

10	ES	11	456385	19	A 1
		21			
		22	FECHA DE PRESENTACION		
			28-2-77		

PATENTE DE INVENCION

Como DIVISIONAL de la Solic. de patente 441.905 del 17 octubre 1.975

30	PRIORIDADES:	32	FECHA	33	PAIS
	31	NUMERO			
		516.095	18-10-74		ESTADOS UNIDOS

47	FECHA DE PUBLICIDAD	51	CLASIFICACION INTERNACIONAL	62	PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
			C2AD		

64	TITULO DE LA INVENCION
	UN METODO PARA LA REDUCCION GASEOSA EN CARGAS DE UN OXIDO DE METAL A UN METAL EN UN SISTEMA REACTOR DE UNIDADES MULTIPLES.

71	SOLICITANTE (S)
	FIERRO ESPONJA, S.A.

	DOMICILIO DEL SOLICITANTE
	Avenida Los Angeles al Oriente, Monterrey, N.L., México.

72	INVENTOR (ES)
	Patrick William Mackay, de nacionalidad estadounidense.

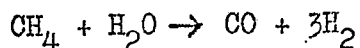
73	TITULAR (ES)

74	REPRESENTANTE
	D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU

1
Esta invención se refiere a la reducción gaseosa de óxidos de metal a temperaturas elevadas, y más particularmente, a un método mejorado para operar un sistema reactor de unidades múltiples para efectuar dicho procedimiento de reducción. La invención es especialmente útil en
5 relación con la reducción gaseosa directa de minerales de óxido de hierro en forma de bolas o de terrones, para producir hierro poroso, y se describirá ilustrativamente con relación a este empleo, aunque a medida que prosiga la descripción, será aparente que la invención puede utilizarse
10 igualmente bien en procedimientos en donde se reducen minerales de óxido de metal diferentes a los óxidos de hierro.

En uno de sus aspectos, la presente invención comprende una mejora en un tipo conocido de procedimientos
15 semicontinuos para producir hierro poroso, en donde se utiliza un sistema reactor de unidades múltiples en el cual se tratan simultáneamente cuerpos separados de material ferroso. Un procedimiento de este tipo se describe en la Patente de los Estados Unidos de Celada, 2,900,247; la Patente de los Estados Unidos de Celada y otros 3,423,201; y las Patentes de Estados Unidos de Mader y otros 3.136.623, 3.136.624
20 y 3.136.625. Las operaciones principales llevadas a cabo en un sistema reactor de este tipo son (1) reducción del mineral, a hierro poroso, (2) enfriamiento del mineral reducido y (3) descarga del hierro poroso de un reactor y recarga con mineral de hierro nuevo que va a reducirse. La reducción se efectúa mediante un gas reductor que comúnmente es una mezcla compuesta en gran parte de monóxido de carbono e hidrógeno. El gas se genera típicamente mediante la conversión catalítica de una mezcla de vapor y metano a monóxido de
25
30

1 carbono e hidrógeno en un reformador catalítico de un tipo conocido, de conformidad con la ecuación:



5 El gas efluente del reformador se enfría y se hace pasar sucesivamente a través de un reactor de enfriamiento y uno o más reactores de reducción. Durante las etapas de enfriamiento y reducción se aísla del sistema un reactor adicional, a veces denominado el reactor de carga, que contiene mineral reducido previamente enfriado en la forma de esponja, de manera que el hierro poroso pueda descargarse del reactor y el reactor cargarse con mineral nuevo. El sistema reactor se provee con válvulas de conmutación adecuadas, por lo cual al final de cada ciclo el flujo de gas puede desplazarse para provocar que el reactor de la etapa de enfriamiento se haga reactor de carga, el reactor de reducción de la última etapa se haga el reactor de enfriamiento, y el reactor de carga se haga el reactor de reducción de primera etapa.

10
15
20 Ya que los reactores de reducción de dicho sistema están conectados en serie con respecto al flujo de gas, es evidente que la cantidad de gas de reducción nuevo requerido para producir un peso dado de mineral reducido que tiene una reducción de porcentaje especificada, puede disminuirse mediante el incremento del número de reactores de reducción de la serie. Sin embargo, el descenso de presión que ocurre a medida que pasa el gas de reducción a través del cuerpo del material que contiene metal en cada reactor, establece un límite práctico con respecto al número de reactores que pueden utilizarse. Por esta razón, las plantas comerciales, como los sistemas ilustrados en las patentes de

25
30

1 Celada y otros y de Mader y otras referidas anteriormente,
han comprendido comúnmente un reactor de enfriamiento y dos
reactores de reducción. Si se incorpora un tercer reactor
de reducción en dicho sistema, el flujo de gas de reducción
5 disminuye a un valor inaceptablemente bajo, a menos que se
hagan otros cambios en las condiciones de operación o el
equipo que a su vez produzcan otros efectos indeseables.

