno. Las funciones de calentamiento del agua de alimentación o de recalentamiento del vapor son ejemplos típicos de las aplicaciones
5 previstas en la figura VIII. En numerosas instalaciones típicas, estas funciones se superponen a un diseño básico del horno para mejorar el rendimiento, aunque frecuentemente se ha comprobado que el trabajo
que requiere estas funciones varía demasiado o es insuficiente para producir realmente la optimización
10 deseada. La diferencia entre el modo de realización que se representa en la figura VIII y un circuito cerrado de bombeo con fluido de transferencia de calor intermedio consiste en que la corriente auxiliar 17
15 de la figura VIII se evacua y que, por tanto, no llegan a amplificarse los desequilibrios eventuales.

En numerosas aplicaciones de horno, tales como la que se representa en la figura IX, se utiliza la generación de vapor para elevar el rendimiento
20 del horno. La cantidad de combustible quemado por estas unidades es, sin embargo, función del calor radiante suministrado y del rendimiento de radiación. La generación de vapor extrae simplemente una cantidad de calor más importante de cualquier cantidad de
25 combustible quemado. El precalentamiento del aire, por otra parte, que se hace extrayendo el calor de los gases de combustión en 22 para precalentar el aire de combustión en 14, reduce la cantidad de combustible



que ha de ser quemada. Frecuentemente, puede resultar ventajoso limitar la generación de vapor y aumentar el rendimiento del combustible, efectuando un precalentamiento del aire. En la variante del invento que se ilustra en la figura IX, se utiliza, para precalentar el aire de combustión, una corriente auxiliar de agua 17, a la temperatura de saturación.

Otra importante variante de este invento esta relacionada con calentadores en los cuales el caudal de circulación del fluido de tratamiento es pequeño con relación a la capacidad del horno. Típicamente, este es el caso en los hornos utilizados en un cierto número de conversiones endotérmicas industrialmente importantes, que se efectúan con caudales apreciables tan solo cuando se alcanzan temperaturas elevadas. Por ejemplo, la pirólisis con vapor de hidrocarburos vaporizados para producir olefinas se efectúa normalmente a temperaturas de 599°C a 871°C (1100 a 1600°F). El reforming catalítico en presencia de hidrógeno para mejorar el grado de octano se efectúa normalmente a temperaturas del orden de 482°C (900°F). En el caso del reforming catalítico de un hidrocarburo por medio de vapor, para producir hidrógeno y monóxido de carbono, se necesitan temperaturas muy superiores a 538°C (1000°F). Las cámaras radiantes de estas unidades tienen un rendimiento no superior al 40% y, por tanto, la obtención de valores de rendimiento general razonables consti-



tuye un problema de diseño extremadamente difícil. Si se utilizan turbinas accionadas por vapor en estas instalaciones, los serpentines de generación de vapor de grandes dimensiones deben situarse en las secciones de convección para mejorar el rendimiento general. En cualquier caso estas unidades tienen todavía una capacidad de sección de convección desaprovechada. En estos casos, según se ilustra en la figura X, la corriente de tratamiento, después de haber sido precalentada en la sección de convección, se utiliza para precalentar el aire de combustión en 14, y la corriente de tratamiento se calienta de nuevo en el serpentín de convección 7 antes de penetrar en el serpentín radiante 6. El inventor precisa que este procedimiento tiene un mérito importante, particularmente en las pequeñas unidades de reforming de hidrocarburo por medio de vapor o incluso en grandes unidades cuando no resulta práctica la utilización de un equipo auxiliar accionado por vapor.

