

339398

PATENTE DE INVENCION  
=====

Ref: Your Case S&W-63 Spain.



*Memoria Descriptiva*

*sobre:*

"Procedimiento para convertir por pirolisis hidrocarburos en olefinas".

=====

*Solicitante:* STONE & WEBSTER ENGINEERING CORPORATION, entidad norteamericana, residente en 225 Franklin Street, Boston, Massachusetts, EE.UU. de A.

=====

El presente invento se refiere a un procedimiento para calentar un fluido a elevada temperatura, mantenerlo a elevada temperatura durante un corto periodo de tiempo y enfriar rápidamente dicho fluido.

5. El invento se refiere de una forma particular a



- 2 -  
339398

la realización de los procesos de conversión de hidrocarburo que comprenden las operaciones de calentar el hidrocarburo a una temperatura elevada, mantenerlo a temperatura elevada durante un corto periodo de tiempo de reacción y a una presión parcial baja y enfriar rápidamente el hidrocarburo a una temperatura por debajo de la temperatura a la que se ha llevado a cabo la conversión.

5. El invento se refiere de una manera específica a un procedimiento para el termofraccionamiento de hidrocarburos con el fin de obtener olefinas, cuyo procedimiento comprenda el termofraccionamiento a elevada temperatura y tiempo corto de permanencia, pequeña presión parcial del hidrocarburo y a una velocidad de masa relativamente alta.

10. De una forma más específica el invento se refiere a un procedimiento para la obtención de etileno partiendo de nafta de petróleo alimentada en alta producción con un elevado grado de selectividad.

15. El procedimiento del presente invento puede emplear un horno nuevo de reacción a temperatura elevada que contiene conductos relativamente cortos de pequeño diámetro para que se caliente el fluido.

20. El procedimiento del presente invento puede emplear un horno que comprenda una pluralidad de quemadores de calor radiante colocados, al menos, en las paredes del horno por lo que prácticamente todo el calor se proporciona por radiación a los conductos que contienen el fluido. Los conductos del horno son de longitud relativamente corta y pequeño diámetro.

25. El procedimiento del presente invento puede emplear un horno que comprenda una pluralidad de quemadores de calor radiante colocados, al menos, en las paredes del horno por lo que prácticamente todo el calor se proporciona por radiación a los conductos que contienen el fluido. Los conductos del horno son de longitud relativamente corta y pequeño diámetro.

30. El procedimiento del presente invento puede emplear un horno que comprenda una pluralidad de quemadores de calor radiante colocados, al menos, en las paredes del horno por lo que prácticamente todo el calor se proporciona por radiación a los conductos que contienen el fluido. Los conductos del horno son de longitud relativamente corta y pequeño diámetro.



339398

17 APR 1952

5. El invento puede emplear también un aparato que pueda enfriar rápidamente fluidos calientes. El aparato puede comprender un dispositivo mediante el cual el fluido caliente se pone en contacto con las superficies refrigeradoras que producen un rápido descenso en la temperatura del fluido caliente. El aparato refrigerador puede elegirse de forma que enfríe rápidamente gases calientes sin un cambio sensible de presión.

10. Una finalidad particular para la que se puede emplear el procedimiento del presente invento es la de realizar la pirolisis de hidrocarburo en condiciones de un corto período de permanencia, temperatura elevada y pequeña presión parcial del hidrocarburo que resulten selectivas para una gran producción de olefina, etileno en particular, y elevadas proporciones de producción de olefina con respecto a la producción de saturados, v.g.,  $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $C_2H_6$ , etc. El procedimiento y aparato de este invento pueden conseguir altas producciones de etileno partiendo de una gran variedad de cargas de hidrocarburo incluyendo etano y aceite crudo.

25. La mayoría de los hornos de tipo tradicional para el fraccionamiento del petróleo emplean largos conductos de diámetro relativamente grande para los fluidos que se calientan, dando por resultado un tiempo de permanencia largo y una gran caída de presión en el conducto.

30. Los hornos tubulares tradicionales empleados para fraccionar hidrocarburos y producir olefinas, aunque prácticos, no han conseguido las producciones máximas de olefinas a una elevada selectividad. Los hornos de tipo nor-

- 4 -  
339398<sup>17</sup>



mal tienen largos conductos que producen una gran caída de presión; la elevada presión resultante perjudica a la selectividad de los productos deseados.

5. Las temperaturas del gas efluente del horno de fraccionamiento son muy elevadas y a dichas temperaturas elevadas las reacciones de fraccionamiento se llevan a cabo a una gran velocidad. Con el fin de detener prácticamente las reacciones en el gas efluente y reducir al mínimo la producción de productos secundarios indeseables,
10. es necesario enfriar rápidamente el gas efluente después que sale del reactor a una temperatura que haga cesar prácticamente las reacciones.

15. Para enfriar los efluentes de gas de hidrocarburo a elevada temperatura procedentes de un proceso de fraccionamiento de hidrocarburo empleado para la producción de olefinas, la temperatura del dispositivo refrigerador debe ser lo suficientemente baja para enfriar los gases en la cantidad deseada y lo suficientemente alta para evitar la condensación en las superficies refrigeradoras de los subproductos de hidrocarburo que tengan un
20. punto de ebullición elevado.

25. El procedimiento del presente invento se refiere al termofraccionamiento de hidrocarburos. De una forma más particular, el procedimiento presente comprende la operación de calentar hidrocarburos a una temperatura elevada durante un corto periodo de permanencia mientras se mantiene una presión parcial baja en el reactivo y una velocidad de masa relativamente alta en la zona de la reacción y se efectúa una pequeña caída de presión por
30. la zona de la reacción. Según el presente invento, la

- 5 -  
339398<sup>17</sup>



- carga de hidrocarburo puede calentarse a una temperatura elevada, mantenerse a temperatura elevada durante un corto periodo de permanencia y convertirse de una forma selectiva en los productos deseados. El procedimiento
5. comprende también una etapa de enfriamiento rápido de los productos de reacción del gas caliente cuyo enfriamiento se lleva a cabo de forma que la conversión se de
10. tenga prácticamente después del tiempo deseado de permanencia. Un empleo particular que se puede dar al procedimiento descrito anteriormente es el del fraccionamiento de hidrocarburos a elevada temperatura para producir olefinas, etileno en particular y otros hidrocarburos no saturados.
15. En una forma de realización del presente invento se usa un horno de novedad para la realización del procedimiento. El horno puede emplearse para cualquier servicio deseado de calentamiento y en particular para realizar las reacciones de conversión química que necesitan elevadas temperaturas, un corto período de estancia y una
20. velocidad de masa relativamente alta. Un empleo particular que se puede dar al horno nuevo del presente invento es la realización a temperatura elevada del fraccionamiento usando una carga de hidrocarburos. La carga o material que se ha de calentar se encuentran contenidos en
25. los conductos o tubos en el horno y los tubos se calientan por calor radiante. Para obtener el calentamiento de los tubos necesario para llevar a cabo el presente invento, se coloca una pluralidad de quemadores de calor radiante en las paredes del horno. Utilizando una pluralidad
30. de quemadores de calor radiante, se puede tener un

339398



control exacto y estricto del calor mediante la simple regulación de la entrada de combustible a los quemadores radiantes.

- El horno del presente invento comprende una zona de precalentamiento por convección y una zona de conversión por radiación o zona de pirolización. En la zona de radiación los conductos o tubos que contienen el fluido que se ha de tratar son relativamente cortos, de pequeño diámetro y de diseño para baja caída de presión. Las condiciones específicas de funcionamiento dependen de las características de la carga y de los productos deseados. La longitud y diámetro interior de los conductos o serpentines en la sección de radiación se calculan de forma que proporcionen el tiempo deseado de permanencia y caída de presión. Los serpentines pueden colocarse en sentido vertical u horizontal dentro de la cámara de combustión, con dos o más tubos conectados en serie y curvados para formar un serpentín. Dos o más de dichos serpentines pueden formar un conjunto de serpentín. Los tubos se colocan en el horno en un plano o planos generalmente paralelos a los dos lados del horno que se hallan frente a los mismos, en cuyas paredes se coloca una serie de quemadores. Cada conjunto de serpentines puede tener su propia zona de precalentamiento por convección y su propia zona de enfriamiento.

- La zona de refrigeración se halla situada junto a la salida de los productos de reacción del horno y produce un enfriamiento rápido del efluente de la temperatura de reacción a la temperatura a la que prácticamente se detiene la reacción. El efluente enfriado de

339<sup>-7</sup>398<sup>7</sup>



esta manera puede ser enfriado adicionalmente por un cambiador de calor de tipo corriente.

El aparato refrigerador y el procedimiento de enfriamiento del presente invento representan una parte importante del proceso general de elaboración. No obstante, el concepto empleado se puede utilizar también fácilmente a otros procesos de enfriamiento de corrientes de productos calientes, para la recuperación de calor y/o para calentar fluidos. El dispositivo y procedimiento de enfriamiento pueden emplearse para enfriar rápidamente productos gaseosos calientes procedentes de otros procesos de fraccionamiento. El aparato refrigerador proporciona un enfriamiento directo sobre superficies. El aparato es de diseño simple y fácil de manejar. Dicho aparato puede tener cualquier tamaño y normalmente se diseña para que preste un servicio específico. El aparato se puede colocar en sentido horizontal o vertical. La unidad de enfriamiento enfría rápidamente fluidos calientes sin cambiar sensiblemente la presión del fluido. O sea, la presión del fluido enfriado en la salida de la unidad de enfriamiento es sensiblemente igual a la presión en la entrada. El material a enfriar puede ser de flujo ascendente o descendente. El funcionamiento puede realizarse de forma que la velocidad de circulación del refrigerante pueda ser autorregulada y, dentro de ciertos límites, regularse a la carga caliente. Como variante, la velocidad de circulación del refrigerante puede regularse mediante dispositivos auxiliares apropiados de bombeo.

