

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

(19) ES	(11) NUMERO	(10) A1
(21)	475.704	
(22)	FECHA DE PRESENTACION	
	4-12-78	

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

(20) PRIORIDADES:	(22) PAIS
(31) NUMERO	EE.UU.
857.516	
(32) FECHA	
5-12-77	

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C10D; C10L	

(54) TITULO DE LA INVENCION

"UN SISTEMA PARA TRATAR RESIDUOS SOLIDOS"

(71) SOLICITANTE (S)

SYNGAS INTERNATIONAL, LTD. SYN 2-006-SP-I

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

Suite 1260 East, First National Center, Oklahoma City, Oklahoma 73102, Estados Unidos de América

(72) INVENTOR (ES)

Herman F. Feldmann

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE

D. OSCAR DE ELZABURU FERNANDEZ (P.- 70.441)

1

FUNDAMENTO

Recientemente, los principales centros de población del continente norteamericano y de otras partes han experimentado una escasez de gas natural tan fuerte, que se ha reducido la capacidad industrial, se han cerrado instituciones docentes en condiciones de tiempo muy frío y entidades comerciales en general han mostrado un descenso en la eficacia y comportamiento de sus empleados en condiciones de trabajo con conservación del gas de emergencia. Durante varios años, a la industria de construcción de casas se le ha pedido que proporcione energía eléctrica para excluir energía derivada de gas, imponiendo así costes de vida significativamente más altos a los compradores de nuevas casas. Aunque la exploración de nuevas fuentes de gas natural puede ser estimulada por incentivos financieros y similares, no son entusiastas las expectativas de grandes hallazgos en lugares accesibles al mundo occidental. Por consiguiente, se ha prestado una atención considerable a los recursos secundarios de gas que se sabe que están disponibles.

20

Las personas relacionadas con el desarrollo de fuentes de gas natural adicionales, no han perdido de vista el potencial para convertir recursos de carbono disponibles en un producto gaseoso adecuado como suplemento o sustituto del gas natural. La gasificación de carbón ha sido durante mucho tiempo objeto de estudio. De interés más corriente sin embargo, son los esfuerzos para convertir los volúmenes siempre crecientes de residuos sólidos de municipios e industrias en un gas utilizable. La aplicación directa de procedimientos de gasificación de carbón a ma-

30

1 teriales de alimentación de bajo contenido de cenizas, fibro
2 sos y de baja densidad aparente como los residuos sólidos,
3 estiércol y otras formas de biomasa no es probable que sea
4 un éxito debido a la enorme diferencia en las propiedades
5 físicas entre el carbón y estos otros materiales de alimen-
6 tación celulósicos. Por ejemplo, la mayor partes de los
7 procedimientos de gasificación de carbón emplean lechos flui-
8 dos en los que el carbón de leña es el sólido fluidizado.
9 Sin embargo, debido a la densidad aparente muy baja de los
10 residuos sólidos y los materiales del tipo de biomasa y en
11 vista de su naturaleza fibrosa, tenderán a elutriar excesiva-
12 mente desde cualquier reactor de un sistema de conversión
13 a menos que se empleen velocidades de gas superficial muy
14 bajas, junto con los sistemas. Las bajas velocidades de gas
15 requieren bajos índices de capacidad de producción que, a
16 su vez, dan como resultado requerimientos de capital cre-
17 cientes para gasificadores y componentes similares de cual-
18 quier sistema de conversión. Por ejemplo, en la producción
19 de un compuesto intermedio - gas Btu de los materiales de
20 alimentación de bajo contenido en azufre en los que no es
21 necesario la eliminación de H_2S , el gasificador de dicho
22 sistema es una fracción grande de la inversión de capital
23 total y por consiguiente las economías de cualquier siste-
24 ma de conversión para estos materiales fibrosos se ven muy
25 afectadas por las variaciones en los índices de la capaci-
26 dad de producción del reactor. Aunque los materiales orgá-
27 nicos, per se, pueden variar ampliamente desde diamantes
28 hasta desperdicios comunes, los tipos de materiales consi-
29 derados por los presentes sistemas de conversión son aque-
30 llos que entran generalmente en la categoría de material

1 fibroso de baja densidad aparente, que incluye principalmen
te residuos sólidos y biomasa. Los residuos sólidos inclui
rán materiales tales como estiércol y residuos municipales,
mientras generalmente se considera que la biomasa abarca
5 materiales tales como orujo, mieses energéticas, algas ma
rinas incluyendo Kelp, tallos de maíz, residuos de bosques
y residuos de plantas en general.

Se han propuesto una variedad de procedimien
tos técnicos para intentar la conversión de residuos sólidos
10 dos y biomasa en productos gaseosos. Por ejemplo, puede de
sarrollarse un gas natural sintético a partir de residuos
municipales sólidos por biodegradación controlada. Sin em
bargo, se requieren equipos que tienen una capacidad de re
cipientes extremadamente grande que trabajan sobre largos
15 intervalos de permanencia de residuo sólidos para llevar
a cabo dichas técnicas. Adicionalmente, el subproducto de
dichos sistemas puede no ser deseable y puede presentar un
problema de desecho por si mismo. Además, generalmente se
requiere que los constituyentes inorgánicos del material
20 residual sean separados antes de que el residuo se intro
duzca en el procedimiento digestivo.

Otra técnica de conversión, descrita por
ejemplo en la patente de EE.UU. Nº 3.729.298 y 3.817.724,
pretende desarrollar un producto gaseoso a partir de resi
25 duos sólidos por pirólisis, un sistema en el que los sólidos
hidrocarbonados del material residual se someten a tem
peraturas relativamente altas para generar un gas que con
tiene metano, así como una cantidad relativamente alta de
alquitrán y carbón.

30 Ciertas desventajas aumentan con el empleo

1 del procedimiento de pirólisis, siendo la más evidente el
problema de desecho del residuo y otra que reside en el re-
querimiento de desarrollar la energía calorífica o térmica
para crear la reacción de pirólisis y generar el producto
5 gaseoso. Por esto, generalmente alrededor del 20% del pro-
ducto gaseoso se extrae por si mismo del procedimiento pa-
ra generar la energía calorífica requerida. Un procedimien-
to similar es proporcionado por la patente de EE.UU. 3.874.116
en el que el calor se suministra a la zona que produce los
10 gases combustibles a través de la combustión de una porción
del gas de síntesis recirculado. Para cada procedimiento,
la demanda de energía térmica es significativa, requirién-
dose temperaturas del orden de 927°C y superiores que hay
que generar en el reactor. Como otro aspecto de estos sis-
15 temas, a dichas temperaturas elevadas, el metano producto
desarrollado que debe entrar en la zona de gasificación del
reactor, tenderá a combinarse con el agua presente como va-
por de agua descomponiéndose en monóxido de carbono e hidró-
geno gaseoso, conduciendo así a pérdidas adicionales en la
20 eficacia de producción. Las temperaturas superiores plan-
tean otro requerimiento en los sistemas en los que deben
separarse los componentes inorgánicos del material residual
sólido, es decir, aluminio, vidrio, acero y otros productos
antes de la introducción del residuo en el reactor. Esto
25 sucede en tanto que dichos materiales tienen un valor de
recuperación importante por sí mismos, y si se someten a
las temperaturas superiores de la reacción de pirólisis,
tenderán a disgregarse en formas menos deseables, además
de que representan sustancias que ocupan un volumen mientras
30 que permanecen inertes durante el procedimiento químico.

1 Otra técnica de conversión a la que se diri-
ge particularmente el presente invento, implica un procedi-
miento denominado convencionalmente gasificación con hidró-
geno. Generalmente, la reacción de gasificación con hidró-
5 geno, es una en la que el componente de carbono del mate-
rial residual se hace reaccionar con un gas de síntesis que
contiene hidrógeno para producir metano. La temperatura a
la que ocurre esta reacción es relativamente más baja, por
ejemplo, que la requerida para la reacción de gasificación,
10 introduciéndose generalmente el hidrógeno gaseoso en la reac-
ción a aproximadamente 538°C. Como se ha descrito en la pa-
tente de EE.UU. Nº 3.733.187 y 4.005.994, el procedimiento
de gasificación con hidrógeno es uno en el que el desecho
de residuo sólido se desmenuza e introduce en una zona a
15 presión confinada que es generalmente de naturaleza alargada
y orientada verticalmente. A medida que el material resi-
dual se introduce en la parte superior de la zona, por su
región más inferior se introduce un gas de síntesis, que
contiene hidrógeno, caliente. A medida que el material resi-
20 dual emigra por la fuerza de la gravedad descendentemente
a través de la zona, se elimina su contenido de humedad y
por eliminación completa de la humedad ocurre la reacción
de gasificación con hidrógeno que produce metano y el mate-
rial orgánico llega a ser subsiguientemente un carbón que
25 contiene carbono. Este carbón se traslada entonces a un
reactor de gasificación en cuyo lugar se convierte sustan-
cialmente de forma completa en un gas de síntesis caliente
en presencia de oxígeno y vapor de agua y, en virtud de la
naturaleza exotérmica de dicha reacción, la energía térmi-
ca es desprendida a los niveles requeridos en la zona de
30

1 gasificación con hidrógeno. Ventajosamente, sólo una canti-
dad secundaria de residuo que requiere desecho se desarro-
lla como subproducto del procedimiento de producción de gas
de síntesis. Como se ha descrito en la patente de EE.UU.
5 nº 4.005.994 señalada, se dispone de una utilización muy
eficaz de la energía térmica en el procedimiento. Además,
una ventaja subsidiaria sobreviene con el procedimiento de
gasificación con hidrógeno debido a las temperaturas rela-
tivamente inferiores desarrolladas dentro de la zona de
10 reacción del gasificador con hidrógeno. Con el sistema, tan-
to los componentes residuales inorgánicos como los orgáni-
cos pueden introducirse en el reactor. Estos componentes
inorgánicos pasan por la fuerza de la gravedad a través del
reactor y se someten a temperaturas que ventajosamente se
15 proporcionan para su esterilización, mientras están en un
nivel tan inferior como para evitar su destrucción como por
la sinterización de vidrio o disgregación con oxidación de
los metales. En la región más inferior de la zona del reac-
tor de gasificación con hidrógeno, el material inorgánico
20 puede recuperarse fácilmente como un subproducto valioso,
mejorando así la factibilidad económica de esta forma de
producción de producto gaseoso. Aunque la teoría y la demos-
tración a menor escala de todos los sistemas de producción
de gas sintético anteriores ha sido demostrada, su implan-
25 tación práctica acomodándose a los volúmenes de residuos
municipales requeridos para ser tratados no se ha efectua-
do sin dificultades. Un sistema de pirólisis instalado en
Baltimore, Maryland se encontró con serias dificultades de
operación debido a una variedad de imperfecciones prácticas,
30 por ejemplo, como las asociadas al tratamiento previo, mo-

1 vimiento y almacenamiento de la materia prima residual, así
como a la manipulación afín en el reactor.

Debido a que los sistemas de producción de
gas deben situarse cerca de su fuente de materia prima, así
5 como cerca de las redes de distribución de gas, es decir
cerca de los principales centros de población, deben mante-
ner una capacidad para aceptar volúmenes grandes de resi-
duos y acomodar estos volúmenes sin crear molestias de olor
y contaminación. El almacenamiento necesario del material
10 debe ser de un intervalo de permanencia tan corto que sea
sin molestias de olor significativas. Además, la producción
de subproductos contaminantes indeseables tal como alqui-
tranes y similares debe ser mínima.

En vista del significativo gasto de capital
15 representado en cualquiera de las instalaciones de produc-
ción de gas dadas, el tamaño global necesario del equipo
debe permanecer en un alcance tan práctico como sea posible.
Por necesidades prácticas adicionales, las impurezas gaseo-
sas, es decir, los constituyentes volátiles que pueden ge-
20 nerarse necesariamente junto con la producción de metano
deseada deben ser mínimos y el producto de gas sintético
final debe ser compatible con los suministros de gas natu-
ral, así como debe producirse evidenciando un conjunto o
consistencia químico relativamente constante.

25 RESUMEN

El presente invento se dirige a un sistema,
método y aparato que proporciona la producción de gas que
contiene metano por el procedimiento de gasificación con
hidrógeno con eficacia y espíritu práctico mejorados. La
30 eficacia del sistema se desarrolla por la utilización de

1 energía térmica generada para tratar previamente el residuo
y/o el material de biomasa, así como junto con la creación
de técnicas de secado de la zona del reactor a presión úni-
cas. Las eficacias resultantes permiten una disminución
5 ventajosa de las longitudes físicas de las zonas del reac-
tor orientadas verticalmente, mejorando al mismo tiempo la
eficacia térmica y la consistencia del producto gaseoso del
sistema completo.

En un procedimiento del invento, la zona a
10 presión confinada de un reactor de gasificación con hidró-
geno está provista de forma que tenga regiones secadoras
y de gasificación con hidrógeno explícitas, estando locali-
zadas las primeras por encima de las últimas. Entre estas
regiones y en sus uniones, está dispuesto un componente de
15 distribución perforado, que aunque permite el paso induci-
do por la gravedad de los residuos inorgánicos a lo largo
de la zona completa, sirve para retener el residuo designa-
do orgánico que contiene humedad, más ligero dentro de un
recinto o medio de lecho fluidizado soportado por el gas
20 producto. Este medio permite un tiempo de secado ideal con
un mínimo de volumen de estructura del reactor. Los conduc-
tos de recogida que conducen desde el nivel superior del
lecho fluidizado hasta la región del reactor más inferior
proporcionan el movimiento del residuo orgánico suficiente-
25 mente seco para el desarrollo del gas producto y carbón.
Con este procedimiento, se controla el régimen y presión
de la introducción del gas de síntesis en la región de
reacción de gasificación con hidrógeno para conseguir el
comportamiento de secado del tipo de lecho fluidizado cita-
30 do, aunque permitiendo el flujo por gravedad del material

1 inorgánico en equipos de recuperación de subproducto.