Los siguientes ejemplos se refieren a las figuras de los dibujos adjuntos. En todos los casos, salvo el caso X, las condiciones de funcionamiento han sido las siguientes:

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

- 25 -Circulación de fluido de tratamiento principal..... 45.300 Kg/hora
(100.000 lib/hora)



	Calor específico.....	0,5 caloría/gramo x °C (0,5 B.t.u./libra x °F)
	Elevación de temperatura..	110°C (200°F)
	-Capacidad nominal de	
5	tratamiento principal.....	699.000 calorías/segundo (10.000.000 B.t.u./hora)
	-Aire de combustión.....	430,35 Kg/10 ⁶ x 1.054,35 julios a 0,25 caloría/ gramo x °C
10		(950 lib/MM B.t.u. a 0,25 B.t.u./libras x °F)
	-Gases de combustión.....	453 Kg/10 ⁶ x 1.054,35 julios a 0,275 caloría/gramo x °C (1000 lbs/MM B.t.u. a 0,275 B.t.u./libra x °F)
15		
	-Temperatura de la cámara de combustión.....	760°C (1400°F)
	-Temperatura de funciona- miento económico.....	Sección de convección 93°C (200°F)
20		Caja de vientos 37,8°C (100°F)
	-Corriente auxiliar.....	0,5 caloría/gramo x °C (0,5 B.t.u./libra x °F)
25	<u>Ejemplo I</u>	
	Absorción de calor de la corriente de trata- miento, calorías/se-	



	gundo (B.t.u./hora)	699.000	(10.000.000)
	Pérdidas térmicas del		
	horno	20.997	(300.000)
	Calor liberado	874.875	(12.500.000)
5	Rendimiento del com- bustible porcentaje	80,0	
	Absorción por convec- ción de la corriente de tratamiento	174.750	(2.500.000)
10	Absorción por radia- ción de la corriente de tratamiento	524.925	(7.500.000)

Ejemplo II

	Absorción de calor de		
15	la corriente de trata- miento	699.000	(10.000.000)
	Pérdida térmica del		
	horno	20.997	(300.000)
	Calor liberado	909.870	(13.000.000)
20	Rendimiento del combus- tible, porcentaje	77,0	
	Serpentín de precalen- tamiento del aire de combustión	69.990	(1.000.000)
25	Serpentín de convección	178.474	(2.550.000)
	Serpentín radiante	521.425	(7.450.000)

Ejemplos IV y V

Absorción de calor de



	la corriente de tratamiento	699.000	(10.000.000)
	Pérdidas térmicas del horno	20.997	(300.000)
5	Calor liberado	825.882	(11.800.000)
	Rendimiento del combustible, %	84,7	
	Serpentín de precalentamiento del aire de combustión	66.490	(950.000)
10	Serpentín de convección río abajo	66.490	(950.000)
	Serpentín de convección río arriba	158.177	(2.260.000)
15	Serpentín radiante	541.722	(7.740.000)

Ejemplo VI

	Absorción de calor de la corriente de tratamiento	699.000	(10.000.000)
20	Pérdidas térmicas del horno	20.997	(300.000)
	Calor liberado	825.882	(11.800.000)
	Rendimiento del combustible, %	84,7	
25	Serpentín de precalentamiento del aire de combustión	66.490	(950.000)
	Serpentín de convección		



	río abajo	66.490	(950.000)
	Serpentín de convección		
	río arriba	158.177	(2.260.000)
	Serpentín radiante	541.722	(7.740.000)
5.	<u>Ejemplo VII-A</u>		
	Absorción de calor de la corriente de tratamiento	699.000	(10.000.000)
	Absorción de calor de		
10	la corriente auxiliar	6.990	(100.000)
	Pérdidas térmicas del		
	horno	20.997	(300.000)
	Calor liberado	874.875	(12.500.000)
	Rendimiento del com-		
15	bustible, %	80,8	
	Absorción de calor por convección de la corriente de tratamiento	874.875	(2.500.000)
	Absorción de calor radiante de la corriente de tratamiento	524.925	(7.500.000)
	Absorción de calor por convección de la corriente auxiliar	6.990	(100.000)
25	<u>Ejemplo VII-B</u>		
	Absorción de calor de la corriente de tratamiento	699.000	(10.000.000)
	Absorción de calor (neta)		



