

20 MAY 1978

376930

PATENTE DE INVENCION

Ref: Your file: SSW-75 and SSW-75A.

Memoria Descriptiva

sobre:

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I.P.C.
CLASE <u>607</u> <u>F27</u>
SUBCLASE <u>C</u> <u>b</u>

Procedimiento y aparato para convertir técnicamente hidrocarburos en olefinas.

=====

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

=====

EXTRACTO DEL INVENTO

Procedimiento y aparato para la conversión de hidrocarburos diluidos con vapor de agua para producir olefinas en tubos dispuestos en una zona de reacción en la que los tubos tienen un diámetro interior

5.

BAD ORIGINAL



20

- 2 -

376930

5. de 44,45 mm, a 76,20 mm, una longitud de 10,66 m a 39,62 m, una caída de presión a través de su longitud de 0,07 a 1,05 kg/cm² absolutos y una presión de salida de 1,75 a 5,27 kg/cm² absolutos; y la proporción entre vapor de agua e hidrocarburos, en peso, es del orden de 0,5 a 1,5 partes de vapor de agua por cada parte de hidrocarburo.

10. Esta solicitud es una continuación en parte de la solicitud de patente Estadounidense N° de serie 802.590, presentada el 26 de febrero de 1969, y se refiere a un procedimiento y aparato para calentar un fluido a una temperatura elevada y mantenerlo a una temperatura elevada durante un corto periodo de tiempo.

15. El invento se refiere en particular a la conversión continua de hidrocarburos, que comprende alimentar los hidrocarburos mezclados con vapor de agua a través de tubos cortos de pequeño diámetro mientras se calienta la mezcla a una temperatura elevada, manteniendo la mezcla a una temperatura elevada, una presión total elevada, una presión parcial elevada del hidrocarburo y una pequeña caída de presión a través del tubo, enfriando después rápidamente los hidrocarburos a una temperatura inferior a la temperatura en que se lleva a cabo la conversión.

20. El horno del presente invento comprende medios para calentar una carga de hidrocarburo a una temperatura elevada de reacción y mantener la carga a dicha temperatura elevada en reacción durante un periodo corto de tiempo mientras que se efectúa la reacción química deseada y la carga se convierte de una forma selectiva en el producto o productos deseados.

30. El invento se refiere en particular al empleo de un



- 3 -

376930

horno que contiene una pluralidad de quemadores radian-
tes por lo menos en las paredes del horno por lo que
prácticamente todo el calor se induce por radiación en
los tubos que contienen el fluido. Los tubos en el hor-
5. no tienen una longitud relativamente corta y pequeño diá-
metro.

Un uso particular al que el procedimiento y apara-
to del presente invento está dedicado es el de llevar a
cabo la pirolisis de hidrocarburos en condiciones de un
10. tiempo corto de permanencia, temperatura elevada y pre-
sión parcial del hidrocarburo relativamente elevada con
tubos de pequeño diámetro y corta longitud para la pro-
ducción de olefinas, particularmente etileno y propile-
no. El procedimiento y aparato de este invento puede con-
15. seguir grandes producciones de etileno partiendo de una
amplia variedad de cargas de hidrocarburos incluyendo eta-
no y aceite crudo. El rendimiento de etileno y propileno
combinados proporcionados por el presente invento puede
ser superior al 50 %, preferiblemente superior al 40 % en
20. peso de la carga. La parte de producción de etileno puede
ser superior al 35 % en peso de la carga, preferiblemente
superior al 30 % en peso, mientras que la de propileno pue-
de ser superior al 18 % en peso de la carga.

Los hornos de cracking de hidrocarburos más tradi-
25. cionales utilizan largos tubos o conductos de diámetro re-
lativamente grande para los fluidos que se han de calentar,
lo que da por resultado un largo tiempo de permanencia y
una gran caída de presión en el conducto. Los tubos uti-
lizados con el presente invento son cortos y de pequeño
30. diámetro lo cual da por resultado un corto tiempo de per-

376930



manencia y una pequeña caída de presión.

5. En la práctica de la pirolisis de hidrocarburos, se ha comprendido desde hace mucho tiempo que se conseguirían considerables ventajas económicas si se elevara el nivel de presión al que se lleva a cabo la pirolisis. Una ventaja de esta presión elevada es el ahorro de energía necesaria para comprimir los gases pirolizados del horno a presiones en las que los productos se separen y purifiquen.
10. No obstante, este objetivo no se ha alcanzado en el pasado porque los ahorros en energía no se veían compensados por la consiguiente reducción en la producción de productos olefínicos primarios, etileno y propileno. Adicionalmente, respecto a los serpentines de pirolisis
15. tradicionales, se ha enseñado que el rendimiento de etileno podría mantenerse constante cuando aumentara la presión en el tubo aumentando la proporción de alimentación de vapor de agua respecto al hidrocarburo de tal modo que la presión parcial del hidrocarburo se mantuviera constante.
20. No obstante, dichos aumentos en la proporción de vapor de agua respecto al hidrocarburo resultan también antieconómicos porque se deben mezclar grandes cantidades de vapor de agua o agua y bombearse junto con el hidrocarburo y finalmente el vapor de agua o agua se deben separar de los productos de pirolisis de hidrocarburo. Adicionalmente, las proporciones elevadas entre el vapor de agua y el hidrocarburo exigen grandes aparatos reactivos o una capacidad reducida y exigen asimismo una mayor capacidad de refrigeración para refrigerar el vapor de agua
25. extra.
- 30.



376930

Por lo tanto, este invento tiene por objeto proporcionar un procedimiento y aparato para convertir hidrocarburos en olefinas a presión elevada sin recurrir a una proporción elevada de dilución de los hidrocarburos en vapor de agua.

Otro objeto de este invento es proporcionar un procedimiento y un aparato para convertir hidrocarburos en olefinas a una presión parcial elevada del hidrocarburo y bajas caídas de presión en los tubos de pirolisis con tubos de pirolisis relativamente cortos y con diámetros internos pequeños.

Otros objetos comprenden la producción de olefinas con buenos rendimientos sin sacrificar la producción de aromáticos y consiguiendo una disminución en las necesidades de energía de los compresores de gas pirolizable y otros aparatos siguientes al reactor.