Consiguientemente, constituye un objeto de la pre
sente invención, el proporcionar una mejora en el procedi-
10 miento de cargas antes descrito utilizado para efectuar una
reducción gaseosa de hierro metal a hierro esponja en un sis-
tema multi reactor del tipo referido anteriormente cuya me-
jora disminuye la cantidad de gas de reducción recién refor-
mado requerido para efectuar dicha reducción.

15 Conjuntamente con la invención, se proporciona un
método para la reducción gaseosa de cargas de oxidos de me-
tal a metales en un sistema reactor de unidad múltiple del
tipo en el que cuerpos separados de material que contiene me-
tal se tratan simultáneamente en una pluralidad de reactores
20 intercambiables incluyendo un reactor de enfriamiento y una
serie de reactores de reducción, siendo dicho sistema del
tipo en el que un gas reductor preformado compuesto en su ma-
yor parte por monóxido de carbono e hidrógeno de una fuente
de dicho gas se pasa sucesivamente a través de los cuerpos
25 de material que contiene metal en los reactores de reducción
de dichas series, dicho gas de reducción se calienta antes de
ser introducido en cada reactor de cada serie y se enfría y
deshidrata después de salir de cada reactor de cada serie, ca-
racterizado porque se recircula una parte del gas que sale
30 del último reactor de reducción de la serie y se mezcla con
el gas reductor que entra en el primer reactor de reducción,

1 agregándose gas de hidrocarbano al gas de reducción que entra
en el primer reactor de reducción.

5 Los objetos y ventajas de la invención pueden en-
tenderse y apreciarse mejor por referencia al dibujo anexo
que ilustra diagramáticamente un sistema reactor múltiple ca-
paz de llevar a cabo el método de la invención. Con referen-
cia al dibujo, el sistema ahí mostrado, comprende generalmen-
te el reactor 10 de enfriamiento, el reactor 12 de reducción
primario, el reactor 14 de reducción secundario, el reactor
10 16 de reducción terciario, y el reactor 18 de carga. Los tres
reactores de reducción se conectan para un flujo en serie del
gas de reducción a través de los cuerpos de material ferroso
contenidos en los mismos. Según se indicó anteriormente, el
sistema de reducción de mineral mostrado se opera en una for-
ma cíclica o periódica. Las operaciones de enfriamiento y re-
15 ducción del mineral, así como también la descarga del hierro
poroso enfriado del reactor de carga y la recarga del mismo
con mineral nuevo se llevan a cabo simultáneamente durante
un período de tiempo predeterminado que puede variar dependien-
do de factores tales como la calidad del gas de reducción, y
20 el régimen de flujo, el tamaño del reactor, los regímenes de
recirculación de gas y similares. Al final de cada ciclo de
operaciones. Los reactores se intercambian funcionalmente en
una forma tal que el reactor de carga se transforma en el
25 reactor de reducción terciario, el reactor de reducción ter-
ciario se transforma en el reactor de reducción secundario,
el reactor de reducción secundario se transforma en el reac-
tor de reducción primario, el reactor de reducción primario
se transforma en el reactor de enfriamiento y el reactor de
30 enfriamiento se transforma en el reactor de carga. Este in-

1 tercambio funcional de los reactores puede efectuarse median
te una disposición de válvulas y tuberías entre los reacto-
res que es conocido en la técnica per se, y que se ha omiti
do del dibujo a fin de simplificar lo mostrado en el mismo.

5 El flujo de gas de reducción a través de los
reactores de reducción es generalmente a contracorriente.
Es decir, el gas de reducción nuevo se alimenta al reactor
de reducción primario que contiene material que contiene
10 hierro, que se ha reducido parcialmente ya en el reactor
de reducción secundario y el reactor de reducción primario
en los ciclos previos. El reactor de reducción terciario,
que inicialmente contiene el mineral nuevo se trata con gas
que se ha hecho pasar ya a través de los reactores de reduc
ción primario y secundario.