En otro aspecto y procedimiento, se proporciona un sistema en el que el gas de síntesis caliente así como el residuo triturado o desmenuzado se introducen simultáneamente en la región más inferior de una zona confinada, a presión y alargada. El gas de síntesis caliente se inserta en la zona a un caudal y una presión tales que establezcan un lecho fluidizado que contiene materiales inorgánicos fracturados, tales como vidrio a través de los cuales los componentes residuales orgánicos tales como papel y similares fluyen hacia arriba. Puesto que los fragmentos de vidrio que contiene sílice se caracterizan porque tienen valores de calor específico elevados, se consigue una transferencia de calor resultante muy eficaz con el material orgánico húmedo mezclado. A medida que el material orgánico se seca emigra ascendentemente a través de la zona junto con las partículas de vidrio y, al mismo tiempo a medida que se seca completamente, reacciona con el gas de síntesis para producir metano, ocurriendo dicha reacción en períodos de intervalo de permanencia relativamente cortos, si se comparan con los intervalos requeridos para la eliminación de la humedad. El material inorgánico de tipo de partículas de vidrio que emigra por el lecho fluidizado rebosa luego por las tuberías verticales a medida que es reemplazado por vidrio triturado de la corriente entrante de residuo de mezclado. El material así recogido en el nivel superior del lecho se separa para desecho aprovechable, mientras que tanto el gas producto como el carbón desarrollado durante la gasificación con hidrógeno se toman de la parte superior de la zona y se separan, por ejemplo, utilizando un separador de ciclón.

1 El carbón se dirige luego a una zona de gasificación para
emplear en la producción de gas de síntesis caliente, mien
tras que el gas producto se lava y, si se desea, se trata
con metano y se traslada a una red de distribución. Como
5 una característica ventajosa, del sistema anterior, los
constituyentes volátiles se craquean a los largo del movi-
miento a través de la zona singular alargada y se convier-
ten en gases sencillos o metano, derivándose así del siste
ma un gas producto de elevada calidad.

10 La disposición de la zona alargada del in-
vento también puede utilizar un caudal de entrada del gas
de síntesis no seleccionado para establecer una relación
del lecho fluidizado con las partículas de vidrio fractura
das y similares pero que promueven la emigración ascenden-
15 te de materiales orgánicos depositados en la proximidad del
punto de introducción del gas de síntesis. Aquí, como antes,
se realiza el craqueo ventajoso de los constituyentes volá-
tiles y tanto el gas producto como el carbón se toman de
la parte superior de la zona confinada del reactor para la
20 gregación, mientras que los materiales inorgánicos se mue-
ven directamente hasta un receptáculo de enfriamiento brusco
de recogida.

En otro aspecto, el invento proporciona una
estación secadora única en combinación con un dispositivo
25 de reacción de gasificación con hidrógeno. Esta estación
secadora permite una disminución significativa del tamaño
o magnitud del reactor. Más particularmente, se utiliza una
estación secadora en la que el residuo a granel sólido se
coloca en jaulas metálicas que se suspenden a continuación
30 dentro de un lecho de arena fluidizado con aire caliente

1 durante un intervalo seleccionado para asegurar la elimina-
ción sustancial de la humedad. La energía térmica imparti-
da al aire utilizado para generar el lecho fluidizado se
5 separa del reactor de gasificación con hidrógeno de escala
más pequeña. Como consecuencia, se proporciona un empleo
más eficaz de la energía térmica en combinación con la es-
tructura de reactor más utilitaria y más pequeña.

10 En cada una de las realizaciones antes des-
critas, el comportamiento del sistema mejorado puede alcan-
zarse por la utilización de un material térmicamente esta-
ble, no abrasivo, inerte y en partículas tal como alúmina
dentro del reactor que produce gas de síntesis por gasifi-
cación. Este material tiende a desarrollar una temperatura
15 constante en toda la zona de reacción y mejorar la distri-
bución de las partículas de carbón dentro de la zona de
reacción.

Otra realización del invento proporciona un
sistema y procedimiento para producir gas rico en metano a
20 partir de residuo que está sustancialmente libre de mate-
rial inorgánico. Dicho residuo está presente predominante-
mente en forma de estiércol de partidas de alimentación y
similares y para los presentes fines, representan una sus-
tancia muy reactiva en oposición a residuos municipales tí-
picos. El sistema incluye reactores de gasificación y de
25 gasificación con hidrógeno unidos en serie en los que se
alimenta el estiércol desde dos posiciones de alimentación
separadas. Debido a que el material residual está sustan-
cialmente libre de componentes inorgánicos, la temperatura
30 establecida para el reactor de gasificación así como la es

1 tablecida para el de gasificación con hidrógeno puede ser
ventajosamente elevada. Entre los materiales libres de mate
2 rial inorgánico que pueden utilizarse en esta realización
además o en sustitución del estiércol están los materiales
5 de biomasa que incluyen mieses energéticas, algas marinas
tal como Kelp, residuos de plantas en general tal como cru-
jo, tallos de maíz, residuos de bosques y similares. En una
realización preferida, cada uno de los reactores trabaja
junto con un material en partículas, sustancialmente no
10 abrasivo, térmicamente estable y químicamente inerte, tal
como alúmina, para mejorar el comportamiento.

En otra realización del invento se propor-
ciona una unión en serie de reactores de gasificación y de
gasificación con hidrógeno como se ha descrito inmediatamen
15 te antes. Sin embargo, el residuo municipal convencional
que incluye componentes inorgánicos se carga junto con el
gas de síntesis en el reactor de gasificación con hidróge-
no, en donde se separan el carbón del gas producto y el vi-
drio triturado y se segregan en dos etapas de separación.
20 El carbón separado se introduce a través de una entrada in-
dividual inicialmente a presión atmosférica al reactor de
gasificación para crear el gas de síntesis. Como se ha di-
cho antes, un material en partículas, sustancialmente no
abrasivo, no reactivo e inerte tal como alúmina puede em-
25 plearse dentro de cada uno de los reactores para mejorar
su comportamiento. En otra realización del invento, los com-
ponentes de vidrio del residuo municipal se trituran o des-
menujan después de lo cual se separan los componentes metá-
licos por medios convencionales. El residuo desmenuzado re-
30 sultante se introduce luego en un reactor de gasificación

1 con hidrógeno. Dentro del reactor, está dispuesto un lecho
fluidizado de partículas de alúmina a través de las cuales
emigra el residuo arrastrado por el gas de síntesis calien-
te. Las partículas de vidrio dentro del residuo se fractu-
5 ran más y el gas producto de carbón y dichas partículas
trituras se elutrian o mueven desde el reactor de gasifi-
cación con hidrógeno para ser sometidos a las etapas de se-
paración.

El invento, por consiguiente, comprende el
10 sistema, aparato y método que se ilustran como ejemplo en
la descripción detallada siguiente.

Para un entendimiento más completo de la na-
turaleza y objetos del invento, debe hacerse referencia a
la descripción detallada siguiente tomada junto con los di-
15 bujos que se acompañan.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es una representación esquemáti-
ca del sistema y procedimiento de un aspecto del invento
que muestra ciertos componentes en un modo esquemático de
20 flujo no a escala;

la Figura 2 es un diagrama de flujo del sis-
tema y procedimiento esquemático, no a escala de otro as-
pecto del invento;

la Figura 3 es una diagrama de flujo del sis-
25 tema y procedimiento no a escala esquemático de otra reali-
zación del invento;

la Figura 4 es un diagrama de flujo del sis-
tema y procedimiento no a escala de otra realización del
invento;

30 la Figura 5 es un diagrama de flujo de un

1 sistema y procedimiento no a escala, esquemático de otra
realización del invento, en el que se convierten residuos
animales en gas producto útil;

5 la Figura 6 es un diagrama de flujo del sistema y procedimiento, no a escala y esquemático de otra realización del invento, en el que se introduce un residuo municipal en reactores de gasificación y de gasificación con hidrógeno unidos en serie para producir un gas producto; y

10 la Figura 7 es un diagrama de flujo de sistema y procedimiento no a escala, esquemático de otra realización del invento, en el que se trata un residuo municipal junto con un lecho fluidizado de partículas de alúmina dentro de un reactor de gasificación con hidrógeno.

DESCRIPCION DETALLADA

15 Como será más evidente a medida que se desarrolla la presente descripción, el procedimiento de gasificación con hidrógeno del invento es el que ofrece ventajas no solamente en el tamaño o escala del equipo requerido, sino también al proporcionar un mejor producto final que
20 contiene metano. Por ejemplo, no se requiere una separación previa de los componentes inorgánicos de tamaño razonable del residuo, es decir metales y vidrio, como una etapa precursora en el sistema. En efecto, con una enseñanza del presente invento, se proporciona una única utilización de
25 los componentes de vidrio fracturados. Por otra parte, se producen mayores rendimientos de metano con el sistema de gasificación con hidrógeno que los que son posibles por las técnicas tecnológicas alternativas antes discutidas. Además, se produce gas a presiones adecuadas para purificación, y
30 un volumen relativamente pequeño de residuo que requiere de

1 secho después del procedimiento. Como ventaja económica particular, se conserva únicamente, si no se mejora, el valor de recirculación del metal y el vidrio que pasan a través del sistema durante la producción del gas que contiene metano, siempre que no ocurra oxidación o sinterización de dicho material, mientras se aplique calor suficiente para efectuar su desengrasado y esterilización. Una discusión del fundamento informativo del procedimiento de gasificación con hidrógeno está contenido en las patentes de EE.UU. antes citadas 4.005.994 y 3.733.187 y estas patentes se incorporan en la presente memoria como anterioridades para dichos fines. La primera de las anterioridades describe que es ventajoso separar el reactor de producción de metano del reactor de gasificación en el que se produce un gas de síntesis que contiene hidrógeno. Generalmente, el reactor de producción de metano incorpora una zona verticalmente orientada y confinada que se mantiene bajo presión y en la que el residuo sólido introducido se pone en contacto con el gas de síntesis que contiene hidrógeno para reaccionar formando metano y un residuo carbonoso, denominado convencionalmente "carbón". Este carbón se suministra a continuación al reactor de gasificación en el que se combina con oxígeno y vapor de agua para generar gas de síntesis adicional de modo exotérmico para reintroducción en la zona a presión confinada del reactor de gasificación con hidrógeno. Preferiblemente, el grado de conversión de carbono del material residual dentro del reactor de gasificación con hidrógeno se controla de forma que permanezca por debajo de un nivel crítico para asegurar la disponibilidad de carbón carbonoso suficiente para suministrar al reactor de gasificación que produce el

1 gas de síntesis. Cuando se proporciona un control apropiado, el gas de síntesis producido en el reactor tendrá valores de calor adecuados para llevar el residuo sólido dentro del reactor de gasificación con hidrógeno a temperaturas de reacción apropiadas para generar metano. Si se controla de forma apropiada, se consume esencialmente todo el carbón en el procedimiento para desarrollar el gas de síntesis, sin embargo las variaciones de los parámetros de trabajo variarán, a su vez la producción de acuerdo con los deseos del operador. Generalmente sin embargo, se ha encontrado que la zona confinada del reactor de gasificación con hidrógeno se mantendrá a una presión de aproximadamente 18 atmósferas y que el gas de síntesis debe introducirse en ella a temperaturas suficientes para mantener el reactor de producción de metano, es decir, en la zona de aproximadamente 538°C. A dichas temperaturas, el vapor de agua que pasa a través de la zona tenderá a formar más hidrógeno y de modo importante, no reaccionará con el metano generado para formar monóxido de carbono indeseado, sin embargo, reaccionará con el monóxido de carbono dentro de la zona para producir ventajosamente hidrógeno y dióxido de carbono.

Con referencia ahora a la Figura 1 se da a conocer esquemáticamente una primera realización del sistema del invento. El residuo sólido que contiene tanto componentes designados inorgánicos como orgánicos se suministra a un equipo de recepción en el que se desmenuza inicialmente y se somete a una etapa de secado, representada generalmente por 10. La etapa 10 está formada por una o una pluralidad de bóvedas como en 12, teniendo cada una

1 una puerta de acceso 14 dispuesta hacia arriba. La bóveda
se extiende de forma algo longitudinal sobre una cámara im-
pelente 16 dispuesta más abajo. La cámara 16 está colocada
5 inferior de la bóveda 12. Dentro de la cámara interior de
la bóveda y descansando sobre el suelo 18 están una serie
de jaulas de malla de acero 20a, 20d. Cada una de estas
jaulas 20a-20d tiene una abertura dispuesta hacia arriba
(no mostrada) dentro de la cual se vierte el residuo sólido.
10 Las jaulas se maniobran luego por ejemplo, por un elevador
situado en la parte superior mostrado generalmente por 22,
a las posiciones representadas esquemáticamente en la Figu-
ra. Se proporciona también un suministro de arena seca den-
tro de la cámara de la bóveda en cantidad suficiente para
15 que cuando la cámara impelente 16 reciba aire atmosférico
caliente desde el conducto 24, cada una de las jaulas 20a-
20d se sumergirán en un lecho fluidizado de arena caliente
y aire. Puesto que esta arena tiene una característica de
calor específico relativamente elevada, se proporciona un
20 procedimiento de secado considerablemente mejorado que hace
mínimos ambos tiempos de permanencia para el secado, así
como asegurar un secado completo. Después de un intervalo
de permanencia predeterminado dentro de la bóveda 12, las
jaulas se retiran y el residuo contenido en ellas se trans-
25 porta a una zona de almacenamiento adecuadamente protegida
o cubierta tal como un edificio o similares, como está re-
presentada por el bloque 26. La arena utilizada en la eta-
pa 10, durante la mayor parte, permanece allí debido a la
naturaleza del lecho fluidizado. Sin embargo, la cantidad
30 menor de arena llevada con el material seco, así como la