Los objetos citados se consiguen efectuando la pirolisis de hidrocarburos en tubos que tienen, dentro de la zona de pirolisis o reacción, un diámetro interior de 44,45 mm, a 76,20 mm, una longitud de 10,66 m, a 39,62 m, una caída de presión a través de dicha longitud de 0,07 a 1,05 kg/cm² absolutos, preferiblemente de 0,07 a 0,35 kg/cm² absolutos, y presiones a la salida de los tubos de 1,75 a 5,27 kg/cm² absolutos y donde los hidrocarburos se diluyen con vapor de agua en una proporción de 0,5 a 1,5 kg de vapor de agua por kg de los hidrocarburos.

El horno del presente invento comprende una zona de precalentamiento por convección y una zona de conversión radiante o zona de pirolización. En la sección radiante, los conductos o tubos en los que está contenido el

376930



- fluido que se ha de someter a tratamiento son relativamente cortos de pequeño diámetro y experimentan una caída baja de presión las condiciones de funcionamiento específicas del horno dependen de las características de la carga de alimentación y de los productos deseados. La longitud y diámetro interior de los conductos o tubos en la sección radiante se eligen de forma que proporcionen el tiempo deseado de permanencia y la caída de presión conveniente. Los tubos pueden disponerse en sentido vertical u horizontal dentro de la cámara de combustión, con dos o más tubos conectados en serie para conseguir las longitudes necesarias, bien en línea recta o con incurvaciones formando un serpentín. Dos o más de dichos serpentines puede formar un conjunto de serpentín. No obstante, es preferible que los tubos se dispongan en sentido vertical y virtualmente rectos, v.g., sin codos u otras incurvaciones en la sección radiante. Los tubos se disponen en el horno en un plano o planos generalmente paralelos a los dos lados encarados de la cámara de combustión, en cuyos lados se sitúan una pluralidad de quemadoras. Cada tubo o conjunto de serpentín puede tener su propia zona de precalentamiento con convención y su propia zona de enfriamiento rápido o refrigeración.

- La zona de enfriamiento rápido se acopla próxima a la boca de salida de los productos de reacción del horno y proporciona un enfriamiento rápido del efluente de la temperatura de reacción a una temperatura en la que la reacción se detenga prácticamente. El efluente refrigerado de este modo puede enfriarse adicionalmente empleando medios tradicionales de intercambio térmico.

20 MAY 1972



376930

El invento se comprenderá mejor y resultará más evidente a los expertos en la materia tomando como referencia los dibujos adjuntos, en los que:

5. La figura 1 es una vista de costado de un aparato de horno calentador construido según el presente invento con parte de la pared lateral cortada para ilustrar la construcción interior del horno.

10. La figura 2 es una vista de costado del horno de la figura 1, con parte de la pared extrema cortada para ilustrar una sección a través de A-A.

La figura 3 es un diagrama esquemático de avance de producción que ilustra una modalidad del proceso general y el flujo de los diversos chorros del proceso de elaboración; y

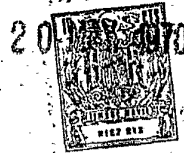
15. La figura 4 es un gráfico que ilustra la relación existente entre las presiones de descarga del horno y la fuerza del compresor e ilustra la economía conseguida con relación al consumo de energía del compresor con el presente invento empleando presiones de descarga del horno elevadas.

20. El procedimiento y el aparato del presente invento se pueden utilizar para elaborar una carga de material elegida para elaborar productos químicos específicos de la especialidad.

25. Los materiales que se pueden elaborar comprenden etano, propileno, propano, butano, pentano y mezclas de los anteriores, nafta, gasoil y crudos.

30. Un uso particular al que se puede destinar el procedimiento y el aparato del invento es la pirolización o craqueo de fracciones del petróleo con puntos de ebulli-

376930



ción comprendidos entre $26,6^{\circ}\text{C}$ a $398,3^{\circ}\text{C}$ para producir olefinas.

Los materiales preferidos son las fracciones de nafta del petroleo con puntos de ebullición iniciales

5. dentro de la escala de $32,1$ a $65,5^{\circ}\text{C}$ y puntos de ebullición finales dentro de la escala de $104,4^{\circ}\text{C}$ a $204,4^{\circ}\text{C}$. La carga se craquea o piroliza de una forma selectiva para producir olefinas, particularmente etileno, con un rendimiento elevado.

10. Con el procedimiento del presente invento, la temperatura del reactivo se eleva continuamente desde la entrada del tubo de reacción, v.g., en la sección radiante del horno, hasta la salida del tubo de reacción desde la sección radiante. El aumento de temperatura es más rápido al principio cuando los reactivos se calientan al nivel de temperatura en que la reacción se vuelve sustancial y después a un menor aumento de temperatura por el resto de la zona de reacción debido a la naturaleza endotérmica de las reacciones de pirolización.

20. La temperatura del reactivo a la entrada de la zona puede ser de aproximadamente $593,3^{\circ}\text{C}$ a $648,8^{\circ}\text{C}$ y aumenta hasta un valor en la salida de la zona de reacción de aproximadamente $815,5^{\circ}\text{C}$ a $954,4^{\circ}\text{C}$. El tiempo de permanencia mencionado en la presente memoria es el tiempo de permanencia de los reactivos en la zona de reacción.

25. El procedimiento del presente invento puede llevarse a cabo para obtener conversiones químicas selectivas de hidrocarburos específicos. La carga de hidrocarburo puede ser una carga en fase líquida o en fase gaseosa, o en fase mezclada líquida y gaseosa. El hidrocarburo se en-
- 30.

376930



- cuentra normalmente en fase gaseosa en la zona de reacción. La carga se precalentará generalmente en la zona de precalentamiento desde la temperatura del ambiente aproximadamente, v.g., 21,1 a 26,6°C, hasta una temperatura superior a la que tiene lugar la reacción, v.g., de 593,3°C a 648,8°C. Durante la operación de precalentamiento dependiendo del punto de ebullición de la carga alimentada, la carga se puede vaporizar parcial o totalmente. El vapor de agua se añade a la carga antes de que esta se introduzca en la zona de la reacción. Por ejemplo, el vapor de agua se puede añadir en puntos de la sección de precalentamiento en los que la carga alimentada se ha vaporizado en un 70 a un 90 %. Cuando se añade el vapor de agua de este modo, actúa vaporizando parcialmente o completamente la carga reduciendo la presión parcial del hidrocarburo.
- 5.
- 10.
- 15.

