



P. 31.200

US. 767.579

Canadian 674.804

30 MAR 1966

322828

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud  
de

PATENTE DE INTRODUCCION

formulada el 10 de Febrero de 1966, con el n° 322.828

e n

E S P A Ñ A

por DIEZ años

a nombre de ESSO RESEARCH AND ENGINEERING COMPANY, entidad norteamericana, establecida en Elizabeth, Nueva Jersey, Estados Unidos de América, por:

"UN PROCEDIMIENTO PARA PRODUCIR UNA MENA MAGNETICA A PARTIR DE MENAS HEMATITICAS"

La presente invención se refiere a un procedimiento para convertir  $Fe_2O_3$  en  $Fe_3O_4$ , usando como agentes reductores combustibles hidrocarbonados baratos.

Muchas menas hematíticas de diversas partes del mundo son muy pobres en contenido de hierro. La ganga asociada, no ferrosa, incrementa sustancialmente el coste de transporte y de tratamiento. Sería de gran utilidad un método económico de concentración de menas, que convirtiese, por ejemplo, una mena hematítica que contiene de 30 a 35% en peso de hierro en un concentrado que contuviese de 55 a 70% de hierro.

322828

30 MA



5 Para concentrar las menas pobres hasta un contenido de  
hierro atractivamente alto, se ha propuesto con anterioridad  
reducir parcialmente el contenido de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  a  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  magnético,  
y separar luego el  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  por técnicas usuales de separación  
magnética. Entre los procedimientos usuales propuestos para  
esta concentración de menas hematíticas pobres, se incluye la  
reducción de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  mediante simples gases reductores, por ejem-  
plo hidrógeno o monóxido de carbono, o mezclas de los mismos.  
El  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  así producido se separa después magnéticamente, para  
10 producir una mena con gran contenido de hierro, por ejemplo  
de 55 a 70% de hierro. Aunque este procedimiento es eficaz pa-  
ra el fin a que se destina, el coste de producción del gas re-  
ductor se convierte en un factor crítico para la economía glo-  
bal del procedimiento, y, de hecho, contrarresta en medida  
15 considerable las ganancias obtenidas por concentración de la  
mena. A menudo se utilizan medios independientes de calenta-  
miento, para elevar la temperatura de la mena al intervalo de  
reducción, por ejemplo de 537 a 817°C. También se puede trope-  
zar con dificultades debidas a la inestabilidad de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  desea-  
do, que a temperaturas elevadas tiene tendencia a volver a oxi-  
darse a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , si hay oxígeno presente, o bien, en ausencia de  
20 oxígeno, a descomponerse en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y  $\text{FeO}$ , ninguno de los cuales  
es magnético.

En el presente procedimiento se considera el uso de una  
25 unidad que tiene esencialmente al menos dos, y preferiblemen-  
te tres, zonas. En el procedimiento se considera el uso de  
una zona de precalentamiento, con el fin de elevar la tempera-  
tura de la mena hasta las condiciones de reducción. En esta  
primera zona se calienta la mena a una temperatura compendi-  
30 da preferiblemente entre 537 y 1093°C. Se necesita una segunda



zona, o zona de reducción, para la conversión de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  en  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , generalmente con algo de reducción a  $\text{FeO}$ . En el procedimiento se incluye preferiblemente una tercera zona, de nueva conversión o de recombinación, en la que el  $\text{FeO}$  y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  presentes, procedentes de la zona de reducción, se vuelven a combinar, formando  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Además, esta zona de nueva conversión actuará estabilizando el  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , por reducción de la temperatura hasta un nivel que inhibe su reoxidación a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  cuando se descarga del aparato. El procedimiento se puede efectuar con la mena en forma de uno o más lechos móviles, en los que las partículas están soportadas por contacto directo con sólidos adyacentes, y se deja que fluyan gradualmente a través de las dos o tres zonas, a velocidad predeterminada destinada a efectuar la conversión deseada. Como alternativa, las dos o tres zonas pueden contener la mena en forma de sólidos "fluidizados". En este término se quiere incluir los "lechos fluidizados", en los que unas partículas finalmente divididas están soportadas, en concentración densa, por una corriente ascendente de gas. También se quieren incluir las concentraciones menos densas de sólidos finamente divididos, que se están transportando a través de una zona de reacción mediante una corriente de gas, tal como en un reactor de tubería de transferencia.