1 arena inicialmente presente en el residuo o bien cae desde
allí durante el movimiento interfásico o bien pasa inofen-
sivamente por el procedimiento como material inerte. Debido
a que el material residual sólido está ahora en un estado
5 sustancialmente seco, dicho almacenamiento llega a ser prác-
tico, puesto que la biodegradación del residuo requiere una
entrada de humedad. Por consiguiente, los olores desagrada-
bles normalmente encontrados en el almacenamiento de resi-
duos sólidos se eliminan sustancialmente con el procedimien-
10 to. Naturalmente, dicho almacenamiento es temporal y útil
para asegurar una velocidad de suministro en la entrada es-
tacionaria y continuada de residuo sólido a los componen-
tes de conversión del sistema. A este respecto, desde el alma-
cenamiento protegido 26, como se ha representado por las
15 flechas dirigidas descendentemente, el residuo sólido sus-
tancialmente seco se deposita en una tolva con cierre 28.
La tolva 28 se puede someter a presión intermitentemente
de tal forma que no estará a presión para recibir el resi-
duo desde el almacenamiento 26, luego llega a estar a pre-
20 sión con el fin de introducir el residuo recibido en el
sistema. Por consiguiente, al ser sometida a la presión at-
mosférica, la tolva 28 se asegura y somete a presión, des-
pués de lo cual se abre la válvula de conducto 30 para per-
mitir el paso de residuo a través del conducto 32 en una
25 tolva de alimentación contigua 34. La tolva de alimentación
34 se mantiene continuamente a la presión de trabajo del
sistema y sirve para proporcionar la inserción de una velo-
cidad predeterminada y estacionaria del residuo sólido a
través del conducto 36, como se ha regulado por la válvula
30 38, al reactor de gasificación con hidrógeno 40. Como se ha

1 descrito en la patente de EE.UU. 4.005.994 antes citada,
el reactor 40 comprende una zona confinada alargada bajo
presión, por ejemplo aproximadamente 18 atmósferas. El gas
de síntesis caliente que contiene hidrógeno se introduce
5 en la región más inferior de la zona confinada del reactor
40 a través de un anillo 42 de distribución de gas de ali-
mentación que rodea a la zona que se alimenta desde la tu-
bería de entrada del gas de síntesis 44. Por consiguiente,
a medida que el residuo sustancialmente seco y desmenuzado
10 entra en la región superior de la zona confinada del reac-
tor 40 desde el conducto 36, encuentra el gas de síntesis
caliente que sube ascendentemente en contracorriente y, adi-
cionalmente, se retrasa selectivamente en su descenso indu-
cido por la gravedad por tabiques como en 46.

15 El tiempo de permanencia total para el mate-
rial orgánico que se mueve en contracorriente a través de
la zona confinada del reactor 40 se hace disminuir sustan-
cialmente con el presente dispositivo. Debido a que el ma-
terial está sustancialmente seco antes de entrar en el
20 reactor 40, se requiere muy poco tiempo y por consiguiente
muy poca distancia de tránsito para eliminar la humedad fi-
nal. Por tanto, el material se vuelve capaz rápidamente de
reaccionar con el gas de síntesis para producir un gas pro-
ducto que contiene metano. El intervalo requerido en esta
25 última reacción es bastante corto, midiéndose en segundos
y, naturalmente dependerá de la presión y temperatura así
como del contenido de hidrógeno del gas de síntesis utili-
zado. El resultado del dispositivo es reducir considerable-
mente la longitud necesaria de la zona confinada del reac-
30 tor 40.

1 Más convenientemente, el residuo no seco de
berá actuar en tres etapas; primero, toda la humedad se se
para en virtud del residuo que se mezcla con el gas de sín
tesis caliente; a continuación, los componentes orgánicos
5 del residuo reaccionan con el gas de síntesis produciendo
gas un producto que contiene metano. A continuación, a me-
dida que el residuo orgánico continua avanzando a través
de la zona de reacción, se convierte en un carbón que con-
tiene carbono. Los materiales inorgánicos por ejemplo, alu
10 minio, acero, vidrio y similares, pasan algo directamente
por gravedad a través de la zona del reactor alargada y,
durante dicho paso se esterilizan por el calor encontrado
con el gas de síntesis. Se observa, que para la realización
mostrada, la temperatura dentro del reactor 40 variará des
15 de aproximadamente 538°C en el punto de alimentación 42
del gas de síntesis, hasta una temperatura relativamente
más baja en la región más superior de la zona del reactor.
Estas temperaturas, sin embargo, no son tan altas como pa-
ra afectar perjudicialmente al material residual. Por ejem
20 plo, los materiales de vidrio no se sinterizan y los compo
nentes metálicos no se oxidan ni se funden con los compo-
nentes de vidrio.

Tanto los componentes residuales inorgáni-
cos como el carbón desarrollado pasan desde el reactor 40
25 por gravedad y se introducen en el conducto 48 que conduce
hacia un depósito de enfriamiento brusco 50.

A medida que el carbón y los componentes de
signados inorgánicos esterilizados del residuo pasan por
gravedad a través del conducto 48 encuentran un aspirador
30 representado esquemáticamente por una tubería de entrada

1 de vapor 52 y un conducto de suministro 54 que conduce a
un reactor de gasificación 56. Con este dispositivo de as-
piración, el carbón más ligero se suministra al reactor 56,
mientras que los materiales residuales inorgánicos más pe-
5 sados caen en el líquido contenido dentro del depósito de
enfriamiento brusco 50. Este residuo inorgánico puede sepa-
rarse luego por medio del conducto 58 y la válvula 60 co-
mo una suspensión para ser tratada adicionalmente como un
subproducto valioso.

10 A medida que el carbón y el vapor entran en
el reactor 56 desde el conducto 54, se introduce adicional-
mente oxígeno a través de la tubería 62 y bajo la presión
citada de aproximadamente 18 atmósferas, ocurren las reac-
ciones químicas de gasificación exotérmicas bien conocidas
15 para formar un gas de síntesis que consiste esencialmente
en monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrógeno y una
pequeña cantidad de vapor de agua. El gas de síntesis sale
desde el reactor de gasificación 56 por la tubería de en-
trada 44 que lo conduce al anillo 42. Generalmente, se con-
20 sume todo el carbón en esta reacción, sin embargo cualquier
residuo puede separarse del reactor 56 por el conducto 64
que se controla por la válvula 66. La mejora en el comporta-
miento del reactor 56 puede conseguirse incorporando dentro
de su zona confinada un material térmicamente estable, no
25 abrasivo, inerte y en partículas tal como alúmina. Este ma-
terial llega a distribuirse por la zona de reacción y sus
partículas inertes tienden a mejorar la distribución del
carbón dentro de la zona permitiéndole moverse al azar a
través de una trayectoria tortuosa. Las partículas inertes
30 tienden también a desarrollarse prenderse a una temperatu-

1 ra constante dentro de la zona mejorando así su comporta-
miento.

Después de las reacciones antes descritas
en el reactor 40, el gas producto caliente bajo presión y
5 que comprende generalmente metano, etano, CO, CO₂, H₂ y
H₂O sale por la tubería 70, después de lo cual es introdu-
cido en un lado de un intercambiador de calor 72. En el in-
tercambiador de calor 72, se proporciona un intercambio tér-
mico con aire atmosférico suministrado a través de la tube-
10 ría 24 y que deriva de un suministro representado por el
bloque 76. El aire así calentado, como se ha descrito antes,
se introduce en la cámara impelente 16 de la estación seca-
dora 10 para empleo en desarrollar el lecho secador de are-
na fluidizada. Por consiguiente, la energía térmica de gas
15 producto se utiliza en una etapa temprana 10 del proceso
global para derivar mayores eficacias en la etapa 40 de ga-
sificación con hidrógeno del sistema.

El producto gaseoso que sale del intercam-
biador de calor 72 puede suministrarse por la tubería 74
20 a un lavador 78 en el que, se lavan de forma convencional,
el material en partículas y una pequeña cantidad de CO₂.
Puede separarse más CO₂ después del lavado y, si se desea,
el monóxido de carbono puede metanarse después de lavado
haciéndolo reaccionar con hidrógeno en presencia de un cata-
25 lizador. Puesto que el monóxido de carbono está presente
en cantidades relativamente bajas, se metana de un modo
fácil esencialmente en su totalidad, por lo que no es nece-
sario convertir algo de él en CO₂ por la reacción de des-
plazamiento con gas de agua. Desde el lavador 78 y después
30 de la posible metanación, el gas producto limpio se sumi-

1 nistra por la tubería 80 para su última utilización o in-
serción en un sistema de distribución, estando rerepresentada
dicha utilización general por el bloque 82. La metanación
es una etapa opcional en el presente sistema, puesto que
5 el residuo presenta un bajo contenido de azufre. Por consi-
guiente, después de la separación de la materia en partícu-
las, el gas puede utilizarse directamente como un gas com-
bustible con fines industriales. Basado en el costo por
B.T.U. dicho combustible es mucho menos caro que el gas na-
10 tural sustituto formado por metanación.

El lavador 78 utiliza un suministro de agua
representado por el bloque 84 y unido al lavador por la tu-
bería 86. El desecho de los subproductos líquidos de la
operación de lavado se proporciona a través del conducto
15 87 y la válvula asociada 88.

Con referencia a la Figura 2, se rerepresenta
esquemáticamente otra realización del invento. Como repre-
sentado en el bloque 100, el residuo sólido se suministra
a una estación receptora durante un corto intervalo de
20 tiempo y subsiguiente traslado a una etapa de trituración
representada por el bloque 102. Las estaciones representa-
das en 102 son convencionales en la técnica y, generalmen-
te, están provistas de una trituradora de martillos que
trabaja para alterar el tamaño de partículas medio del re-
25 siduo a una dimensión más manejable. Desde la etapa de tri-
turación 102, el residuo desmenuzado se introduce en la
tolva con cierre 104. Como se ha dicho antes, la tolva 104
es de una variedad que se despresuriza intermitentemente
con el fin de recibir el residuo triturado o desmenuzado
30 a la presión atmosférica y subsiguientemente experimenta

1 presurización a niveles del sistema. Desde la tolva con cierre 104, el residuo desmenuzado se mueve a través del conducto 106, que es controlado por la válvula 108, hasta una tolva de alimentación 110. La tolva 110 se mantiene continuamente a la presión elevada del sistema, es decir aproximadamente a 18 atmósferas, y sirve para alimentar progresivamente el residuo sólido a través del conducto 112 a un caudal controlado por la válvula 114. El material sale del conducto 112 dentro del interior del reactor 116 de gasificación con hidrógeno.

El reactor 116 está configurado para definir dos zonas a presión y confinadas distintas, una zona secadora dispuesta ascendentemente, representada generalmente por 118, y una zona 120 de reacción dispuesta en la parte más inferior contigua. Situado entre las zonas 118 y 120 está un componente 122 de distribución de gas perforado. El componente 122 es generalmente de forma cónica y contiene aberturas de transferencia de gas, así como una salida 124 dispuesta en la parte central de su parte más inferior. Adicionalmente, colocado entre la zona secadora 118 están los conductos colectores, como 126, que se extienden desde una posición dentro de la zona 120 de reacción hasta un nivel predeterminado identificado por la línea de puntos 128 situado en la región más superior de la zona secadora 118. Se observa adicionalmente, que la porción de cúpula 130 de la parte más superior del reactor 116 está formada de manera que tenga una sección transversal alargada para presentar un volumen correspondientemente alargado y una caída de presión consiguiente a los gases que se mueven en ella.

Con el dispositivo, a medida que el residuo

1 sólido desmenuzado entra en el reactor 116 desde el conduc-
to 112, sus componentes inorgánicos más densos caen en la
parte más inferior de la zona secadora 118 en cuyo lugar
son contenidos temporalmente del paso a través de la salida
5 124 del componente 122 por el tapón 125. El tapón 125 se
quita intermitentemente para permitir pasar a las partícu-
las designadas inorgánicas por la salida 124 y se enfrentan
con el gas de síntesis caliente que se mueve ascendentemen-
te en virtud de su entrada en la parte más inferior de la
10 zona de reacción 120 a través de un distribuidor 132. En
consecuencia, estas partículas se secan y esterilizan, pa-
sando después al conducto más inferior 134 y de aquí al de-
pósito 136 de enfriamiento brusco. En el depósito 136, las
partículas se sumergen en agua y se enfrían. Por consiguiente,
15 los componentes inorgánicos pueden separarse desde el con-
ducto 138 en forma de una suspensión acuosa para separación
y tratamiento adicionales por actuación de una válvula 140.
Puede observarse que la utilización de la característica
de trituración en la estación 102 sirve para mantener las
20 partículas del residuo inorgánico a un tamaño apropiado pa-
ra este fin. Particularmente, las partículas de vidrio se-
rán fracturadas en un tamaño relativamente pequeño para re-
tirada y separación simplificadas.

Volviendo a la operación del reactor 116,
25 las partículas residuales designadas orgánicas que pasan
por el conducto 112 presentarán inicialmente un contenido
de humedad y, en esta forma más densa, se recogen en la re-
gión de la superficie superior del componente 122 de distri-
bución de gas perforado. Sin embargo, el gas producto ca-
30 liente de la zona de reacción 120 pasará a través del compo

1 nente 122 para efectuar un secado progresivo de dichas par-
tículas. A medida que continua esta interacción secadora su-
cede un movimiento al azar de las partículas, emigrando ge-
neralmente las partículas más ligeras, es decir las más se-
5 cas hacia el nivel más superior 128 de la zona secadora 118.
Cuando se secan sustancialmente, una porción mayor de las
partículas alcanzará la región más superior, siendo allí
inferior la velocidad del gas, y las partículas tenderán a
emigrar hacia las entradas más superiores de los conductos
10 colectores 126. Después las partículas caen en la zona de
reacción 120 para reaccionar con el gas de síntesis y for-
mar gas producto y carbón. El tapón 125 sirve para mantener
el lecho semejante a un líquido de partículas dentro de la
zona 118 durante un intervalo de tanda predeterminado. Como
15 en la realización de la Figura 1, el carbón sale a través
del conducto 134, con lo que se separa de los componentes
residuales inorgánicos por un dispositivo de aspiración que
incluye una entrada de vapor 142 y el conducto 144.