- La velocidad de alimentación o velocidad de masa de la carga, a través de los tubos radiantes en el horno puede ser de 73,23 a 195,29 kg-segundo/m² de area de sección transversal, preferiblemente de 87,88 a 146,47 kg-segundo/m², y particularmente de 107,41 a 136,70 kg-segundo/m² de area de sección transversal del tubo de reacción. Esta velocidad de masa se basa en el flujo total de vapor de agua e hidrocarburos.
- 20.

- En los procesos de pirolización de hidrocarburos, en cualquier condición específica de velocidad de carga de los hidrocarburos y presión parcial, a medida que aumenta la temperatura se alcanzan condiciones en las que ocurre formación de coque en los conductos y/o ensuciamiento del equipo aguas abajo del horno, exigiendo la des-
- 25.
- 30.



376930

carbonización frecuente del equipo. Con el procedimiento del invento que comprende un corto tiempo de permanencia a temperatura elevada, se puede conseguir una conversión más elevada que con los procedimientos tradicionales que emplean más tiempo de permanencia a menores temperaturas, con el resultado de que se pueden conseguir aumentos de producción de etileno y otros insaturados. El rendimiento máximo de etileno aumenta aumentando el nivel de conversión y mejorando la selectividad a etileno.

5.

10.

La presión parcial de los hidrocarburos en la zona de reacción está determinada en parte por la presión total al final de la zona de reacción, la cantidad de dilución de vapor de agua con relación al hidrocarburo y la caída de presión en el tubo de pirolización. Como el extremo o final de la zona de reacción dentro del horno está separado a corta distancia de la salida del mismo, las presiones citadas se pueden tomar, por conveniencia, a la salida del horno. Para una proporción específica entre el vapor de agua y el hidrocarburo y una presión específica total en la salida del tubo, el promedio efectivo de la presión parcial del hidrocarburo en la zona de reacción es menor en un tubo que muestre una baja caída de presión que en un tubo que muestre una gran caída de presión.

15.

20.

25.

El presente invento proporciona un procedimiento y un aparato que utilizan tubos de pirolización relativamente cortos, una velocidad de masa relativamente elevada, una proporción de dilución de vapor relativamente baja y una presión parcial del hidrocarburo relativamente

30.

376930



elevada en la zona de reacción.

5. En este invento, la carga de hidrocarburo se diluye con vapor de agua en una proporción en peso entre el vapor de agua y la carga del orden de 0,5 a 1,5, preferiblemente del orden de 0,6 a 1,4 y en particular de 0,7 a 1,2.

10. El tiempo de permanencia de la carga en la sección radiante del serpentín de pirolización puede ser de aproximadamente 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 temperaturas elevadas empleadas, las reacciones de pirolización tienen lugar rápidamente. Con el fin de evitar la producción de grandes cantidades de subproductos indeseables y con el fin de evitar una grave deposición de coque, es conveniente enfriar rápidamente el producto gaseoso efluente de la temperatura de salida de la zona radiante de 815,5-954,4°C a una temperatura en la que se detengan virtualmente las reacciones de pirolización. Esto se puede conseguir refrigerando rápidamente en un aparato apropiado de transferencia térmica en 55,5°C a 333,3°C, v.g., de una temperatura de aproximadamente 815,5-954,4°C a una temperatura de aproximadamente 537,7-760,0°C. La operación de refrigeración se lleva a cabo rápidamente después que el efluente sale de la sección radiante del horno.

15.

20.

25.

30. El horno comprende una sección de calentamiento radiante que contiene quemadores radiantes que proporcionan una temperatura elevada sobre la superficie que se ha de calentar a un promedio elevado de flujo térmico de 5.424 a 9.493 calorías/(hora por cm²), y preferiblemente

376930

20 MAY



- de 5.967 a 7.594 calorías/(hora por cm^2). Este proceso se realiza a una temperatura máxima del tubo que puede alcanzar hasta $1.065,5^{\circ}\text{C}$. La sección radiante del horno contiene tubos que pueden tener una presión de entrada de 3,23 a 5,62 kg/cm^2 absolutos y una presión de salida de 1,75 a 5,27 kg/cm^2 absolutos. La presión de entrada puede ser preferiblemente de 3,56 a 5,27 kg/cm^2 absolutos y la presión de salida de 3,51 a 4,92 kg/cm^2 absolutos. La caída de presión a través de los tubos es baja y puede ser del orden de 0,07 a 1,05 kg/cm^2 , preferiblemente de 0,07 a 0,35 kg/cm^2 . La entrada y salida del tubo de reacción, o simplemente la entrada y salida del tubo, se refieren a aquella parte del tubo comprendida dentro de la cámara o zona de reacción. Así, un tubo recto dispuesto verticalmente en una cámara de 15,24 m, de altura tendrá una longitud de 15,24 m, entre su entrada y su salida aún cuando un tubo enterizo pueda salir más allá de la cámara. Una de las ventajas del diseño del horno es que el fluido en los tubos que se han de calentar se mantiene a una presión relativamente elevada durante el calentamiento. La presión parcial de salida del tubo en el hidrocarburo puede ser de 1,19 a 3,51 kg/cm^2 absolutos. Una presión de entrada preferible en el tubo radiante es de aproximadamente 3,93 a 4,92 kg/cm^2 absolutos, siendo la presión preferible en la salida del tubo de aproximadamente 3,86 a 3,93 kg/cm^2 absolutos.

La presión parcial preferible del hidrocarburo en la salida del tubo ha de ser superior a 1,40 kg/cm^2 absolutos, v.g., 1,47 a 1,54 kg/cm^2 absolutos o mayor, por ejemplo de aproximadamente 1,40 a 3,09 kg/cm^2 absolutos,

20 MAY 1970



376930

particularmente de 1,75 a 2,57 kg/cm² absolutos. Los tubos que contienen el fluido que se ha de calentar pueden tener una longitud comprendida entre 10,66 m, y 39,62 m. Cada uno de estos tubos puede ser un solo tubo enterizo

- 5. o de dos a cuatro tubos más cortos unidos entre sí de 6,09 a 13,71 m, de longitud. El diámetro interno de los tubos puede variar entre 44,45 mm, a 76,20 mm, preferiblemente entre 50,80 mm, y 63,50 mm. Es preferible que los tubos sean rectos y estén dispuestos en sentido vertical
- 10. con una longitud de aproximadamente 12,19 a 21,33 m, y en particular de 13,71 a 19,81 m, de longitud dentro de la cámara de reacción. En una modalidad del invento los tubos tienen una longitud de aproximadamente 15,24 m. Los tubos tienen preferiblemente un diámetro interior de aproximadamente 57,15 mm. El grosor de pared de los tubos puede ser de aproximadamente 6,35 mm, a 12,70 mm.
- 15.