En la primera zona, que si se desea puede tener una pluralidad de etapas, se pretende precalentar la mena de hierro, en atmósfera fuertemente oxidante, preferiblemente creada quemando un combustible en contacto directo con la mena de hierro, con exceso de aire u otro gas que contenga oxígeno. El diseño específico de la zona no tiene importancia crítica, y dependerá del tipo concreto de sistema empleado. Si se emplea

322828

30



un lecho fluidizado, es adecuado cualquier diseño usual de reactor, que incluya una reja distribuidora de gases que pueda admitir a su través a los gases de fluidización, y unos medios independientes para retirar los sólidos. En los lechos fluidizados habrá también, preferiblemente, alguna clase de separador de sólidos y gases, tal como un ciclón, que pueda estar dentro o fuera de la zona. Si se emplea un lecho móvil, la zona puede comprender una estructura diferente que implique, por ejemplo, canales para distribuir el gas introducido, pasados los cuales se pueden dejar fluír los sólidos.

Como combustible para la zona de precalentamiento, se puede emplear cualquier material combustible; sin embargo, para la economía de funcionamiento del procedimiento, se prefiere que al menos una parte del calor sea suministrada quemando gases de desecho, producidos en la segunda zona, o zona de reducción. Preferiblemente, el resto del suministro de combustible a la zona de precalentamiento está constituido por un hidrocarburo, que puede ser idéntico al agente reductor cargado en la segunda zona, o zona de reducción. Por tanto, una sola materia prima es adecuada para su uso tanto como combustible como en calidad de agente químico. Un combustible hidrocarbonado satisfactorio y económico es el aceite combustible pesado residual, una fracción sustancial del cual hierve por encima de 482°C a presión atmosférica, aunque también se pueden usar combustibles líquidos de menor punto de ebullición, y combustibles normalmente gaseosos. Con un combustible de alto punto de ebullición, y que se evapore difícilmente, la forma preferida del procedimiento es una operación con sólidos fluidizados, ya que en este tipo de operación el hidrocarburo líquido se distribuye fácilmente con los sólidos, mezclados con



turbulencia. Si el agente reductor y/o combustible del procedimiento tiene mucho azufre, en algunos casos puede ser preferible eliminar este elemento, evitándose así una contaminación sustancial de la mena. Después de precalentar, los sólidos, que pueden estar en forma de lecho móvil o en forma fluidizada, se llevan a una segunda zona, o zona de reducción.

En la segunda zona se inyecta el agente reductor, que preferiblemente, pero no necesariamente, es idéntico al material empleado como combustible auxiliar en la primera zona.

El agente reductor empleado en la segunda zona estará sometido a las mismas limitaciones que el combustible auxiliar empleado en la primera zona. Por ejemplo, con aceites hidrocarbonados muy pesados se emplea preferiblemente un sistema de sólidos fluidizados, tal como un reactor de lecho fluidizado o un reactor de tubería de transferencia, para asegurar la adecuada homogeneidad de dispersión del agente reductor sobre las partículas de mena de hierro, dentro de la zona. El agente reductor puede ser también un material normalmente gaseoso, o un líquido de menor punto de ebullición, Se puede inyectar en forma gaseosa o líquida, o, menos preferiblemente, se puede gasificar antes de su inyección en la zona de reducción. Desde el punto de vista económico, es preferible gasificar el agente reductor por contacto directo con los sólidos calientes, en la segunda zona, en vez de construir medios auxiliares independientes para este fin. En la segunda zona, o zona de reducción, se reduce parcialmente el  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  de la mena hematítica. La relación atómica O/Fe se controla a un nivel de 0,75, correspondiente a la fórmula del  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  magnético. El grado de reducción depende de la temperatura empleada, de la composición del gas reductor en contacto con la mena de hierro,