Con el dispositivo mostrado, el tiempo de
20 permanencia relativamente corto requerido dentro de la zona
de reacción 120 para producir el gas producto y el carbón
requiere una longitud vertical para la zona 120 de reacción
de una extensión relativamente corta. Por comparación, el
intervalo requerido para llevar a cabo el secado dentro de
25 la zona 118 es sustancialmente mayor. Por el empleo del com-
ponente 122 de distribución de gas, el material residual
orgánico que requiere secado se retiene dentro de la zona
secadora 118 durante el intervalo de permanencia relativa-
mente largo sin recurrir a una configuración de la zona se-
30 cadora larga. Solamente cuando se separa o elimina dicha

1 humedad entrará el residuo orgánico en los conductos 126
para movimiento en el reactivo que se mezcla con el gas de
síntesis.

5 Como en la realización anterior, el gas de
síntesis es generado en un reactor de gasificación 146 por
la introducción en él de carbón y vapor de agua a través
del conducto 144 y oxígeno a través de la tubería de entra
da 148. El gas de síntesis caliente se retira por medio de
10 la tubería de salida del gas 150 para inserción en la re-
gión más inferior de la zona de reacción 120 a través del
distribuidor 132. Como antes, se consume sustancialmente
todo el carbón en el reactor 146 de gasificación, sin embar
go cualquier residuo que pueda desarrollarse se elimina por
el conducto 152 por la actuación de la válvula 154. Puede
15 alcanzarse una mejora en el comportamiento del reactor 146
incorporando dentro de la zona confinada un material térmi
camente estable, no abrasivo, inerte y en partículas tal
como alúmina. Este material llega a distribuirse a través
de la zona de reacción y sus partículas inertes tienden a
20 mejorar la distribución del carbón dentro de la zona perm
tiéndole moverse al azar por una trayectoria tortuosa. Las
partículas inertes tienden también a desarrollar una tempe
ratura constante dentro de la zona mejorando así su compor
tamiento.

25 El producto gaseoso caliente se retira de
la porción de cúpula superior del reactor 116 por la tube
ría 156, introduciéndose después en el lavador 158. El lava
dor 158 trabaja de forma convencional, teniendo una entrada
de agua de la fuente 161 y la tubería 163 que sirve para se
30 parar los líquidos orgánicos arrastrados y la materia en

1 partículas así como absorber una pequeña cantidad de CO_2 .
El residuo líquido se separa del lavador 158 por el conduc-
to 160 por una manipulación apropiada de la válvula 162.
La salida del gas producto limpio del lavador 158 está pre-
5 sente en la tubería 164 y se dirige después de la metana-
ción opcional, para distribución, como está representada en
166. Como en la realización anterior, cuando se considera
para uso industrial, el bajo contenido de azufre del resi-
duo permite una inserción directa del gas producto como gas
10 combustible después de la separación de la materia en par-
tículas y sin metanación.

Puesto que la energía térmica del gas produc-
to desarrollado en la zona de reacción 120 se utiliza con
fines de secado en la zona 118, la temperatura final del
15 gas a medida que alcanza la cúpula 130 y la tubería de sa-
lida 156 está considerablemente reducida. Por ejemplo, du-
rante la fase de secado en la zona 118, la energía térmica
se utiliza para acomodar el calor de vaporización caracte-
rístico del residuo orgánico. Suponiendo temperaturas del
20 orden de aproximadamente 538°C en la región del distribui-
dor 132, la temperatura últimamente desarrollada en la zona
secadora 118 será, del orden de aproximadamente 149°C . El
sistema representado en la Figura 2 puede también utilizar
una estación secadora de residuo preliminar como se ha des-
25 crito en 10 en la realización de la Figura 1. Esta etapa
adicional proporcionaría un grado más bajo de secado. Sin
embargo, dependiendo de la instalación a mano y de las ca-
racterísticas del residuo, puede encontrarse que se mejora
la eficacia del sistema. Como antes, la energía térmica del
30 gas dentro de la tubería de salida 156 se intercambiaría

1 con una entrada de aire atmosférico en una estación inter-
cambiadora, en la que el aire calentado se suministra a la
estación secadora. Puede encontrarse un presecado para fa-
cilitar el movimiento físico del residuo.

5 Volviendo ahora a la Figura 3, se desarrolla
otra disposición del invento. En la Figura, una estación
recentora para recoger desechos municipales sólidos y simi-
lares está representada en el bloque 170. El residuo acumu-
lado en la estación 170 se traslada a una etapa de tritura-
10 ción 172 que, como se ha indicado antes, puede estar repre-
sentada como una trituradora de martillos o un dispositivo
de desmenuzado convencional. Para la presente realización
es importante observar que la etapa de trituración 172 sir-
ve para fracturar los componentes inorgánicos frangibles,
15 particularmente vidrio. En consecuencia, todas las partícu-
las de vidrio son de dimensiones muy pequeñas. El residuo
sólido desmenuzado o triturado se mueve en incrementos des-
de la etapa 172 y se inserta en la tolva con cierre 174 a
presión atmosférica. Después de dicha inserción, la tolva
20 174 se cierra y se somete a presión, después de lo cual se
abre la válvula 176 para permitir el paso de los residuos
sólidos desmenuzados a través del conducto 178 en la tolva
de alimentación 180. La tolva 180 sirve para proporcionar
un suministro continuo de residuo sólido triturado que se
25 hace pasar a un caudal predeterminado por la válvula 181,
a través del conducto 182 a la zona a presión confinada de
un reactor de gasificación con hidrógeno mostrado general-
mente por 184.

El reactor 184 está configurado de forma alar-
30 gada unitaria y se alimenta desde la salida 186 del conducto

1 182 colocado en una región más inferior de la zona. El gas
de síntesis caliente bajo presión se introduce en el reac-
tor 184 desde la tubería 188 a través de una cámara impelen-
te 190. La cámara impelente 190 está colocada por debajo de
5 la salida 186 del conducto 182. El gas entra a la zona con-
finada del reactor a dicha presión y caudal para desarrollar
un lecho fluidizado de gas caliente, materias en partículas
orgánicas y partículas inorgánicas fracturadas, más parti-
cularmente fragmentos de vidrio. El lecho fluidizado es iso-
10 térmico y se extiende ascendentemente hasta un nivel prede-
terminado como se identifica por la línea de puntos 192.
Extendiéndose también dentro de la zona confinada del reac-
tor 148 está un conducto colector 194 que tiene una abertu-
ra 196 situada en el nivel superior 192 predeterminado del
15 lecho fluidizado. El extremo opuesto del conducto colector
194 se extiende hasta el depósito 198 de enfriamiento brus-
co como lo hace un conducto de salida 200 que comunica con
el nivel más inferior de la región inferior de forma cónica
de la zona confinada del reactor 184. Un tapón 201 está co-
20 locado dentro del conducto 200 con el fin de asegurar el
establecimiento de un lecho fluidizado. Este tapón se quita
intermitentemente para permitir el movimiento del residuo
inorgánico pesado en el depósito 198 de enfriamiento brusco.
Sin el tapón 201, los componentes de vidrio triturados no
25 fluidizados tenderán a caer por el conducto 200. Así confi-
gurados, a medida que las partículas residuales trituradas
se expelen desde la abertura 186 del conducto 182, los com-
ponentes metálicos más pesados se calientan en la región
más inferior de la zona del reactor y, cuando el tapón 201
30 se acciona para abrir el conducto 200, caen en el depósito

1 198 de enfriamiento brusco. Los gases de síntesis desoreñ-
didos de la cámara impelente 190 se mezclan tanto con los
componentes residuales orgánicos tales como vapor y simila-
res como con las materias inorgánicas en partículas peque-
5 ñas fracturadas antes en la etapa de trituración 172. Por
consiguiente, existe una mezcla a lo largo de la longitud
de la zona confinada del reactor 184 de una combinación de
componentes que contienen sílice de elevado calor específico
y material residual designado orgánico. Este material orgá-
10 nico más ligero es arrastrado en el lecho fluidizado y emi-
gra ascendentemente, chocando al azar con partículas de vidrio
definiendo una trayectoria algo tortuosa y un tiempo de per-
manencia en secado deseado consecuente. El material residual
se seca progresivamente dentro del lecho fluidizado y emer-
15 ge en el nivel 192 superior en forma de carbón, a medida
que el material orgánico llega a secarse, una condición que
se consigue en la proximidad del nivel 192 superior, ocurre
una reacción de gasificación produciendo el gas producto que
se acumula en la región más superior en forma de cúpula de
20 la zona del reactor en 202. El flujo de gas que establece
el lecho fluidizado en una intensidad tal que el gas produc-
to y el carbón se expulsan desde la zona confinada por el
conducto 204. Simultáneamente, aquellas partículas designa-
das inorgánicas, es decir fragmentos de vidrio y similares,
25 que alcanzan la parte superior del lecho fluidizado en el
nivel 192 se recogen en la abertura 196 del conducto colec-
tor 194 para deposición dentro del depósito 198 de enfria-
miento brusco. Como antes, el material inorgánico deposita-
do en el depósito 198 desde el conducto 194 y del conducto
30 200 puede separarse como una suspensión acuosa a través del

1 conducto 206 por una actuación apropiada de la válvula 208.

Con el dispositivo de lecho fluidizado mos-
trado, se desarrolla una calidad generalmente más alta de
gas producto. Por ejemplo, se forma generalmente más hidró-
5 geno por el vapor de agua que entra en la zona confinada.

El vapor a la temperatura del lecho fluidizado, es decir a
aproximadamente 538°C, no reaccionará con el metano produ-
cido para formar CO y H₂, sino que tenderá a reaccionar con
CO para producir H₂ y CO₂. A las temperaturas superiores
10 encontradas en sistemas diferentes, es decir en intervalos
de 927°C, el vapor tiende a descomponerse perjudicialmente
en el componente metano del gas producto.

El gas producto y el carbón en el conducto
204 se introducen periféricamente en un separador 210 de ci-
15 clón, en cuyo momento se separa el carbón y se suministra
a lo largo del conducto 212 al reactor de gasificación 214.
Aquí, el carbón reacciona con el oxígeno introducido en el
reactor por la tubería 216, así como el vapor de agua sumi-
nistrado desde la tubería 218 unida al depósito 198 de en-
20 friamiento brusco y a la tubería 220, que representa una
fuente independiente opcional. Para asegurar el suministro
apropiado del carbón por el conducto 212 al reactor 214 a
presión, se inyecta vapor de agua en el primero, como se
representa por la tubería 213. Puede alcanzarse una mejora
25 en el comportamiento del reactor 214 incorporando dentro
de su zona confinada un material térmicamente estable, no
abrasivo, inerte y en partículas tal como alúmina. Este ma-
terial llega a distribuirse a través de la zona de reacción
y sus partículas inertes tienden a mejorar la distribución
30 de carbón dentro de la zona permitiendo que se mueva al

1 azar por una trayectoria tortuosa. Las partículas inertes
también tienden a desarrollar una temperatura constante dentro de la zona mejorando así su comportamiento. Como en la
realización anterior, cualquier residuo desarrollado dentro
5 del reactor 214 puede separarse por el conducto 222 por una
operación apropiada de la válvula 224.

El gas producto separado del carbón en el
separador 210 se dirige a lo largo del conducto 226 hasta
el lado de entrada de un lavador 228. Este gas inyectado se
10 encuentra con agua pulverizada por el conducto 230 desde la
fuente 232. El agua sirve para eliminar los líquidos orgánicos
arrastrados así como el material en partículas. El
líquido del lavador se separa por el conducto 229 por una
manipulación apropiada de la válvula 231. Como antes, el
15 gas puede someterse además a metanación haciéndolo reaccionar
con H_2 en presencia de un catalizador. Sin embargo, como se ha observado antes, la utilización industrial directa
del gas sin metanación puede conseguirse después de la
eliminación del material en partículas. La salida del lavador
20 228 está representada unida por la tubería 234 al sistema
de distribución utilizado como se representa en el bloque 236.
El sistema representado en la Figura 3 puede también utilizar una
estación secadora de residuo preliminar como se describe en 10
en la realización de la Figura 1.
25 Esta etapa adicional proporcionaría un grado menor de secado
que el considerado en la realización de esta Figura. Sin embargo,
dependiendo de la instalación a mano así como de las características
del residuo que se tratan, la etapa adicional puede encontrarse
que mejora la eficacia global
30 del sistema. Como antes, la energía térmica del gas dentro

1 de las tuberías de salida 204 o 226 sería intercambiada con
una entrada de aire atmosférico en la estación intercambia-
dora de calor. El aire calentado así generado se suministra
ría luego a la estación secadora. Dicho presecado puede en-
5 contrarse que facilita el movimiento físico del residuo du-
rante las etapas iniciales del procedimiento de tratamiento.

Considerando ahora a la Figura 4, se descri-
be esquemáticamente otra versión del invento. Como antes,
la Figura muestra una estación de recepción, representada
10 por el bloque 250, cuyo equipo sirve como punto de recogida
del residuo municipal sólido. Los componentes residuales
principales que no pueden tratarse, por ejemplo herramien-
tas y similares se retiran del residuo en esta zona, y des-
pués se transportan a una etapa de trituración representada
15 por el bloque 252. Siendo reducido el tamaño de partícula
medio del residuo hasta un nivel predeterminado, el residuo
sólido triturado se introduce en la tolva con cierre 254.
La tolva 254 recibe el residuo desmenuzado sólido a la pre-
sión atmosférica y suficientemente se somete a presión a
20 los niveles de presión del sistema, después se hace actuar
la válvula 256 para permitir el paso del residuo a través
del conducto 258 en la tolva 260 de alimentación. La tolva
260 de alimentación permanece continuamente a la presión
del sistema y sirve para proporcionar un inventario de ali-
25 mentación de los materiales residuales para suministrar al
reactor 262 de gasificación con hidrógeno por medio del con-
ducto 264. El caudal uniforme de suministro de este material
se regula por la válvula 266.