15 Con referencia ahora al lado izquierdo del dibu
jo, se genera un gas de reducción compuesto en gran parte
de monóxido de carbono e hidrógeno, en un reformador 20 de
construcción conocida que comprende una sección 22 de con-
vertidor catalítico calentado con gas y una chimenea 24. Se
20 suministra metano, gas natural u otro gas hidrocarburo a
partir de una fuente adecuada a través de un tubo 26 que
contiene una válvula 28, y se precalienta haciéndolo pasar
a través de un serpentín 30 cerca de la parte superior de
la chimenea 24 y en relación de intercambio de calor con
25 los gases calientes que fluyen a través de la chimenea. El
gas hidrocarburo, v.gr. metano, que deja el serpentín 30
se mezcla con vapor en las proporciones apropiadas para con
versión catalítica a monóxido de carbono e hidrógeno, típi-
camente en una relación molar de 1:2. Más particularmente,
30

1 se suministra vapor desde un tambor 32 de vapor a través de
un tubo 34 que contiene una válvula 36, y la mezcla de va-
por y metano fluye a través del tubo 38 a un serpentín 40
5 en la porción inferior de la chimenea 24 en donde se precalienta adicionalmente. Del serpentín 40, la mezcla de metano-vapor fluye a través del tubo 42 a la sección 22 de convertidor del reformador 20, en donde pasa a través de tubos de catalizador externamente calentados en una forma conocida, para efectuar la conversión deseada a monóxido de carbono e hidrógeno.
10

Del reformador 20, el gas de reducción caliente fluye a través del tubo 44 a una caldera de calor 46 de des-
perdicio tubular, en donde su calor perceptible se utiliza
para generar vapor. Más particularmente, el agua caliente
15 del tambor 32 de vapor fluye hacia abajo a través del tubo 48 al fondo de la caldera 46, y de ahí a través de los tubos de la misma, en donde una porción del agua se convierte a vapor por el calor del gas de reducción caliente. La mezcla resultante de vapor y agua caliente regresa al tambor
20 32 a través del tubo 50.

A fin de utilizar adicionalmente el calor en los gases calientes que pasan a través de la chimenea 24 del reformador 20, se extrae el agua caliente del fondo del tambor 32 a través del tubo 52, de ahí fluye a través de un
25 serpentín 54 dentro de la chimenea 24 y se regresa al tambor 32 a través del tubo 56. El calor recuperado en la caldera 46 y los serpentines en la chimenea 24, es más que suficiente para generar el vapor requerido para mezclarse con el metano a medida que se alimenta al reformador. Por
30

1 lo tanto, se encuentra disponible vapor en exceso que pue-
de extraerse del tambor 32 a través del tubo 58 y utilizar
se para los propósitos de la planta general. El agua de ali-
mentación de relleno para el sistema de generación de vapor
5 justamente descrito se suministra a través del tubo 60. El
empleo del tambor 32 de vapor, de la caldera 46 de calor de
désperdicio y de los serpentines 30, 40 y 54 dentro de la
chimenea 24, mejora substancialmente la economía térmica
global del sistema.

10 El gas de reducción, que se ha enfriado median-
te el paso a través de la caldera 46, fluye a través del tu-
bo 62 a un enfriador 64 de enfriamiento rápido en donde se
enfria y se deshidrata y después al tubo colector 66 de gas
de reducción. Puede extraerse una pequeña porción del gas
15 de reducción del tubo colector 66, a través del tubo 68 que
contiene la válvula 70 y suministrarse al sistema de reac-
tor de enfriamiento, según se describe más adelante en la
presente. La porción principal del gas de reducción fluye
a través del tubo 66 el cual se provee con una válvula 72
20 para un calentador 74 de serpentín en donde se calienta a
una temperatura del orden de 700° a 850°C. Ya que la tempe-
ratura deseada del gas de reducción en la entrada al reac-
tor 12 de reducción primario es del orden de 900° a 1100°C.,
preferiblemente de aproximadamente 1050°C., se requiere de
25 un calentamiento adicional del gas que deja el calentador
74 de serpentín, y este calentamiento adicional se efectúa
en una cámara 12a de combustión que comunica con la parte
superior del reactor 12 de reducción primario. Más particu-
larmente, el gas efluente del calentador 74 fluye a través