322828

30 MAR



y del tiempo de residencia de los sólidos. En vista de la ya conocida inestabilidad del  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  a temperaturas mayores de  $566^\circ\text{C}$ , lo que significa que tiende a descomponerse en partes iguales de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y  $\text{FeO}$ , los sólidos que salen de la zona de reducción contendrán generalmente algo de  $\text{FeO}$  y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , así como el deseado  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Por tanto, si se mantienen las condiciones óptimas dentro de la segunda zona, o zona de reducción, de forma que se consiga la relación atómica deseada de 0,75 átomos de oxígeno por átomo de hierro, habrá generalmente un contenido sustancial de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y  $\text{FeO}$ , en relación molar de aproximadamente 1,0. Por tanto, según el presente procedimiento se emplea preferiblemente una tercera zona, que trabaja a una temperatura menor de  $566^\circ\text{C}$ , con una fase gaseosa, de composición controlada, en la que se deja que se interaccionen químicamente el  $\text{FeO}$  y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  presentes, procedentes de la zona de reducción, para formar el  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  deseado. Al mismo tiempo se reduce la temperatura de la mena reducida, hasta un punto tal que no se vuelva a oxidar en grado significativo a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , por el inevitable contacto con aire o agua durante la operación de concentración magnética. En esta tercera zona, la fase gaseosa puede ser de origen extraño, total o parcialmente; sin embargo, por razones de economía se prefiere emplear gases producidos en la unidad, y recirculados, como se describirá más adelante.

En la tercera zona (de estabilización por enfriamiento), la mena de hierro reducida se enfría a una temperatura menor de  $566^\circ\text{C}$ , por ejemplo comprendida entre  $260$  y  $482^\circ\text{C}$ , temperaturas a las que el  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  es estable. En esta tercera zona, que también se puede mantener bajo condiciones de fluidización, se puede poner la mena de hierro en contacto con gases suave-



mente reductores, obtenidos preferiblemente como gases de salida de la segunda zona, o zona de reducción. Es preferible un gas inerte o suavemente reductor, mejor que una mezcla gaseosa oxidante, la cual tendría una indeseable tendencia a volver a oxidar el producto, total o parcialmente, a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Bajo las condiciones suavemente reductoras, y las menores temperaturas de esta zona, el  $\text{FeO}$  y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  presentes en esta etapa reaccionarán químicamente, formando  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  estable. La mena magnética así producida está sustancialmente estabilizada frente a nueva descomposición o nueva oxidación, y es adecuada para la inmediata o posterior separación magnética, para conseguir la mena de hierro concentrada final. El enfriamiento de la corriente de mena en la tercera zona puede tener lugar en una o varias etapas; y los sólidos se pueden enfriar por contacto directo con un gas relativamente frío, o por otros medios indirectos tales como transmisión de calor a un serpentín de enfriamiento, sumergido en un lecho del sólido en forma fluidizada.

En la fig. 1 del dibujo se muestra una unidad única de aparato para convertir la mena hematítica en mena magnética. En la fig. 1, el aparato es adecuado para el uso de lecho fluidizados en cada una de las tres zonas. En la fig. 2 del dibujo se muestra una unidad de reducción de mena de hierro, que tiene zonas individuales, en la que la segunda zona es del tipo de tubería de transferencia de sólidos fluidizados. En este ejemplo, la mena de hierro precalentada, finamente dividida, es barrida por los gases reductores a través de un reactor tubular, mientras experimenta la reducción, y luego es transferida a la zona de estabilización por enfriamiento.

Aunque en ambas figuras se muestra el uso de la zona de estabilización, se ha de entender que se puede prescindir de

322828

30 M



esta zona, si la temperatura y composiciones del gas mantenidas en la zona de reducción son tales que permitan la conversión sustancialmente total a  $Fe_3O_4$ , sin residuos significativos de  $Fe_2O_3$  o  $FeO$ . Esto es posible, por ejemplo, si el nivel  
5 de temperatura en la zona de reducción es menor de  $560^{\circ}C$  y la composición de la fase gaseosa en la zona de reducción tiene una relación en volumen  $CO_2/CO$  superior al nivel de 1,0.

En la fig. 1, la unidad 1 comprende tres zonas, A, B, C, cada una de las cuales contiene una reja 2, 3 y 4, adecuada  
10 para soportar un lecho fluidizado, y que tienen unas lumbreras 5, 6 y 7, para admitir los gases de fluidización. Se disponen medios para permitir el flujo de los sólidos fluidizados, desde una zona a otra zona inferior, 8, 9 y 10. También se disponen unos ciclones usuales, 11 y 12, para separar cualquier sólido  
15 arrastrado en los gases de salida. También se disponen las bombas y refrigerantes necesarios.