Los tubos se pueden disponer en sentido vertical u horizontal en el horno. No obstante, una modalidad de preferencia del invento utiliza tubos dispuestos en sentido vertical.

- 20.
- A continuación se describe la modalidad de horno del invento tomando como referencia las figuras 1 y 2 de los dibujos. Las figuras de los dibujos ilustran una forma de aparato calentador para el tratamiento térmico de
- 25. materiales fluidos.

El aparato comprende un recinto que tiene una envuelta exterior 14 y una pared interior 16 que define una cámara de calentamiento 17, y tubos rectos dispuestos en sentido vertical 3, 4, 5 y 6, situados en el centro dentro de la cámara 17. Estos tubos 3, 4, etc, reciben el

30.

- 14 -
376930

20



material fluido precalentado que ha de reaccionar y definen los caminos por los que pasa el fluido.

5. La pared del horno se compone de la envuelta exterior 14, un aislamiento en bloque intermedio 15, y una pared interior 16 compuesta por ladrillos refractarios. La pared interior 16 de la cámara 17 comprende un material refractario capaz de resistir el calor al que se puede ver sometido en cualquier instalación particular. La cámara 17 es una cámara prácticamente cerrada a excepción
10. hecha del conducto 13 en su parte superior que forma una boca de salida para los productos de combustión que salen de la cámara. Dentro del conducto 13 hay tubos de precalentamiento 7 con los que se comunica una línea de alimentación 1. Según se ilustra en la figura 2, el material fluido que se ha de calentar se introduce en la línea 1, fluye a través de los tubos de precalentamiento 7, v.g., la sección de precalentamiento por convención, después a través de una línea de conexión 56 hasta un colector o cabezal de alimentación de sección radiante 2, y fluye penetrando en los tubos 3, 4, 5 y 6, v.g., en la sección de calor radiante 17.
15. 20.

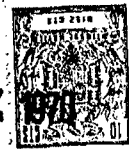
El material fluido se precalienta de este modo a una temperatura inmediatamente inferior a la que se desea para que reaccione el material.

25. El vapor de agua se introduce en los tubos 7 a través de las líneas 54 y/o 55 (veanse las figuras 2 y 3) para ayudar a vaporizar la carga alimentada y a controlar la presión parcial del hidrocarburo en la sección radiante.

30. Una pluralidad de quemadores radiantes 18 se sitúan

376930

20 MAY 1970



en las paredes laterales opuestas de la cámara 17 y estos quemadores se disponen de tal manera que el calor radiante procedente de los mismos sea radiado a los tubos 3, 4, 5 y 6.

5. Los quemadores 18 se pueden abastecer de un modo normal con gas natural u otro gas combustible o combustibles finamente dispersados a través de colectores, tubuladuras, o tubos individuales que conduzcan a cada quemador, cuyo dispositivo no se ilustra.

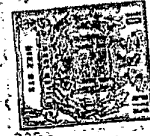
10. La caja metálica o envuelta 14 forma la pared exterior del horno y la estructura completa se monta sobre patas 22.

Los elementos estructurales 20 y 21 comprenden armazón de acero que sostiene las paredes del horno.

15. El tipo particular de quemador de calor radiante y los detalles asociados con el mismo no necesitan descripción puesto que son bien conocidos y tradicionales en esta rama de la industria. Se puede emplear cualquier tipo de quemador de calor radiante que proporcione prácticamente todo el calor por radiación.

20. Los tubos 3, 4, 5 y 6 se disponen en sentido vertical dentro de la cámara de combustión 17. Cada uno de los tubos es recto y tiene una longitud de aproximadamente 15,24 m. dentro de la cámara 17. En esta modalidad, el diámetro interior de los tubos puede ser del orden de 50,80 a 57,15 mm. Los tubos se sostienen en la parte superior y son guiados hasta el fondo del horno de una forma normal. Los tubos se conectan al colector de admisión de carga 2 en la parte superior de la cámara de combustión y los extremos de salida de los tubos se ponen en comunic
- 25.
- 30.

376930



5. ción con un tubo colector 11 y por debajo del horno. El tubo colector 11 está en comunicación con la línea 12 que conduce al aparato refrigerador. El lugar de la formación o grupo de los cuatro tubos 3, 4, 5 y 6 es generalmente paralelo y equidistante a los dos lados encarrados de la cámara de combustión en cuyos lados se encuentran situados los quemadores 18 (vease la figura 2).

10. Cuatro tubos, v.g., 3, 4, 5 y 6 pueden conectarse a un colector superior 2 y una línea 11 y pueden comprender una formación de tubos. Dependiendo de la cantidad de producto que se desee, se puede diseñar un horno particular y puede contener tantas formaciones de tubos como sean necesarias en un solo horno para obtener la capacidad deseada del horno. Por ejemplo, en la presente

15. modalidad hay una segunda formación o grupo de tubos (no ilustrados) situada en la cámara 19 que es idéntica a la cámara 17. Asimismo, un grupo o formación de tubos puede contener menos o más de cuatro tubos. Un horno puede contener de 1 a 20 o más grupos o formaciones de tubos.

20. Cada grupo o formación de tubos puede estar provisto de su propio serpentín de precalentamiento por convección y su propio aparato de enfriamiento rápido para enfriar rápidamente los gases del producto efluente. Los gases de combustión procedente de la sección de convección pasan a una chimenea que es común a una o más secciones de convección. El dispositivo de enfriamiento rápido

25. puede estar acoplado a los colectores de salida de los tubos de la sección radiante para proporcionar una rápida reducción en la temperatura del gas efluente en la sección radiante.

30.



376930

La línea 12 está en comunicación con el aparato de enfriamiento rápido y proporciona un medio por el cual los gases calientes efluentes de la sección radiante del horno son transportados a el dispositivo de refrigeración.

Una forma preferente de realización del procedimiento del presente invento, utilizando el horno reactor ilustrado en las figuras 1 y 2, se describe con detalle a continuación tomando como referencia la figura 3 de los dibujos.