En una modalidad del invento el aparato refrigerador consiste esencialmente en tres tubos concéntricos, cu

339398

17 ABR. 1961



- yas paredes forman dos cámaras anulares y una cámara cen-  
tral. El fluido refrigerador puede alimentarse en la par-  
te superior de la unidad y fluir a la cámara central. La  
cámara central en el extremo opuesto a la entrada se ha-  
5. lla en comunicación con la primera cámara anular. El flui-  
do refrigerador puede fluir en sentido descendente en la  
cámara central y en sentido ascendente en la primera cáma-  
ra anular y salir por una abertura en la parte superior o  
cerca de la parte superior de la primera cámara anular.
10. La pared exterior del segundo tubo concéntrico forma una  
superficie de enfriamiento. El material gaseoso caliente  
que se ha de enfriar puede penetrar por la parte inferior  
del dispositivo refrigerador por una abertura practicada  
en el tercer tubo concéntrico y ascender por la segunda  
15. cámara anular y enfriarse por contacto directo con la su-  
perficie de enfriamiento. El material enfriado puede sa-  
lir del dispositivo refrigerador por una boca de salida si-  
tuada en la parte superior o cerca de la parte superior de  
la segunda cámara anular.
20. El horno descrito puede usarse para otros procesos  
de elaboración o tratamiento distintos a los de fraccio-  
namiento de hidrocarburos para obtener olefinas. Se pue-  
den emplear otros dispositivos de enfriamiento distintos  
al descrito. Aunque el dispositivo de enfriamiento tiene  
25. una aplicación específica al enfriamiento rápido de gas  
efluente caliente procedente de hornos de pirolización  
del hidrocarburo, el dispositivo refrigerador puede usarse,  
naturalmente, para otros tipos de servicio de enfriamien-  
to. El dispositivo refrigerador descrito, no obstante,  
30. se usa con preferencia para el enfriamiento rápido de ga-

339398 17 ABN



ses calientes del producto de la reacción, según el presente invento.

El invento se comprenderá mejor y sus principios se harán más evidentes mediante la descripción siguiente y tomando como referencia los planos adjuntos, en los que:

5. La Figura 1 es una vista lateral de un horno de calentamiento construido de acuerdo con el presente invento con una parte de la pared lateral seccionada, para ilustrar la construcción interior del horno.

10. La Figura 2 es una vista de frente del horno con una parte de la pared del extremo seccionada para ilustrar el corte tomado a lo largo de la línea A-A.

15. La Figura 3 es una vista lateral de una modalidad del aparato refrigerador.

La Figura 4 es un corte del aparato refrigerador de la Figura 3 tomado a lo largo de la línea B-B y que representa un corte transversal de los tubos concéntricos y tubos de enfriamiento.

20. La Figura 5 es una vista lateral de otra modalidad del aparato de enfriamiento.

25. La Figura 6 es un corte del aparato de enfriamiento de la Figura 5 tomado a lo largo de la línea C-C, que representa los tubos concéntricos y aletas de refrigeración.

La Figura 7 es un esquema de flujo que representa una modalidad del proceso general y el flujo de varias corrientes del proceso de tratamiento.

30. El procedimiento y aparato del presente invento puede utilizar como carga un material elegido de manera

339398



que de como resultado productos químicos específicos.

Los hidrocarburos son materiales de carga apropiados que se calientan para su termofraccionamiento.

5. Las cargas que pueden someterse al tratamiento comprenden: etano, propileno, propano, butano, pentano y las mezclas de los siguientes: nafta, gasoil y aceite crudo.

10. Un uso particular al que se pueden destinar el procedimiento y aparato de este invento es el de piezo pirolizar fracciones del petróleo cuya temperatura de ebullición se halle comprendida entre  $26,6$  y  $398,8^{\circ}\text{C}$  para producir olefinas.

15. Las cargas preferidas son las fracciones de nafta del petróleo que tienen temperaturas iniciales de ebullición del orden de  $32,1$  a  $65,5^{\circ}\text{C}$  y temperaturas finales de ebullición del orden de  $104,5$  a  $204,4^{\circ}\text{C}$ . La carga se piroliza de una forma selectiva para producir olefinas, particularmente etileno, con gran producción.

20. En el termofraccionamiento de hidrocarburos para la obtención de olefinas se añade normalmente vapor a la carga. El aparato refrigerador puede emplear cualquier fluido refrigerante deseado. El fluido refrigerante puede consistir en un líquido que, al calentarse, se vaporice parcial o totalmente. Los fluidos refrigeradores preferidos son los líquidos. Se pueden citar como líquidos apropiados: Dowtherm, Aroclors, etc., y agua.

25. El líquido preferido es el agua. En la modalidad presente se usa el aparato refrigerador para producir vapor a temperatura y presión elevadas. La energía calorífica recuperada en el enfriamiento se puede usar para ge-

30.

339398



nerar fuerza o para diversos usos de calentamiento, como puede ser el de calefacción.

Se ha descubierto que cuando el fraccionamiento se realiza con un pequeño tiempo de residencia y temperatura elevada y con una presión relativamente baja del hidrocarburo, se mejora la producción de olefinas y etileno en particular. Con el aumento de producción de etileno y otros compuestos no saturados como son los acetilenos y butadienos disminuyen las producciones de compuestos saturados como son el hidrógeno, metano y etano.

En el procedimiento del presente invento la temperatura del reactivo se eleva de una forma continua desde la entrada del serpentín de reacción, v.g., en la sección de radiación del horno, hasta la salida del serpentín de reacción. El aumento de temperatura es más rápido al principio mientras los reactivos se calientan al nivel de temperatura en el que la proporción de reacción se hace sustancial y después va aumentando menos paulatinamente a lo largo del resto de la zona de la reacción debido a la naturaleza endotérmica de las reacciones de pirolisis.

La temperatura del reactivo en la entrada de la zona de la reacción puede ser de aproximadamente 593 a 648°C y elevarse hasta un valor de aproximadamente 815 a 899°C a la salida. El tiempo de residencia citado es el tiempo de residencia de los reactivos en la zona de reacción.

El procedimiento del presente invento puede realizarse para obtener conversiones químicas selectivas de hidrocarburos específicos. La carga de hidrocarburo puede

33939<sup>12</sup>8



- hallarse en fase líquida o de vapor o en fase líquida y de vapor mezcladas. El hidrocarburo se halla normalmente en fase de vapor en la zona de la reacción. La carga se calentará previamente de una forma general en
5. la zona de precalentamiento de aproximadamente la temperatura ambiente, v.g., 21 a 26°C a una temperatura inferior a la temperatura en la que tiene lugar la reacción, v.g., 593 a 648°C. Durante la etapa de precalentamiento, dependiendo del margen de temperaturas de ebullición de la carga, la carga se puede vaporizar total
10. o parcialmente. En los procesos en que se usa vapor éste se añade a la carga antes de que ésta se introduzca en la zona de la reacción. Por ejemplo, se puede añadir el vapor en ciertos puntos de la sección de precalentamiento en los que la carga se haya vaporizado en un 70 a un
15. 90%. Cuando el vapor se añade de esta forma, actúa de forma que vaporiza completamente la carga reduciendo la presión parcial del hidrocarburo. El vapor actúa también de forma que se mantenga una presión parcial baja del hidrocarburo en la zona de la reacción.
20. El procedimiento del invento tiene una aplicación particular para la pirolisis de fracciones de nafta del petróleo en un reactor de horno que contenga una sección de calentamiento por convección y una sección de reacción por calor radiado. La temperatura de entrada a
25. la sección de calor por radiación puede ser del orden de 593°C a 648°C y la temperatura en la salida de la sección de calentamiento por radiación se hallará comprendida entre 815 y 898°C. La velocidad de alimentación será
30. la necesaria para que la velocidad de paso de la carga

339398

57



- por los serpentines de irradiación en el horno pueda ser del orden de 73,23 a 170,88 kilogramos por segundo por metro cuadrado del área de corte transversal, preferiblemente de 57,67 a 126,94 kilogramos por segundo, por metro cuadrado, y específicamente de 97,64 a 117,18 kilogramos, por segundo, por metro cuadrado del área de corte transversal del tubo de la reacción. Cuando se usa vapor la velocidad de paso se basa en el flujo total de vapor de agua e hidrocarburos.
- 5.
10. En los procesos de termofraccionamiento de hidrocarburos, a cualquier condiciones específicas de velocidad de carga del hidrocarburo y presión parcial del mismo, a medida que se eleva la temperatura se alcanzan unas condiciones en las que tiene lugar la formación de
15. productos de coquización y/o formación de sedimentos en los conductos de la instalación a la salida del horno que exigen la frecuente descoquización y limpieza de la misma. Con los procedimientos de este invento que emplean un corto periodo de residencia, y elevada temperatura, se puede conseguir una mayor conversión que
20. con los procedimientos que emplean un tiempo más largo de residencia y una temperatura más baja, consiguiéndose mejorar con este invento las producciones de etileno y otros insaturados. La producción máxima de etileno
25. aumenta elevando el nivel de conversión y mejorando la selectividad a etileno.
- Además, se mejoran la selectividad y rendimiento o producción si se mantiene una presión parcial relativamente baja del hidrocarburo en la zona de reacción
30. o conversión. La presión parcial en la zona de la reac-

339398



ción está determinada por la presión total en la salida del horno, la cantidad de vapor en dilución con relación a la de hidrocarburo y la caída de presión en el serpentín de pirolisis.

5. Para una proporción específica de vapor de agua e hidrocarburo y una presión total específica en la salida del serpentín, la presión parcial del hidrocarburo efectiva por término medio en la zona de la reacción será menor en un serpentín que provoque una pequeña caída de presión que en un serpentín que implique una caída de presión elevada.

10. El presente invento proporciona un procedimiento y aparato que emplea serpentines de pirolisis relativamente cortos, una velocidad de paso relativamente elevada y una proporción de vapor en dilución relativamente pequeña, consiguiéndose una baja presión parcial del hidrocarburo en la zona de la reacción.

15. Cuando se ha de realizar un proceso de fraccionamiento de un hidrocarburo como, por ejemplo, para la producción de etileno, la carga de hidrocarburo puede diluirse con vapor en una proporción de peso entre el vapor y la carga de 0,1 a 2,0 preferiblemente de 0,3 a 1,0 y específicamente de 0,4 a 0,8.

20. El tiempo de residencia de la carga en la sección de radiación del serpentín de pirolisis puede ser de 0,10 a 0,50 segundos, preferiblemente de 0,15 a 0,40 segundos y específicamente de 0,20 a 0,40 segundos. A las elevadas temperaturas empleadas, las reacciones de fraccionamiento tienen lugar muy rápidamente. Con el fin de evitar la producción de grandes cantidades de
- 25.
- 30.