El conducto 264 se extiende dentro de la zo-
30 na confinada a presión del reactor 262 de gasificación con

1 hidrógeno en una extensión en la que su abertura 268 dis-
puesta en la parte más inferior esté colocada dentro de la
región más inferior de la zona. Esta región más inferior es
5 tá acabada cónicamente y coronada por una cámara impelente
270 que es alimentada por gas de síntesis caliente desde
la tubería 272. Este gas está a una presión y a un caudal
de transferencia tal que los materiales residuales de de-
signación orgánicas son arrastrados dentro del gas y tras-
ladados en una relación mezclada ascendentemente hacia la
10 parte más superior de la zona confinada. El material resi-
dual más pesado inorgánico cae desde la salida 268 para pa-
sar por la parte más inferior de la zona para deposición
por el conducto 274 en el depósito 276 de enfriamiento brus-
co. A medida que las partículas residuales designadas orgá-
15 nicas arrastradas se mueven ascendentemente con el gas de
síntesis caliente, su contenido de humedad se reduce progre-
sivamente después de lo cual se desarrolla el gas producto
y el carbón producido en la región de longitud relativamen-
te corta más superior de la zona confinada. Tanto el gas
20 producto como el carbón se separan de la zona confinada del
reactor 262 de gasificación con hidrógeno por el conducto
278 para un tratamiento adicional en el separador 280 de
ciclón. Los componentes designados inorgánicos del residuo
que pasan al depósito 276 de enfriamiento brusco se separan
25 de él, por ejemplo, como una suspensión a través del con-
ducto 282 bajo el control de la válvula 284.

El carbón separado del gas producto en el
separador 280 de ciclón se suministra por el conducto 286
al reactor 288 de gasificación, mientras se introduce oxí-
30 geno en él por la tubería 290 y vapor de agua por las tu-

1 berías 290 y 294, recogiendo esta última dicho vapor desde
el conducto 274 que se extiende desde el depósito 276 de
enfriamiento brusco. Para asegurar un suministro adecuado
del carbón a través del conducto 212 al reactor 288 a pre-
5 sión, se inyecta vapor de agua en el primero, como está re-
presentado por la tubería 287. Sustancialmente todo el car-
bón introducido desde la tubería 286 se utiliza dentro del
reactor 288, sin embargo, cualquier residuo que se recoja
en el reactor puede separarse por el conducto 296 que es
10 controlado por la válvula 298.

El producto gaseoso del separador 280 del
ciclón se separa por la tubería 300 y se suministra a la en-
trada del lavador 302. Dentro del lavador 302, el producto
gaseoso se hace coincidir con una pulverización de agua que
15 emana del suministro 304 y del conducto 306. Como se ha ob-
servado antes, los líquidos orgánicos arrastrados así como
el material en partículas se separan del gas después de lo
cual sale del lavador 302 por la tubería 308. El líquido
del lavador se separa por el conducto 303 por una manipula-
20 ción apropiada de la válvula 305. Puede llevarse a cabo la
metanación de forma convencional produciendo un gas produc-
to limpio adecuado para distribución en la red, como se re-
presenta en el bloque 310. Sin embargo, como se ha citado
antes, la utilización industrial directa del gas sin meta-
25 nación puede disponerse después de la separación del mate-
rial en partículas. Dicha utilización está disponible en
vista de la calidad mayor del gas desarrollado en el siste-
ma. El sistema representado en la Figura 4 también puede
utilizar una estación secadora de residuo preliminar como
30 se ha descrito en 10 en la realización de la Figura 1. Es-

1 ta etapa adicional proporcionaría un menor grado de secado
del residuo, sin embargo, dependiendo de la instalación a
mano así como de las características del residuo disponible,
puede considerarse que mejora la eficacia del sistema. Di-
5 chas eficacias pueden alcanzarse bien en términos del uso
de energía térmica o en términos de mejorar la maniobrabi-
lidad de los residuos por las diversas etapas del procedi-
miento. Como antes, la energía térmica del gas dentro de
las tuberías de salida 278 o 300 se intercambiaría con una
10 entrada de aire atmosférico en una estación intercambiadora,
después que el aire calentado se suministra a la estación
secadora.

Como antes, la mejora del comportamiento del
reactor 288 puede alcanzarse incorporando dentro de su zo-
15 na confinada un material térmicamente estable, no abrasivo,
inerte y en partículas tal como alúmina. Este material lle-
ga a distribuirse por la zona de reacción y sus partículas
inertes tienden a mejorar la distribución del carbón dentro
de la zona, permitiendo que se muevan al azar a través de
20 una trayectoria tortuosa para una conversión más eficaz.
Las partículas inertes también tienden a desarrollar una
temperatura constante dentro de la zona mejorando así su
comportamiento.

Otra realización del invento se describe a
25 modo de esquema de flujo en la Figura 5. Esta realización
utiliza formas particulares del material de alimentación,
a saber, residuos sólidos que están sustancialmente libres
de material inorgánico, así como materiales de biomasa. Di-
chos residuos están disponibles en abundancia como estiér-
30 col de equipos de lotes de alimentación y similares. Cuan-

1 do se integran dichos equipos para proporcionar una función
de tratamiento de carne en una asociación física próxima,
el residuo también incluirá dicho material inorgánico no
empleado como estiércol de panza y subproductos similares.
5 Generalmente, el residuo de la industria de empaquetamiento
de carne se desarrolla en cantidades bastante enormes y has
ta ahora ha representado un problema de desecho ambiental.
Sin embargo, para el presente sistema la ventaja se recono
ce por la utilización de dichos materiales en un procedi-
10 miento de gasificación con hidrógeno. Por ejemplo, el es-
tiércol, en comparación con los residuos municipales sólidos,
es muy reactivo, no siendo la materia objeto de trata
miento industrial como en fabricación de papel en la que se
separan los productos volátiles. Además, el material está
15 libre de componentes residuales inorgánicos permitiendo así
la utilización de temperaturas de reacción mayores, puesto
que no se encuentran las desventajas ocasionadas por la es
corificación del metal y vidrio.

Considerando la Figura 5, está representado
20 un equipo de lotes de alimentación por el bloque 350. Di-
chos equipos son conocidos por generar estiércol a veloci-
dades de hasta aproximadamente 100 toneladas por día. Adya
cente o integrada con el equipo en el bloque 350 puede es-
tar una instalación de tratamiento de carne como se reprè-
25 senta por el bloque 352. La salida de residuo de los equi-
pos representados en los bloques por 350 y 352 se muestra.
que son dirigidas respectivamente a lo largo de las tube-
rías 354 y 356 hasta una función de recepción de residuos,
representada por el bloque 358. EL residuo recogido en la
30 función 358 puede estar sometido opcionalmente a presecado,

1 como se representa por la línea de puntos 360 y el bloque
de función 362. Dicho presecado puede utilizar la energía
térmica desarrollada en el último gas producto del sistema,
haciéndose pasar dicho gas a través de una función de inter
5 cambio térmico en el que el aire atmosférico se calienta y
se utiliza junto con un procedimiento de secado convencio-
nal. Desde la función de recepción de residuo 358, una pri
mera cantidad del residuo se transporta, como se representa
por las tuberías 364 y 366, a la tolva 368 con cierre. Al-
10 ternativamente, esta primera cantidad de material puede ori
ginarse desde la función 362 de presecado y puede transpor
tarse, como se representa por las líneas de puntos 370 y
366 a la tolva 368. La tolva 368 recibe el residuo a la pre
sión atmosférica y subsiguientemente se asegura y somete a
15 presión hasta los niveles iniciales de presión del sistema.
Por presión, la válvula 372 se hace actuar para permitir el
paso del residuo por el conducto 374 en la tolva 376 de ali
mentación. La tolva 376 de alimentación se mantiene conti
nuamente a la presión inicial del sistema y sirve para pro
20 porcionar un inventario de alimentación del residuo para su
ministro a la zona a presión confinada de un reactor 378
de gasificación orientado verticalmente. El suministro del
material desde la tolva 366 se proporciona por el conducto
380 y la velocidad de suministro del material se regula por
25 la válvula 382. También se introduce oxígeno en la región
más inferior del reactor 378 por medio de la tubería 384 y,
si se desea, tales cantidades de vapor por la tubería 385
como pueda desearse en la determinación del operador. Den
tro de la zona confinada del reactor 378 de gasificación,
30 el oxígeno se encuentra, se mezcla y se pone en contacto

1 con el material residual introducido por el conducto 380.
Estos componentes reaccionan a temperaturas relativamente
altas, por ejemplo en el intervalo de aproximadamente 927°C
a aproximadamente 1038°C produciendo gas de síntesis que
5 contiene hidrógeno y posiblemente carbón. Preferiblemente,
la zona confinada en el reactor 378 contendrá un material
térmicamente estable, no abrasivo, químicamente inerte y en
partículas tal como alúmina que llega a distribuirse por to
da la zona de reacción. Estas partículas inertes tienden
10 a mejorar la distribución de los componentes residuales y
el carbón dentro de la zona, haciendo moverse a dicho resi
duo y al carbón a través de una trayectoria más tortuosa
y permaneciendo así dentro de la zona durante un intervalo
de permanencia de reacción amplio. Como ventaja adicional,
15 las partículas inertes tienden a desarrollar una temperatu
ra constante por la zona mejorando el comportamiento del
reactor.

El gas de síntesis y la ceniza salen de la
zona confinada del reactor 378 por el impulso de las pre-
20 siones relativamente altas por el conducto 386.

El conducto 386 se extiende, a su vez, has-
ta la región más inferior de la zona confinada de un reac-
tor 388 de gasificación con hidrógeno. Adviértase a este
respecto que el reactor 388 está unido funcionalmente en
25 serie con el reactor 378 de gasificación. Además, la presu
rización del sistema conectado en serie disminuye progresi
vamente desde el punto de comienzo de su operación hasta
el producto final. Por esto combinando los reactores en se
rie se alcanza un sistema que se hace trabajar más facil-
30 mente. Simultáneamente se introduce a la zona confinada

1 del reactor 388 de gasificación con hidrógeno por el conduc
to 386 una segunda cantidad de residuo, se transporta desde
la función 362 de presecado a través de las tuberías 371 y
364 o desde la función de recepción de residuos 358 hasta
5 la tolva con cierre 190, como se ha representado por la tu
bería 364. La tolva 390 recibe el residuo a presión atmosfé
rica y subsiguientemente, se asegura y somete a presión has
ta el grado de nivel de presión del conducto 386. Después
de dicha presurización, la válvula 392 se hace actuar selec
10 tivamente para permitir el paso del residuo por el conducto
394 en la tolva 396 de alimentación. La tolva 396 de alimen
tación permanece continuamente a la presión del sistema del
conducto 386 y sirve para proporcionar un inventario de ali
mentación de los materiales residuales para suministro al
15 reactor 388 de gasificación con hidrógeno por los conductos
398 y 386. El caudal de suministro de este material está
regulado por la válvula 400.

En el reactor 388 de gasificación con hidró
geno, el gas de síntesis caliente que contiene hidrógeno,
20 se enfrenta, mezcla y pone en contacto con el material re
sidual introducido por el conducto 398 en el conducto 386.
El gas producto y el carbón se producen como consecuencia
de esta unión. Preferiblemente, de forma similar como ha
ocurrido en el caso del reactor 378 de gasificación, la zo
25 na confinada del reactor 388 de gasificación con hidrógeno
contendrá también un material sustancialmente no abrasivo,
térmicamente estable, inerte y en partículas tal como alú
mina, que llega a distribuirse por la zona de reacción. Es
tas partículas inertes tienden a mejorar la distribución
30 de las partículas residuales dentro de la zona, haciendo

1 moverse dicho residuo a través de una trayectoria más tor-
tuosa y permaneciendo así dentro de la zona durante un in-
tervalo de permanencia de reacción prolongado. Con el sis-
tema de lecho de fluido de varios sólidos desarrollado con
5 las partículas de alúmina, la distribución de gas es exce-
lente y se evitan los fenómenos de canales. Los sólidos que
taponan y puentean debido a la naturaleza fibrosa de los
sólidos se evitan por la agitación suministrada por las par-
tículas de alúmina fluidizadas. Además, la transferencia
10 de calor interno al material residual aumenta mucho mejoran-
do la velocidad de gasificación con hidrógeno. Otra ventaja
particular es que pueden alcanzarse capacidades de producción
de sólidos muy altos en vista de las velocidades muy altas
que pueden emplearse reduciendo con ello la inversión del
15 reactor. Adicionalmente, el lecho fluido de varios sólidos
representa un sumidero de calor eficaz que estabiliza las
temperaturas dentro de una zona de reacción frente a la
fluctuación encontrada de otra forma debido a parámetros
tales como la composición de la alimentación y la tempera-
20 tura del gas. Finalmente, los tiempos de permanencia de las
partículas más ligeras se aumentan sustancialmente debido
a las colisiones con las partículas de lecho fluido densas.

El procedimiento de gasificación con hidró-
geno produce entonces un producto gaseoso rico en metano
25 y carbón, que se suministra desde la zona de reacción del
reactor 388 por conductos de salida adecuados, representa-
do por la tubería 402. La tubería 402 introduce el produc-
to gaseoso y el carbón periféricamente a un separador 404
de ciclón, en cuyo punto el carbón se separa como se repre-
30 senta por la tubería 406. Preferiblemente, el carbón se su

1 ministra a la entrada de la tolva 368 con cierre, colocada
al comienzo del procedimiento. Así suministrado, el carbón
contribuye al desarrollo del gas de síntesis que contiene
hidrógeno al reactor 378 de gasificación.

5 El gas producto separado del carbón en el
separador 404 sale de él a lo largo de la tubería 408. Si
se desea, este gas producto puede someterse a intercambio
térmico con aire atmosférico con los fines antes descritos
para contribuir al procedimiento de presecado en el bloque
10 362. Esta opción está representada por la tubería 410. Debe
comprenderse naturalmente, que el gas rico en metano sacado
por la tubería 410 también puede incinerarse para obtener
la energía térmica utilizada en llevar a cabo la etapa 362
de presecado. La selección del procedimiento de secado par
15 ticular dependerá generalmente de la proximidad relativa de
los componentes apropiados del equipo así como otras consi-
deraciones de diseño convencionales.