Una fracción de nafta de petróleo con un punto de ebullición en la escala de 32,1 a 190,5°C se alimenta a través de la línea 1 a una sección de precalentamiento por convección, v.g., tubos 7, en la que se calienta desde aproximadamente la temperatura del ambiente a una temperatura de unos 537,7 a 593,3°C. En la sección de precalentamiento se introduce vapor de agua en una proporción que alcanza aproximadamente de 0,5 a 1,0 kg/kg de hidrocarburo, en un punto donde la nafta alimentada se ha vaporizado aproximadamente en un 90 %. La mezcla de hidrocarburo y vapor de agua precalentada a una temperatura de unos 537,7°C a 593,3°C se alimenta entonces en los tubos 3, 4, 5 y 6. Los tubos 3, 4, etc, tienen un diámetro interior de 50,80 mm. y una longitud dentro de la cámara 17 de aproximadamente 13,71 m. La carga se calienta en los tubos de una temperatura de unos 537,7-593,3°C a una temperatura de salida del tubo de aproximadamente 898,8°C. En estas condiciones, la presión parcial del hidrocarburo en la salida de los tubos es de aproximadamente 1,63 a 1,75 kg/cm² absolutos. El tiempo de permanencia del fluido

- 18 -
376930



5. en la sección radiante del horno es de aproximadamente 0,20 a 0,25 segundos. La velocidad de masa del hidrocarburo y vapor de agua en los tubos es de unos 107,41 a 136,70 kg-segundo/m² de área de sección transversal de los tubos. La presión en la entrada del tubo radiante en la zona de reacción es de aproximadamente 3,65 kg/cm² absolutos y la presión de salida del tubo de los gases efluentes de la zona de reacción es de aproximadamente 3,51 kg/cm² absolutos. Los gases efluentes calientes se alimentan a través de las líneas 11 y 12 al aparato de refrigeración a una velocidad gaseosa de aproximadamente 243,84 m por segundo.

10. El invento se comprenderá tomando como referencia los ejemplos que siguen, que se realizaron utilizando el aparato y el procedimiento ilustrado en las figuras 1-3 de los dibujos.

EJEMPLO I

15. Para ilustrar el invento se utilizó una fracción de nafta de petróleo derivada de un crudo de Kuwait y que tenía las características que siguen:

Densidad relativa	0,724
Destilación ASTM en grados C°, punto de ebullición inicial	43,2
50 volúmenes % destilado	249
Punto final de ebullición	178,3
Composición por tipo de componentes, volúmen % de líquido	
Parafinas	72,0
Olefinas	0,4
Naftenos	19,0
Arómaticos	8,6

376930



- Se empleó la misma carga de alimentación: (A) con el procedimiento y aparato de este invento con tubos de 50,80 mm. de diámetro interior y una presión de salida de los tubos de 3,93 kg/cm² absolutos; y (B) con un procedimiento y aparato anteriores al invento utilizando tubos con un diámetro interno de 101,60 mm y una presión en la salida de los tubos de 2,10 kg/cm² absolutos. Los resultados de este ejemplo, junto con las condiciones experimentales, se exponen a continuación en la tabla I en la que la columna A se refiere al procedimiento y aparato de este invento y la columna B se refiere al procedimiento y aparatos anteriores al invento. A excepción hecha de las diferencias que aparecen en la tabla, el aparato y condiciones de proceso de elaboración fueron los mismos.

TABLA I

	<u>A</u>	<u>B</u>
Presión en la salida de los tubos, kg/cm ² absolutos	3,93	2,10
Presión de entrada en los tubos, kg/cm ² absolutos	4,78	2,60
Diámetro interno de los tubos mm.	50,80	101,60
Vapor de agua/nafta, kg/kg	0,60	0,65
Rendimiento, porcentaje en peso escala total Nafta Kuwait		
Etileno	24,0	24,0
Propileno	15,6	16,3
Butadieno	3,2	4,0
Benzeno	6,0	6,1
Tolueno	3,6	2,2
Xileno	2,6	2,2

376930²⁰



20 MAY. 1970

5. Se observará que los rendimientos de olefinas y aromáticos fueron esencialmente los mismos en los dos experimentos con la misma carga de alimentación, aunque la presión de salida de los tubos en el reactor de la columna A era de 3,93 kg/cm² absolutos y el de la columna B era de 2,10 kg/cm² absolutos.

10. El ejemplo y tablas anteriores ilustran la forma en que este invento se puede utilizar para mantener el patrón de rendimiento resultante de una pirolisis de tipo tradicional en un tubo de 101,60 mm de diámetro interior a una presión de salida de los tubos de 2,10 kg/cm², pero trabajando con una presión elevada en los tubos de 3,93 kg/cm² con un diámetro interior de los tubos de 50,80 mm. y prácticamente con las mismas proporciones de dilución en vapor de agua.

15. El ejemplo I anterior está dirigido en particular a la producción de olefinas con un elevado rendimiento de propileno. La tabla II indica a continuación las condiciones de elaboración para obtener un mayor rendimiento de etileno con la carga de alimentación del ejemplo I. La tabla II ilustra una comparación del procedimiento de este invento con un procedimiento anterior al mismo, cuyos procedimientos se realizaron en las mismas condiciones y con los mismos aparatos, a excepción hecha de lo indicado a continuación que en la columna A se refiere al procedimiento de este invento y en la columna B se refiere al procedimiento anterior al invento.

20.
25.

- 21 -
376930



TABLA II

	<u>A</u>	<u>B</u>
Presión en la salida de los tubos, kg/cm ² absolutos	3,93	2,10
Diámetro interno de los tubos, mm.	50,80	101,60
Relación en peso de vapor de agua a nafta	0,6	0,6
Porcentaje en peso de producción de etileno	26	26,5

EJEMPLO II

- Se ha asegurado que con tubos de pirolisis de tipo tradicional los rendimientos de etileno podrían mantenerse constantes si se elevara la presión en los tubos aumentando la proporción entre el vapor de agua y el hidrocarburo de tal modo que la presión parcial permaneciera constante. Como ejemplo específico, aumentando la presión de salida de los tubos de pirolización de 1,75 kg/cm² absolutos a 3,93 kg/cm² absolutos, se necesitaría un aumento en la proporción de vapor de agua respecto a la nafta de 0,6 a 3,0, basado en el peso, para mantener una presión parcial constante en la salida de los tubos del reactor. No obstante, trabajando con los parámetros de este invento, se puede mantener el mismo rendimiento de etileno con una presión de salida de 3,93 kg/cm² absolutos, como en el caso de técnicas anteriores con una presión de 1,75 kg/cm² absolutos, aumentando la proporción de vapor de agua a nafta tan solo en 1,5 kg de vapor de agua por cada kg de hidrocarburo. Este resultado inesperado ha supuesto grandes ventajas al poder emplear presiones elevadas en los tubos de pirolisis añadiendo una cantidad de vapor de agua económica. El procedimiento es es
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

376930

20 MAR 1970



pecialmente idoneo para la transformación de nafta, pero también se pueden elaborar mediante este procedimiento etano o propano y otros hidrocarburos similares.