	de la corriente auxi-		
	liar	6.990	(100.000)
	Pérdidas térmicas del		
	horno	20.997	(300.000)
5	Calor liberado	841.279	(12.020.000)
	Rendimiento del com-		
	bustible, %	83,9	
	Absorción de calor por		
	convección de la corrien-		
10	te de tratamiento	167.976	(2.400.000)
	Absorción de calor radian		
	te de la corriente de		
	tratamiento	531.924	(7.600.000)
	Serpentín de precalen-		
15	tamiento del aire de		
	combustión	27.996	(400.000)
	Absorción de calor por		
	convección de la co-		
	rriente auxiliar	34.995	(500.000)
20	<u>Ejemplo VIII</u>		
	Absorción de calor de		
	la corriente de trata-		
	miento	699.000	(10.000.000)
	Absorción de calor		
25	(neta) de la corriente		
	auxiliar	27.996	(400.000)
	Pérdidas térmicas del		
	horno	20.997	(300.000)



	Calor liberado	841.279	(12.020.000)
	Rendimiento del combustible, %	86,4	
5	Absorción de calor del primer serpentín de convección de la corriente auxiliar	27.996	(400.000)
10	Absorción de calor del serpentín de precalentamiento del aire de combustión	27.996	(400.000)
15	Absorción de calor del segundo serpentín de convección de la corriente auxiliar	27.996	(400.000)
	Absorción de calor de convección de la corriente de tratamiento	167.976	(2.400.000)
20	Absorción de calor radiante de la corriente de tratamiento	531.924	(7.600.000)
	<u>Ejemplo IX</u>		
	Absorción de calor de la corriente de tratamiento	699.000	(10.000.000)
25	Absorción de calor (neta) del serpentín de vapor	124.582	(1.780.000)
	Pérdidas térmicas del horno	23.096	(330.000)



	Calor liberado	1.031.652	(14.740.000)
	Rendimiento del combustible, %	80,0	
5	Absorción de calor del serpentín de precalentamiento del aire de combustión	83.288	(1.190.000)
10	Absorción de calor de generación de vapor por convección	207.870	(2.970.000)
	Absorción de calor radiante del vapor de tratamiento	699.000	(10.000.000)
	<u>Ejemplo X</u>		
15	Absorción de calor de la corriente de tratamiento	3.634.800	(52.000.000)
	Pérdidas térmicas del horno	139.980	(2.000.000)
20	Calor liberado	4.899.300	(70.000.000)
	Rendimiento del combustible, %	74,3	
25	Absorción de calor del primer serpentín de precalentamiento por convección	979.860	(14.000.000)
	Absorción de calor del serpentín de precalen-		



	tamiento del aire de		
	combustión	699.000	(10.000.000)
	Absorción de calor del		
	segundo serpentín de pre-		
5	calentamiento por convec-		
	ción	839.880	(12.000.000)
	Absorción de calor ra-		
	dianate	2.799.600	(40.000.000)
	Calor específico medio		
10	de la corriente de tra-		
	tamiento en la sección		
	de convección		(0,50)

Estos ejemplos tienen un carácter ilustrati-
 vo de las varias aplicaciones de la invención que se
 describe aquí. Con diferentes condiciones y/o modali-
 15 dades de diseño pueden conseguirse incrementos de ren-
 dimiento mucho más importantes, tanto en los mismos
 hornos como en la planta en general. Los ejemplos que
 anteceden no tienen ningún carácter limitativo.

20 Los expertos en diseño de hornos observarán
 que pueden efectuar importantes variaciones respecto
 a los modos de realización ilustrados sin alejarse del
 principio básico del invento, tal como se reseña en
 las reivindicaciones que siguen.



