

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

ES

11	NUMERO	469295
21	FECHA DE PRESENTACION	

AI

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la memoria adjunta.

**PATENTE DE INVENCION**

30	PRIORIDADES:	32	FECHA	33	PAIS
31	NUMERO				
	791.755		28 Abril 1.977		U.S.A.

47	FECHA DE PUBLICIDAD	51	CLASIFICACION INTERNACIONAL	62	PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
			CO7C		

54 TITULO DE LA INVENCION

"PROCEDIMIENTO MEJORADO PARA PRODUCIR METANO".

71 SOLICITANTE (S)

La Corporación norteamericana organizada de acuerdo con las leyes del Estado de Delaware:  
FOSTER WHEELER ENERGY CORPORATION.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

110 South Orange Avenue  
LIVINGSTON, NEW JERSEY (U.S.A.).

72 INVENTOR (ES)

1.- Peter Steiner } norteamericanos.  
2.- Ernest L. Daman. }

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE

D. Francisco GARCIA CABRERIZO. S/Ref.: FD 4420  
N/Ref.: 34.027/PP/av.

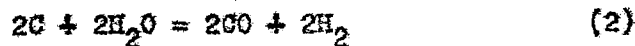
BAD ORIGINAL

La presente invención es un procedimiento y un aparato mejorados para la producción de metano a partir de gases ricos y monóxido de carbono e hidrógeno.

La "Metana" es el nombre que se da a una reacción catalítica que produce gas metano a partir de monóxido de carbono e hidrógeno, de acuerdo con la ecuación:



La disponibilidad limitada de metano a partir de fuentes naturales junto con la enorme utilidad de metano como combustible limpio, exento de azufre se combinan para crear una gran necesidad de "gas natural sintético". El metano por metanación adquiere ahora una enorme significación económica debido a que los reactivos pueden ser obtenidos por la reacción del carbón que es más fácilmente obtenible, con vapor, de acuerdo con las ecuaciones básicas:



Puesto que la reacción (2) requiere entrada térmica, se añade oxígeno/aire a los reactivos y los productos, por lo tanto, contienen dióxido de carbono y nitrógeno.

La reacción (1) es altamente exotérmica y es reversible de tal manera que las altas temperaturas tienden a reducir el rendimiento del metano. De conformidad, la eliminación eficiente del calor presenta un problema en todo proceso de metanación. Los procedimientos de metanación convencionales del arte anterior se llevan a cabo haciendo pasar reactivos gaseosos a través de un lecho empacado de un catalizador que típicamente es níquel o níquel aleado con platino. Dicho procedimiento se describe, por ejemplo, en la patente

de los Estados Unidos nº 3.930.812 otorgada a Harris y colaboradores. Harris y colaboradores controlan la temperatura -  
inyectando agua líquida en la zona de reacción lo que elimina el calor por evaporación. Sin embargo, los procedimientos  
5. del lecho empacados tales como los de Harris y colaboradores están caracterizados por una gran caída de presión a través del reactor.

Dorschner y colaboradores, en la patente de los Estados Unidos nº 2.662.911, se enfrentan al problema de remoción del calor conduciendo la reacción en una pluralidad de  
10. tubos empacados con catalizador, dispuestos verticalmente en un tambor que contiene agua. La patente de los Estados Unidos nº 2.740.803 otorgada a Dorschner, describe la metanación en un lecho fluidizado provisto con intercambiadores  
15. térmicos de pared doble, de tipo de balloneta, a través de los cuales se hace pasar agua (figura 4). Esta última patente de Dorschner también describe una modalidad (figura 1) en la que el catalizador se hace pasar al interior de "tubos de contacto", verticalmente dispuestos en un tambor que contiene  
20. agua y que tienen diámetros que disminuyen progresivamente de la parte superior al fondo. Estos métodos, al igual que los métodos convencionales de lecho empacado, también están caracterizados por altas caídas de presión a través del reactor.

25. Todos los procedimientos de metanación del arte anterior mencionados están caracterizados por el uso de un catalizador granulado en partículas que tiende a generar coque y se obtura o se tapa a través de prolongados períodos de uso.

30. La presente invención proporciona un método para -

producir gases de metano que contienen nitrógeno y monóxido de carbono en una mezcla, haciendo pasar los reactivos gaseosos a través de cuando menos un turbulador catalítico que define una trayectoria de flujo helicoidal o espiral a través del reactor. El turbulador puede ser fabricado de níquel, de platino, de aleaciones de los mismos, o de cualquiera de estos metales recubiertos o depositados en un metal disimil — prefabricado hasta tomar la forma del turbulador.

Además de proporcionar un enfriamiento eficiente —

10. de la zona de reacción y recuperación térmica, la presente — invención permite la operación del procedimiento de metana— ción con una muy baja caída de presión a través del reactor. La presente invención proporciona un reactor catalítico en —

15. el que el canal en el cual fluyen los reactivos gaseosos tie— nen 90% por volumen de espacio abierto, en contraste con los reactores convencionales del lecho empacado que típicamente tienen un volumen de espacio abierto de aproximadamente 30%. Esta diferencia explica la presión reducida a través de los reactores de la presente invención en contraste con los reac—

20. tores del arte anterior.

La limitación del arte anterior en cuanto al diáme— tro mínimo del tubo, que es dictada por la naturaleza granu— lar del catalizador del arte anterior se elimina por medio — de la presente invención, con lo que se hace posible diseñar

25. reactores para funcionar a presiones más elevadas que lo que era posible hasta la fecha. La operación a presiones más ele— vadas permite un desplazamiento favorable en el equilibrio — de la reacción reversible (1) permitiendo de esta manera ma— yores rendimientos.