5. El gráfico de la figura 4 es un gráfico representativo de la demanda de energía de una planta industrial con una capacidad de producción de 226.790 kg por año de etileno empleando una nafta de Kuwait de serie completa. Según se ilustra en el gráfico de la figura 4, se consiguen mediante este invento sensibles ahorros en la
10. energía necesaria para comprimir los gases traqueados en el horno a presiones a las que los productos se separan y purifican. Por ejemplo, teniendo en cuenta una caída representativa de 0,28 a 0,56 kg/cm² absoluto, dependiendo del nivel de presión, teniendo lugar la menor caída
15. a la mayor presión de salida y teniendo lugar dicha caída a causa de las tuberías y de los aparatos correspondientes entre la salida del horno y el compresor, la fuerza del compresor necesaria para la producción, separación y purificación con una presión de salida en tubos anteriores
20. al invento de 2,10 kg/cm² absolutos (columna B, tabla I) es de aproximadamente 15.500 caballos al freno. Con una presión de salida de los tubos de 3,93 kg/cm² absolutos (columna A, tabla I) conseguida por el presente invento, la fuerza de caballos al freno del compresor necesaria se reduce a unos 10.300 caballos al freno. En otras
25. palabras, cuando los productos elaborados en el horno del presente invento alcanza la boca de admisión del compresor, la presión de dichos productos se encuentra sensiblemente más próxima a la presión necesaria para la separación y
30. purificación. Esto reduce lógicamente de un modo sensible

376930



el costo de separación y purificación y se consigue, según se ilustra en la tabla I, sin aumentar la proporción entre el vapor de agua y el hidrocarburo. De hecho, según se indica en la tabla I, dicha proporción se reduce ligeramente.

5.

Resultará evidente a los expertos en la materia que se pueden efectuar diversos cambios en el invento sin desviarse del espíritu y alcance del mismo y, por lo tanto, el invento no queda limitado a lo ilustrado en los dibujos y descrito en la memoria descriptiva, sino solamente en lo que indican las reivindicaciones adjuntas.

10.

- NOTA -

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 fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a dos solicitudes de patente, presentadas en Norteamérica, con fecha 26 de febrero de 1969, nº 802.590 y 9 de febrero de 1970, nº 14.689, acogiéndose por lo tanto a los beneficios 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 Y APARATO PARA CONVERTIR TÉRMICAMENTE HIDROCARBUROS EN OLEFINAS; caracterizándose por lo siguiente:

20.

25.

30.

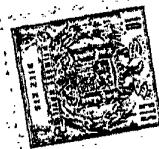
1ª.- Procedimiento para convertir térmicamente hidrocarburos en olefinas, caracterizado porque comprende (a) alimentar dichos hidrocarburos mezclados con vapor de



376930

- agua a través de un tubo en una zona de reacción, cuyo tubo tiene un diámetro de aproximadamente 44,45 mm a 76,20 mm y una longitud de aproximadamente 10,66 m a 39,62 m; y, (b) mantener la presión de salida de dicho tubo en la zona de reacción a una presión de aproximadamente 1,75 a 5,27 kg/cm² absolutos, encontrándose los hidrocarburos a una presión parcial elevada en la salida del tubo y produciéndose una caída de presión a lo largo de dicho tubo del orden de 0,07 a 1,05 kg/cm² absolutos, mientras se calientan dicha mezcla de hidrocarburo a una temperatura y durante un tiempo suficiente para convertir una parte de dichos hidrocarburos en olefinas.
5. 2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la presión parcial de dichos hidrocarburos es de aproximadamente 1,05 a 3,09 kg/cm² absolutos.
10. 3ª.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha mezcla de hidrocarburos se calienta a una temperatura de aproximadamente 815,5^oC a 954,4^oC por espacio de unos 0,10 a 0,50 segundos.
15. 4ª.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la proporción en peso de vapor de agua respecto a los hidrocarburos en la citada mezcla de hidrocarburos es del orden de aproximadamente 0,5 a 1,5.
20. 5ª.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha caída de presión a través de la longitud de dicho tubo es de aproximadamente 0,07 a 0,35 kg/cm² absolutos.
25. 6ª.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el diámetro del tubo es de 50,80 a
- 30.

376930



63,50 mm. y la longitud del tubo es de aproximadamente 12,19 a 36,57 m.

5. 7ª.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el diámetro del tubo es de aproximadamente 50,80 a 63,50 mm. y la longitud del tubo es de aproximadamente 12,19 a 21,33 m.

10. 8ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque la citada presión parcial del hidrocarburo en la salida del tubo es de aproximadamente de 1,40 a 1,75 kg/cm² absolutos.

9ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 4, caracterizado porque la proporción en peso de vapor de agua respecto al hidrocarburo es de 0,6 a 1,4.

15. 10ª.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la presión de salida de dicho tubo es de 2,46 a 4,92 kg/cm² absolutos.

11ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 10, caracterizado porque la presión de salida de dichos tubos es de 3,51 a 4,92 kg/cm² absolutos.

20. 12ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 10-11, caracterizado porque la presión de salida de dicho tubo es de 3,86 a 3,93 kg/cm² absolutos.

25. 13ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1, 4 y 9, caracterizado porque la proporción en peso de vapor de agua respecto a los hidrocarburos es de 0,7 a 1,2 kg de vapor de agua por kg de hidrocarburos.

30. 14ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1, 6 y 7, caracterizado porque el diámetro del tubo es de aproximadamente 50,80 a 63,50 mm. y la longitud del tubo es de aproximadamente 13,71 a 19,81 m.