1 de un tubo 76 a la cámara 12a de combustión en donde se mez
cla con un gas que contiene oxígeno suministrado a través
del tubo 78 que contiene la válvula 80. El gas que contiene
oxígeno puede ser aire u oxígeno puro, o mezclas de los mis
5 mos, pero preferiblemente es oxígeno relativamente puro pa-
ra evitar la introducción de nitrógeno al sistema. Dentro
de la cámara de combustión, se quema una porción del gas de
reducción caliente para proporcionar una mezcla que tiene la
temperatura relativamente elevada deseada. La cámara de con
10 bustión 12a puede ser del tipo descrito en la Patente de Co
lada No. 2.900.247. Si se desea, el gas efluente del calen-
tador 74 puede calentarse adicionalmente en un sobrecalent
dor 82 colocado en el tubo 76. El empleo de un sobrecalent
dor es especialmente ventajoso en aquellos casos en donde
15 se agrega un gas hidrocarburo tal como metano al gas de re-
ducción entre el reformador y el reactor de reducción prima
rio, según se describe a continuación, ya que empleando un
sobrecalentador puede reducirse la cantidad de gas que con-
tiene oxígeno suministrado a la cámara 12a de combustión.

20 El volumen de gas que contiene oxígeno utiliza-
do, así como también su temperatura, depende del contenido
de oxígeno del gas. De esta manera, si se utiliza aire como
el gas que contiene oxígeno, éste deseablemente se precalien
ta a una temperatura del orden de 700°C. o superior, mientras
25 que si se utiliza oxígeno, éste no necesita precalentarse
o puede precalentarse a una temperatura substancialmente
inferior. Si se utiliza aire como el gas que contiene oxí-
geno, la relación volumétrica de aire a gas de reducción
con el cual se mezcla, puede ser tan elevada como 0,4:1 y
30 está típicamente en la escala de 0,15:1 a 0,3:1. Por otra

1 parte, si se utiliza oxígeno como el gas que contiene oxígeno, usualmente dará resultados aceptables una relación volumétrica dentro de la escala de 0,05:1 a 0,15:1.

5 De la cámara 12a de combustión, el gas de reducción caliente entra a la parte superior de un reactor 12 de reducción primario y fluye hacia abajo a través del lecho del material que contiene hierro en el mismo, para efectuar una reducción adicional del material que contiene hierro a metal poroso. El gas efluente del reactor 12 deja el reactor cerca del fondo del mismo a través de un tubo 84 y pasa a través de un enfriador 86 de enfriamiento rápido en donde se enfría y se deshidrata y después a través de un tubo 88 que contiene una válvula 90, a un calentador 92 de serpen-
10 tín similar al calentador 74. Dentro del calentador 92, el gas se calienta nuevamente a una temperatura del orden de 700° a 850°C., y después fluye a través del tubo 94 a la cámara 14a de combustión del reactor 14a de reducción secundaria, el cual es similar a la cámara 12a de combustión. La cámara 14a recibe un suministro de gas que contiene oxígeno a través de un tubo 96 que contiene la válvula 98. Dentro
15 de la cámara 14a de combustión se quema una porción del gas de reducción para incrementar la temperatura del mismo al orden de 900° a 1100°C., y el gas calentado resultante entra al reactor 14 de reducción secundario y fluye hacia abajo a través del lecho de material que contiene hierro en
20 el mismo, para efectuar una reducción parcial del mismo. Como en el caso del sistema de reactor primario, el sistema reactor secundario puede proveerse con un sobrecalentador 100 colocado en el tubo 94.
25
30

1 El gas efluente del reactor de reducción secun-
dario 14 fluye a través de un tubo 102, un enfriador 104 de
enfriamiento rápido y un tubo 106 que contiene una válvula
108 a un calentador 110 de serpentín que es similar a los
5 calentadores 74 y 92, y calienta similarmente el gas que
pasa a través de los mismos. Del calentador 110 el gas flu-
ye a través del tubo 112, el cual puede proveerse con un so-
brecalentador 114, a la cámara de combustión 16a que comuni-
ca con la parte superior del reactor 16 de reducción terci-
10 rio. La cámara de combustión 16a es similar a, y opera simi-
larmente a las cámaras de combustión 12a y 14a. La cámara
16a se suministra con un gas que contiene oxígeno a través
del tubo 116 que contiene la válvula 118. El gas de reduc-
ción caliente de la cámara 16a fluye hacia abajo a través del
15 lecho del material que contiene hierro en el reactor 16 ter-
ciario, efectuando una reducción parcial del mismo. El gas
efluente del reactor terciario fluye a través de un tubo
120 a un enfriador 122 de enfriamiento rápido en donde se
enfria y se deshidrata.