El conducto 408 se muestra que conduce al
lado de entrada de un lavador 412. Cuando se inyecta en el
20 lavador 412, el gas se enfrenta con el agua pulverizada por
el conducto 414 desde la fuente 416. El agua sirve para se-
parar los líquidos orgánicos arrastrados así como las mate-
rias en partículas del gas y como antes, el gas puede some-
terse además a metanación haciéndolo reaccionar con H_2 en
25 presencia de un catalizador. Sin embargo como se ha obser-
vado antes, la utilización industrial directa del gas pro-
ducto sin metanación puede realizarse después de la separa-
ción del material en partículas. La salida del lavador 412
está representada unida por la tubería 418 a la utilización
30 del sistema de distribución, como se ha representado por el

1 bloque 420. El residuo líquido se separa del lavador 412
por el conducto 422 por una manipulación apropiada de la válvula 424.

Otra realización del invento está representada en un modo esquemático de flujo en la Figura 6. Esta realización utiliza zonas confinadas de un reactor de gasificación y de gasificación con hidrógeno unidos en serie, similar al dispositivo descrito antes junto con la realización de la Figura 5. Sin embargo, en la presente realización, el residuo sólido convencional se trata para producir un gas producto, estando establecidos lechos fluidizados de material inorgánico químicamente inerte tal como alúmina preferiblemente en cada una de las zonas confinadas y suministrándose carbón al reactor de gasificación después de su separación del flujo a presión continuo del procedimiento.

Respecto a la Figura 6, una estación receptora para recoger los residuos municipales sólidos y similares está representada por el bloque 450. El residuo acumulado en la estación 450 se mueve opcionalmente, como se indica por la tubería 452, hasta una estación de presecado 454. En la etapa 454, el aire atmosférico calentado se hace pasar en contacto con el residuo para separar al menos una porción de su contenido de humedad. Desde la etapa 454 de presecado, como se representa por la tubería 456, el residuo se mueve a la etapa 458 de trituración que, como se ha indicado antes, puede estar presente en forma de una trituradora de martillos o un dispositivo de desmenuzado convencional. Para la presente realización, es importante observar que la etapa 458 de trituración sirve para fracturar los componentes residuales orgánicos frangibles, particularmente vidrio.

1 En consecuencia, todas las partículas de vidrio tienen di-
mensiones muy pequeñas. Cuando se omite la etapa 454 de pre-
secado, el residuo de la estación 450 de recepción se manio-
bra directamente a la etapa 458 de trituración, como se re-
5 presenta por la tubería 460. El residuo sólido triturado o
desmenuzado se mueve por impulsos desde la etapa 458, a lo
largo de la tubería 462, y se inserta en una tolva 464 con
cierre. Después de dicha inserción, la tolva 464 se cierra
y somete a presión, después se abre la válvula 466 para per-
10 mitir el paso del residuo sólido desmenuzado por el conduc-
to 468 a una tolva 470 de alimentación. La tolva 470 sirve
para proporcionar un suministro continuo de residuo tritu-
rado al sistema que se hace pasar a una velocidad predeter-
minada por la válvula 472 dentro del conducto 474 hasta la
15 zona a presión confinada de un reactor 476 de gasificación
con hidrógeno. La inserción en el reactor 476 se hace a tra-
vés de un conducto 478 que lleva adicionalmente gas de sínte-
sis caliente que contiene hidrógeno generado en la etapa
anterior descrita más adelante. La zona confinada orientada
20 verticalmente del reactor 476 contiene preferiblemente una
cantidad de material térmicamente estable, inerte y en par-
tículas tal como alúmina. El tamaño de las partículas de
este material se selecciona de tal modo que se forme un le-
cho fluidizado de solamente estas partículas y el gas de
25 síntesis se establece en la zona confinada del reactor 476.
Las partículas residuales que entran a la zona por el con-
ducto 478 se enfrentan con este lecho fluidizado y sus com-
ponentes designados orgánicos así como sus componentes inor-
gánicos frágiles, es decir, las partículas de vidrio, son
30 arrastrados por el gas de síntesis y se mueven en una tra-

1 yectoria tortuosa definida por las colisiones con las parti-
culas inertes de la alúmina hasta que alcanzan al azar el
nivel más superior del lecho fluidizado. Desde este nivel,
se separan las partículas inorgánicas fracturadas, es decir
5 vidrio, así como carbón, y gas que contiene metano produci-
do. Los materiales inorgánicos más pesados se separan inter-
mitentemente desde la parte más inferior de la zona confi-
nada del reactor 476 por el conducto 480 con una manipula-
ción apropiada de un tapón representado por 482. Ese mate-
10 rial inorgánico separado se hace pasar luego a través del
conducto 480 a agua dentro de un depósito 484 de enfriamien-
to brusco. Desde el depósito 484 de enfriamiento brusco, es-
tos componentes residuales principalmente metálicos más
grandes se separan selectivamente por el conducto 486 por
15 actuación de la válvula 488.

El empleo de un lecho fluidizado de partícu-
las inertes tal como alúmina dentro de la zona confinada
del reactor 476 tiende no solamente a mejorar la distribu-
ción de las partículas residuales dentro de la zona por el
20 desarrollo observado de una trayectoria tortuosa al azar
de emigración arrastrada, sino también, como se ha discuti-
do antes, el lecho proporciona un intervalo de permanencia
en la reacción prolongado así como una temperatura constan-
te en toda la zona mejorando el comportamiento de la reac-
25 ción.

Desde la región más superior de la zona con-
finada del reactor 476, se separan el gas producto que con-
tiene metano, carbón y vidrio o partículas inorgánicas frae-
30 turadas frangibles similares por el conducto de salida ade-
cuado representado por la tubería 490. La tubería 490 in-

1 introduce las tres salidas de componente periféricamente en
un separador 492 de ciclón, en cuya etapa se separa el vi-
drio más denso y las partículas inorgánicas frangibles si-
milares, como se representa por la tubería 494. El carbón
5 y el producto gaseoso rico en metano se separan del separa-
dor 492 por el conducto 496 y se introducen periféricamen-
te en un segundo separador 498 de ciclón. Dentro del sena-
rador 498, se separa el carbón y se suministra a lo largo
de la tubería 500 a la entrada de una tolva 502 con cierre.
10 El producto gaseoso rico en metano se separa del separador
498 por el conducto 504. Si se desea, este producto gaseoso
puede someterse a intercambio térmico con aire atmosférico
para los fines antes descritos de contribuir al procedimien-
to de presecado en el bloque 454. Esta opción está represen-
15 tada por la tubería 506. Naturalmente debe entenderse que
el gas rico en metano sacado por la tubería 502 también
puede incinerarse para obtener la energía térmica utilizada
en llevar a cabo la etapa 362 de presecado. La selección
del procedimiento de secado particular dependerá general-
20 mente de la proximidad relativa de los componentes adecua-
dos del equipo, así como de otras consideraciones de diseño
convencionales.

Se muestra el conducto 504 que conduce al
lado de entrada de un lavador 508. Cuando se inyecta en el
25 lavador, el gas se enfrenta con el agua pulverizada por el
conducto 510 desde una fuente representada por el bloque
512. El agua sirve para separar los líquidos orgánicos
arrastrados así como la materia en partículas del gas y,
como antes, el gas puede someterse además a metanación ha-
ciéndolo reaccionar con H_2 en presencia de un catalizador.
30

1 Sin embargo como se ha observado antes, puede disponerse la
utilización industrial directa del producto gaseoso sin me-
tanación después de la separación de su material en partí-
culas. La salida del lavador 412 está representada unida
5 por la tubería 514 al uso del sistema de distribución, como
se representa por el bloque 516. El residuo líquido se sepa-
ra del lavador 508 por el conducto 518 por una manipulación
apropiada de la válvula 520.

Como se ha observado antes, el carbón se se-
10 para del sistema en el conducto 500 y se suministra a la
entrada de la tolva 502 con cierre a la presión atmosférica.
Después del suministro de una cantidad predeterminada de
carbón a la tolva 502, la tolva se asegura y somete a pre-
sión a los niveles iniciales de la presión del sistema. En
15 la presurización la válvula 530 se hace actuar para permi-
tir el paso del carbón por el conducto 532 a una tolva 534
de alimentación. La tolva 534 de alimentación se mantiene
continuamente a la presión inicial del sistema y sirve pa-
ra proporcionar un inventario de alimentación del carbón pa-
20 ra suministro a la zona a presión confinada de un reactor
536 de gasificación orientado verticalmente. El suministro
del carbón desde la tolva 534 se dispone por el conducto
538 y el caudal de suministro del carbón se regula por la
válvula 540. También se introduce en la región inferior del
25 reactor 536 por la tubería 542 oxígeno y, si se desea, di-
cha cantidad de vapor de agua por la tubería 544 como fue-
da determinarse por el operador.

Dentro de la zona confinada del reactor 536
de gasificación, el oxígeno se enfrenta, mezcla y se pone
30 en contacto con el carbón introducido por el conducto 538.

1 Los componentes reaccionan produciendo un gas de síntesis que contiene hidrógeno que se suministra por el conducto 478 antes descrito al reactor 476 de gasificación con hidrógeno.

5 Preferiblemente, la zona confinada del reactor 536 contendrá también un material térmicamente estable, inerte y en partículas tal como alúmina que, bajo la influencia del oxígeno introducido por la tubería 542, y vapor de la tubería 544, desarrolla un lecho fluidizado. Como antes,
10 la sustancia en partículas inertes tiende a mejorar la distribución del carbón dentro de la zona confinada, haciendo moverse el carbón a través de una trayectoria más tortuosa y permanecer así dentro de la zona durante un intervalo de permanencia de reacción más largo. Otra ventaja adicional,
15 es que las partículas de alúmina inerte tienden a desarrollar una temperatura constante en la zona mejorando el comportamiento del reactor.

Puede observarse que el reactor 536 de gasificación está unido en serie al reactor 476 de gasificación con hidrógeno en virtud del conducto o conductos de conexión 478. Esta interrelación en serie de los reactores tiende a proporcionar un comportamiento más eficaz del sistema.

El empleo de un sistema de lecho fluido de varios sólidos también se utiliza junto con la realización de la Figura 7. Respecto a esta Figura, el sistema ilustrado en ella proporciona una estación receptora representada por 550 para recoger los materiales residuales sólidos y/o los materiales de biomasa. El residuo acumulado en la estación 550 se mueve, como se indica por la tubería 552, hasta una etapa 554 de trituración. Opcionalmente, el residuo

1 puede presecarse antes o después de la trituración emplean-
do las técnicas descritas anteriormente. La etapa 554 puede
estar presente como una trituradora de martillos o un dispo
5 sitivo de desmenuzado adecuado. Sin embargo, para la presen
te realización, la etapa 554 sirve para fracturar los compo
nentes residuales inorgánicos frangibles, particularmente
vidrio. En consecuencia, dichas partículas de vidrio son
de pequeñas dimensiones. Desde la etapa 544, se separa el
10 residuo desmenuzado como se representa por la tubería 556,
hasta una etapa de separación de metal, representada por el
bloque 558. En esta etapa, los metales aluminio y hierro
se recogen del residuo de tal forma que el material que pa-
sa desde la etapa 558, como se representa en la tubería 560,
15 incluye sustancias orgánicas fibrosas así como vidrio tritu
rado. Este material se mueve por impulsos y se inserta en
una tolva 562 con cierre. Después de dicha inserción, la
tolva 562 se cierra y somete a presión, después de lo cual
se abre la válvula 564 para permitir el paso del material
por el conducto 566 en una tolva 568 de alimentación. La
20 tolva 568 sirve para proporcionar un suministro continuo
de materiales residuales al sistema que se hace pasar a una
velocidad previamente determinada por la válvula 570 por el
conducto 572 alargado al reactor 574 de gasificación con
hidrógeno.

25 El reactor 574 está configurado con una for-
ma alargada unitaria y está alimentado desde la salida 576
del conducto 572 colocado en una región inferior de la zona.
El gas de síntesis caliente bajo presión se introduce al
reactor 574 desde la tubería 578 por una cámara impelente
30 580. La cámara impelente 580 está colocada por debajo de la