Durante el funcionamiento, la mena de hierro, por ejemplo una mena de hierro de Labrador, que tiene 30% en peso de hierro, es continuamente admitida en la zona A, por la tubería  
20 13. Para esta realización, la mena de hierro consiste preferiblemente en partículas de diámetro comprendido entre 10 y 5.000 micras, aunque el único criterio respecto al tamaño de partícula es que se pueda conseguir la fluidización dentro de la unidad. El aire y el combustible hidrocarbonado, por ejemplo un combustible hidrocarbonado residual, la mayor parte del cual hierve por encima de  $482^{\circ}C$ , se introducen directamente en el lecho 16 por las tuberías 14 y 15, manteniéndose el lecho a una temperatura comprendida entre  $817$  y  $1093^{\circ}C$ , por control  
25 de la cantidad de combustible hidrocarbonado admitido en el lecho. Además, el aire proporcionará oxígeno para la combustión  
30



de los gases de salida de la zona B. Estos gases de salida de la zona B, al arder en el lecho 16, proporcionarán una proporción sustancial de la energía térmica consumida para elevar la temperatura de los sólidos cargados hasta el nivel del lecho fluidizado 16. Preferiblemente se emplea un exceso de gas que contiene oxígeno, para mantener una combustión total del combustible gaseoso y líquido. Después, la mena de hierro precalentada se lleva por la tubería vertical 8 de rebosadero a la zona B y lecho fluidizado 17, donde se pone directamente en contacto con el agente reductor hidrocarbonado líquido, admitido por la tubería 18. En esta realización, el agente reductor es el mismo combustible residual cargado en el lecho 16 por la tubería 15. Aunque la cantidad de hidrocarburo cargado en la zona B de reducción puede variar considerablemente, según la temperatura empleada y la composición de la mena y medio reductor, es preferible mantener una relación de aproximadamente 2,5 a 7,5 kg de hidrocarburo por tonelada de mena cargada. Por contacto con la mena de hierro precalentada, a una temperatura del lecho comprendida preferiblemente entre 537 y 817°C, el propio hidrocarburo se oxida a  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{H}_2$ , y realiza simultáneamente la reducción del  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  a  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  y  $\text{FeO}$ . Los gases de salida del lecho 17 se hacen ascender a través del lecho 16, donde ayudan a mantenerlo en estado fluidizado. Estos gases de salida, que contienen cantidades apreciables de  $\text{CO}$  y  $\text{H}_2$ , se queman también con aire en el lecho 16, para proporcionar algo del calor para la zona de precalentamiento. Preferiblemente, una parte de los gases de salida de la zona B se hace pasar a través del ciclón 12, para separar cualquier sólido arrastrado. Este sólido arrastrado se devuelve al lecho 17 por la tubería 19. Los gases exentos de polvo se enfrían en el cambiador de

322828

30



calor 201, y se devuelven por la tubería 20 y soplante 202,  
a la zona C. La cantidad de gas recirculado puede variar entre  
0 y 50% del gas que abandona el lecho 17. Si en la zona C no  
se emplean gases extraños, el volumen y caudal de los gases  
5 de salida recirculados debe ser al menos el suficiente para  
mantener en estado fluidizado al lecho de estabilización por  
enfriamiento. Estos gases suavemente reductores se hacen pasar  
a través de la reja 4, por las aberturas 7, y a través del le-  
cho 21. En este lecho se recombinan el FeO y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> presentes,  
10 formando Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Para proporcionar condiciones que favorezcan  
la formación de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, el lecho 21 se mantiene a temperaturas  
sustancialmente menores, por ejemplo de 260 a 482°C, en combi-  
nación con los gases recirculados suavemente reductores. El  
Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> producido se recupera por la tubería 10, en forma ade-  
15 cuada para su separación magnética. Si se desea, para mantener  
en el lecho 21 las temperaturas deseadas se pueden disponer  
medios adicionales de enfriamiento, tales como serpentines de  
enfriamiento sumergidos en el lecho. Los gases de salida del  
lecho 21 se usan para fluidizar el lecho 17. En el caso de que  
20 sean insuficientes para tal fin, también se pueden emplear gases  
extraños, inertes o suavemente reductores. Se ha de entender que  
tanto la zona de precalentamiento como la de enfriamiento pueden  
constar de varias etapas, para permitir mayores ventajas econó-  
micas al acercarse más a las condiciones de transmisión de calor  
25 en contracorriente.