REIVINDICACIONES

1a.- Horno y procedimiento relacionado con este, que implica el precalentamiento del aire de combustión, en un horno para calentar un hidrocarburo fluido, que se caracteriza por incluir una sección radiante y una sección de convección con serpentines de transferencia del calor radiante y de convección sin contacto, y por lo menos un quemador que quema combustible líquido con aire de combustión, penetrando los gases de combustión calientes en la sección radiante y saliendo a continuación los gases de combustión a través de la sección de convección; un modo para calentar una corriente de hidrocarburos disponible a una temperatura elevada, y que incluye las operaciones que consisten en: dividir la corriente en una corriente de tratamiento y una corriente auxiliar, siendo la corriente de tratamiento más importante que la corriente auxiliar; hacer circular la corriente de tratamiento a través del serpentín radiante para captar el calor de los gases de combustión; hacer circular la corriente auxiliar en relación de intercambio térmico sin contacto con el aire de combustión para transmitir calor a este último, y, hacer circular la corriente auxiliar a través del serpentín de convección para captar calor a partir de los productos de combustión.

2a.- Horno y procedimiento relacionado con este, que implica el precalentamiento del aire de combus-



ción, según la reivindicación anterior, caracterizado porque se une la corriente auxiliar a la corriente de tratamiento para formar una corriente de producto.

3ª.- Horno y procedimiento relacionado con este,
5 que implica el precalentamiento del aire de combustión, según la reivindicación anterior, caracterizado además porque incluye las operaciones que consisten en: formar dos porciones del serpentín de convección de modo que la circulación se haga en paralelo la una
10 con relación a la otra, estando estas porciones constituidas por una porción río arriba y una porción río abajo, con relación a la circulación de los gases de combustión a través de la sección de convección; hacer circular la corriente de tratamiento a través de
15 la porción río arriba antes de que circule a través del serpentín radiante, y, hacer circular la corriente auxiliar a través de la porción río abajo para obtener la máxima captación de calor a partir de los gases de combustión.

20 4ª.- Horno y procedimiento relacionado con este, que implica el precalentamiento del aire de combustión, según la reivindicación anterior, caracterizado porque se une la corriente auxiliar a la corriente de tratamiento después de que la corriente de tratamiento
25 ha salido del serpentín radiante.

5ª.- Horno y procedimiento relacionado con este, que implica el precalentamiento del aire de combustión, en el que dentro de una posible alternativa, el



horno destinado a ser utilizado para una reacción endotérmica, a una temperatura relativamente elevada, de un hidrocarburo fluido, se caracteriza por incluir una sección radiante así como una sección de convección y que esta dotado de serpentines de transferencia de calor radiante y de convección sin contacto respectivamente, y por lo menos de un quemador que quema combustible líquido con aire de combustión, penetrando los gases de combustión calientes en la sección radiante y saliendo a continuación los gases de combustión a través de la sección de convección; un modo para precalentar el aire de combustión y que incluye las operaciones que consisten en: formar una corriente de tratamiento constituida por el hidrocarburo; hacer circular la corriente de tratamiento a través del serpentín de convección para la captación del calor; hacer circular la corriente de tratamiento en relación de intercambio térmico sin contacto con el aire de combustión, con el objeto de aportar calor a este último; hacer circular la corriente de tratamiento a través del serpentín radiante para que reaccione en él.

6a.- Horno y procedimiento relacionado con este, que implica el precalentamiento del aire de combustión, según la reivindicación anterior, caracterizado, además, porque se han previsto dos porciones del serpentín de convección, cada una con una circulación en paralelo respecto a la otra y que incluyen una porción



río arriba y una porción río abajo con relación a la
circulación de los gases de combustión a través de la
sección de convección; hacer circular la corriente de
tratamiento a través del serpentín río abajo; y reci-
5 clar la corriente de tratamiento de modo que circule
en el serpentín río arriba para efectuar una captación
de calor suplementaria a partir de los gases de com-
bustión.