30. En la modalidad preferida de la presente invención,

se proporciona un aparato en el que la tira o listón catalítico turbulador rodea un tubo dispuesto centralmente, y el turbulador, a su vez, está cubierto por una funda o tubo exterior. En las modalidades preferidas la capacidad para hacer pasar un medio de enfriamiento a través del tubo central, además de alrededor del exterior del tubo exterior o cubierta, logra el óptimo de control de temperatura de la reacción de metanación. En estas modalidades preferidas, los reactivos/productos gaseosos siguen una trayectoria espiral a través de un espacio anular definido entre el tubo interior y la cubierta exterior.

De conformidad, es un objeto de la presente invención proporcionar la producción de metano a partir de mezclas gaseosas que contienen hidrógeno y monóxido de carbono con una mejor transferencia térmica y de masa.

Es un objeto adicional de la presente invención proporcionar una caída de presión reducida a través del reactor.

Es aún otro objeto de la presente invención proporcionar un reactor tubular para la metanación sin limitación en cuanto al mínimo del diámetro del tubo.

Es aún otro objeto de la presente invención proporcionar un método y un aparato para la metanación que requieran menos material catalítico.

Es aún otro objeto de la presente invención proporcionar un reactor para metanación que tiene un catalizador capaz de ser utilizado durante prolongados periodos de tiempo sin desactivación coquización obturación.

Estos y otros objetos y un alcance adicional de la capacidad de aplicación de la presente invención, quedarán -

aparentes al leer la descripción detallada que sigue, que se toma en conjunto con los dibujos adjuntos.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5. La figura 1 es una vista esquemática en elevación delantera del recipiente reactor que contiene una pluralidad de tubos de metanación de acuerdo con la presente invención.

10. La figura 2 es una vista en elevación de una primera tira de metal plana soportada en un extremo, y la flecha en el extremo opuesto indica el procedimiento para trabajar en frío y torcerla.

La figura 3 es una vista en perspectiva, similar a la de la figura 2, de un par de tiras de metal perpendiculares intersectantes.

15. La figura 4 es una vista agrandada esquemática, en elevación de uno de los tubos del reactor que aparece en la figura 1, mostrado en sección transversal.

La figura 5 es una vista en sección agrandada de un tubo de metanación similar al de la figura 4, pero con tres tiras torcidas alojadas dentro del tubo.

20. La figura 6 es una vista en sección de otra modalidad del tubo reactor de metanación mostrando un turbulador en espiral colocado alrededor de una varilla central dentro del tubo.

25. La figura 7 es una vista en sección transversal superior de un tubo de reacción de metanación en el que el turbulador catalítico está en la forma de una pieza torcida de tubo.

30. La figura 8 es una vista en elevación esquemática, en sección transversal, de una modalidad preferida de la presente invención, en la que la tira catalítica está torcida -

en el reborde alrededor de un tubo de enfriamiento central.

La figura 9 es una vista en elevación esquemática parcialmente en sección transversal, de un recipiente reactor que contiene tubos de metanación de otra modalidad preferida en los que la tira o listón catalítico está torcido alrededor de un tubo de enfriamiento central, y

La figura 10 es una ilustración esquemática del metanador de banco utilizado en los ejemplos de la especificación.

10. DESCRIPCION DE LAS MODALIDADES PREFERIDAS.

Los gases de alimentación que pueden ser sometidos a metanación de acuerdo con la presente invención, incluyen la totalidad de los diferentes gases de alimentación utilizados en los procedimientos de metanación convencionales. Por ejemplo, gases apropiados de alimentación incluyen (aún cuando no quedan limitados a) los que se generan del carbón de piedra o carbón mineral de acuerdo con la ecuación 4 como se describió previamente. Los gases de alimentación están caracterizados por la presencia de cantidades económicamente significativas de hidrógeno y monóxido de carbono. La relación por volumen entre el hidrógeno y el monóxido de carbono típicamente estará comprendida dentro de la gama de 1:1 a 3:1 y de preferencia entre 1.5:1 y 2.3:1.

Los parámetros de funcionamiento empleados en conexión con la presente invención por lo general son convencionales. Sin embargo, la presión de funcionamiento puede ser un tanto mayor que la convencional. Típicamente, la temperatura de funcionamiento estará en la gama comprendida entre 315 y 704°C y la presión de funcionamiento es de entre 14.06 y 35.153 kg. por cm<sup>2</sup> ó mayor. La velocidad de espacio a tra-

vés del reactor variará ampliamente de acuerdo con la presión de funcionamiento. Típicamente, la velocidad de espacio del gas estará comprendida entre 1,800 y podrá ser tan elevada como hasta de 8,000 v/v/horas. Con la presente invención, el metano se obtiene en altos rendimientos, por ejemplo gases de producto en los que el metano constituye entre el 30% y el 40% por volumen.

Opcionalmente, los gases de alimentación pueden ser precalentados. Las temperaturas de precalentamiento apropiadas variarán con la presión y otras condiciones y puede variar entre 315 y 649°C.

Refiriéndose ahora específicamente a los dibujos, se muestra esquemáticamente en la figura 1 un recipiente reactor 10 formado con una cámara 12 interna definida por una pared 14 rectangular. Hay dispuesta una pluralidad de tubos 20 en la cámara 12 interna y hay un conducto 16 de entrada que está conectado a los tubos 20 para transferir el material de alimentación F. Los elementos para introducir un fluido de enfriamiento al interior del espacio que rodea los tubos 20 se muestran en 22 y salen en 29. Se aloja un catalizador conteniendo níquel activado en la forma de un turbulador 24, dentro de cada uno de los tubos 20. De esta manera, el gas de alimentación pasa al interior de los tubos 20 y el monóxido de carbono y el hidrogeno se hacen llegar hasta tener con intercambio térmico indirecto con el medio de enfriamiento, y reaccionan en la presencia del turbulador 24 catalíticamente activo para producir un gas de síntesis rico en metano que sale a través de los conductos 28 de salida como queda indicado por las flechas direccionales 26. Los turbuladores se mantienen en una posición fija en los tubos 20 por medio

de un gancho 30 de presión superior y un gancho 32 de presión inferior que están ubicados en los extremos superior e inferior respectivos de los tubos 20. Como se muestra mejor en la figura 4, los turbuladores 24 están formados con aberturas 31 y 33 para recibir los ganchos de presión 30 y 32.