339<sup>15</sup>398



1957

- subproductos no deseados y con el fin de evitar una seria deposición de productos coquizados, es necesario enfriar rápidamente los gases del producto efluente de la temperatura de la salida de la zona de radiación
5. de 815-898°C a una temperatura en la que prácticamente se detengan las reacciones de fraccionamiento. Esto se puede conseguir enfriando rápidamente el producto en un cambiador de calor apropiado unos 55,5°C a 333°C, o sea hasta alcanzar una temperatura de unos 537 a 760°C.
10. La etapa de enfriamiento se realiza muy rápidamente después que el efluente ha abandonado la sección de radiación del horno en aproximadamente 1 a 30 milisegundos, preferiblemente de 5 a 20 milisegundos y específicamente en unos 5 a 15 milisegundos. La etapa de enfriamiento
15. rápido tiene una gran importancia en el proceso de temperatura elevada y corta residencia de fraccionamiento de hidrocarburos para la producción de olefinas. Se ha descubierto que si la etapa de enfriamiento dura sensiblemente más de unos 30 milisegundos, pueden formarse
20. depósitos sustanciales de productos coquizados en los pasajes interiores de la unidad de enfriamiento y en la instalación que sigue a dicha zona de enfriamiento.

- El nuevo horno de este invento puede emplearse para cualquier tipo de calentamiento de un fluido a elevada temperatura, para mantener el fluido a temperatura elevada durante un corto espacio de residencia y a una
25. velocidad de paso relativamente alta. El horno comprende una sección de calor por radiación que contiene quemadores radiantes que proporcionan una elevada temperatura sobre la superficie que se ha de calentar a un flujo
- 30.

- 16 -  
339398



de calor medio elevado de  $5,46 \cdot 10^4$  a  $9,55 \cdot 10^4$  cal/hr/m<sup>2</sup> y, preferiblemente de  $6,00 \cdot 10^4$  a  $7,64 \cdot 10^4$  cal/hr./m<sup>2</sup>.

- Con esto se consigue una temperatura máxima del tubo de hasta  $1.065,5^{\circ}\text{C}$ . La sección de radiación del horno
5. contiene serpentines o tubos que pueden tener una presión interior de 2,10 a 5,27 kgs/cm<sup>2</sup> (absolutos) en la entrada y una presión en la salida de 1,40 a 3,16 kgs/cm<sup>2</sup> y, preferiblemente, una presión de entrada de 2,81 a 3,51 kgs/cm<sup>2</sup> y una presión de salida de 1,75 a 2,46
10. kgs/cm<sup>2</sup>.
- La caída de presión por el serpentín es pequeña y puede ser del orden de 0,70 a 2,10 kgs/cm<sup>2</sup> y preferiblemente del orden de 0,70 a 1,40 kgs/cm<sup>2</sup>. Una de las ventajas del diseño del horno es que el fluido en los
15. conductos de calentamiento se mantiene a una presión relativamente baja durante el calentamiento. La presión parcial de salida del hidrocarburo puede ser de 0,35 a 1,40 kgs/cm<sup>2</sup> y preferiblemente de 0,70 a 1,05 kgs/cm<sup>2</sup>. Una presión preferida de la entrada del serpentín de
20. radiación es de aproximadamente 2,81 kgs/cm<sup>2</sup> con una presión en salida de aproximadamente 1,75 kgs/cm<sup>2</sup>. La presión parcial del hidrocarburo preferida en la salida puede ser de 0,91 a 0,98 kgs/cm<sup>2</sup>. Los conductos que con
25. tienen el fluido que se ha de calentar pueden tener una longitud de 18,28 metros a 64,00 metros, cada conducto puede contener de 2 a 8 tubos de 6,09 a 13,71 metros de longitud unidos por codos de  $180^{\circ}$  y los tubos pueden tener un diámetro interior de 50,8 a 76,2 mm. De preferen
30. cia, los conductos tienen una longitud de unos 27,43 a 45,72 metros, se componen de tres a cinco tubos de 9,14

339398

17



5. a 12,19 metros de longitud unidos por curvaturas de  $180^{\circ}$ , los cuales forman un serpentín que tiene un plano generalmente paralelo a las paredes del horno y quemadores. En una modalidad del invento, los serpentines tienen unos 27,43 metros de longitud y comprenden tres tubos de unos 9,14 metros unidos por curvaturas de  $180^{\circ}$ . De preferencia los tubos tienen unos 50,8 mm de diámetro interior.

10. El horno puede tener una fila sencilla o doble de tubos y los tubos pueden colocarse en sentido vertical u horizontal en el horno. No obstante, una modalidad de preferencia del invento utiliza una fila simple de tubos colocados verticalmente.

15. En un serpentín de pirolisis que exhiba una gran caída de presión, la presión total en el serpentín disminuye muy rápidamente en el extremo de salida del serpentín. Esto da por resultado un perfil de presión parcial en el serpentín que pasa por un máximo cerca de la salida del serpentín y la zona de alta conversión y esta presión parcial máxima del hidrocarburo es sensiblemente mayor que la presión parcial en la salida del serpentín. Así, en serpentines con una gran caída de presión, ocurre una presión parcial del hidrocarburo relativamente alta en aquella zona del serpentín en la que se necesita una presión parcial baja si se desea obtener

20.

25. la máxima selectividad y conversión a olefinas.

30. Según el presente invento, empleando un serpentín que exhiba unas características de baja caída de presión al par que funciona en las mismas condiciones de dilución de vapor de agua y presión en la salida del serpentín

339398



- que el serpentín de gran caída de presión, la presión parcial máxima tiene lugar normalmente en la salida del serpentín y no en el serpentín de pirolisis en la zona de alta conversión y en aquellos casos en que
5. ocurra un máximo en el serpentín, la presión parcial máxima no es sensiblemente mayor que la presión parcial en la salida del serpentín. Para obtener una alta selectividad a olefinas con una alta conversión se necesita una presión parcial del hidrocarburo relativamente
10. baja. La presión total en la salida del horno puede ser del orden de 1,75 a 2,10 kgs/cm<sup>2</sup>. Con una presión total a la salida del horno de 1,75 a 2,10 kgs/cm<sup>2</sup> (absolutos), la presión parcial del hidrocarburo en la salida estará determinada por la cantidad de
15. vapor en dilución empleado por unidad de cantidad de hidrocarburo y por el peso molecular del efluente hidrocarbúrico.

- La proporción en peso de vapor a hidrocarburo puede ser de 0,3 a 1,0 y, preferiblemente, de 0,5 aproximadamente. En un proceso de fraccionamiento de nafta
20. para la obtención de etileno, a una presión total en salida de aproximadamente 1,75 kgs/cm<sup>2</sup> y a una proporción en peso de vapor a hidrocarburo de 0,5, la presión parcial del hidrocarburo en la salida del serpentín será de aproximadamente 0,98 kgs/cm<sup>2</sup>.
- 25.

- Con la elevada temperatura y corto periodo de residencia empleados en el presente invento, es necesario enfriar rápidamente el efluente del horno lo suficientemente por debajo de la temperatura de reacción
30. para que se detenga prácticamente la reacción. Si no se

- 19 -  
339398



- hace esto, la reacción continúa después que el efluen-  
te haya salido de la zona de reacción y puede ocurrir  
la degradación del producto, reducción en la producción  
de etileno y un aumento de producción de aromáticos po-  
linucleares y/u otros compuestos poco volátiles. Dichos  
5. productos tienen la tendencia de producir deposición  
de productos coquizados en las paredes de la insta-  
lación que sigue a la de la reacción. A 871°C la ve-  
locidad de reacción es tan elevada que el tiempo de  
10. residencia en una zona de enfriamiento en periodos de  
tan solo unos 50 milisegundos hace que tenga lugar una  
cantidad notable de reacción. Por consiguiente, es im-  
portante enfriar inmediatamente el efluente y muy rápi-  
damente después que sale del horno a una temperatura  
15. con la que no ocurra prácticamente reacción deletérea,  
v.g., una temperatura por debajo de 593-760°C.

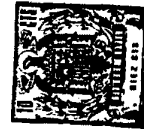
- El aparato comprende un dispositivo por el que el  
efluente del horno caliente se enfría en un pasaje anu-  
lar, siendo superficies cambiadoras de calor o bien una  
20. u otra o ambas superficies del pasaje anular. Este apa-  
rato de enfriamiento sirve en particular para enfriar  
rápidamente gas caliente con una pequeña disminución, o  
prácticamente nada de cambio, o un pequeño aumento en  
la presión del fluido bajo enfriamiento al par que ge-  
25. nera vapor de agua a alta presión de una forma económi-  
ca.

- El aparato de enfriamiento del presente invento  
proporciona un enfriamiento rápido de fluidos calientes  
por intercambio directo de calor sobre las superficies  
30. refrigeradoras. El cambiador de calor puede usarse para

- 20 -  
339398



- enfriar líquidos o gases y/o para recuperación de calor y generación de vapor. Con el fin de simplificar la explicación de las condiciones de funcionamiento del aparato, éste se describirá con relación al enfriamiento de un efluente hidrocarbúrico gaseoso procedente de un horno de pirolisis usando agua a alta presión como refrigerante. La temperatura del gas en la entrada de la unidad de enfriamiento puede ser de 732 a 898°C y se enfría rápidamente perdiendo de 55,5 a 333°C de temperatura. Los gases calientes se alimentan en la unidad de enfriamiento a una velocidad de 106,6 a 304,8 metros/segundo y preferiblemente de 152,4 a 274,3 metros/segundo. El flujo de calor en la entrada al aparato de enfriamiento puede ser de hasta  $21,8 \cdot 10^4$  cal/hr/m<sup>2</sup> y el aparato refrigerador puede tener un flujo de calor por término medio de unos  $10,9 \cdot 10^4$  cal/hr/m<sup>2</sup>. En el funcionamiento de la unidad, a las presiones indicadas a continuación, circulan de 10 a 15 kilos de agua por cada kilo de vapor producido. El diseño y funcionamiento de la unidad puede tener previsto que no haya una disminución sensible de presión entre la entrada de gas caliente y la salida de gas enfriado. La disminución de presión del fluido a enfriar puede mantenerse en 0,21 kgs/cm<sup>2</sup> y preferiblemente en menos de 0,07 kgs/cm<sup>2</sup>. El agua se introduce en la instalación a una presión de 70,30 kgs/cm<sup>2</sup> a 140,61 kgs/cm<sup>2</sup> y a una temperatura de aproximadamente 282 a unos 325°C y, preferiblemente, el agua de enfriamiento se introduce a una presión entre 105,4 kgs/cm<sup>2</sup> y 126,5 kgs/cm<sup>2</sup> y a una temperatura de aproximadamente 312°C a 326°C. En la modalidad del invento en la que la
- 5.
  - 10.
  - 15.
  - 20.
  - 25.
  - 30.