26
376930



15^a.- Procedimiento según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los hidrocarburos comprenden una fracción de nafta de petróleo.

5. 16^a.- Procedimiento según las reivindicaciones 1-14, caracterizado porque los hidrocarburos comprenden etano y propano.

10. 17^a.- Aparato para la realización del procedimiento según las reivindicaciones 1-15, caracterizado porque comprende paredes de material refractario que definen una cámara cuya cámara tiene en su interior medios de calentamiento para dichos fluidos que comprenden un tubo diseñado para el paso de dichos fluidos a través del mismo, siendo la longitud de dicho tubo dentro de la cámara de aproximadamente 10,66 a 39,62 m y teniendo un diámetro interior de 44,45 a 76,20 mm., disponiéndose dicho tubo en sentido vertical en dicha cámara, disponiendo el aparato de medios de conducto que funcionan conectados a un extremo de dicho tubo para alimentar fluidos en el mismo y medios que funcionan conectados al otro extremo de dicho tubo para descargar dichos fluidos, conteniendo las citadas paredes una pluralidad de calentadores radiantes capaces de proporcionar un calor de gran intensidad en dichos tubos.

25. 18^a.- Aparato según la reivindicación 17, caracterizado porque el diámetro interior del citado tubo es de 50,80 a 73,50 mm.

19^a.- Aparato según la reivindicación 17, caracterizado porque el tubo tiene una longitud de 13,71 a 19,81 m.

30. 20^a.- Aparato según la reivindicación 17, caracte-

- 27 -
376930

20 MAY 1970



rizado porque la cámara es rectangular y porque en su interior hay dispuestos en sentido vertical una pluralidad de tubos prácticamente rectos.

5. 21^a.- Procedimiento y aparato para convertir térmicamente hidrocarburos en olefinas, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los adjuntos dibujos.

Esta Memoria consta de 27 hojas escritas a máquina por una sola cara.

10.