En la figura 5 se ilustra una modalidad adicional de la invención en la que las partes correspondientes han sido designadas con el mismo número de referencia que la parte de una serie de "100". En esta modalidad, un tubo 120 de metanación contiene un catalizador de níquel en la forma de una pluralidad de turbuladores 124 activado. De esta manera, el material de alimentación puede ser pasado a través del tubo o los tubos 120 y el monóxido de carbono y el hidrógeno reaccionarán catalíticamente con los turbuladores 124 para producir un producto gaseoso rico en metano. Los tres turbuladores 124 mostrados en la figura 5 se mantienen en una posición fija en los tubos 120 por medio de los ganchos 130 de presión superiores y los ganchos inferiores de presión (no mostrados) que están ubicados en los extremos respectivos del tubo 120.

En la figura 6 se ilustra aún otra modalidad de la presente invención en la que las partes correspondientes han sido designadas por los mismos números de referencia como partes de una serie "200". En esta forma de la invención, se muestra un tubo 220 de metanación para soportar el catalizador que contiene el níquel, en la forma de un turbulador 224 activado que está devanado o torcido alrededor de una varilla 225. El turbulador 124 está soldado a la varilla 225, de tal manera que se forma una trayectoria helicoidal entre el turbulador 124 y las paredes interiores del tubo 220 como se observa por medio de la flecha H direccional

helicoidal. De esta forma, el material de alimentación pasa  
 al interior de los tubos 220 y el monóxido de carbono y el  
 hidrogeno reaccionan sobre la superficie exterior del turbu-  
 lador 224 tubular torcido para producir un producto gaseoso  
 5. rico en metano. Si se desea, puede hacerse pasar un medio de  
 enfriamiento a través del centro del turbulador 224 tubular  
 para aumentar la capacidad de enfriamiento. El turbulador —  
 224 y la varilla 225 mostrados en la figura 6, se mantienen  
 en una posición fija en los tubos 220 por medio de ganchos —  
 10. 220 de presión superiores y ganchos 232 de presión inferio-  
 res que están ubicados en los extremos respectivos del tubo  
 220.

Debido a la naturaleza altamente exotérmica de la  
 reacción de metanación, de las modalidades preferidas el tur-  
 bulador están enrollado alrededor de un pasaje de enfriamien-  
 15. to central de tal manera que el medio de enfriamiento pueda  
 hacerse pasar tanto a través del centro del reactor tubular  
 como alrededor del exterior del mismo, como en las modalida-  
 des ilustradas en las figuras 8 y 9. En estas modalidades, —  
 20. el catalizador está dispuesto helicoidalmente en un pasaje —  
 anular. En el centro del anillo hay un tubo para recibir un  
 primer medio de enfriamiento, mostrado como 400 en la figura  
 8, y designado como 500 en la figura 9. Hay un segundo medio  
 de enfriamiento que se hace circular alrededor del exterior  
 25. del tubo de cubierta 402 en la figura 8 y 502 en la figura 9.  
 En la modalidad de la figura 9, el primero y el segundo de —  
 los medios de enfriamiento puede ser el mismo. En la figura  
 8, el primer medio de enfriamiento es el propio gas de ali-  
 mentación el que, después de llegar al fondo del tubo, invier-  
 30. ta su flujo y fluye sobre el turbulador en el interior del —

tubo de recubrimiento 402. La ventaja de estas modalidades - preferidas es que la relación entre la superficie y el catalizador y la superficie conductora térmica se reduce, de tal manera que se logra una óptima capacidad de enfriamiento del metanador. Como se indicó previamente, la modalidad de la fi gura 6 también puede ser utilizada en la técnica preferida - haciendo pasar un fluido de enfriamiento a través del centro del turbulador.

En la modalidad de la figura 9, hay dispuestos una pluralidad de tubos de metanación en paralelo a través de un tambor de vapor 506. Cada uno de los tubos de metanación está formado de un tubo exterior o cubierta 502 que contiene un turbulador catalítico en la forma de una tira de metal - 504 que contiene níquel enrollado helicoidalmente sobre el - borde alrededor de un tubo 500 central de enfriamiento. En - sus extremos de entrada, los tubos 500 de enfriamiento están conectados a un depósito de agua 508 que suministra el medio interno o primer medio de enfriamiento a los tubos de metanación. El agua de enfriamiento sale de los tubos 500 hasta un segundo depósito colector 510 desde el cual el agua sobrecalentada o la fase mezclada acuosa se inyecta al interior del tambor del vapor. Los colectores de agua, como es natural, - son opcionales y pueden eliminarse por completo. El gas de - alimentación entra en el colector 512 de gas a través de una entrada 514 y luego pasa a través del espacio interior anular de los tubos de metanación definidos por los miembros tu bulares 500 y 502. Al pasar a través del espacio anular dentro de los tubos de metanación, el gas de alimentación sigue una trayectoria espiral a lo largo de la superficie de la ti ra o listón 504 catalítico. Finalmente, el gas sale de los -

tubos de metanación como un producto que contiene metano, hasta el interior del colector 516 de gas y sale a través de la salida 518 como un producto útil que contiene metano.