339398  
circulación del refrigerante se realiza por efecto de termosifón, la velocidad de circulación puede ser de autorregulación dentro de los límites de diseño y se ajusta de una forma automática según las variaciones necesarias de enfriamiento.

5.

Cuando se enfrían corrientes de hidrocarburo a temperatura elevada que contienen componentes de una temperatura de ebullición relativamente alta, es necesario mantener las superficies de enfriamiento a una temperatura lo suficientemente alta para evitar la condensación y deposición de componentes de temperatura elevada de ebullición sobre las superficies enfriadoras, pero también es necesario mantener dichas superficies lo suficientemente frías para llevar a cabo el enfriamiento rápido de la corriente efluente necesario.

10.

15.

Tomando como referencia las Figuras 1 y 2 de los dibujos se describe a continuación la modalidad de horno del invento. Las Figuras de los planos representan una forma de aparato calentador para el tratamiento térmico de materiales fluidos.

20.

El aparato comprende una caja que tiene un casco exterior 14 y una pared interior 16 que define una cámara de calentamiento 17 y que tiene tubos 3-6 formando un conjunto de serpentín situado en el centro de dicha cámara 17. Estos tubos reciben el material fluido precalentado que ha de reaccionar y forman serpentines que definen los caminos que recorre el fluido en su flujo.

25.

La pared del horno está compuesta de un casco exterior 14 un aislamiento de bloques intermedios 15 y una

30.

339398



pared interior compuesta de ladrillo refractario 16.

La pared interior 16 de la cámara 17 comprende un material refractario capaz de soportar el calor al que se tiene que ver sometido en la instalación particular.

5. La cámara 17 se halla prácticamente cerrada a excepción del pasaje 13 en su parte superior que forma una salida para los productos de combustión que salen de la cámara. El pasaje 13 contiene tubos de precalentamiento 7 que se ponen en comunicación con los tubos 3-6. Los tubos 7 comprenden la sección de calentamiento por convección del horno y recuperar el calor que se desperdiciaría de otro modo. El material fluido que se ha de calentar se introduce en la línea 1, que se halla en comunicación con los tubos 7, fluye a través de los tubos de precalentamiento 7, v.g., la sección de precalentamiento por convección, y pasa a la sección de calentamiento por radiación, penetrando en el colector distribuidor 2 y fluye a dicha sección de radiación.
- 10.
- 15.

20. El material fluido se precalienta de esa manera a una temperatura inmediatamente inferior a la deseada para el tratamiento o reacción del material.

25. En procesos de pirolisis de hidrocarburos se puede introducir vapor de agua en los tubos 7 por las líneas 54 y/o 55, véase la Figura 7, para ayudar a la vaporización de la carga y para regular la presión parcial del hidrocarburo en la sección de calentamiento por radiación.

30. Una pluralidad de quemadores de radiación 18 se hallan situados en las paredes de los costados opuestos de la cámara 17, cuyos quemadores se hallan colocados

3393987 ARR.



de forma que el calor radiante de los mismos se radie a los tubos 3-6.

5. Los quemadores 18 pueden abastecerse al modo tradicional con gas natural u otro gas combustible o combustible finamente dispersos a través de colectores de distribución, tubuladuras o tubos individuales a cada quemador, que no se ilustran en los planos.

10. La caja metálica o casco 14 forma una pared exterior del horno y toda la estructura se apoya en unas patas 22. Los miembros estructurales 20 y 21 comprenden un armazón de acero que sustenta a las paredes del horno.

15. El tipo particular de quemador por radiación y los detalles de su funcionamiento no son necesarios que se describan en la presente memoria puesto que son bien conocidos en la profesión y son de tipo tradicional. Se puede usar cualquier tipo de quemador de radiación que provea prácticamente todo el calor por radiación.

20. Los tubos 3a, b, y c, por ejemplo, se hallan colocados en sentido vertical dentro de la cámara de combustión 17. Los tubos tienen una longitud de unos 8,53 metros y se encuentran conectados en serie mediante dos curvaturas de  $180^{\circ}$  para formar un serpentín simple de unos 27,43 metros de longitud total. En la modalidad  
25. presente, el diámetro interior de los tubos puede ser de 50,8 mm. Los serpentines van sustentados por la parte superior y guiados en el fondo del horno de una forma normal. Los tubos de entrada de cada conjunto de serpentín, o sea 3a, 4a, 5a y 6a van unidos a un distribuidor de admisión de carga 2 en la parte superior de la  
30.

339398



cámara de combustión y los tubos de salida 3c, 4c, 5c y 6c se conectan a un distribuidor de salida del producto 11 en el fondo del horno.

5. El plano del conjunto de serpentín es generalmente paralelo y equidistante a los dos costados de la cámara de combustión en los que se hallan colocados los quemadores 18, vease la Figura 2.

10. Se pueden conectar cuatro serpentines, v.g., 3, 4, 5 y 6 a un colector distribuidor superior 2 y a un colector distribuidor inferior 11 y pueden comprender un conjunto de serpentín. Dependiendo de la cantidad de producto deseado, se puede diseñar un horno particular que puede comprender tantos conjuntos de serpentines como el mencionado como sean necesarios en un solo horno para obtener la capacidad deseada del horno.

15. Asimismo, un conjunto de serpentín puede comprender menos o más de cuatro serpentines. Un horno puede contener de 1 a 20 conjuntos de serpentines y, preferiblemente, de 4 a 10 conjuntos de serpentines.

20. Cada conjunto de serpentín puede estar provisto de su propio serpentín de precalentamiento y su propio aparato refrigerador para el enfriamiento rápido de los gases del producto efluente. Los gases de combustión de la sección de convección pasan a una chimenea o

25. pabellón que puede ser común a una o más secciones de convección. El aparato o unidad de enfriamiento debe estar montado inmediatamente después de la sección de radiación junto a los colectores de salida para proporcionar la rápida reducción de temperatura del gas

30. efluente procedente de la sección de radiación.

339398



La línea 12 se halla en comunicación con el dispositivo de enfriamiento y proporciona un dispositivo por el que los gases efluentes procedentes de la sección de radiación del horno son transportados al dispositivo refrigerador.

- 5.
- Una modalidad del presente invento comprende un dispositivo de novedad para enfriamiento o aparato refrigerador. El dispositivo de enfriamiento se halla colocado junto al colector distribuidor de salida de la corriente efluente caliente que se ha de enfriar y está diseñado para reducir rápidamente la temperatura de la corriente efluente caliente en una cantidad específica. El dispositivo refrigerador representa una parte importante del proceso en general. No obstante, el concepto o principios incorporados por el aparato refrigerador puede tener fácil aplicación para el enfriamiento de otros procesos de elaboración o tratamiento y/o para la recuperación de calor.

- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- A continuación se describe una modalidad de aparato refrigerador con relación a las Figuras 3 y 4 de los planos. Tomando como referencia la Figura 3 de los planos, el aparato refrigerador puede comprender tres cilindros concéntricos o tubos colocados en sentido vertical, de los que el cilindro exterior está provisto de una pluralidad de tubos separados por igual. Los gases calientes efluentes se introducen en el aparato refrigerador y se enfrían rápidamente por cambio directo de calor por contacto con dos superficies refrigeradoras.

- 30.
- El nuevo aparato refrigerador de este invento

339398



- proporciona un dispositivo para enfriar rápidamente el efluente del horno lo suficiente para detener prácticamente las reacciones para que el gas pueda conducirse a un cambiador de calor de tubos múltiples de tipo tradicional para la recuperación de calor. El aparato es
5. un cambiador de calor en el que se genera vapor a alta presión. Asimismo, el extremo de entrada del refrigerador está diseñado para disminuir gradualmente la velocidad del efluente del horno para que la altura dinámica o
10. energía cinética se convierta en presión estática. La recuperación de presión puede desplazar parcial o totalmente o más aún la caída de presión de fricción por el dispositivo dependiendo de las dimensiones específicas del aparato y las condiciones bajo las que funcione.
15. El enfriamiento rápido del gas se efectúa haciendo pasar al gas por un pasaje anular enfriado.
- El tubo concéntrico central 32 tiene una entrada 73 en su extremo superior. El segundo tubo concéntrico 34 en su extremo superior a corta distancia de la
20. boca de entrada 73 se curva y termina en la pared del tubo central 32. La pared exterior del tubo 32 y la pared interior del tubo 34 forman un espacio anular 33. El separador 48 mantiene al tubo 32 equidistante de la pared interior del tubo 34. El tubo 34 en su extremo
25. inferior forma una cámara redonda que termina en un miembro redondo extremo 37. El tercer tubo concéntrico 36 se extiende alrededor de la longitud del aparato y termina cerca de la parte superior del tubo 34. Por encima del punto en el que termina el tubo 36 el conducto
30. 74 se halla en comunicación con el espacio anular 33

- 27 -  
339398



a través de la abertura de salida 75. La pared interior del tubo 36 y la pared exterior del tubo 34 forman la segunda cámara anular 35. Cerca de la parte superior del pasaje anular 35 existe un aro deflector 46 que evita la acumulación de gases estáticos del producto en el extremo superior de la cámara anular. También cerca de la parte superior de la cámara anular 35 existe un dispositivo de conexión 44 que se halla en comunicación con el pasaje anular 35 a través de la abertura de salida 45. El aro deflector 46 y los separadores 47 mantienen al tubo concéntrico 34 en el centro de la cámara anular 35.