7a.- Horno y procedimiento relacionado con este,
10 que implica el precalentamiento del aire de combus-
tión, en un horno para calentar un hidrocarburo flui-
do, que se caracteriza por incluir un quemador pre-
visto para quemar combustible líquido con aire de com-
bustión, para introducir gases de combustión calien-
15 tes en el horno, y que incluye un dispositivo de eva-
cuación para la salida de los gases de combustión a
partir del horno, así como unos primero y segundo ser-
pentines de transferencia de calor sin contacto, es-
tando el segundo serpentín situado en un punto adya-
20 cente al dispositivo de evacuación, que incluye ade-
más: medios para formar una corriente de tratamiento
constituida por hidrocarburo y una corriente auxiliar
de hidrocarburo, teniendo la corriente auxiliar una
temperatura sustancialmente superior a la temperatu-
25 ra ambiente; medios para hacer circular la corriente
de tratamiento a través del primer serpentín con el
objeto de captar calor a partir de los gases de com-
bustión; medios para hacer circular la corriente au-

Rg

POOR
QUALITY



xiliar en relación de intercambio térmico sin contacto con el aire de combustión para aportar calor a éste; y medios para hacer circular la corriente auxiliar a través del segundo serpentín para captar calor a partir de los gases de combustión.

5
8a.- Horno y procedimiento relacionado con este, que implica el precalentamiento del aire de combustión, según la reivindicación anterior, caracterizado porque incluye un dispositivo para unir la corriente
10 auxiliar con la corriente de tratamiento con el objeto de formar una corriente de producto.

9a.- Horno y procedimiento relacionado con este, que implica el precalentamiento del aire de combustión, en un horno para calentar un hidrocarburo fluido, que se caracteriza por incluir una sección radiante y una sección de convección con unos serpentines de transferencia de calor radiante y de convección sin contacto y que incluye además, por lo menos, un quemador previsto para quemar combustible líquido.
15 con aire de combustión para introducir gases de combustión calientes en la sección radiante, efectuándose a continuación la salida de los gases de combustión por la sección de convección, que incluye además: medios para dividir una corriente de hidrocarburo en
20 una corriente de tratamiento y en una corriente auxiliar, siendo la corriente de tratamiento más importante que la corriente auxiliar; medios para hacer circular la corriente de tratamiento a través del ser-

25




pentín radiante con el objeto de captar calor a partir de los gases de combustión; medios para hacer circular la corriente auxiliar en relación de intercambio térmico sin contacto con el aire de combustión para aportar calor a este último; y medios para hacer circular la corriente auxiliar a través del serpentín de convección para captar calor a partir de los productos de combustión.

10 10ª.- Horno y procedimiento relacionado con este, que implica el precalentamiento del aire de combustión, según la reivindicación anterior, caracterizado porque incluye un dispositivo para unir la corriente auxiliar con la corriente de tratamiento para formar una corriente de producto.

15 11ª.- Horno y procedimiento relacionado con este, que implica el precalentamiento del aire de combustión, según la reivindicación anterior, caracterizado porque el serpentín de convección incluye dos porciones en las cuales la circulación se hace en paralelo la una respecto a la otra y porque está constituido por una porción río arriba y una porción río abajo con relación a la circulación de los gases de combustión a través de la sección de convección; medios para hacer circular la corriente de tratamiento a través de la porción río arriba antes de su circulación a través del serpentín radiante; y medios para hacer circular la corriente auxiliar a través de la porción río abajo para obtener la máxima captación de calor a

25





partir de los gases de combustión.

La presente solicitud de registro de Patente de Invención, debe recaer sobre:

12ª.- HORNO Y PROCEDIMIENTO RELACIONADO CON ESTE,
5 QUE IMPLICA EL PRECALENTAMIENTO DEL AIRE DE COMBUSTION.
10 TION.

Todo ello según queda sustancialmente descrito en la presente memoria y reivindicaciones y representado por los adjuntos dibujos para los fines especificados.