- Los turbuladores de la presente invención pueden —
5. ser fabricados por técnicas de trabajo en frío convencionales. Por ejemplo, los turbuladores tales como los que se muestran en las figuras 1 y 4 pueden ser fabricados simplemente asegurando por sus extremos una tira o listón plano, tal como el mostrado como elemento 36 en la figura 6, y torciendo la tira
  10. a través de una serie de giros de 180°, como queda indicado por la flecha T direccional circular. Pueden formarse tubuladores similares a los de las figuras 1 y 4 torciendo de forma similar el elemento perpendicular 40 mostrado en la figura 3. Dichos turbuladores están caracterizados por una forma gene-
  15. ralmente senoidal. Como se indica en la figura 4, el grado de torsión está designado por un factor Y que es igual a la longitud L de una sola torsión T dividida entre el diámetro D del tubo 20 (ó d en las figuras 2 y 3). La gama típica para el factor Y del catalizador usado en la presente invención es
  20. entre 2:0 y 3:0. En términos de eficiencia catalítica, se prefiere un factor Y pequeño. En otras palabras, entre menor sea el factor Y, más alto será el grado de torsión. El límite inferior del factor Y queda determinado por las propiedades mecánicas del metal catalítico, es decir, el grado de torsión
  25. que resiste antes de romperse. De conformidad, cuando la naturaleza del metal catalítico lo permite, pueden fabricarse turbuladores que tienen factores Y de menos de 2.0.

Las dimensiones o formas de las tiras o listones catalíticos usados en la presente invención no son críticas y

30. variarán ampliamente con el diseño del reactor, el diámetro —

del reactor tubular, etc. Para los fines de la presente invención un listón puede ser definido como un miembro alargado de una sección transversal rectangular.

- En la presente invención, el catalizador de tipo --
5. turbulador se fabrica de metal de níquel o una aleación que --  
contiene níquel en la que el níquel es el mayor constituyente. Alternativamente, el propio turbulador puede ser de un metal diferente, con el catalizador de níquel recubierto o revestido por deposición sobre su superficie. En el caso de la fabri-
10. cación del turbulador a partir de una tira de níquel o de aleación de níquel, del trabajo en frío sirve para activar el catalizador produciendo esfuerzos como se describe en mayor detalle en la solicitud copendiente de patente de los Estados Unidos nº de serie 572.797, presentada el 29 de Abril de 1975,
15. cuyas enseñanzas se incorporan a la presente como referencia.

- Los turbuladores que sirven como el catalizador en la presente invención proporcionan un pasaje en forma helicoidal para los reactivos de gaseosos a lo largo y a través de --
20. toda la longitud del reactor. Al ejecutar esta función, los -- turbuladores también pueden tomar cualquiera de una variedad de configuraciones. En las modalidades de las figuras 1 y 4, el catalizador está en la forma de una sola tira o listón plano torcido que substancialmente llena el reactor turbulador. Los turbuladores de configuración similares se describen en --
25. la patente de los Estados Unidos nº 1.809.114. En las modalidades de las figuras 1 y 4 una pluralidad de dichas tiras colocadas uno al extremo del otro, proporcionarán una estructura equivalente. En la modalidad de la figura 5, hay una pluralidad de tiras alargadas planas torcidas dispuestas en parale-
30. lo a lo largo de la longitud del reactor.

Aún en otras modalidades, el turbulador puede estar formado de tubo en vez de ser tiras planas, por ejemplo, como en las modalidades de las figuras 6 y 7.

5. En la modalidad de la figura 7, el turbulador es una sección alargada de una tubería aplanada torcida, como la que puede formarse torciendo el tubo 300 bajo tensión.

Un método para formar turbuladores de configuración apropiada es el que se describe en más detalle en las patentes de los Estados Unidos nº 3.947.939 y 3.969.037, ambas --  
10. otorgadas a Peter Steiner y intituladas "METHOD FOR THE MANUFACTURE OF TURBULATORS" (MÉTODO PARA LA FABRICACION DE TURBULADORES), cuyas enseñanzas se incorporan a la presente como --  
referencia.

#### EJEMPLOS

15. Se utilizó un "Metanador de banco", como el que se ilustra en la figura 10, en una serie de pruebas que se llevaron a cabo de acuerdo con la presente invención. El catalizador 600 en el metanador de prueba consistió de 2 piezas de --  
una tira de níquel de 3.17 mm por 2.80cm., cada una de ellas  
20. con una longitud de 45.7 cm. El catalizador se fabricó reteniendo cada una de las tiras en un torno y torciéndolas de --  
tal manera que una torsión de 180° era igual a 1.6 diámetros de tubo. El torno mantuvo a la tira a su longitud constante --  
durante la formación. Los bordes de las piezas de tira torcidos se esmerilaron ligeramente para ajustar en ellos un tubo  
25. 602 reactor de 2.54 cm. del programa 40 Incalloy 800. Se dejó un espacio de 2.54 cm. entre las dos secciones catalizadoras  
A y B para permitir acceso para un termopart T2 de corriente de procesamiento. El reactor medía 20.32 cm. de con una sec--  
30. ción de precalentamiento de 85 cm. Se utilizaron 3 calentado-

res eléctricos 604, 606 y 608 para calentar el tubo reactor.

La longitud del turbulador fue de 90 cm. y su factor  $Y$  fue de 1.612 diámetros de tubo/180°.

En las pruebas resumidas en las tablas 1 y 2, el catalizador se activó haciendo pasar nitrógeno caliente a través del reactor, es decir, las pruebas (3) descritas en la tabla 1. Los resultados de las pruebas 12, 13 y 14 aparecen resumidas en la Tabla 2.