Así, es evidente que la presente invención proporciona un  
procedimiento integrado para producir Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> magnético a partir  
de menas hematíticas de hierro, utilizando combustibles hidro-  
carbonados relativamente baratos, como medios de calentamiento  
30 y reducción, y proporcionando una recuperación de calor óptima,



y consiguiéndose un rendimiento máximo del producto deseado.

Se hace ahora referencia a la fig. 2, que representa otra realización de la invención. En la Fig. 2, la unidad comprende también tres zonas: A', zona de precalentamiento; B', reactor de tubería de transferencia; y C', zona de enfriamiento y estabilización. Igual que en el ejemplo anterior, las zonas individuales pueden constar de una pluralidad de etapas. En esta realización, una mena de hierro, tal como se ha descrito antes, se introduce en la zona A' por la tubería 101, para formar un lecho fluidizado 102. El lecho fluidizado se mantiene también a temperaturas de 817 a 1093°C, por combustión del combustible hidrocarbonado admitido por la tubería 103, con aire introducido por la tubería 104. La reja 105 soporta al lecho fluidizado. Además de la combustión de combustible hidrocarbonado, se proporcionan también los gases de salida de las zonas B' y C', por la tubería 106. Estos gases son también combustibles, y ayudan a proporcionar calor adicional. Los gases de salida de la zona de precalentamiento se expulsan a la atmósfera por un ciclón (que no se muestra), por la tubería 107, y, si se desea, se usan para intercambio de calor perdido, o similares. Los sólidos de mena de hierro para este procedimiento tienen preferiblemente un tamaño de partícula de 50 a 5.000 micras, para proporcionar sólidos adecuados para su transferencia a través del reactor B', de tubería de transferencia usual, que puede comprender un tubo cilíndrico de, por ejemplo 61 a 305 cm de diámetro, según el tamaño global de la unidad. Los sólidos de mena de hierro precalentados, finamente divididos, se introducen por la tubería 108, a través de la curva en U 204, en el reactor B' de tubería de transferencia. Los gases necesarios para la propulsión de los sólidos a través de la tubería de trans-

322828



ferencia se obtienen en parte poniendo directamente en contac-  
to a los sólidos de la zona B' con un agente reductor hidrocar-  
bonado que se pueda descomponer. Además, se pueden emplear ga-  
ses de salida, y gases de recirculación, procedentes de otras  
5 zonas del sistema, como se describirá, para transportar los  
sólidos y controlar el caudal de sólidos, según técnicas cono-  
cidas. El combustible hidrocarbonado puede ser admitido por la  
tubería 109, y la salida de la zona de reacción B' se mantiene  
a temperaturas de 537 a 817°C. Igual que en el ejemplo ante-  
10 rior, el grado de conversión de  $Fe_2O_3$  a  $Fe_3O_4$  depende de la  
temperatura, composición del gas reductor, y tiempo de residen-  
cia de la mena de hierro dentro del reactor B' de tubería de  
transferencia. Los gases que salen de la zona B' por la tubería  
110 entran en el ciclón 111, u otros medios de separación entre  
15 gases y sólidos, y los gases de salida son en parte recirculados  
por las tuberías 112 y 106, a la zona de precalentamiento, en la  
que son quemados con oxígeno, y en parte son recirculados por  
la tubería 113, refrigerante 205, soplante 206 y tubería 116,  
a la zona C' de enfriamiento y estabilización de sólidos. Los  
20 sólidos que entran en la zona C' por el tubo de inmersión 114  
del ciclón, se forman o entran en el lecho 115, y son enfriados  
a una temperatura de 260 a 482°C, bajo condiciones suavemente  
reductoras, obtenidas recirculando gases de salida enfriados,  
procedentes de la zona B' de reducción, por las tuberías 113 y  
25 116. Los gases son pasados por la reja 117, para mantener al  
lecho 115 en estado fluidizado. Además, algunos de los gases  
pueden ser recirculados por las tuberías 113 y 118, para pro-  
porcionar gas adicional de control y transporte en el reactor de  
tubería de transferencia. Los gases de salida de la zona C',  
30 retirados tras la separación de sólidos en el ciclón 120, se ha-