Madrid, 3 NOV. 1977

El Agente Oficial
FERNANDO ALVAREZ

120

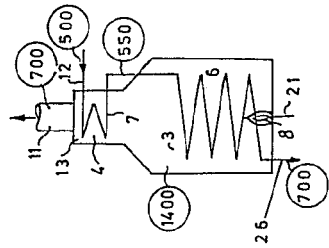
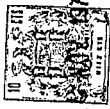


FIG. 1

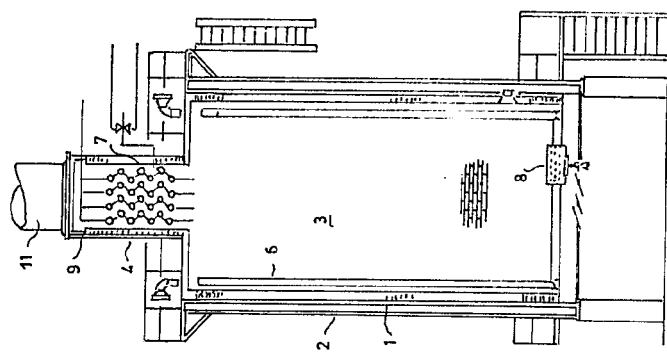


FIG. 3

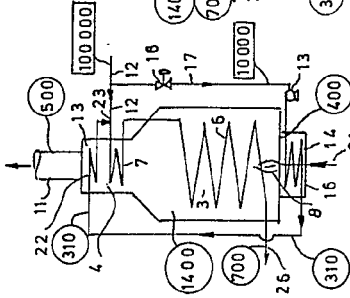


FIG. 4

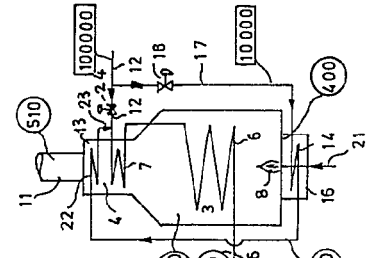


FIG. 5

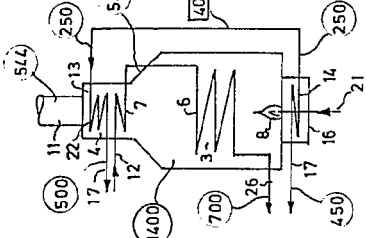


FIG. 7B

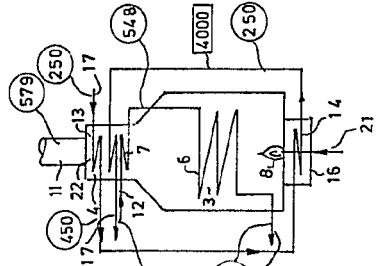


FIG. 8

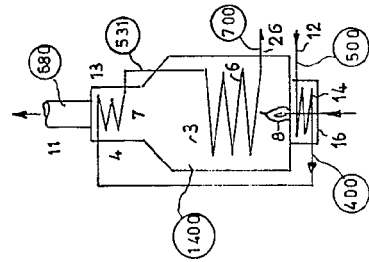