La pared exterior del tubo concéntrico 36 puede estar provista de una pluralidad de tubos separados por igual 61 que se conectan con la pared exterior 36. Estos tubos corren a lo largo de aproximadamente toda la longitud de la pared exterior 36 desde aproximadamente su parte más inferior 36 hasta el conducto 44. Los tubos 61 en los extremos superior e inferior se ensanchan hacia afuera mediante las partes curvadas 60 y 62, respectivamente y se ponen en comunicación con el torés 50 en su extremo superior y con el torés 49 en su extremo inferior. El torés 49 tiene un conducto de conexión 64 por el que pasa el fluido de refrigeración por la entrada 63 al torés 49 y fluye ascendiendo por los tubos 61. Los tubos 61 se hallan en comunicación con el torés superior 50 y el fluido refrigerante sale del torés 50 por la salida 66 y el conducto 65.

Una característica de importancia del aparato refrigerador es el morro cónico 38 que se halla acoplado

339398<sup>28</sup>



17 APR 1952

al miembro extremo 37 y converge en sentido descendente para formar el cono del morro. El tubo concéntrico 36 en una posición próxima al extremo de la parte recta del tubo concéntrico 34 se conifica hacia dentro en la dirección general del morro cónico 38 para formar la abertura de entrada 43. El área de corte transversal de la boca de entrada 43 es tal, que el pasaje anular 40 aumenta gradualmente en área de corte transversal desde la entrada 43 hasta el espacio anular formado por las paredes de los tubos 34 y 36.

El aparato refrigerador puede diseñarse y dársele las medidas necesarias para conseguir el grado de enfriamiento deseado. Un aparato apropiado para el procedimiento del presente invento puede tener una longitud general desde la boca de admisión del refrigerante 73 hasta la boca de admisión de gas efluente 43 de 6,09 a 7,31 metros. El diámetro interior del tercer tubo concéntrico puede ser de 203,2 a 254,0 mm. Los tubos 61 pueden tener un diámetro interior de aproximadamente 25,4 a 50,8 mm. El diámetro interior de los tores 49 y 50 puede ser de 76,2 a 101,6 mm. La cámara central formada por el tubo 32 puede tener un área de corte transversal de 45,16 cm<sup>2</sup>. La longitud de la cámara central puede ser de 5,48 a 6,09 metros. El área de corte transversal de la primera cámara anular 33 puede ser de aproximadamente 77,41 cm<sup>2</sup> y puede tener una longitud de aproximadamente 5,48 a 6,09 metros. El área de corte transversal de la segunda cámara anular 35 puede ser de unos 129,03 cm<sup>2</sup> y la cámara puede tener una longitud de aproximadamente 4,87 a 5,48 metros, excluyendo la sec-

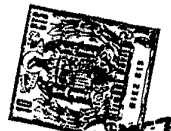
- 29 -  
339398



- ción de entrada o admisión. El área del corte transversal de la boca de admisión de gas 43 puede tener de 77,41 cm<sup>2</sup> a 83,87 cm<sup>2</sup>, aumentando gradualmente de área de sección transversal hasta aproximadamente 122,58 a
5. 129,03 cm<sup>2</sup> en la parte recta del tubo 34. El morro cónico 38 puede tener un ángulo en su vértice de aproximadamente 28 a 30°. El área total de la sección transversal de los tubos 61 puede ser de unos 64,51 a 70,96 cm<sup>2</sup>. El flujo total de refrigerante que pasa por los
10. tubos 61 y el primer pasaje anular 33 puede ser aproximadamente 10 veces mayor que el flujo de gases efluentes, basado en sus pesos.

- Los gases calientes a una velocidad de 213,3 a 243,8 metros/segundo penetran en el aparato refrigerador
15. por la boca de admisión 43 y pasan a la segunda cámara anular 35 donde se modera su velocidad a unos 121,9 a 152,4 metros/segundo y salen del aparato al final de la cámara por la boca de salida 45. El agua refrigerante se introduce por la entrada 73 y fluye en dirección descendente en la cámara central del tubo concéntrico 32 y
20. una mezcla de agua y vapor fluye en sentido ascendente en el primer pasaje anular 33 y sale cerca de la parte superior del primer pasaje anular por la abertura de salida 75. El agua refrigerante penetra en el torés del
25. fondo 49 por la boca de admisión 63 y asciende por los tubos 61 proporcionando un enfriamiento por contacto directo a los gases calientes efluentes del horno en la superficie de la pared interior del tubo 36. La superficie interior del tubo 36 y la superficie exterior del
30. tubo 34 proporcionan las dos superficies de enfriamiento

339398



17 ABR 1957

para los gases calientes.

La mezcla de vapor y agua asciende por los tubos 61 pasando al torés 50 y saliendo por la boca de salida 66.

5. El difusor de admisión o morro cónico 38 proporciona un aumento de área transversal en los gases que penetran por la boca de admisión 43 que aumenta gradualmente la presión de los gases calientes a medida que se reduce la velocidad del gas. El cono difusor
10. 38 asegura una distribución uniforme de gas entre las superficies refrigeradoras 36 y 34 sin que se produzcan corrientes turbulentas en el flujo del gas. Según el presente invento, el aumento de presión en el gas producido por el aumento gradual del área de corte transversal en la entrada compensa la parte sustancial de
15. pérdida de presión en el gas motivada por la fricción. La presión del gas enfriado, en la salida, será aproximadamente igual a la presión del gas caliente en la entrada. El pasaje 40 se diseña con unas dimensiones que
20. proporcionen un aumento gradual en el área de corte transversal por la que fluyen los gases calientes. El aumento gradual se consigue por la forma cónica del morro 38 y la pared convergente 39 del tubo 36.

25. El aumento gradual del área de corte transversal proporciona una disminución gradual de la velocidad del gas que va acompañada por un aumento en la presión del gas para conservar la energía total.

30. El ángulo del cono del morro 28 y del tubo entrante 39 se eligen de modo que el aumento del área de corte transversal del espacio anular formada entre el



339398

17 ABR. 1961

5. cono 38 y el tubo 39 por unidad de longitud sea igual al aumento en el área de corte transversal por unidad de longitud de un tubo cónico que tenga un ángulo de divergencia de 4 a 7°, v.g., 5°. El ángulo del cono 38 y el grado en el que la pared convergente 39 corresponde al ángulo del cono 38 proporcionan el aumento gradual necesario del área de corte transversal. El ángulo del morro cónico puede ser de 25 a 30 grados. El ángulo de la pared convergente 39 si se toma en un vértice puede ser de 20 a 25 grados. La longitud del cono 38 puede ser de 203,2 a 304,8 mm. La cámara de enfriamiento, que es la segunda cámara anular 35, tiene el mismo área de corte transversal en toda su longitud.
10. La Figura 4 representa un corte transversal del aparato refrigerador tomado a lo largo de la línea B-B de la Figura 3. La Figura 4 ilustra una sección extrema de tubos 61 y la forma de conectarlos por soldadura 70 a la pared exterior del tubo concéntrico 36. Se puede emplear un material termopermutador apropiado 71 para llenar el espacio comprendido entre los tubos 61 y para mejorar el intercambio de calor entre los gases calientes y el enfriador.
15. En las Figuras 5 y 6 de los planos se ilustra otra modalidad del aparato refrigerador. En esta modalidad el enfriamiento de los gases calientes se consigue principalmente mediante contacto directo con la pared exterior del tubo concéntrico 34. Con el fin de mejorar el intercambio de calor entre el tubo 34 y los gases calientes, el tubo 34 puede contener una pluralidad de aletas de refrigeración 56 que penetran en la zona de
- 20.
- 25.
- 30.

339<sup>32</sup>398



gases calientes en el espacio anular 35.

- A continuación se describe con relación a la Figura 7 de los planos una modalidad de preferencia del procedimiento del presente invento usando el horno reactor y la unidad de refrigeración. Se carga una
5. fracción de nafta de petróleo de una temperatura de ebullición del orden de 32,1°C a 190,5°C, por la línea 1 en la sección de precalentamiento por convección 7 donde se calienta de aproximadamente la temperatura ambiente a una temperatura de unos 537 a 593°C. Se introduce vapor en una proporción de vapor a hidrocarburo de aproximadamente 0,4 a 0,8 en peso en la sección de precalentamiento 7 en un punto en el que la carga de nafta se encuentra vaporizada en un 90% aproximadamente.
10. Entonces se alimenta la mezcla de vapor e hidrocarburo a unos 537 a 593°C de temperatura en las entradas de los serpentines 3-6. La carga se calienta en los serpentines de la temperatura de 537-593°C a una temperatura de aproximadamente 898°C a la salida del serpentín. En las condiciones citadas la presión parcial del hidrocarburo en la salida del serpentín es de aproximadamente 0,84 a 0,98 kgs/cm<sup>2</sup>. El tiempo de permanencia del fluido en la sección radiante del horno es de aproximadamente 0,20 a 0,25 segundos. La velocidad de paso del hidrocarburo y vapor de agua en los serpentines es de aproximadamente 57,67 kgs/seg./m<sup>2</sup> a 126,94 kgs/seg./m<sup>2</sup> de área transversal de serpentín. La presión en la entrada del serpentín de calentamiento por radiación es de aproximadamente 3,16 kgs/cm<sup>2</sup> (absolutos) y la presión a la salida del serpentín de los gases efluentes
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



- 33 -

339398

107

- es de aproximadamente  $1,75 \text{ kgs/cm}^2$ . Los gases efluentes calientes se alimentan por la línea 12 en el aparato refrigerador a una velocidad del gas de aproximadamente 243,8 metros/segundo. Los gases calientes se introducen en el refrigerador por la boca de admisión 43 a una temperatura de aproximadamente  $898^\circ\text{C}$ . Los gases enfriados se sacan del refrigerador por la boca de salida 45 que se comunica con la línea 107. Los gases se enfrían rápidamente en aproximadamente 10-20 milisegundos a una temperatura de aproximadamente  $648^\circ\text{C}$  a  $760^\circ\text{C}$  y se llevan a un dispositivo refrigerador de tipo tradicional para enfriar los de una forma adicional y a una instalación normal de separación de olefina para la separación y recuperación de etileno. La presión del gas en la línea 107 es de aproximadamente  $1,75 \text{ kgs/cm}^2$ .
- 5.
- 10.
- 15.