cen pasar por la tubería 121 a la zona de precalentamiento, por la tubería 106, donde son quemados con oxígeno, proporcionando calor adicional. Se dispone el tubo vertical 124, para retirar la mena estabilizada que contiene  $Fe_3O_4$ . Si se desea, los gases de salida de la zona de reducción, recirculados al reactor de tubería de transferencia, se pueden enfriar más, separando de la mezcla el agua, por condensación, en un recipiente (que no se muestra), para proporcionar una mezcla de hidrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono, con concentración de agua relativamente baja. Al disminuir la concentración de agua aumenta notablemente la potencia reductora de la mezcla gaseosa recirculada, y se aumenta su utilidad para la recirculación a la zona de reducción.

En un procedimiento de lecho móvil, se ha de entender que el tamaño de partícula de la mena de hierro puede ser sustancialmente mayor que el empleado en un sistema fluidizado. Aunque el tamaño exacto no tiene consecuencias particulares, para los fines prácticos puede comprender partículas de diámetro igual a de 6,4 a 765 mm, o más.

20

- N O T A -

Los puntos de invención propia no nueva, pero no establecida, practicada ni divulgada en España, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Introducción por DIEZ años, son los siguientes:

25

1ª.- Un procedimiento para producir una mena magnética a partir de menas hematíticas, que comprende precalentar dicha mena hematítica a una temperatura elevada, poner en contacto

322828

30



dicha mena precalentada directamente con un combustible hidrocarbonado a temperaturas de reducción para efectuar al menos una reducción parcial de dicha mena a  $Fe_3O_4$ , en tanto que se convierte simultáneamente dicho combustible en un gas que contiene monóxido de carbono, dióxido de carbono, agua e hidrógeno.

2º.- Un procedimiento para producir una mena magnética a partir de menas hematíticas que comprende precalentar dicha mena hematítica entre aproximadamente 537 y 1.093°C, hacer pasar dicha mena precalentada a una zona de reducción, hacer entrar en contacto dicha mena precalentada en dicha zona de reducción a una temperatura comprendida entre aproximadamente 537 y 817°C directamente con combustible hidrocarbonado para efectuar al menos una reducción parcial de dicha mena a  $Fe_3O_4$ , convertir simultáneamente dicho combustible en un gas que contiene monóxido de carbono, dióxido de carbono, agua e hidrógeno, hacer pasar la mena parcialmente reducida de dicha zona de reducción a una zona de estabilización por enfriamiento, retirar de dicha zona al menos una parte del gas formado en dicha zona de reducción, hacer pasar al menos una parte de dicho gas extraído a dicha zona de estabilización por enfriamiento, mantener la mena reducida parcialmente por un periodo de tiempo a temperatura disminuida en dicha zona de estabilización por enfriamiento en contacto con dicho gas y recuperar de dicha zona una mena en la cual el contenido de hierro está principalmente en la forma de  $Fe_3O_4$ .

3º.- El procedimiento de la reivindicación 2, en el cual al menos una parte de dicho gas de reducción extraído de dicha zona de reducción es condensado para separar agua y después pasado a dicha zona de estabilización por enfriamiento.



4<sup>a</sup>.- Un procedimiento para convertir menas de hierro no magnéticas en menas de hierro magnéticas que comprende precalentar una mena que comprende  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  quemando con aire un combustible hidrocarbonado en presencia de dicha mena con lo que la temperatura es elevada entre aproximadamente 537 y 1,093°C, hacer pasar la mena así precalentada a una zona de reducción, mantener en dicha zona de reducción un lecho fluidizado de sólidos, hacer entrar en contacto dicha mena precalentada en dicho lecho fluidizado con un combustible hidrocarbonado líquido, efectuar una reducción parcial de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  por dicho combustible hidrocarbonado, formar además una cantidad de  $\text{FeO}$  en dicho lecho, convertir además dicho combustible en una corriente de gas que contiene  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , hacer pasar dicha mena parcialmente reducida a una zona de estabilización por enfriamiento, extraer el gas producido en dicha zona de reducción y hacer pasar al menos una parte de dicho gas a dicha zona de estabilización por enfriamiento, mantener dicha mena parcialmente reducida en contacto con gas reciclado enfriado a temperatura disminuida por un periodo suficientemente largo para efectuar interacción química entre  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y  $\text{FeO}$  para formar  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  y recuperar una mena de hierro magnético sustancialmente estable.