Aún cuando estas pruebas ilustran es practicable la metanación comercial con un catalizador turbulador, la unidad de metanación utilizada tenía obvios inconvenientes específicamente en la falta de elementos para remover continuamente el calor de reacción. Debido a este inconveniente en el aparato, se presentaron problemas locales de sobrecalentamiento. De conformidad, la presente invención contempla el uso de un fluido de enfriamiento que se hace circular alrededor del exterior de los tubos de metanación. Adicionalmente, como se mencionó en lo anterior, en las modalidades preferidas, se hace pasar un segundo medio de enfriamiento a través del tubo central que está rodeado por un catalizador turbulador.

25.

30. \_\_\_\_\_ pasa a Tabla 1 .../...

I A 3 L A I

Datos de las pruebas

Prueba No.	9	10	10	11	11	11	(1)	12	13	13	13	13	13	13	(3)	14.
Muestra No.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23			23

Reactor:

Temp. de entrada de gas, °C	458	492	489	488.9	448	454	457	740.2	427	394	315	341	398	836	427
Temp. central del gas, °C	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	740	500	510	457	361	417	913	542
Temp. de salida del gas, °C	510	482	491	489	482	470	469	947	476	508	540	549	544	865	410

Presión de salida:

in, Kg/cm <sup>2</sup>	20.600	20.801	20.861	20.801	21.233	21.233	23.303	7.734	69.604	60.604	68.900	68.197	68.197	70.31	71.010
------------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	--------

Alimentación:

Hidrógeno, lbs/h	1042.029	1042.029	1042.029	1042.029	1042.029	1042.029	1042.029	1142.321	1102.931	1153.567	1153.576	1153.575	1153.575	1133.883
------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Óxido de calcio, lbs/h

	226.520	226.520	283.150	283.150	339.792	339.792	239.792	198.205	365.263	379.421	379.421	379.421	379.421	331.285
--	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Agua, mililitros/hr.

	345	303	302	302	120	126	123	240	84	90	97	96	96	310	72
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----	-----	----

Velocidad por volúmen H<sub>2</sub>/CO

	4.6	4.6	3.7	3.7	3.1	3.1	3.1	5.0	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.4
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Producto (saco):

Volúmen, lbs/h	735.358	736.190	602.391	696.549	775.831	804.146	829.629	812.640	688.054	693.717	761.673	741.853	580.952
----------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Análisis, % vol:

N <sub>2</sub>	1.8	4.8	2.6	3.3	1.7	1.3	1.3	2.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.5
CO	1.5	0.1	1.7	1.7	7.5	8.1	8.1	0.1	3.3	4.3	4.9	6.0	0.4
Cl <sub>4</sub>	21.4	17.7	33.8	29.9	28.3	24.4	24.4	24.8	47.3	42.8	37.8	37.9	54.5
CO <sub>2</sub>	6.5	1.6	8.1	13.0	10.3	10.4	10.4	0.2	7.3	7.6	7.4	7.3	3.5







La invención puede ser realizada en otras formas -  
 específicas sin apartarse del espíritu o las características  
 esenciales de la misma. Las modalidades de la presente, por  
 lo tanto, deben ser consideradas en todos sus aspectos como  
 5. ilustrativas y no restrictivas, y el alcance de la invención  
 está indicado por las cláusulas adjuntas en vez de por la --  
 descripción anterior, y todos los cambios que caen dentro del  
 significado y la gama de la equivalencia de las cláusulas, -  
 por lo tanto, tienen la intención de ser abarcadas por las -  
 10. mismas.

N O T A

La Patente de Invención que se solicita por veinte  
 años para España, de acuerdo con la vigente Legislación, de-  
 berá recaer sobre: "PROCEDIMIENTO MEJORADO PARA PRODUCIR ME-  
 15. TABO", con Prioridad de la solicitud de Patente en U.S.A. nº  
 791.755 de fecha 28 de Abril de 1.977, según las caracteris-  
 ticas esenciales de las siguientes: \_\_\_\_\_

20.

25.

30.

\*\*\*/\*\*

REIVINDICACIONES

- 18.- Procedimiento mejorado para producir metano, reaccionando monóxido de carbono con hidrógeno, caracterizado en que comprende alimentar un gas que contiene hidrógeno y monóxido de carbono en cuando menos un reactor tubular que contiene un catalizador helicoidal, que contiene níquel, cuyo catalizador define un pasaje en forma de espiral para el gas, y enfriar el exterior del tubo de reacción para remover el calor de la reacción.
5. 20.- Procedimiento mejorado para producir metano, de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el catalizador helicoidal rodea un ducto de enfriamiento y además comprende hacer pasar un medio de enfriamiento a través del ducto de enfriamiento.
10. 30.- Procedimiento mejorado para producir metano, de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el catalizador en espiral es un listón envuelto sobre su borde alrededor del ducto de enfriamiento central.
15. 40.- Procedimiento mejorado para producir metano, de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el catalizador de espiral es un miembro tubular torcido, y la superficie interior del miembro tubular define el ducto de enfriamiento central.
20. 50.- Procedimiento mejorado para producir metano, de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el reactor tubular está en la forma de una funda exterior cerrada en un extremo y contiene al catalizador y el ducto de enfriamiento, y el ducto de enfriamiento termina un poco antes del extremo cerrado de la funda y en el que el gas de alimentación se hace pasar a través del ducto central para enfriamiento, inver
25. 30.

tir su flujo en el extremo terminal para que fluya a través del pasaje en espiral en contacto con el catalizador helicoidal.

6a.- "PROCEDIMIENTO MEJORADO PARA PRODUCIR METANO".

5. Según queda sustancialmente descrito en la presente memoria que consta de veintidos hojas escritas a máquina por una sola cara y acompañada de dibujos.