Madrid

20 MAY 1970

STONE & WEBSTER ENGINEERING CORPORATION

J. GOMEZ ACEBO Y MODEY
D. Fernando F. Hernández Ruiz

376930

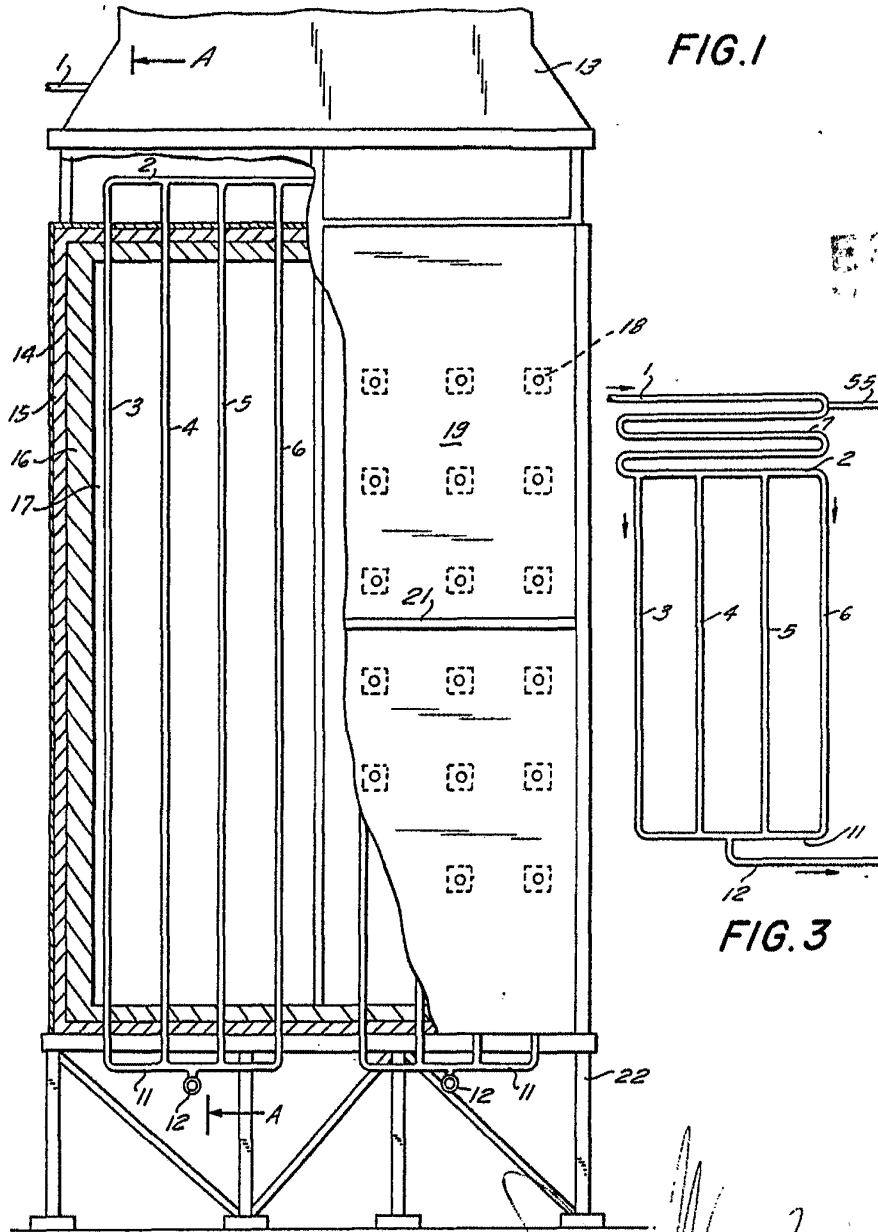


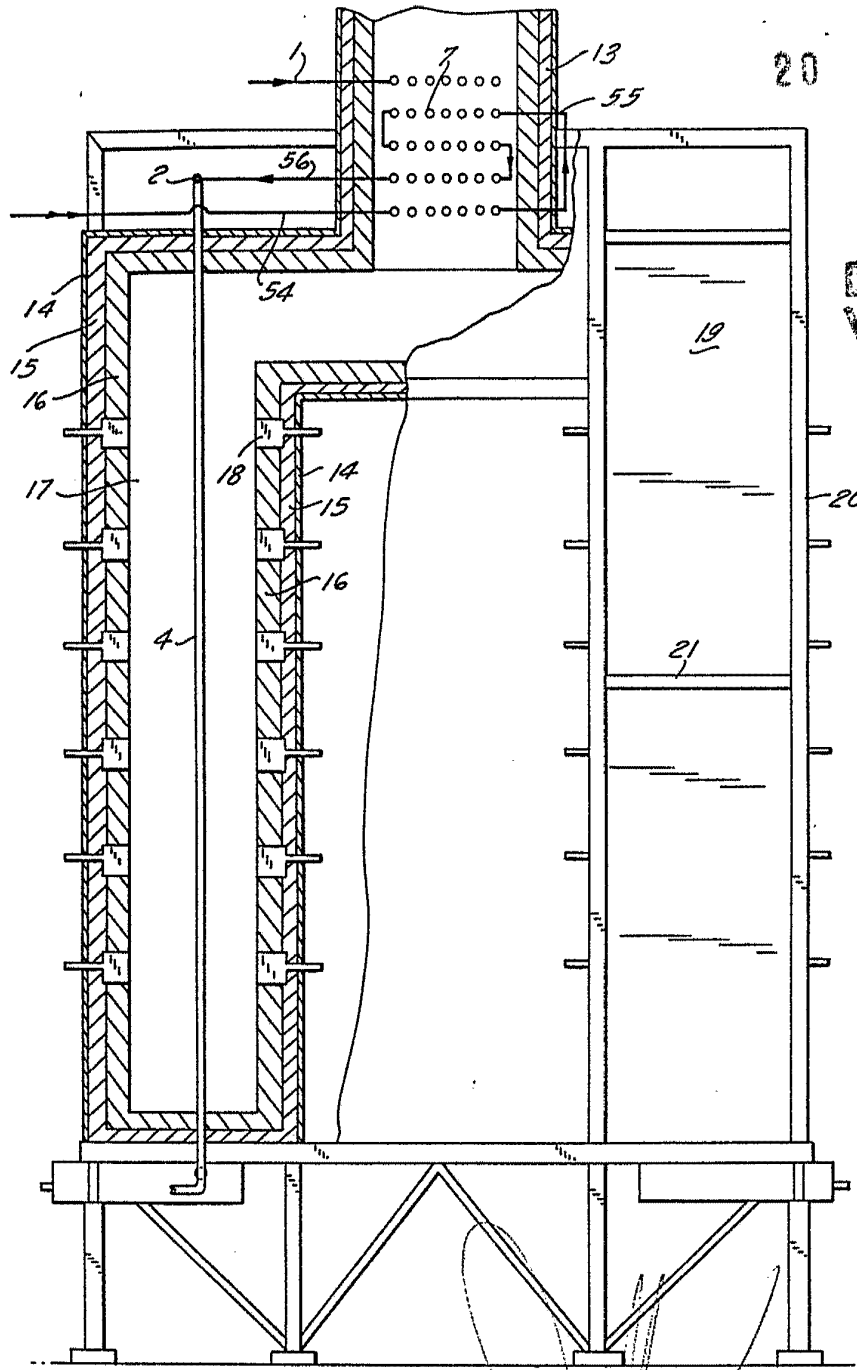
FIG. 1

FIG. 3

[Handwritten signature]

Madrid
A. GOMEZ ALERO
s. o. Encargado de la oficina

376930



ESCALA VARIABLE

FIG.2

20 MAY. 1970

Madrid

I. GOMEZ ARIAS Y CIA
Ingenieros

376930

20

ESCALA
VARIABLE

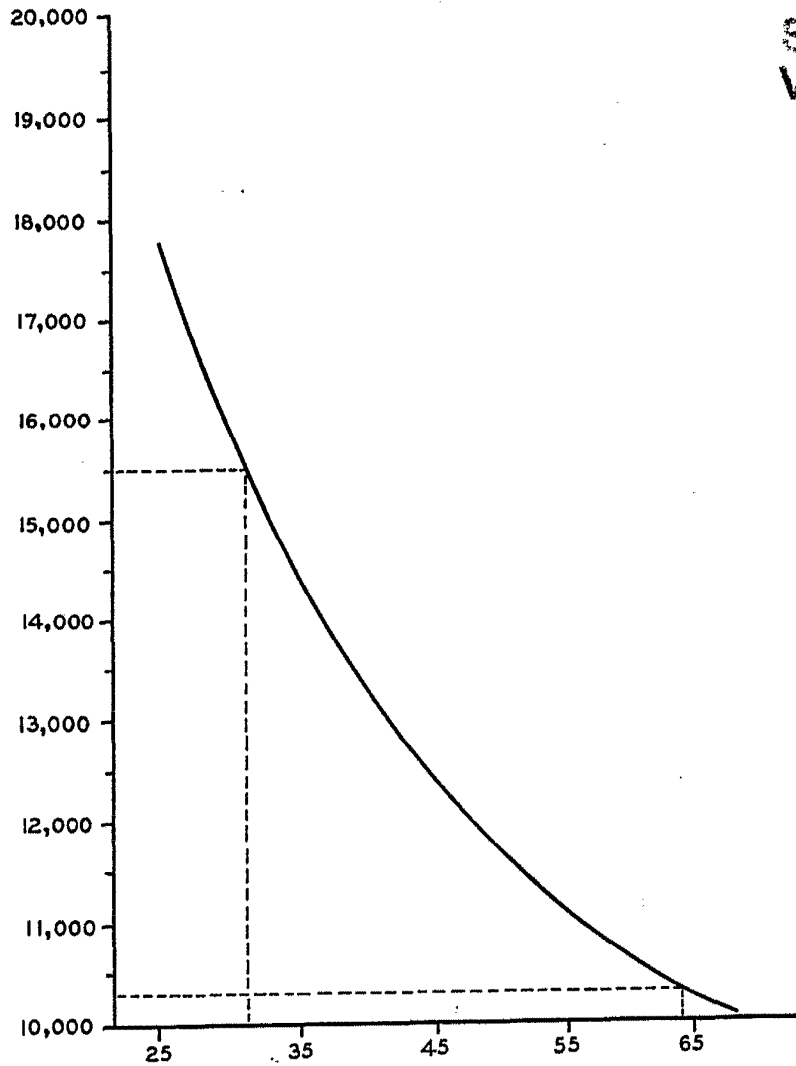


FIG. 4.

20 MAY 1970

Madrid

A. GONZALEZ GARCIA Y CA. S.A.
c/ra. Eduardo F. Hernández 4002