

P.- 59.483

K.33.10A.09

1484307

10 FEB. 1975

Int. Cl.:	C22B 26/00
-----------	------------

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

A nombre de TEXASGULF INC.

entidad norteamericana

establecida en 200 Park Avenue, Nueva York,
Nueva York 10017, Estados Unidos
de América.

por: "UN METODO DE BENEFICIAR POR DISOLUCION UN
DEPOSITO DE MINERAL SUSTANCIALMENTE AGOTADO
QUE CONTIENE CLORURO POTASICO Y CLORURO SODICO".

(Clase Internacional G22b)

Hasta ahora se ha sabido que en el beneficio por disolución del cloruro de potasio se emplean estanques de evaporación solar para llevar a cabo la precipitación selectiva del cloruro de potasio a partir de una salmuera que incluye cloruro de sodio puesto que esta última sal predomina en los minerales que se encuentran normalmente tal como silvinita. Como es bien conocido, la solubilidad del cloruro de potasio disminuye significativamente con temperaturas de la solución más bajas mientras que la solubilidad del cloruro de sodio permanece suficientemente alta de modo que pueda retenerse en la solución de salmuera mientras que el cloruro de potasio es precipitado y se recupera.

Las técnicas anteriores, tales como la descrita en la patente de EE.UU. Nº 3.058.729, tienden a evitar la lixiviación selectiva y describen esfuerzos para disolver las sales en la misma proporción en la que existen en el depósito de mineral. Con este fin, la salmuera de recirculación se purga periódicamente y se añade agua de reposición para reajustar las concentraciones relativas de sal antes de volver a introducir la salmuera en la cavidad del mineral.

Adicionalmente se ha propuesto en la técnica anterior utilizar medios de cambio de calor así como medios de aireación para favorecer el ajuste de las dife-

rencias de temperatura y las velocidades de evaporación en los estanques.

5 Todas las técnicas anteriores son algo engorrosas y perjudiciales para las economías del proceso global haciendo generalmente impracticable recuperar cantidades valiosas de cloruro de potasio adicional a partir de las minas secas trabajadas, de otro modo completamente posible por el método de solución.

10 Como se verá más adelante, el presente invento proporciona un método de beneficio por disolución de eficacia aumentada para la recuperación de cloruro de potasio utilizando medios de cambio de calor que existen en la naturaleza y evitando la necesidad de procedimientos preventivos que requieren purga de la salmuera de recirculación y similares.

15 El método del presente invento proporciona medios de extraer cloruro de potasio de salmueras obtenidas de depósitos bien naturales o bien hechos por el hombre por transferencia de calor desde la salmuera al
20 aire ambiente, con lo cual precipita una parte del cloruro de potasio disuelto en proporción directa a la cantidad de calor transferida. La salmuera se hace por el hombre por bombeo de agua a un depósito de sal rico en
25 cloruro de potasio existente en la naturaleza. Esta salmuera se extrae por bombeo y luego se transporta a estan-

ques de evaporación solar para transferencia de masa (evaporación de agua) para la producción de cloruro de potasio. Este procedimiento de transferencia de masa convencional es función de la humedad, la velocidad del viento, el área del estanque, la temperatura de la salmuera y la temperatura ambiente. El procedimiento de transferencia de calor aquí descrito elimina dos de estas variables, que son dependientes de la temperatura de la salmuera, de la temperatura del aire ambiente, y del área del estanque para la obtención de un producto de cloruro de potasio de calidad mejorada (96-99%). La temperatura práctica más alta de la salmuera en combinación con la temperatura del aire ambiente más baja aproxima a las condiciones ideales para la producción máxima de cloruro de potasio empleando el procedimiento de transferencia de calor descrito.