20 El gas efluente del enfriador 122, aunque tiene
una proporción relativamente baja de componentes de reduc-
ción, es aún útil como un gas combustible. También en algu-
nos casos, se ha encontrado ventajoso recircular este gas
efluente del reactor terciario al reactor 12 primario. Más
25 particularmente, se hace flúir una fracción regulada prede-
terminada del gas efluente del enfriador 122 a través del
tubo 124 que contiene la válvula 126 a una bomba 128 y de
ahí a través del tubo 130 que contiene el controlador 132
de flujo, al tubo 66 colector de gas de reducción. En los
30 casos en donde se recircula de esta manera una porción del

1 gas efluente del reactor 16 terciario, la calidad del gas
suministrado al reactor 12 de reducción primario, se enriquece
5 deseablemente agregando metano al mismo. Dicho metano
puede agregarse a través de un tubo 134 el cual está conec-
tado al tubo 26 de suministro de metano y al tubo colector
66. El tubo 134 contiene un controlador de flujo 136 que
puede ajustarse para proporcionar un flujo regulado, prede-
terminado de metano al tubo colector 66.

10 El resto del gas efluente del reactor 16 de re-
ducción terciario fluye a, y a través de un tubo colector
138. Según se indica en el dibujo, por lo menos una porción
de éste gas efluente puede utilizarse como un gas de combus-
tible para calentar la sección inferior 22 del reformador
15 20 y los calentadores 74, 92 y 110. Más particularmente, el
gas del tubo colector 138 puede extraerse a través del tubo
140 que contiene la válvula 142 para suministrar combusti-
ble para calentar la sección 22 inferior del reformador 20;
a través del tubo 144 que contiene la válvula 146 para su-
ministrar combustible para calentar el calentador 74; a tra-
20 vés del tubo 148 que contiene la válvula 150 para suminis-
trar combustible para calentar el calentador 92; y a través
del tubo 152 que contiene la válvula 154 para suministrar
combustible para calentar el calentador 110. Si la cantidad
25 de gas efluente del reactor de reducción terciario es más
que aquella requerida para la recirculación a través del tu-
bo 130 y para calentar el reformador y los calentadores del
reactor de reducción, puede separarse el gas en exceso a
través del tubo 156 a un punto de almacenamiento adecuado,
30 o ventilarse a la atmósfera.

1 Con referencia ahora al lado derecho del dibujo
se ilustra un reactor de carga que es estructuralmente simi-
lar a los reactores 12, 14 y 16 de reducción y está similar-
mente provisto como un calentador 158 que tiene un tubo 160
5 de entrada provisto con una válvula 162. El gas efluente
del calentador 158 fluye a través de un tubo 164 que puede
contener un sobrecalentador 166 o una cámara 18a de combus-
tión. El gas que contiene oxígeno puede suministrarse a la
cámara 18a de combustión a través de un tubo 168 que contie-
10 ne una válvula 170. Sin embargo, durante la porción del ci-
clo que se está describiendo, las válvulas 162 y 170 se cie-
rran y el reactor 18 de carga se aísla del sistema de mane-
ra que el hierro poroso reducido, enfriado, puede descargar-
se del reactor e introducirse en el mismo una carga de mi-
15 neral nuevo. Según se indicó anteriormente, el sistema de la
presente invención está caracterizado por el hecho de que
se utiliza un reactor de enfriamiento fuera de línea. El
reactor 10 de enfriamiento, como los reactores 12, 14 y 16
se provee con un calentador 172, un tubo 174 de entrada que
20 contiene una válvula 176, un sobrecalentador 178 y la cáma-
ra de combustión 10a, los cuales, durante la parte del ci-
clo que se está describiendo aquí, se vuelven inoperantes
mediante el cierre de las válvulas 176 y 180. Según se des-
cribió anteriormente, el reactor 10 al principio de un ci-
25 clo de reducción contiene hierro poroso reducido, caliente,
de un ciclo de reducción previo. Este lecho de partículas
de hierro poroso caliente se enfría mediante circulación
de un gas de enfriamiento a través del mismo. El sistema de
recirculación de gas de enfriamiento comprende una bomba
30