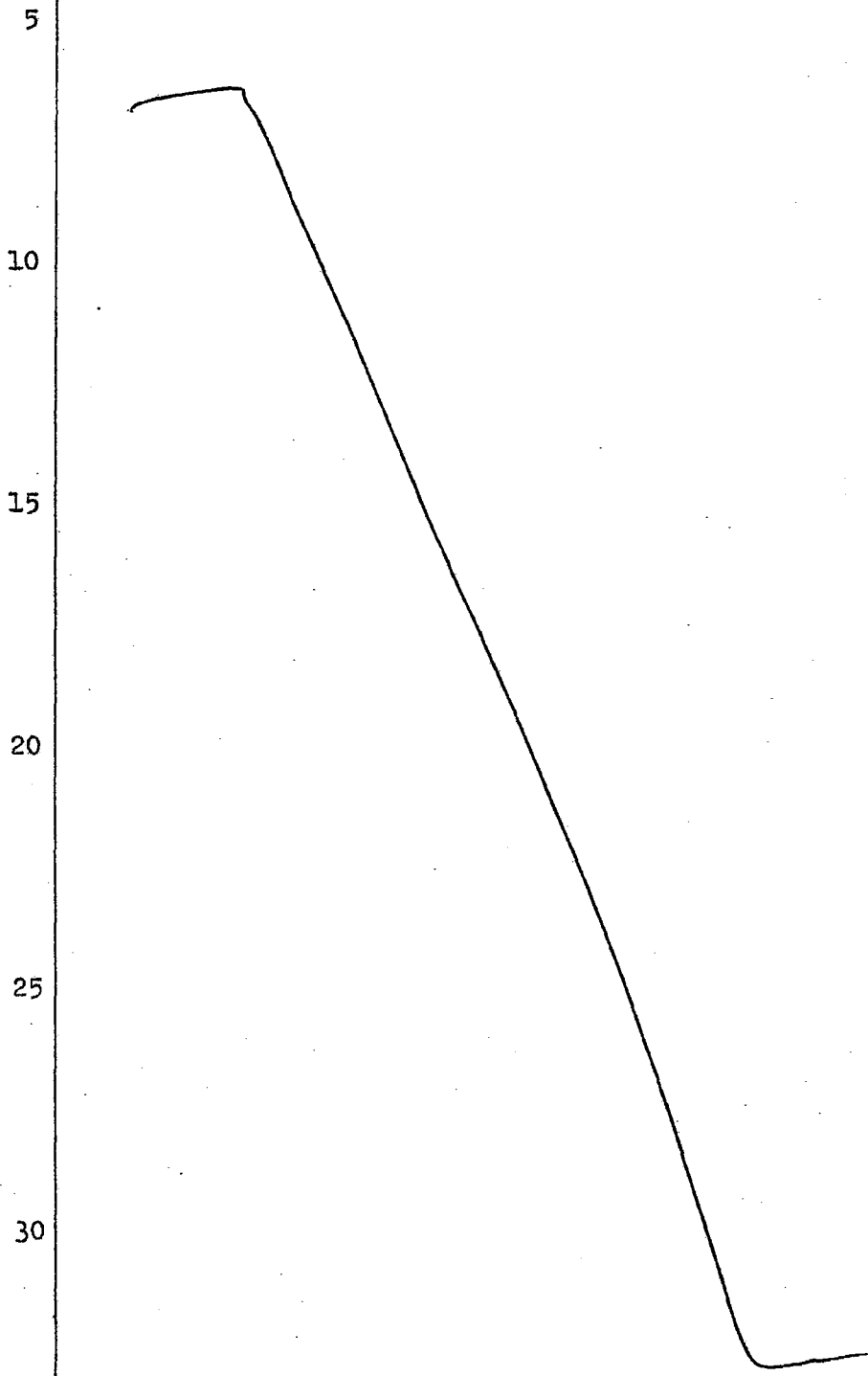
1 salida 576 del conducto 572. También contenida dentro de
la zona confinada del reactor 574 hay una cantidad de mate-
rial en partículas, químicamente inerte, no abrasivo y tér-
micamente estable tal como alúmina. El gas entra en la zona
5 confinada del reactor a una presión y caudal tales que de-
sarrolle un lecho fluidizado de gas caliente y partículas
de alúmina. Los componentes designados orgánicos de los ma-
teriales alimentados desde el conducto 572 emigran por este
lecho fluidizado en combinación con las partículas de vi-
10 drio trituradas. Las partículas de alúmina tenderán a redu-
cir de tamaño por desgaste al vidrio más quebradizo, deján-
dolo elutriarse con carbón desprendido de los materiales
orgánicos que se mueven a través de la zona. Tanto las par-
tículas de vidrio pequeñas como el carbón, en combinación
15 con el producto gaseoso, pasan desde el reactor a lo largo
del conducto o tubería 582 hasta un separador 584 del tipo
de ciclón inicial. El vidrio triturado se separa por sepa-
ración, como se indica por la tubería 586, mientras que el
carbón y el producto gaseoso se suministran a lo largo de
20 la tubería 588 hasta un segundo separador 590 de ciclón.
El separador 590 sirve para separar el carbón del producto
gaseoso y el primero se suministra a lo largo de la tubería
592 junto con la inserción o inyección de vapor, como se
representa por la tubería 594 a la zona confinada de un
25 reactor 596 de gasificación. Dentro del reactor 596, el car-
bón reacciona con oxígeno introducido desde la tubería 598
así como vapor produciendo un gas de síntesis caliente que
se separa a lo largo de la tubería 578. Como antes, prefe-
riblemente la zona confinada del reactor 596 contiene un
30 material en partículas, térmicamente estable, no abrasivo

1 y químicamente inerte tal como alúmina que se somete a un
flujo de oxígeno para desarrollar un lecho fluidizado con
el fin de mejorar el comportamiento del reactor. Como se ha
observado antes, el carbón llega a distribuirse por toda la
5 zona de reacción y las partículas de alúmina inertes tien-
den a mejorar la distribución del carbón dentro de la zona,
mejorando los intervalos de permanencia así como proporcio-
nando un control de la temperatura en la zona confinada.
Los residuos dentro del reactor 596 pueden separarse por un
10 conducto representado por 600 por manipulación de una vál-
vula 602. De forma similar, el residuo desarrollado en el
reactor 574 puede separarse por el conducto 604 por manipu-
lación de la válvula 606.

El gas producto separado del carbón en el
15 separador 590 se dirige a lo largo del conducto 608 al la-
do de entrada de un lavador 610. Este gas inyectado se en-
frenta con el agua pulverizada por el conducto 612 desde
una fuente 614. El agua sirve para separar los líquidos or-
gánicos arrastrados así como el material en partículas. El
20 líquido desde el lavador se separa por el conducto 616 por
manipulación apropiada de la válvula 618. Como antes, el
gas puede someterse a metanación haciéndolo reaccionar con
 H_2 en presencia de un catalizador. Sin embargo, como se ha
citado antes, puede disponerse la utilización directa in-
25 dustrial del gas sin metanación después de la separación
del material en partículas. La salida del lavador 610 es-
tá representada unida por la tubería 620 al uso del sistē-
ma de distribución, como se representa por el bloque 622.

Puesto que pueden realizarse ciertos cambios
30 en el sistema y método anteriores sin separarse del alcance

1 del invento desarrollado en la presente memoria, se pretende
que toda la materia contenida en la descripción anterior o
mostrada en los dibujos que se acompañan se interpretará
como ilustrativa y no en sentido limitativo.



15128

REIVINDICACIONES

5

Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

1ª. Un sistema para tratar residuos sólidos y convertir dichos residuos en gas que contiene metano, que comprende: medios para recibir dichos residuos en una estación de recogida, presentando dichos residuos un contenido de humedad inicial dado; medios para transportar dichos residuos desde la estación de recogida a una tolva, teniendo dicha tolva una salida para eliminar dichos materiales; medios para poner los residuos en la tolva bajo presión; primeros medios de conducto de entrada que comunican entre dicha salida y una zona a presión confinada dentro de un reactor de gasificación con hidrógeno para distribuir dichos residuos en dicha zona; segundos medios de conducto de entrada para conducir gas de síntesis caliente a dicha zona, presentando dicho gas un contenido de hidrógeno sustancialmente elevado y una energía térmica dada, estando configurada dicha zona para mezclar dicho gas de síntesis y dichos residuos durante un intervalo de permanencia predeterminado para producir un gas que contiene metano y carbón; medios para separar el gas que contiene metano del carbón; un reactor de gasificación que tiene una zona confinada, estando unida una salida de dicho reactor con dichos segundos me-

15

20

25

MGE

5 dios de conducto de entrada para efectuar la introducción de dicho gas de síntesis, estando unidos medios de entrada dentro de dicho reactor con dichos medios de separación para distribuir carbón desde el separador a la zona confinada, segundos medios de conducto de entrada para recibir oxígeno y vapor de agua en dicha zona confinada, suministrando dicho reactor de gasificación dicho gas de síntesis como resultado de reacciones del carbón, oxígeno y vapor de agua.

10 2ª. El sistema de la reivindicación 1ª, que incluye medios para secar los residuos antes de su transporte a dicha tolva.

15 3ª. El sistema de la reivindicación 1ª, en el que dicha tolva comprende: medios de tolva con cierre para recibir a la presión atmosférica cantidades de dichos residuos y mantener subsiguientemente dichos residuos a presión elevada; y medios de tolva de alimentación que tienen una entrada unida a dichos medios de tolva con cierre para recibir dichos residuos de los mismos a dicha presión elevada y mantener dichos residuos a dicha presión elevada.

20 4ª. El sistema de la reivindicación 1ª, en el que dicho reactor de gasificación está configurado para mantener una cantidad predeterminada de un material en partículas, sustancialmente no abrasivo, térmicamente estable y químicamente inerte, en una posición de arrastre dentro de dicha zona confinada por dicho oxígeno y agua que entran por dichos segundos medios de entrada.

25 5ª. El sistema de la reivindicación 1ª, que incluye medios para triturar el material residual antes de su introducción en dicha tolva.

6ª. El sistema de la reivindicación 1ª, en el que los residuos incluyen materiales orgánicos e inorgánicos, y medios para separar los materiales orgánicos de los materiales inorgánicos.

5 7ª. El sistema de la reivindicación 6ª, en el que los materiales orgánicos e inorgánicos son separados antes de su introducción en la tolva.

10 8ª. El sistema de la reivindicación 6ª, en el que los materiales orgánicos e inorgánicos son separados dentro del reactor de gasificación con hidrógeno.

9ª. El sistema de la reivindicación 6ª, en el que los materiales orgánicos e inorgánicos son separados subsiguientemente a su descarga del reactor de gasificación con hidrógeno.

15 10ª. Un sistema para tratar residuos sólidos.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

20 Esta Memoria consta de cincuenta y seis hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 29. MAY 1979

P.A.
Oscar de Elzaburu
Por Poder.