5<sup>a</sup>.- Un procedimiento para producir una mena magnética a partir de menas hematíticas.

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

322828

30



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

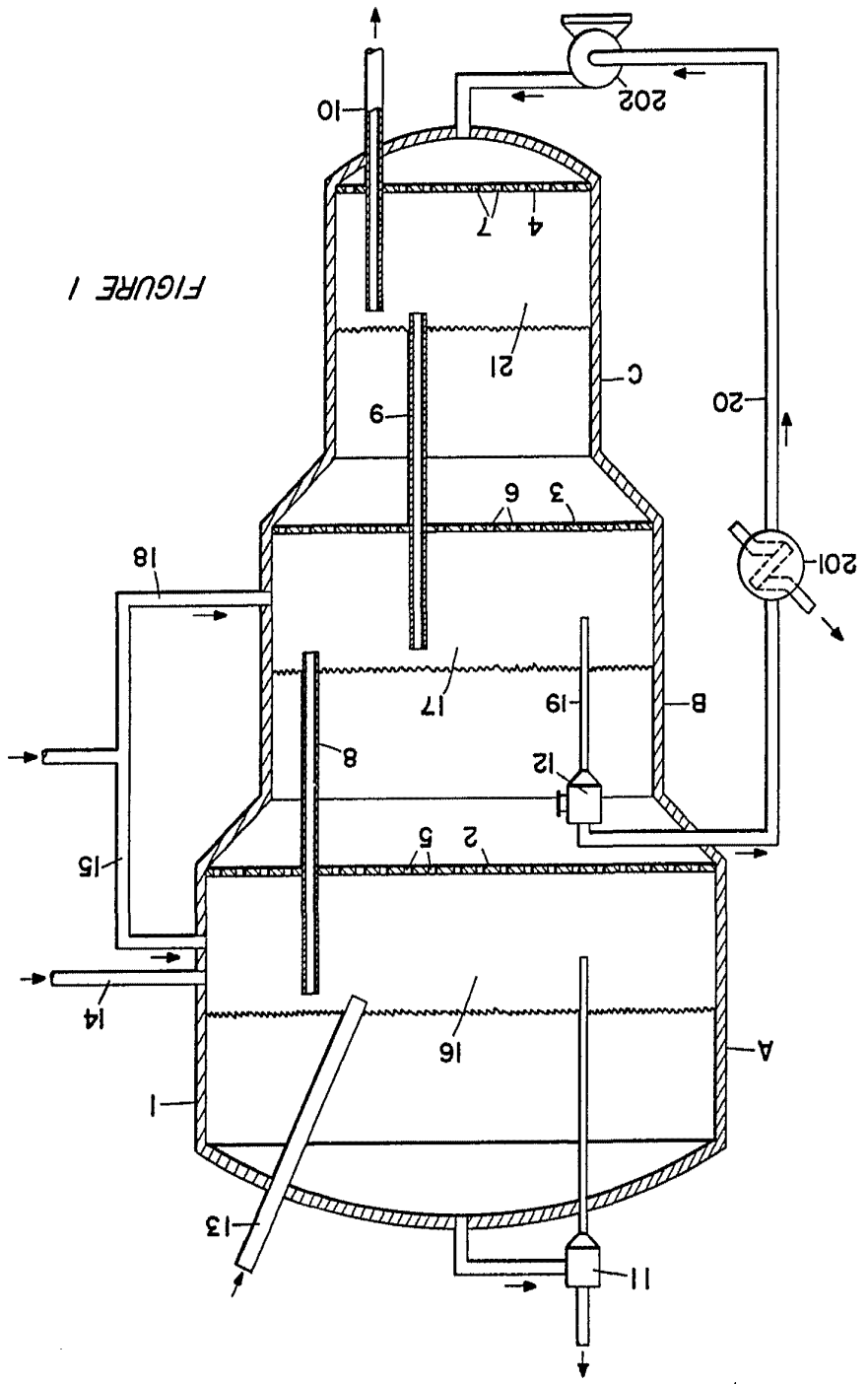
Madrid, 30 MAR 1966

P.A.