FIG. 2

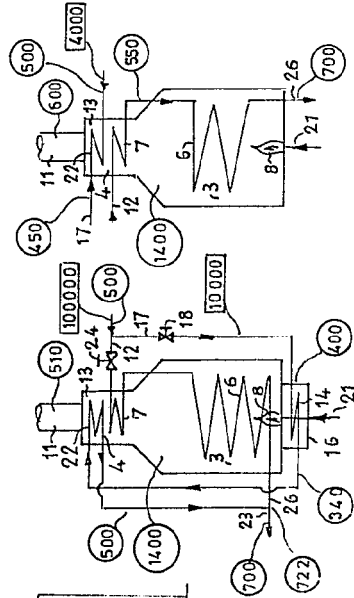


FIG. 6

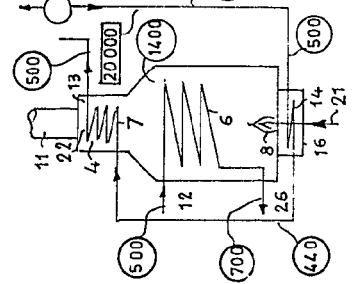


FIG. 7A

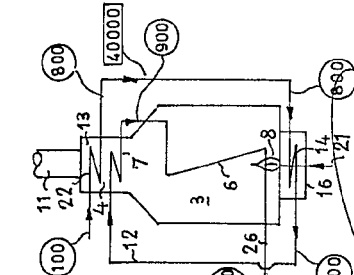


FIG. 9

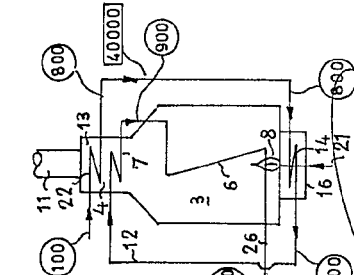


FIG. 10

MADRID 8 NOV. 1977
 El Agente Oficial
 [Signature]

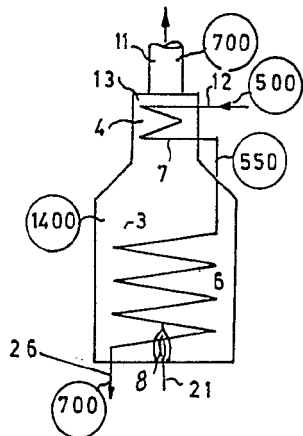
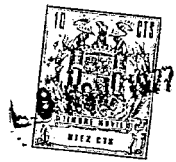


FIG. 1

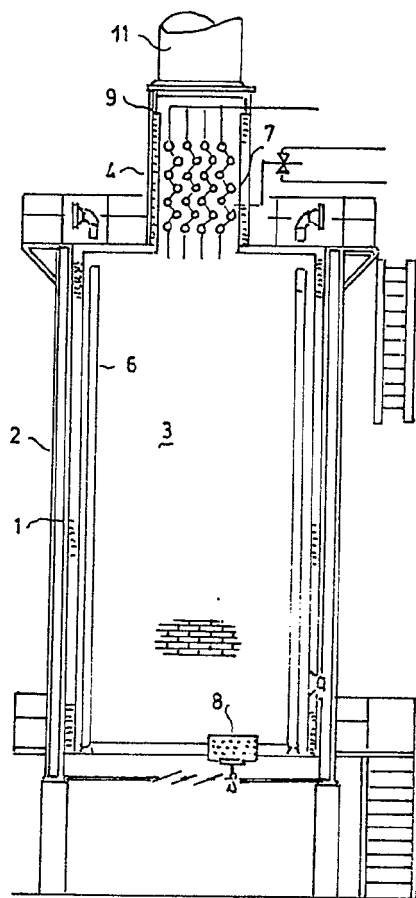
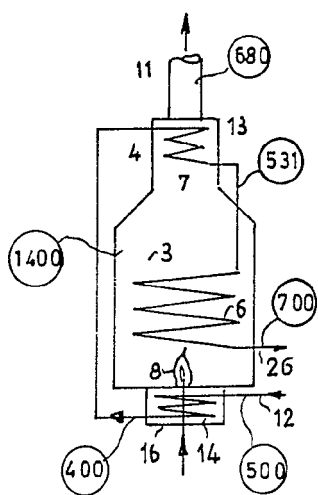