- La Figura 7 de los planos ilustra la modalidad de refrigerador de termosifón del presente invento. El agua refrigerante procedente del depósito de vapor 100 se introduce por la línea 103 y la línea 108 a una temperatura de aproximadamente  $315,5^\circ\text{C}$  y a una presión de aproximadamente  $112,49 \text{ kgs/cm}^2$ . El refrigerante fluye por la línea 108 al torés 49 y asciende en los tubos 61 en los que se convierte parcialmente en vapor. La mezcla de agua y vapor fluye en el torés 50 y regresa al depósito de vapor por las líneas 106 y 104. Una mezcla de agua y vapor procedente del primer pasaje anular 33 (vease la Figura 3) fluye fuera de la salida 75 penetrando en la línea 105 y 104 y regresa al depósito de vapor 100. Como el agua es más densa que la mezcla de agua y vapor, establece un flujo de termosifón de agua
- 20.
- 25.
- 30.



339398

5. refrigerante por el aparato refrigerador. Dentro de los límites de diseño el aparato refrigerador es de autorregulación y cuanto más elevada sea la temperatura y la velocidad de flujo de los gases en la unidad de refrigeración tanto más rápida será la velocidad de circulación del líquido refrigerante.

10. Se puede sacar vapor saturado a una temperatura de aproximadamente  $315,5^{\circ}\text{C}$  y a una presión de aproximadamente  $112,49 \text{ kgs/cm}^2$  del depósito de vapor 100 por la línea 101 y recuperarse la energía calorífica. El agua de alimentación de la caldera se carga en el depósito de vapor 100 por la línea 102.

15. El procedimiento y aparato del invento puede emplearse para otros procesos de elaboración o tratamientos conocidos. El horno y su procedimiento de utilización tienen muchas otras aplicaciones que resultan obvias para el calentamiento de fluidos y/o para llevar a cabo reacciones químicas específicas. El aparato refrigerador tiene asimismo muchos otros usos que resulta obvio mencionar como son los procesos de enfriamiento de corrientes, cambio de calor, y otros usos que se harán evidentes a los expertos en la memoria.

20. El invento se comprenderá mejor tomando como referencia los siguientes ejemplos que se realizan empleando el aparato y procedimiento ilustrado en las Figuras 1-4 de los planos adjuntos.

25. Ejemplo 1

30. Se emplea una fracción de nafta de petróleo derivada de un crudo de Kuwait y que tiene las características siguientes, con el fin de ilustrar el invento.



17 ABR. 1963  
339398 0,724

Peso específico

Temperatura de ebullición  
inicial °C de destilación  
de ASTM (Sociedad Americana  
para Pruebas de Mate-  
riales

43,2°C

Destilado 50 vol. %

249

Temperatura final de ebulli-  
ción

178,3°C

Composición por Tipo de Componente, Vol. Líquido

Parafinas

72,0

Olefinas

0,4

Naftenos

19,0

Aromáticos

8,6

- Se mezcla vapor con la carga de hidrocarburo en una proporción en peso de vapor a hidrocarburo de 0,7. La mezcla se calienta en la sección de precalentamiento a aproximadamente 593°C y se introduce en los serpentines de pirolisis a una presión de entrada de aproximadamente 2,81 kgs/cm<sup>2</sup>. Se cargan en el horno aproximadamente 456,79 kgs de carga de hidrocarburo por hora, por serpentín, o 1.839,18 kgs por hora, por conjunto de cuatro serpentines. En la sección radiante del horno la mezcla de vapor e hidrocarburo se calienta gradualmente de unos 593°C hasta una temperatura que alcanza a la salida del serpentín unos 885°C. La carga se termofracciona en el serpentín en un tiempo de permanencia de 0,23 segundos. La carga experimenta el termofraccionamiento en condiciones muy severas y a una presión parcial del hidrocarburo muy baja para producir etileno con un gran rendimiento. Tomando como base una sola pasada se obtiene
- 5.
- 10.
- 15.

339<sup>36</sup>398



- aproximadamente un 30 por ciento de producción de etileno en peso. La temperatura en la salida del serpen-  
tín de los gases efluentes es de aproximadamente 885°C  
con una presión en salida de aproximadamente 1,75 kgs/  
5. cm<sup>2</sup> y una presión parcial del hidrocarburo de aproxima-  
damente 0,84 kgs/cm<sup>2</sup>. Los gases efluentes se enfrían  
rápidamente de la temperatura de 885°C a unos 648°C en  
menos de 15 milisegundos. La presión en la salida del  
refrigerador del gas enfriado es de aproximadamente  
10. 1,68 kgs/cm<sup>2</sup>. Se hace circular agua con una temperatura  
en la entrada de unos 315,5°C y una presión de aproxima-  
damente 112,49 kgs/cm<sup>2</sup> en una proporción de refrigeran-  
te con respecto al gas caliente de aproximadamente 10 a  
1, basada en sus pesos. La temperatura de la mezcla de  
15. agua-vapor que sale del refrigerador es de aproximada-  
mente 315,5°C y se forma aproximadamente 1 kilo de va-  
por por cada 15 kilos de agua circulada.

La distribución del producto de los gases efluen-  
tes es la siguiente:

20.	Hidrocarburos efluentes del Horno, Peso % de Carga	
	Hidrógeno	1,1
	Metano	14,6
	Acetileno	1,0
	Etileno	29,5
	Etano	3,0
	Metil Acetileno y Propadieno	1,0
	Propileno	13,5
	Propano	0,3
	1, 3 Butadieno	4,3
	Butenos	3,7
	C <sub>5</sub> y más pesados	28,0

339398



El ejemplo anterior ilustra el uso del presente invento para la producción de etileno partiendo de una carga de nafta que contiene una cantidad sensible de parafinas.

5. Ejemplo 2

En otro ejemplo del invento se termofracciona una fracción de nafta derivada de un crudo de Nigeria para producir olefinas. La fracción tiene las características siguientes:

Peso específico	0,74
Temperatura de ebullición inicial °C de destilación, ASTM	46,1°
Destilado 50 vol %	239
Temperatura final de ebullición	177,7°

Composición por Tipo de Componente, Volúmen % Líquido

Parafinas	46,5
Olefinas	0,1
Naftenos	41,5
Aromáticos	11,9

10. Se mezcla vapor de agua con la carga de hidrocarburo en una proporción en peso de vapor a hidrocarburo de 0,5. Se calienta la mezcla en la sección de precalentamiento a unos 593° C y se introduce en los serpentines de pirolización a una presión en la entrada de aproximadamente 3,02 kgs/cm<sup>2</sup>. Se cargan en el
15. horno aproximadamente 520,95 kgs de carga de hidrocarburo por hora por serpentín o unos 2083,8 kgs por hora por conjunto de cuatro serpentines. En la sección de

33939817



- calentamiento por radiación del horno se calienta la mezcla de vapor e hidrocarburo desde aproximadamente 593°C a una temperatura que alcanza 897°C en la salida del serpentín. La carga se termofracciona en el
5. serpentín con un tiempo de permanencia de 0,25 segundos. La carga experimenta el termofraccionamiento en condiciones muy severas y a una presión parcial del hidrocarburo baja para producir etileno con gran rendimiento. Tomando como base una sola pasada se obtiene
10. aproximadamente un 24% de producción en peso. La temperatura a la salida del serpentín de los gases efluentes es de aproximadamente 897°C, con una presión en salida de aproximadamente 1,75 kgs/cm<sup>2</sup> y una presión parcial del hidrocarburo de aproximadamente 0,98 kgs/cm<sup>2</sup>. Los
15. gases efluentes se enfrían rápidamente de una temperatura de unos 897°C a unos 648,8°C en menos de 15 milisegundos. La presión a la salida del enfriador en el gas enfriado es de aproximadamente 1,68 kgs/cm<sup>2</sup>.

Las condiciones de funcionamiento de la unidad

20. de enfriamiento son aproximadamente las mismas que en el Ejemplo 1.

La distribución de productos en los gases efluentes es la siguiente:

Hidrocarburos Efluentes del Horno, Peso % de Carga

Hidrógeno	1,0
Metano	13,5
Acetileno	0,9
Etileno	24,0
Etano	2,5
Metil acetileno y propadieno	1,0

339398



Propileno	12,0
Propano	0,2
1, 3 Butadieno	4,0
Butenos	3,0
C <sub>5</sub> y mas pesados	37,9

5. Este ejemplo ilustra la conversión y distribución del producto obtenida de una carga de nafta que contiene una cantidad relativamente grande de naftenos comparada con la carga de nafta del Ejemplo 1 que contenía una cantidad relativamente grande de parafinas.

10. El horno de pirolisis empleado para ilustrar los ejemplos anteriores contiene serpentines de la sección de irradiación que tienen un diámetro interior de aproximadamente 50,8 mm. Cada serpentín comprende tres tubos de aproximadamente igual longitud unidos por dos curvaturas de 180° para formar un serpentín de aproximadamente 27,43 metros de longitud.

15. Se hará evidente a los expertos en la materia que se pueden realizar diversos cambios en el invento sin salirse de los principios y alcance del mismo y por consiguiente el invento no queda limitado a las modalidades ilustradas en los planos y descritas en la memoria, sino solamente en lo indicado en las reivindicaciones adjuntas.

20. NOTA

25. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas, son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fun-



damental. También se hace constar que el invento corresponde a una Solicitud de Patente presentada en Norteamérica, con fecha 13 de junio de 1966, No.

557.009; acogiéndose por lo tanto a los beneficios

5. que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre: "PROCEDIMIENTO PARA CONVERTIR POR PIROLISIS HIDROCARBUROS EN OLEFINAS"; caracterizándose por lo siguiente:
- 10.

1ª.- "Procedimiento para convertir por pirolisis hidrocarburos en olefinas", caracterizado porque comprende el alimentar dichos hidrocarburos en una zona de reacción, calentar dichos hidrocarburos en dicha zona de reacción a una temperatura elevada durante un corto espacio de permanencia mientras se mantiene una presión parcial baja del hidrocarburo y una velocidad de paso del reactivo relativamente alta.

15.