Alberto de Elizaburu  
Por Poder

Alfredo de F. ...  
Pat. No. ...

FIGURE 1



322828



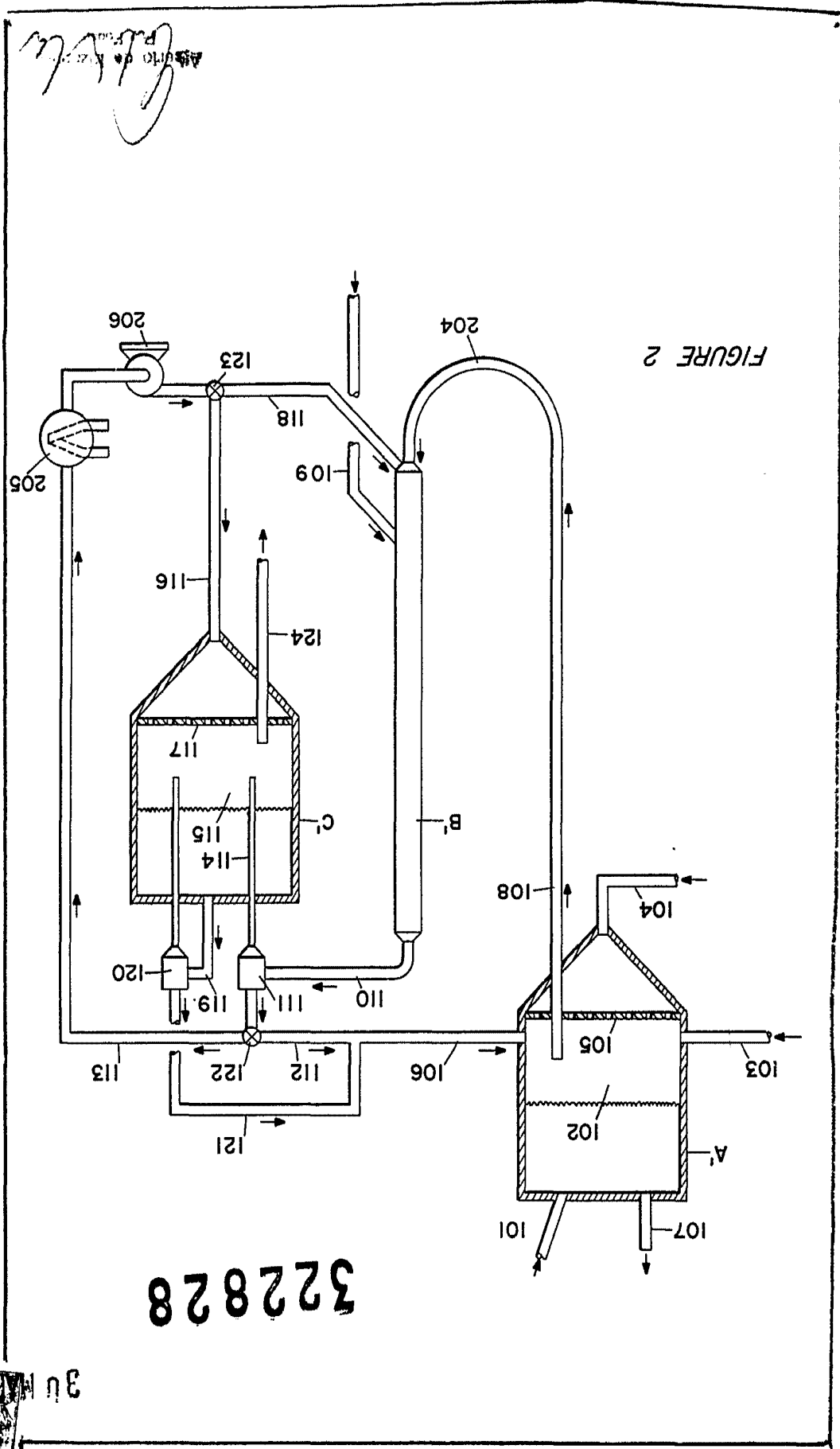


FIGURE 2

322828



Associação de Engenharia  
 P. F. 1000