FIG. 2



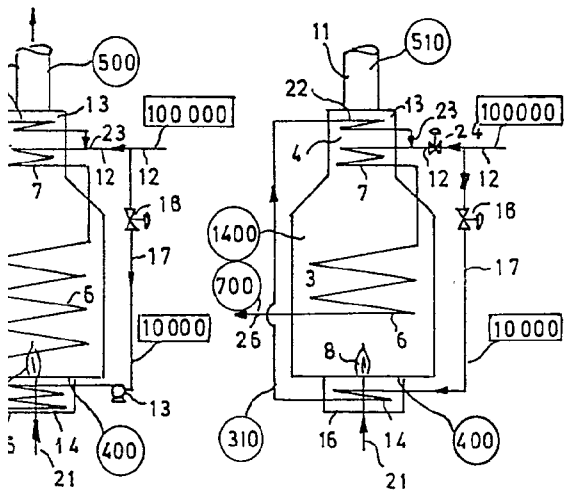


FIG. 4

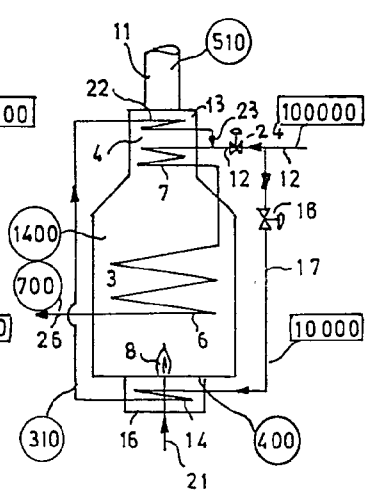


FIG. 5

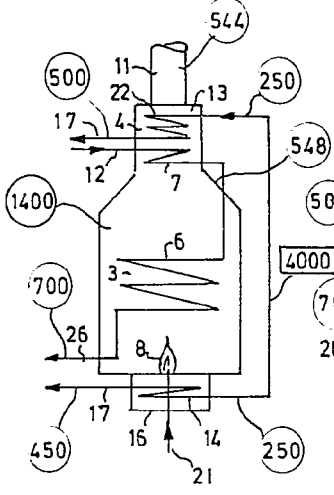


FIG. 7 B

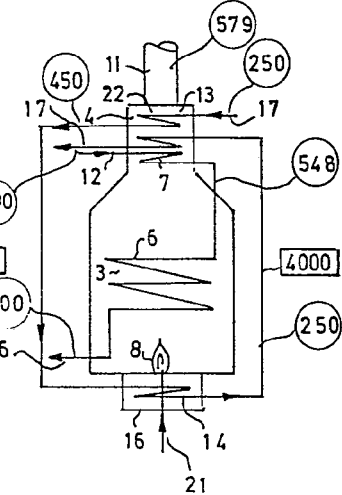


FIG. 8

FIG. 6

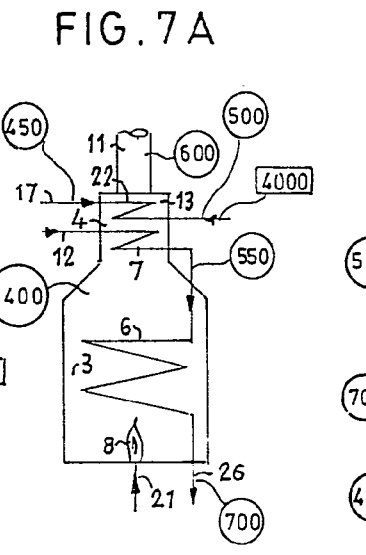


FIG. 7 A

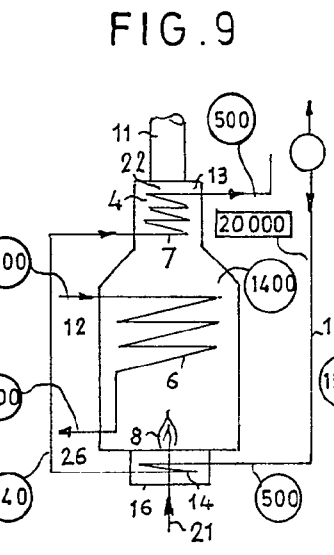


FIG. 9

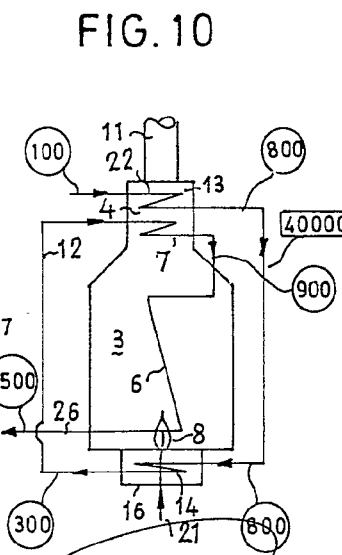


FIG. 10

MADRID 8 NOV. 1977
 El Agente Oficial
 [Signature]