- 2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende el alimentar dichos hidrocarburos en una zona de reacción, calentar dichos hidrocarburos en dicha zona de reacción a una temperatura de salida del efluente gaseoso de aproximadamente 815,5°C a 898°C con un tiempo de permanencia de aproximadamente 0,10 a 0,50 segundos y se mantiene la presión parcial de salida del gas de dichos hidrocarburos a aproximadamente 0,35 a 1,40 kgs/cm<sup>2</sup> absolutos.
- 20.
- 25.

- 3ª.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque los gases de salida de la citada zona de reacción se enfrían rápidamente a una tempera-
- 30.

- 41 -  
339398



tura en la que prácticamente cesan las reacciones de conversión.

5. 4ª.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque dichos gases se mantienen en una velocidad de paso de aproximadamente 73,23 a 170,88 kgs/seg/m<sup>2</sup> de área de corte transversal.

10. 5ª.- Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque dichos hidrocarburos se diluyen con vapor de agua a una proporción de vapor a hidrocarburo del orden de 0,1 a 2,0.

15. 6ª.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque la dilución de vapor se realiza en una proporción de vapor a hidrocarburo de aproximadamente 0,4 a 0,8 y la presión parcial del hidrocarburo en la salida de gas es de aproximadamente 0,70 a 1,05 kgs/cm<sup>2</sup>.

20. 7ª.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende el diluir dichos hidrocarburos con vapor de agua en una proporción de vapor a hidrocarburo de aproximadamente 0,3 a 1,0; alimentar dichos hidrocarburos en una zona de reacción; calentar dichos hidrocarburos durante un tiempo de residencia de aproximadamente 0,20 a 0,40 segundos en dicha zona de reacción a una temperatura de salida del gas efluyente de aproximadamente 857°C a 885°C; mantener la presión parcial en la salida del gas, de los hidrocarburos efluentes, a aproximadamente 0,70 a 1,05 kgs/cm<sup>2</sup>, y enfriar rápidamente dicho efluente a una temperatura en la que prácticamente cese el termofraccionamiento.

25.

30.



8ª.- Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque dichos gases se mantienen a una velocidad de paso de aproximadamente 97,64 a 117,18 kgs/seg./m<sup>2</sup> de área de corte transversal.

5. 9ª.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende el diluir dichos hidrocarburos con vapor de agua en una proporción de vapor a hidrocarburo de aproximadamente 0,4 a 0,8; alimentar dichos hidrocarburos en una zona de reacción;
10. calentar dichos hidrocarburos en un tiempo de permanencia de aproximadamente 0,20 a 0,40 segundos en dicha zona de reacción a una temperatura de salida del gas efluente de aproximadamente 857°C a 885°C; mantener la presión parcial en la salida del gas, de los hidrocarburos efluentes, a aproximadamente 0,70 a 1,05 kgs/cm<sup>2</sup>,
15. manteniendo una velocidad de masa del gas de aproximadamente 97,64 a 117,18 kgs/seg./m<sup>2</sup> de área de corte transversal y enfriando rápidamente dicho efluente a una temperatura en la que prácticamente cese la termo fraccionación.
- 20.

10ª.- Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque dichos hidrocarburos comprenden una fracción de nafta de petróleo.

25. 11ª.- Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado porque dicho hidrocarburo comprende etano.

30. 12ª.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende las operaciones de: alimentar dichos hidrocarburos y vapor de agua en una corriente continua por conductos, cuyos conductos com



- prenden una zona de reacción; calentar dichos hidrocarburos y vapor en dichos conductos a una temperatura en el gas de salida de aproximadamente 815,5 a 898,8°C, disminuyendo la presión del citado gas a unos 0,70 kgs/cm<sup>2</sup>
5. a 2,10 kgs/cm<sup>2</sup> mientras dicho gas fluye por los citados conductos, teniendo dicho gas una velocidad de paso de aproximadamente 73,23 a 170,88 kgs/seg./m<sup>2</sup> de área de corte transversal y un tiempo de residencia en dichos conductos de 0,10 a 0,50 segundos.
10. 13ª.- Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado porque la presión de dicho gas disminuye a unos 0,70 a 1,05 kgs/cm<sup>2</sup> mientras el citado gas fluye por los referidos conductos, teniendo dicho gas una velocidad de masa de aproximadamente 97,64 a 117,18
15. kgs/seg/m<sup>2</sup> de área de corte transversal y un tiempo de residencia de 0,15 a 0,40 segundos.
20. 14ª.- Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado porque la presión parcial del hidrocarburo en la salida es de aproximadamente 0,70 a 1,05 kgs/cm<sup>2</sup> absolutos.
25. 15ª.- Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado porque la carga de hidrocarburo se diluye con vapor en una proporción de vapor a hidrocarburo de aproximadamente 0,4 a 0,8.
- 16ª.- "Procedimiento para convertir por pirolisis hidrocarburos en olefinas", tal y como queda sus-

17



330398

tancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los adjuntos dibujos.

Esta Memoria consta de 44 hojas escritas a máquina por una sola cara.

5.