1 182 que bombea gas a través de un tubo 184 a la parte superior del reactor de enfriamiento 10. El gas fluye hacia abajo a través del cuerpo de metal reducido en el reactor y lo enfría. El gas efluente del reactor 10 de enfriamiento fluye a través de un tubo 186 a un enfriador 188 de enfriamiento rápido, en donde se enfría y se deshidrata, y después se regresa a través del tubo 190 a la succión de la bomba 182. Si se desea emplear gas de reducción como un medio de enfriamiento para enfriar el mineral reducido, puede extraerse gas a través del tubo colector 66 a través del tubo 68 que contiene la válvula 70 de cierre y el controlador 192 de flujo para introducir un flujo predeterminado de gas de reducción al sistema de recirculación del reactor de enfriamiento. A fin de evitar una acumulación de presión indeseada dentro del sistema de enfriamiento, se separa el gas del tubo 184 a través de un tubo 194 que contiene un regulador 196 de retropresión para mantener una presión deseada en el sistema de enfriamiento. El gas de enfriamiento separado a través del tubo 194 puede fluir ya sea a través del tubo 198 que contiene la válvula 200 de regreso al tubo colector 66 o a través del tubo 202 que contiene la válvula 204 al tubo colector 138 de gas agotado.

15
20
25 En general, el empleo del reactor de enfriamiento fuera de línea incrementa la flexibilidad de operación del sistema ya que permite un control independiente tanto del régimen de flujo de gas como de la composición de gas en el ciclo del gas de enfriamiento.

30 Según se indicó anteriormente, es a menudo deseable emplear como gas de enfriamiento para enfriar el mineral caliente, un gas que contiene constituyentes capa-

1 ces de depositar una cantidad predeterminada de carbón so-
bre la superficie del hierro poroso reducido. De esta ma-
nera, puede ser deseable emplear en el ciclo de enfriamien-
to un gas que tenga una composición un poco diferente que
5 aquella alimentada a los reactores de reducción a fin de
lograr una deposición óptima de carbón sobre el hierro po-
roso. Para permitir la modificación de la composición de
gas dentro del sistema de recirculación del reactor de en-
friamiento, se conecta un tubo 206 de ramificación que con-
10 tiene una válvula 208 al tubo 190 de recirculación de gas
de enfriamiento. Según se indicó en el dibujo, puede intro-
ducirse cualquiera de diversos gases, v.gr. monóxido de car-
bono, metano, hidrógeno, nitrógeno o dióxido de carbono al
ciclo de gas de enfriamiento a través del tubo 206, ya sea
15 en lugar de, o además del gas producido en el reformador,
suministrado al tubo 68. De esta manera, con el sistema
mostrado, la composición del gas de enfriamiento puede mo-
dificarse fácilmente para efectuar una deposición deseada
de carbón sobre la superficie de las partículas del hierro
20 poroso reducido. También, el régimen de flujo del gas de
enfriamiento puede variarse sobre una escala relativamente
amplia, independientemente del régimen de flujo de gas de
reducción a través de los reactores de reducción del siste-
ma.

25 Se entiende, por supuesto, que la descripción an-
terior se pretende que sea ilustrativa únicamente y que pue-
den hacerse numerosos cambios en la modalidad específica des-
crita sin apartarse del espíritu de la invención, según se
30 define en las reivindicaciones anexas. Por ejemplo, aunque

1 la invención se ha descrito aplicándose a la reducción de
mineral de hierro a hierro poroso, puede también utilizar-
se para la reducción de minerales de otros metales, v. gr.
níquel, cobre y estaño. También en lugar de agregar meta
5 no al gas de alimentación al reactor de reducción a través
del tubo 134, el metano puede alimentarse a través del tu-
bo 206 al ciclo del reactor de enfriamiento para formar un
gas de circulación que está enriquecido con respecto al
metano, y este gas enriquecido con metano puede forzarse a
10 fluir a través del tubo 198 y el tubo 66 al calentador 74
de reducción primario.

Si se desea, todo el gas producido del reformador
puede forzarse a fluir a través del tubo 68 al ciclo del
reactor de enfriamiento y puede extraerse un flujo substan-
15 cialmente equivalente de gas a través de los tubos 194 y
198 y utilizarse como gas de reducción de alimentación a los
reactores de reducción.