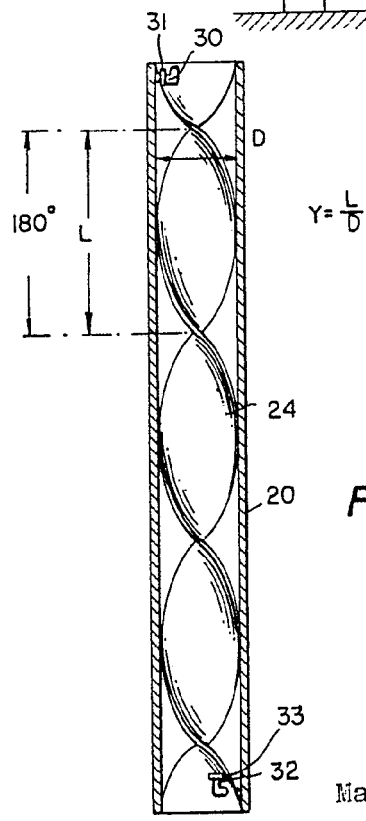
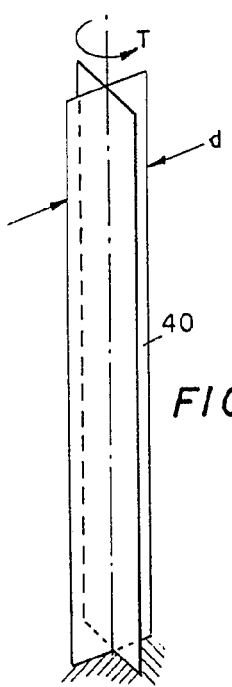
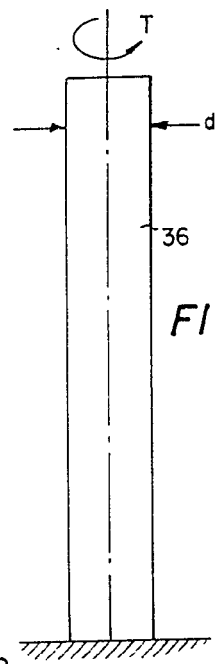
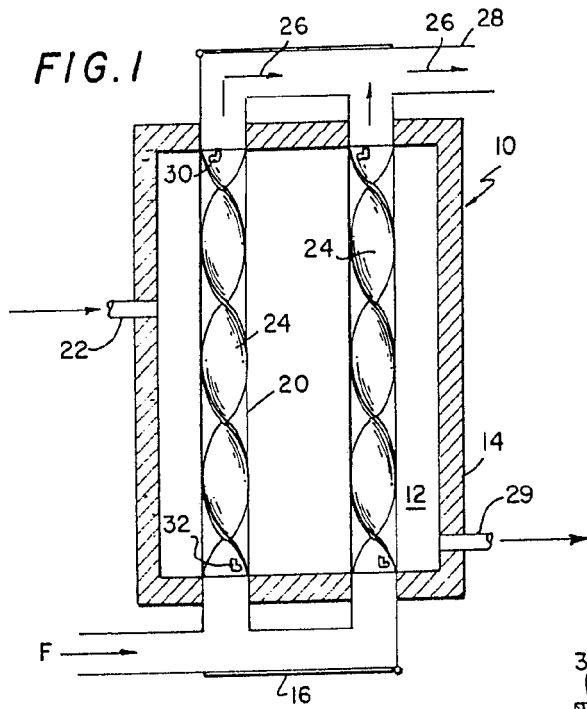
Madrid, 28 ABR. 1978  
FOSTER WHEELER ENERGY CORPORATION.

10.

P.P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO  
P.P.

Firmado: M.<sup>a</sup> Dolores Jerquera



Madrid, 28 de Julio de 1973

P.F.  
FRANCISCO GARCIA CABRERO  
P.R.

Firmado: M.ª Dolores Jorquera

FIG. 9.

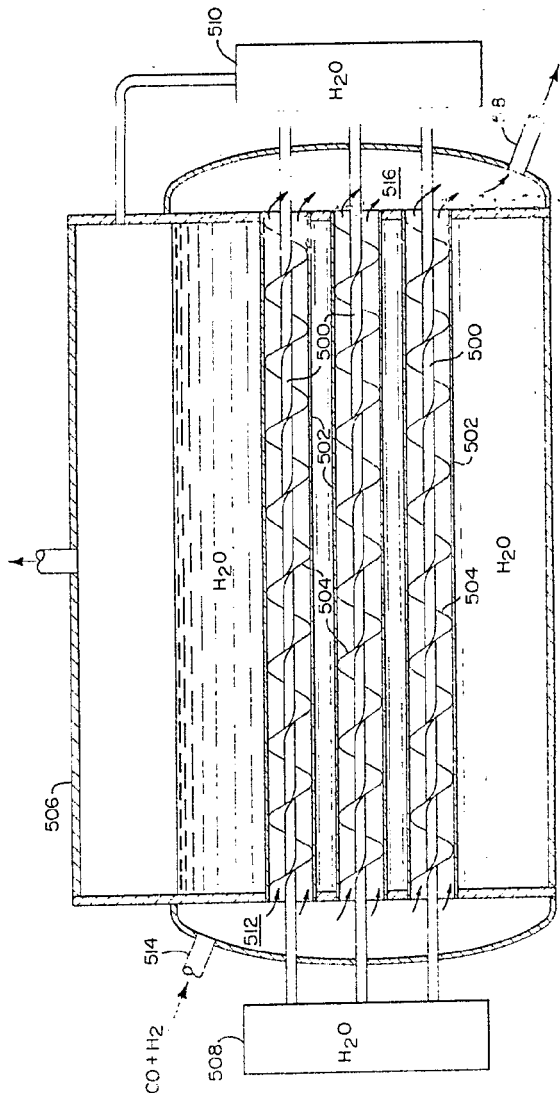


FIG. 5.

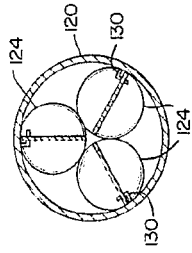


FIG. 7.