En el empleo del procedimiento de transferencia de calor la salmuera se bombea desde el depósito a una temperatura algo superior a la temperatura del aire ambiente, se coloca en un estanque de almacenamiento de área suficiente para permitir que el calor de la salmuera se transfiera al aire ambiente dentro de un tiempo razonable, depositándose en el estanque una parte del contenido de cloruro de potasio de la salmuera, cuya cantidad es directamente proporcionada al calor transferido desde

la salmuera a medida que se reduce a la temperatura ambiente. Cuando se alcanza la temperatura deseada, la salmuera agotada se devuelve al depósito por medio de otro pozo, disolviendo más cloruro de potasio, llegándose a saturarse otra vez a la temperatura del depósito (efectuándose el recalentamiento por conducción y convección desde el depósito) y fluyendo hacia el punto de extracción para recirculación. Debe añadirse algo de agua a la salmuera agotada para sustituir a la pequeña cantidad perdida por evaporación y mantener el nivel en el depósito de modo que se exponga la máxima área.

Este sistema puede emplearse en forma de un procedimiento discontinuo o como un procedimiento continuo, dependiendo del área del estanque asequible. Pueden utilizarse varios estanques pequeños o un gran estanque, dependiendo el número de estanques empleados o el tamaño de un solo estanque del volumen del flujo de salmuera, la temperatura de la salmuera y la temperatura del aire ambiente.

Una característica del método es que la salmuera se bombea desde el pozo de extracción a los estanques solares en el invierno cuando la temperatura ambiente encima del suelo es más baja y la salmuera se recircula a los pozos de inyección, y luego en el tiempo de verano la suspensión se bombea desde los estanques a una

fábrica para la separación del cloruro de potasio por
filtración y flotación, con retorno de la salmuera res-
tante a la cavidad del mineral. Mediante la secuencia
anterior, se alcanza la eficacia óptima del procedi-
5 miento sin necesidad de ningún medio de calentamiento
adicional o de medios de aireación en el procedimiento.
Además, no hay que preocuparse en seleccionar la lixi-
viación porque las localizaciones del pozo de inyección
frente al de extracción son tales que la disolución ocu-
10 rre en la cavidad una dirección descendente y el cloruro
de sodio no disuelto cae al fondo de la cavidad y perma-
nece allí sin interferir con el procedimiento.

El dibujo es un diagrama de flujo esquemá-
tico y simplificado de una realización del método del
15 presente invento.

El significado de las letras existentes en
los dibujos es el siguiente:

- A = pozos de inyección
- B = pozo de extracción
- 20 C = foso principal para la suspensión
- D = instalación de fábrica
- E = Sólidos y salmuera recogidos.
- F = Salmuera de mina.
- G = polvo de chimenea
- 25 H = producto a almacenar

I = agua de cierre de la bomba.

J = salmuera de retorno.

Refiriéndose ahora a los detalles del método, y al diagrama de flujo esquemático anexo mostrado en el dibujo, una pluralidad de pozos de inyección 10 se perforan en una cavidad de mina existente designada generalmente por el número de referencia 11. Dicha cavidad es una que haya sido desarrollada por técnicas de minería de explotación en seco o similares y haya alcanzado el límite económico para dicho tipo de operación debido a las condiciones geológicas adversas. Los pozos de inyección 10 se distribuyen en sitios predeterminados y hasta profundidades preseleccionadas que dependen de la distribución del mineral recuperable restante en la cavidad y su configuración geológica asociada, siendo una característica deseada que los pozos de inyección estén separados a tal distancia y a una profundidad relativa tal del pozo de extracción 12 que: (a) se conseguirá una minería adecuada y sustancialmente completa del cloruro de potasio recuperable en la cavidad, (b) el mineral en el pozo de extracción vecino no se agotará de forma perjudicial antes de que se complete la minería en solución de la cavidad, (c) la operación de la minería en solución, después de las puestas en marcha iniciales, puede llevarse a cabo en forma más o menos continua,

y (d) el procedimiento en solución proseguirá gradualmente de forma descendente a lo largo de las paredes de la cavidad para permitir la deposición por gravedad del cloruro de sodio en exceso no disuelto en el fondo de la cavidad sin separación del mismo por medio del pozo de extracción, es decir, los pozos de inyección se extenderán hasta una profundidad, o a profundidades variables respectivas, mayores que la del pozo de extracción el cual por sí mismo se extenderá hasta una profundidad de al menos algo por encima del fondo de la cavidad.