En resumen la Patente de Invención que se solicita
deberá recaer sobre las siguientes:

20 REIVINDICACIONES

1. Un método para la reducción gaseosa en cargas
de un óxido de metal a un metal en un sistema reactor de uni-
dades múltiples, del tipo en el que se tratan simultaneamen-
te cuerpos separados de material que contiene metal, en una
25 pluralidad de reactores intercambiables incluyendo un reac-
tor de enfriamiento y una serie de reactores de reducción,
dicho sistema es del tipo en el que un gas reductor prefor-
mado, compuesto en gran parte de monóxido de carbono e hi-
drógeno de una fuente de dicho gas, se hace pasar sucesiva-
30 mente a través de los cuerpos de material que contiene meta

1 en los reactores de reducción de dicha serie, dicho gas re-
ductor se calienta antes de entrar en cada reactor de cada
serie y se enfría y deshidrata después de salir de cada reac-
5 tor de cada serie, caracterizado porque se recicla una par-
te del gas que fluye del último reactor de reducción de la
serie y se mezcla con el gas de reducción que entra en el
primero, agregándose gas de hidrocarbano al gas de reducción
que penetra en dicho primer reactor de reducción.

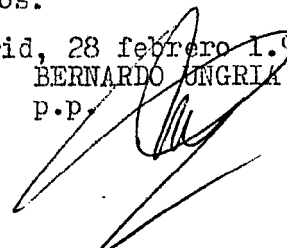
10 2. Un método según la reivindicación 1, caracteriza-
do porque el gas hidrocarbano es metano.

3. Un método según la reivindicación 1 ó 2 caracte-
rizado porque el óxido de metal es óxido de hierro, el metal
es hierro y el material que contiene metal es un material
que contiene hierro.

15 4. Se reivindica por último como objeto sobre el
que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita por:
UN METODO PARA LA REDUCCION GASEOSA EN CARGAS DE UN OXIDO DE
METAL A UN METAL EN UN SISTEMA REACTOR DE UNIDADES MULTIPLES.

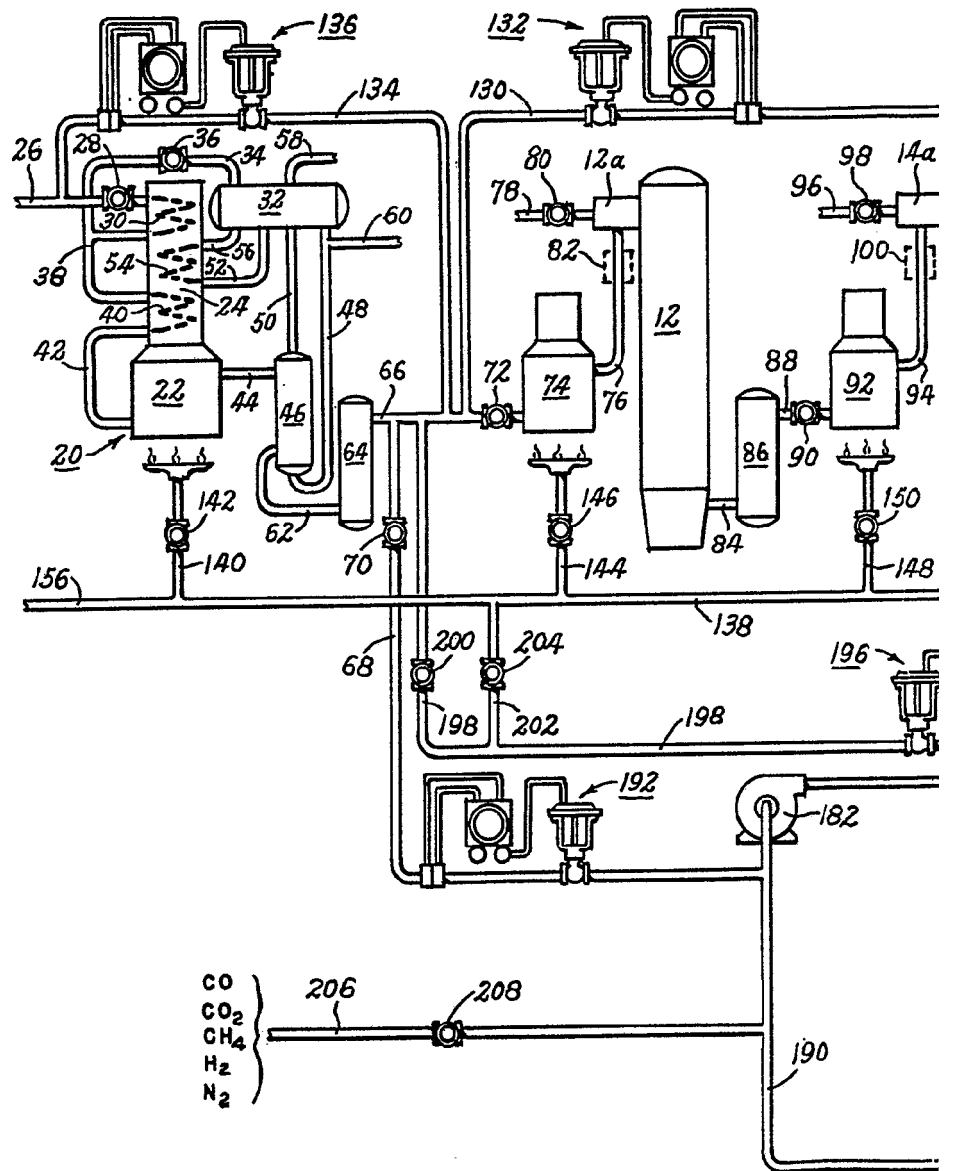
20 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la
presente Memoria descriptiva, que consta de diecisiete pá-
ginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