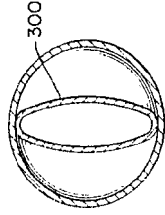


FIG. 6.

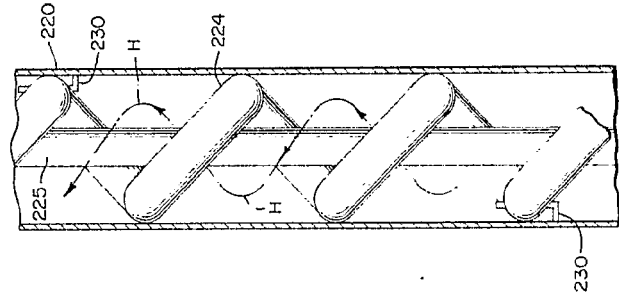


FIG. 8.

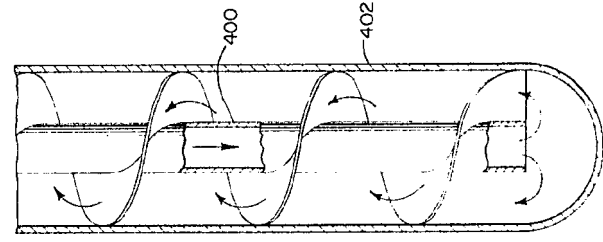
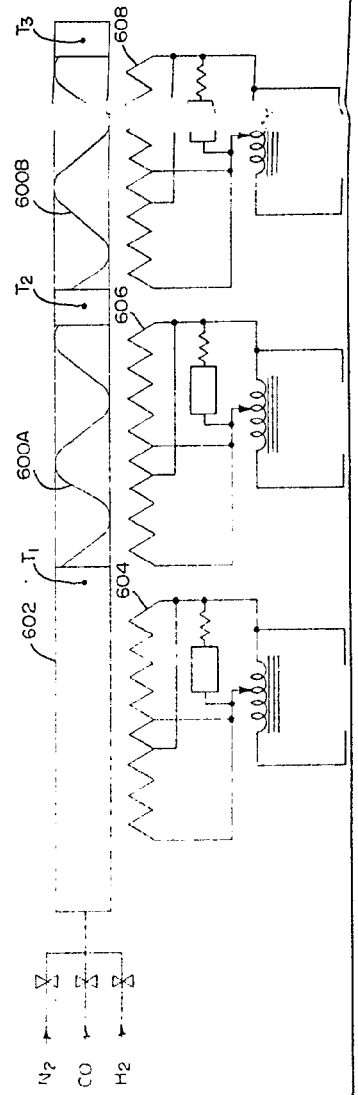


FIG. 10.



Madrid, Esp.

FIG. 9.

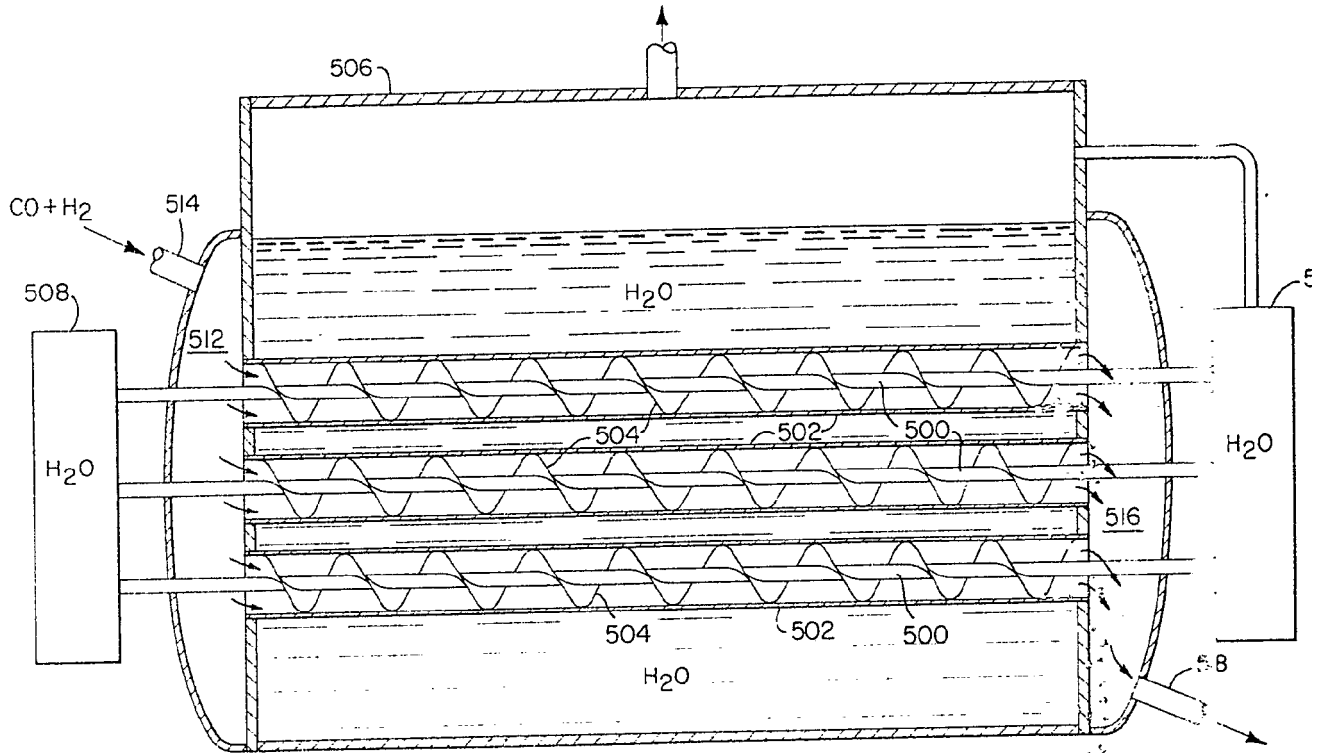


FIG. 10.