25

mce

Oscar de Elizaburu
 Pat. No. 104.707

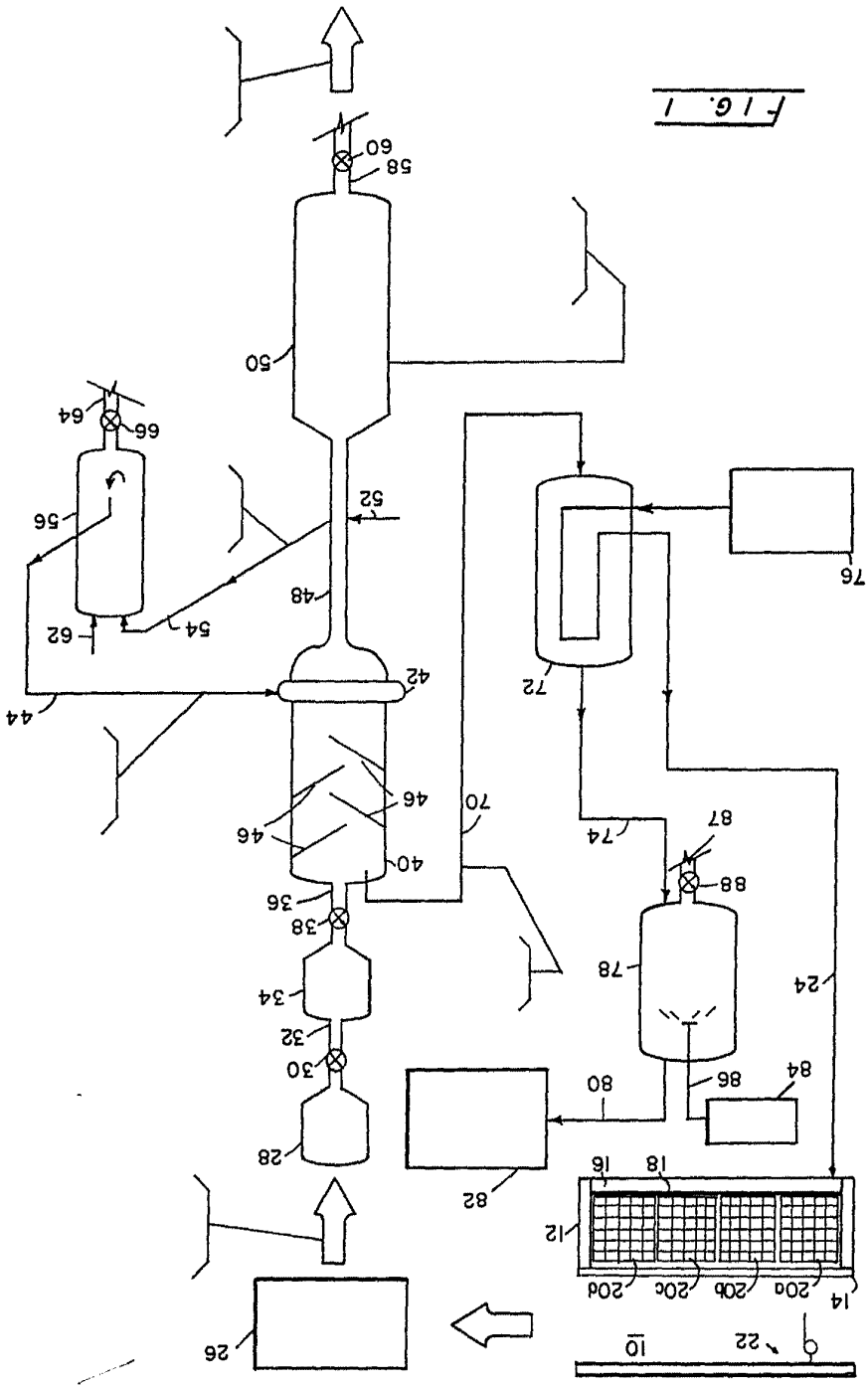


FIG. 1

104707

1/11/71

SYNTHESIS INDUSTRIAL LTD

OSCAR DE RIVERA
 Pat. No. 100,000

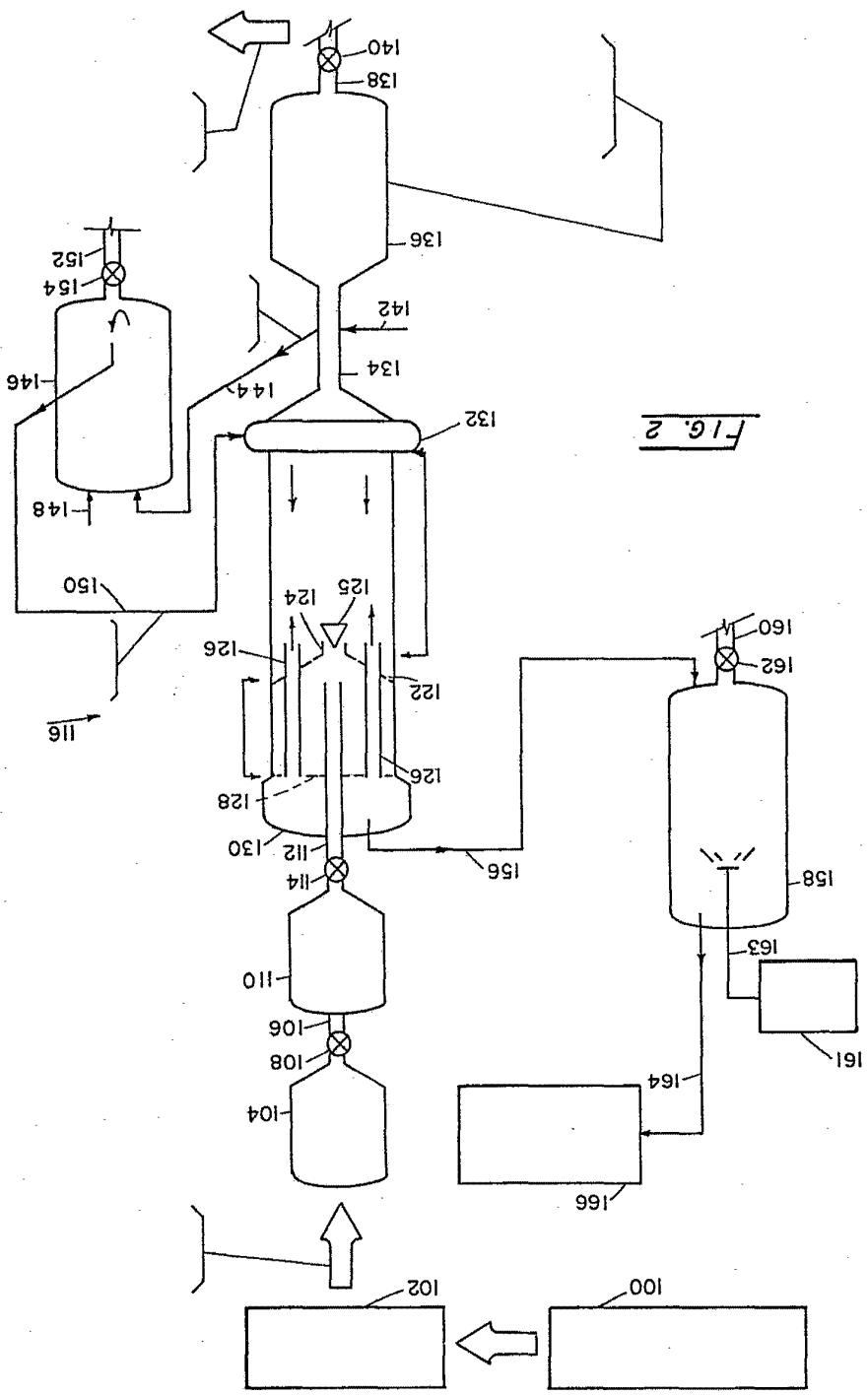


FIG. 2

704511

IIA/II

SYNGAS INTERNATIONAL LTD

10441

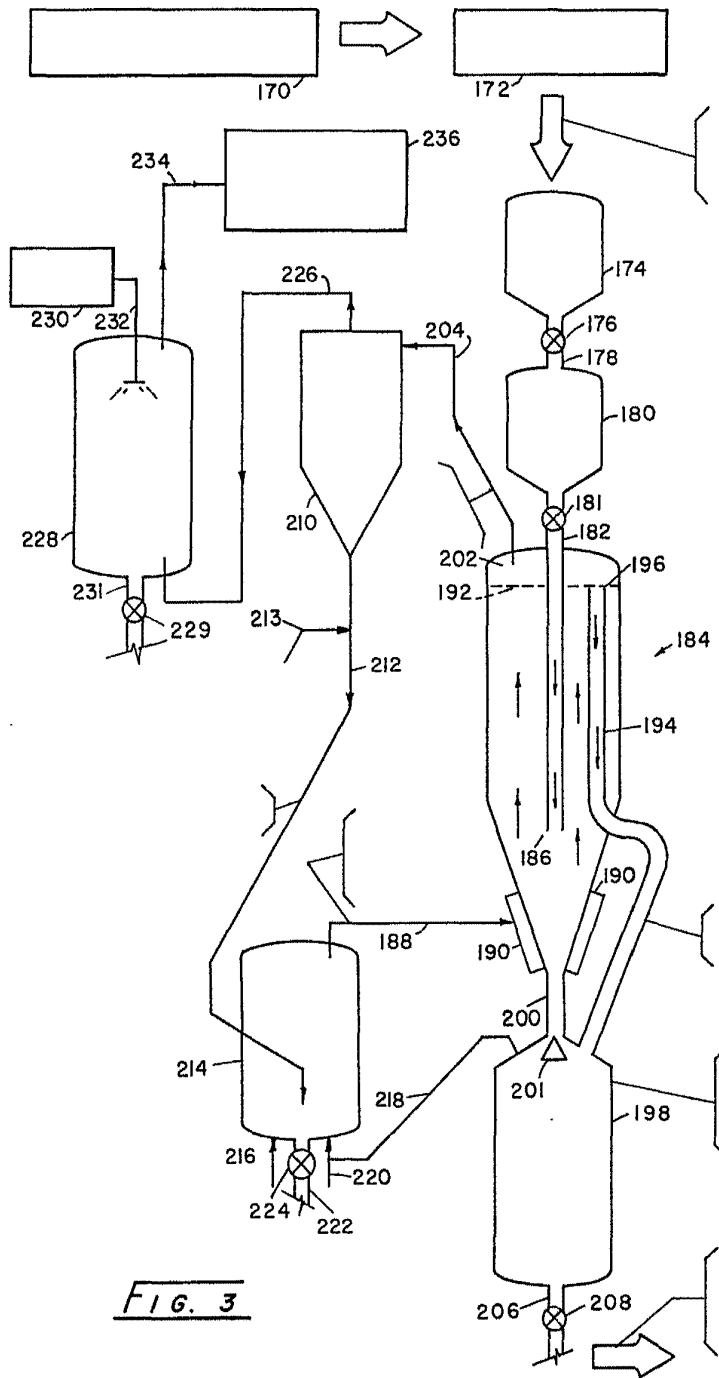


FIG. 3

Oscar de Elizaburu
Per Fodor.

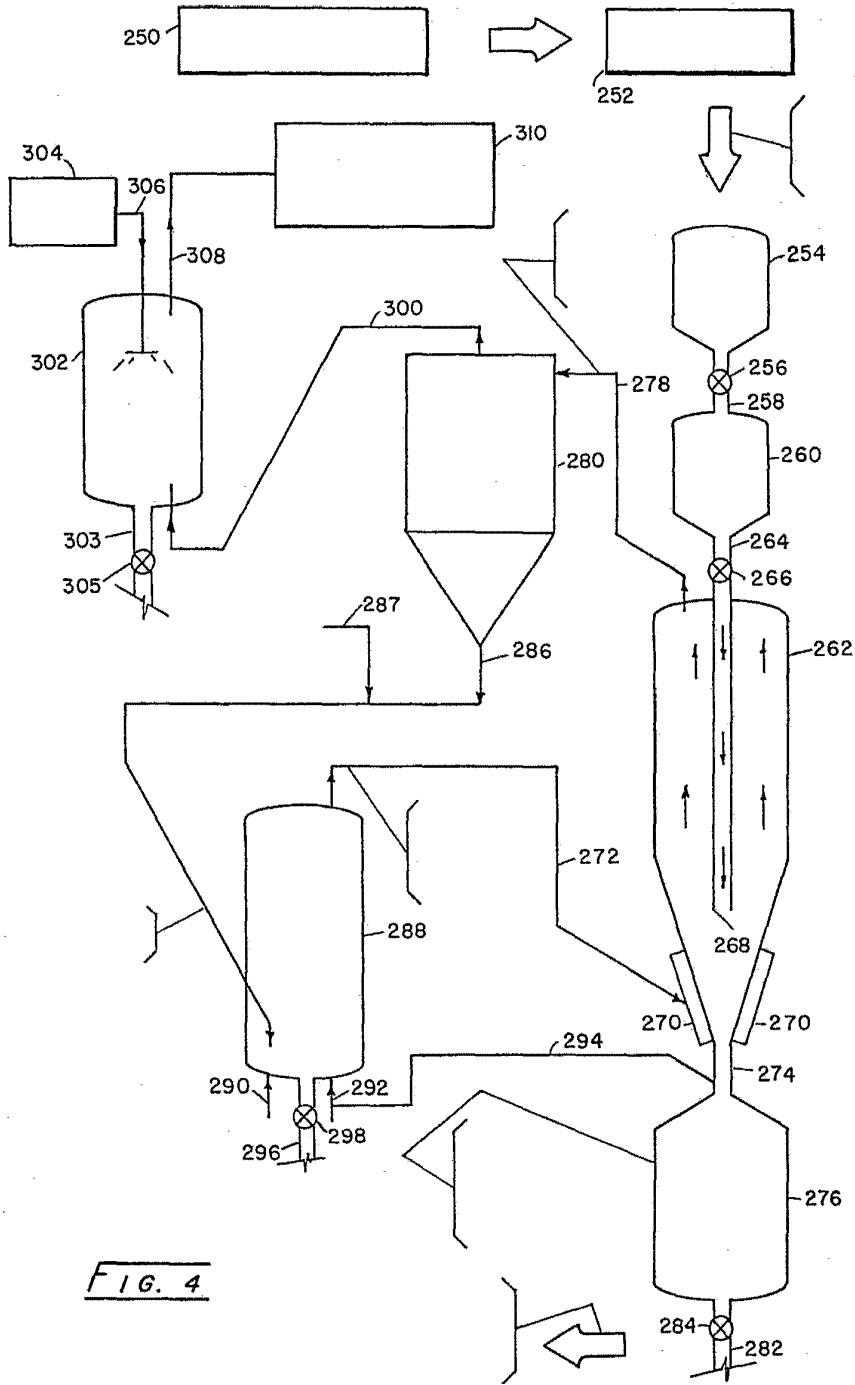


FIG. 4

Oscar de Elizaburu
for Fedex

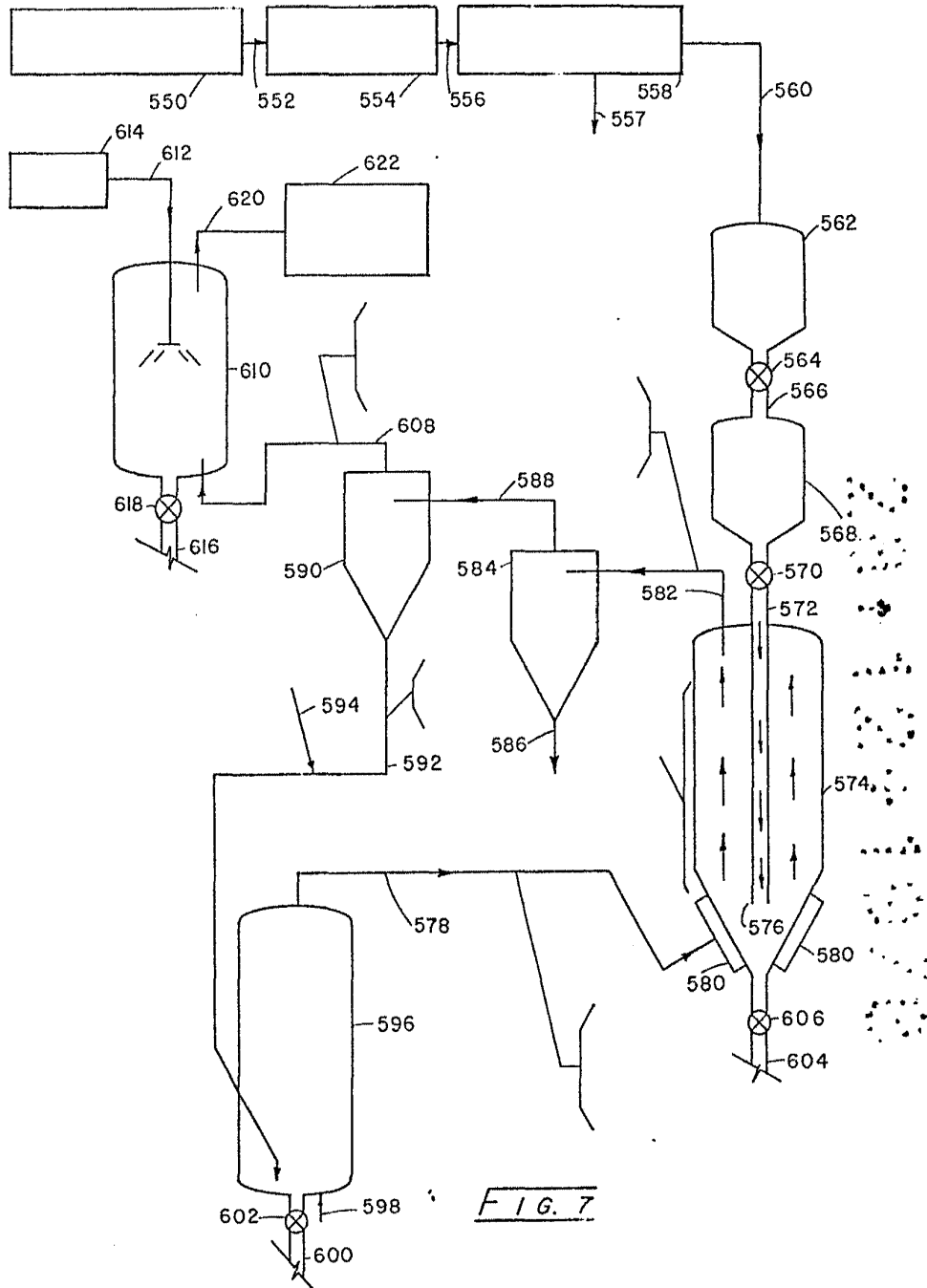


FIG. 7

Oscar de Elizaburu
Por Poder