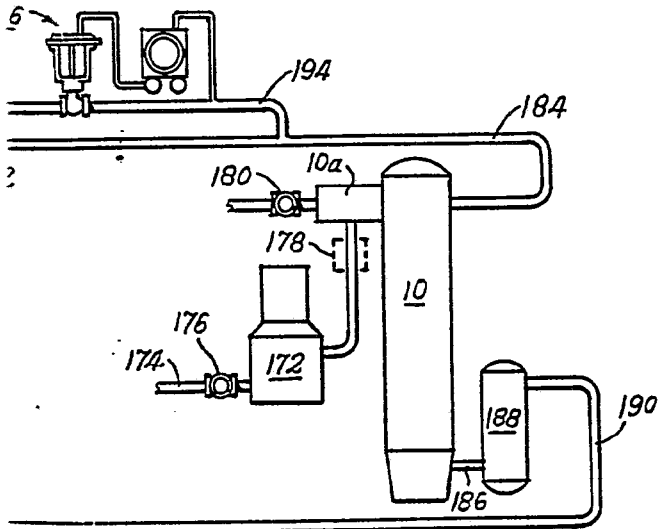
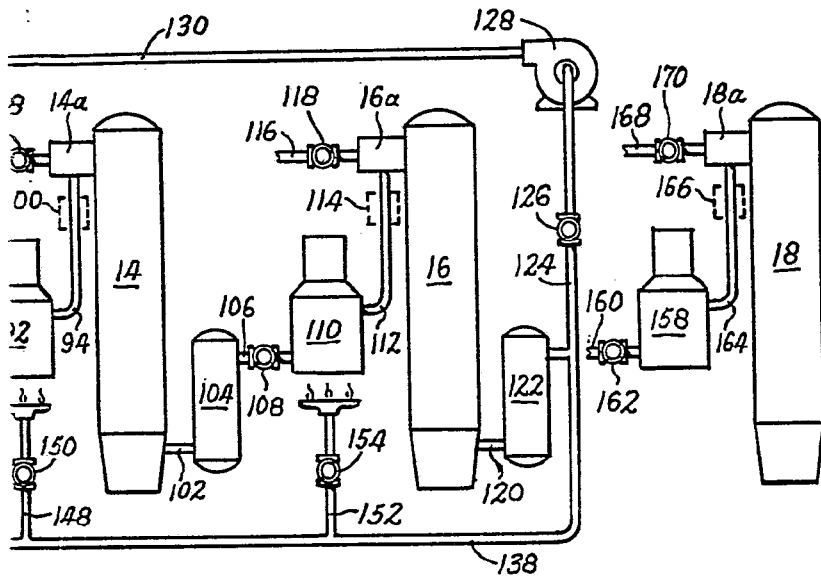
Madrid, 28 febrero 1.977
BERNARDO UNGRIA
P.P.



25

30





ESCALA VARIABLE
Madrid, 28 de Febrero de 1.977
BERNARDO UNGRIA
p.p.