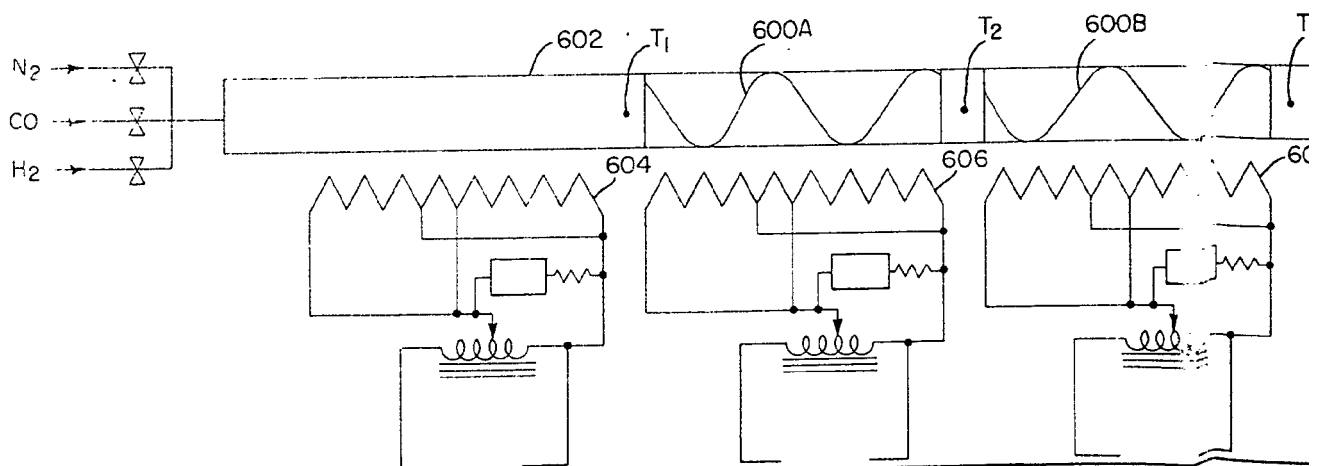


FIG. 5.

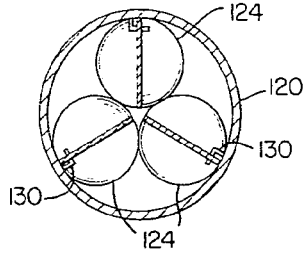


FIG. 7.

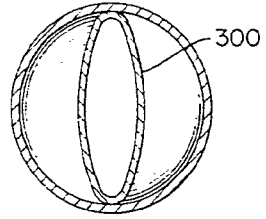


FIG. 6.

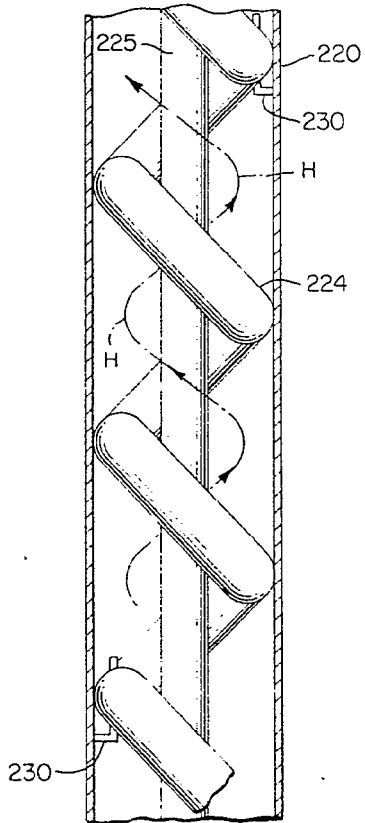
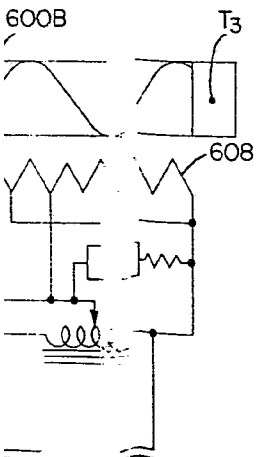
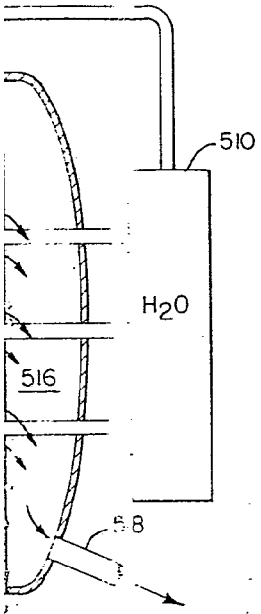
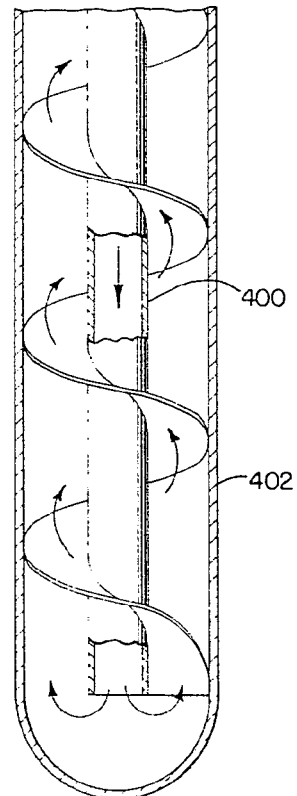


FIG. 8.



Madrid,  
E.P.

FRANCISCO GARCIA CASTAÑO  
D.P.

Firmado: M.F. De las Cortes