Madrid

17 ABR. 1967

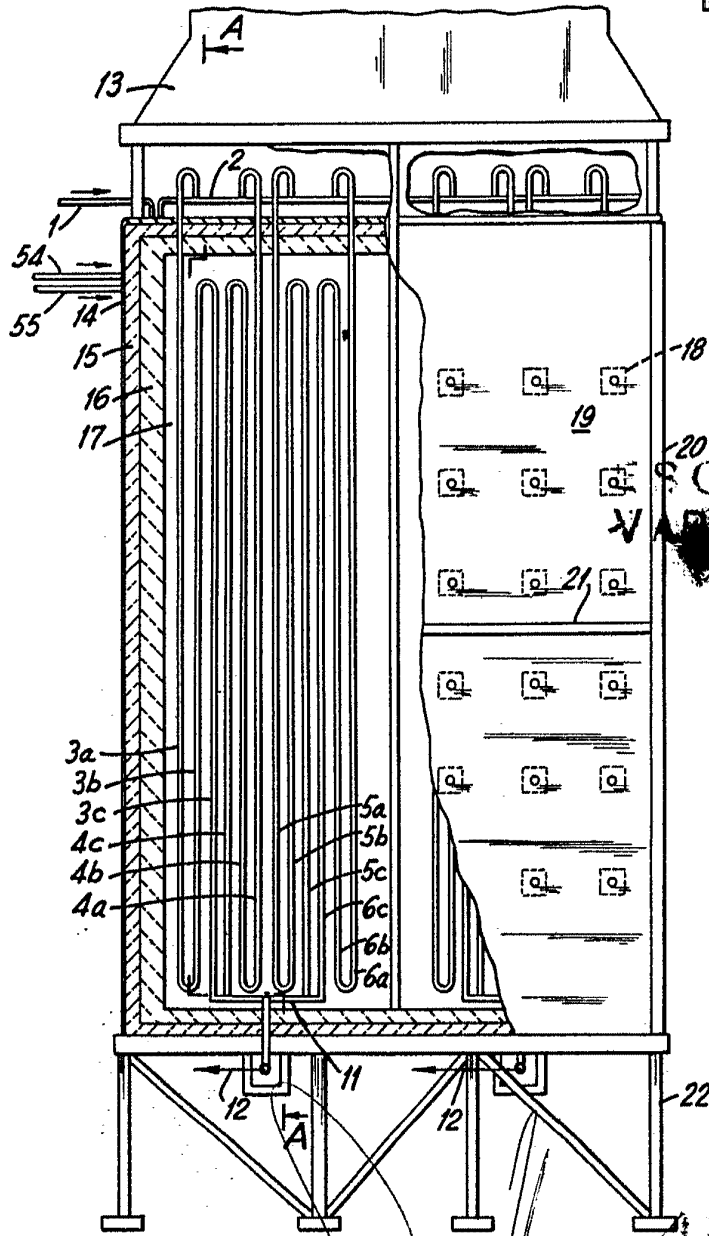
STONE & WEBSTER ENGINEERING CORPORATION

J. GOMEZ ACEBO Y MODEI  
P.º Firmado: F. Hernández Ruiz

339398



1967



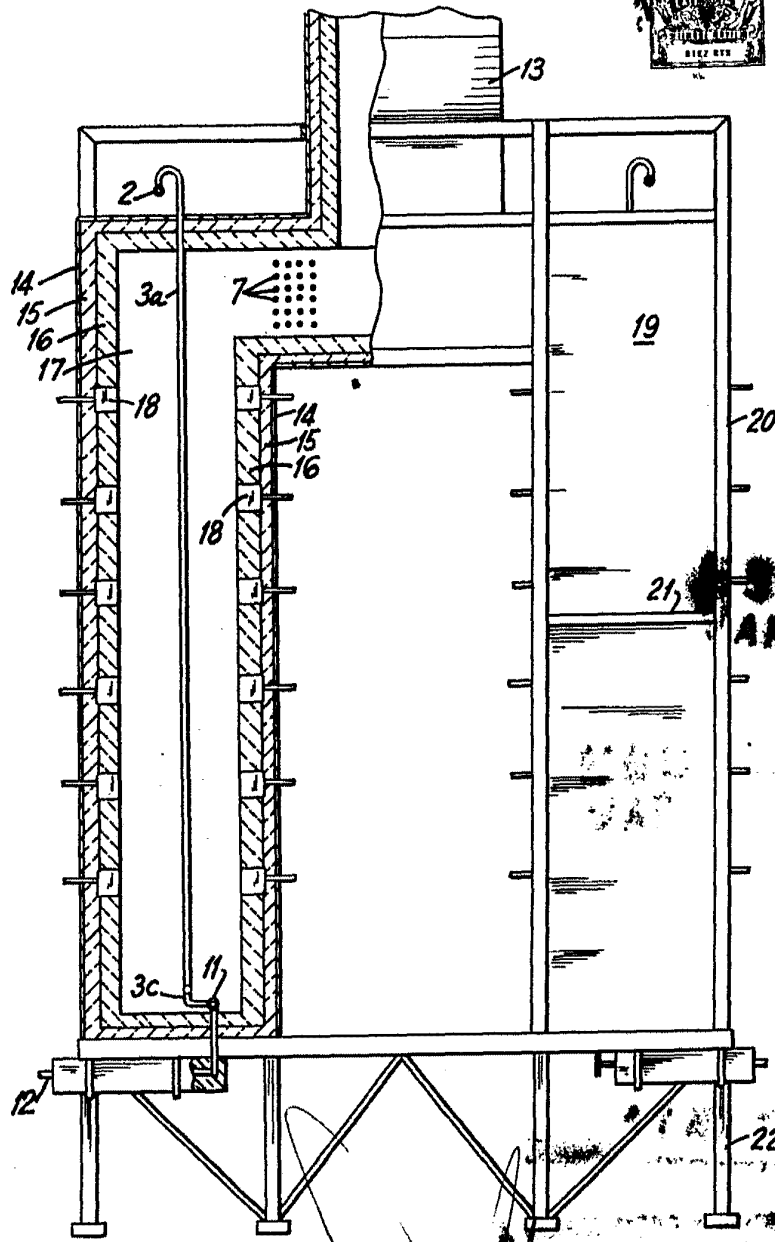
SCALA  
VARIABLE

FIG. I

ABR. 1967

J. GOMEZ ACEBO Y MODEI  
p. p. Firmado: F. Hernández Ruiz

33 33 98

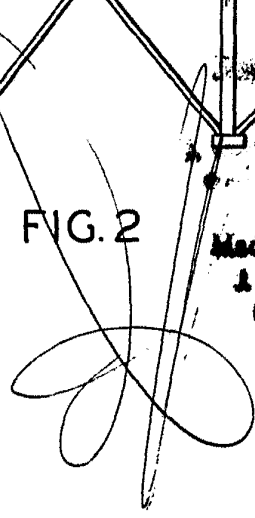


ESCALA VARIABLE

FIG. 2

17 ABR 1957

Madrid  
 J. GOMEZ ACEBO Y MODET  
 p. Firmador: F. Hernández Ruiz



33 93 98

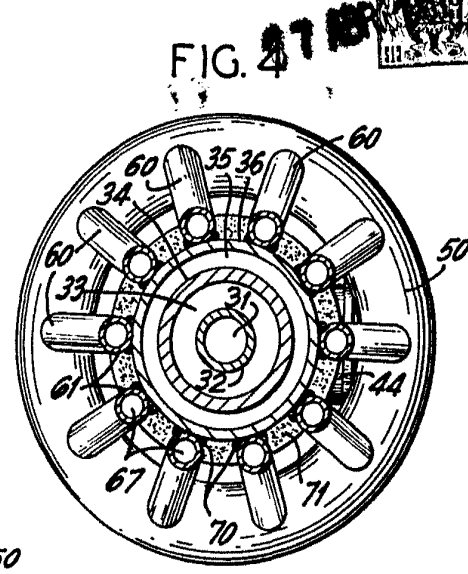
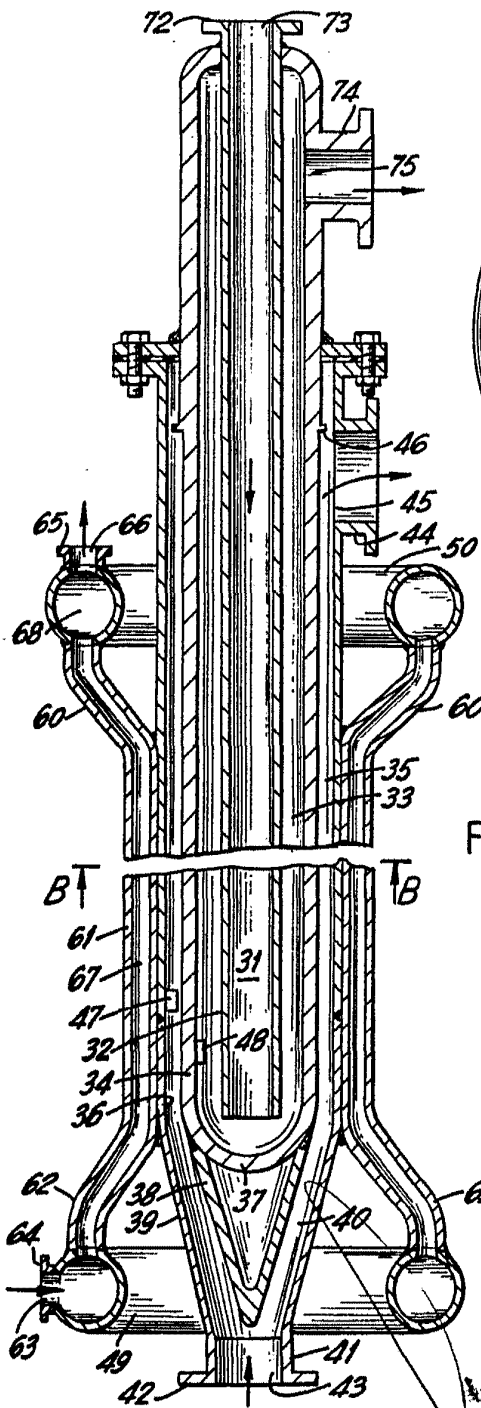


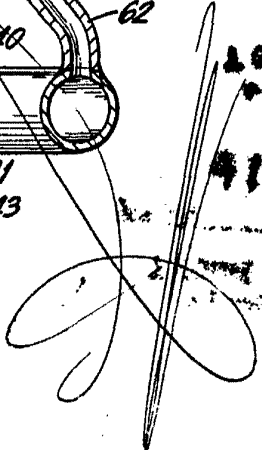
FIG. 4

FIG. 3

ESCALA  
VARIABLE

17 ABR. 1937

L. GOMEZ ACEBO Y MODET  
Ingenieros



339398



17 FEB 1967

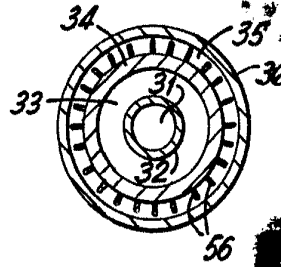
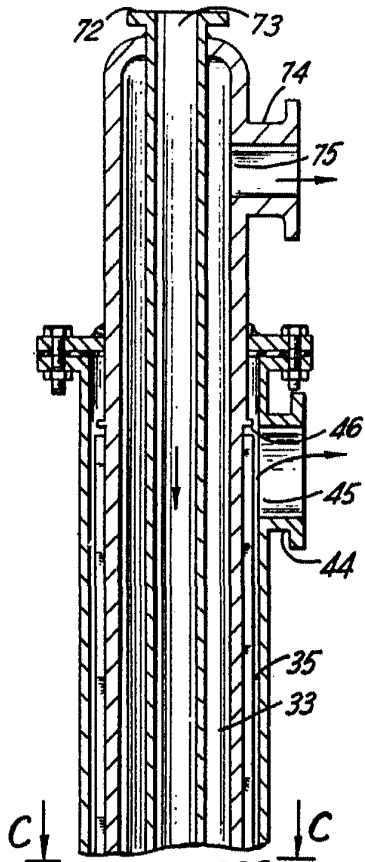


FIG. 6

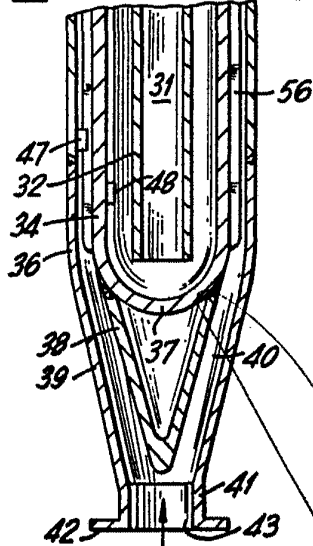


FIG. 5

17 FEB 1967

STONE ACIBO Y MODET  
c. p. F. Hernández Ruiz

17 APR 1967

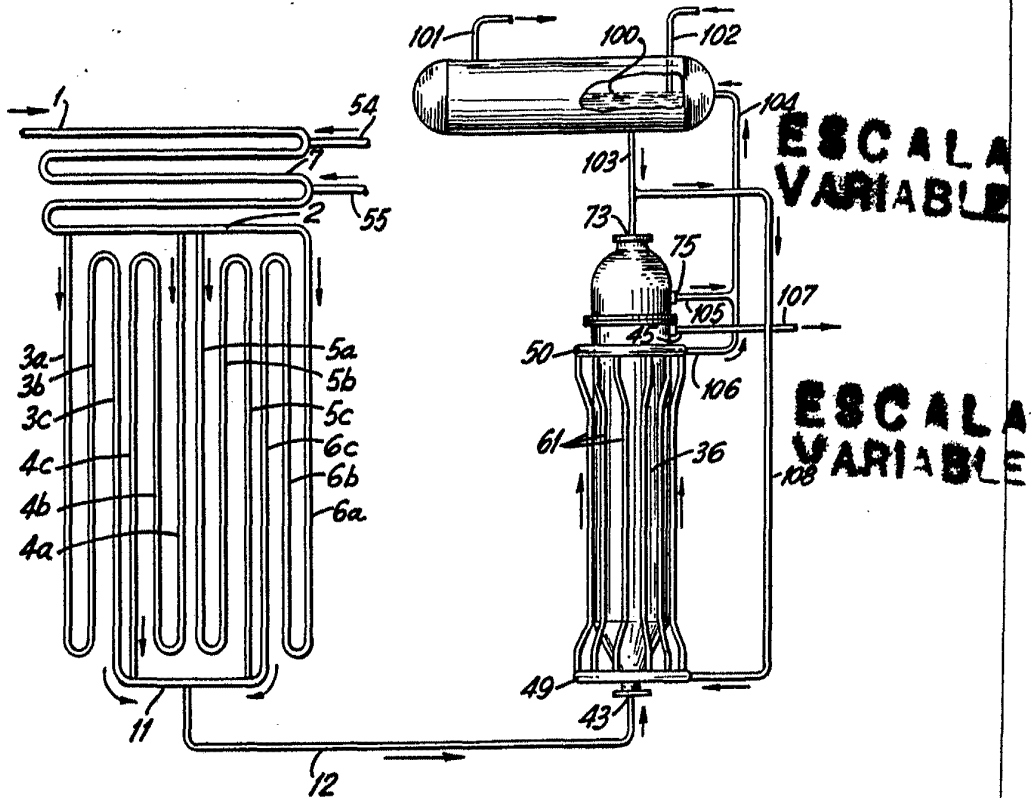


FIG. 7

17 APR 1967

Madrid

A GOMEZ ACEBO Y MODER  
p. p. Firmado: F. Hernández Bata