Los sitios precisos o preferidos de los pozos de inyección y del pozo de extracción se determinarán de acuerdo con la tecnología convencional dependiendo del contorno y disposición de los estratos de mineral implicados. En general, ha de reconocerse que en muchas circunstancias poco menos de la reserva total de mineral será recuperable por este procedimiento debido a: (a) una cierta cantidad del mineral que se extiende en zonas o cavidades situadas por debajo de la salida para el flujo del pozo de extracción y (b) la terminación considerada de la operación con la cavidad de la mina inundada de salmuera en el momento en que la recuperación adicional llegue a ser económicamente impracticable.

También se considera que los pozos de inyección pueden ser individualmente hechos funcionar en dis-

continuo, agregados o programados en una secuencia dada de empleo para efectuar las condiciones óptimas de operación y alcanzar un grado más favorable de recuperación.

5 Después de que se establecen los pozos, el agua de nueva aportación se bombea o suministra de otro modo a la cavidad a través de los pozos de inyección que se emplean y se permite un tiempo de permanencia prolongado de modo que la saturación de la salmuera resultante se aproxime al menos casi tanto como sea razonablemente posible. El agua de inyección se obtiene preferiblemente a partir de un suministro natural próximo tal como un río, riachuelo o pozo y está a una temperatura ambiente al aire libre sobre el terreno y después de inyección y permanencia en la cavidad de mineral se elevará gradualmente hasta un valor más alto debido al calor de la solución y, dependiendo de la estación del año a la temperatura ambiente subterránea más alta (por ejemplo 33-35°C).

10

15

Debido a que se emplea inicialmente agua de nueva aportación, la extracción del mineral será primero en la misma proporción KCl/NaCl que la existente en el depósito, pero a medida que prosigue la disolución, la proporción en la solución será diferente de la del depósito debido a las diferencias de solubilidades de los dos constituyentes salinos. Como es bien conocido en la

20

25

técnica, la solubilidad de KCl disminuye a temperaturas inferiores y la solubilidad de NaCl es relativamente alta a todas las temperaturas. Sin embargo, en el presente procedimiento, la lixiviación selectiva de KCl, si ocurre y cuando ocurre, no es problema perjudicial debido a la secuencia descendente de la minería en solución como se ha mencionado previamente. Por consiguiente no hay necesidad de ninguna purga complicada de la salmuera de recirculación o ajuste de las concentraciones de la sal en la salmuera de recirculación, ni debe hacerse ningún análisis del mineral para determinar la cantidad apropiada de purga o el ajuste de la concentración de la sal como en procedimientos anteriores.

Después de que se ha dejado un tiempo de permanencia suficiente la salmuera se bombea o se fuerza desde el pozo de extracción 12 y se suministra a uno o más estanques de evaporación solar convencionales 13 en donde, debido a la evaporación del agua y a la disminución de la temperatura de la salmuera con el transcurso del tiempo, el KCl cristaliza en forma sustancialmente pura y puede ser recogido mecánicamente por palas mecánicas u otros medios conocidos, si se desea, o se envía en forma de suspensión a una instalación de fábrica en donde por medios convencionales (por ejemplo, filtración centrifugación etc) los cristales pueden separarse antes

de un tratamiento posterior de la salmuera restante y la suspensión por flotación, etc.

5 La salmuera restante procedente de los estanques de evaporación solar se manipula de dos formas dependiendo de consideraciones de temporada mencionadas más adelante, es decir, o bien (a) se recircula directamente a los pozos de inyección o bien (b) se suministra a la instalación de fábrica 14 para la recuperación adicional de KCl y luego se recircula a la cavidad 11
10 a través de los pozos de inyección 10. En el siguiente método alternativo (b) la salmuera, que contiene tanto algo de KCl disuelto como de KCl cristalizado en forma de suspensión, se suministra a un foso de suspensión 15
15 en donde algo de la salmuera de recirculación adicional 16 procedente de la corriente de efluente de fábrica 17 se añade a la misma, y luego la suspensión combinada se suministra a la fábrica 14 en donde se recupera el KCl por cualesquiera medios convencionales tales como flotación, centrifugación, etc.

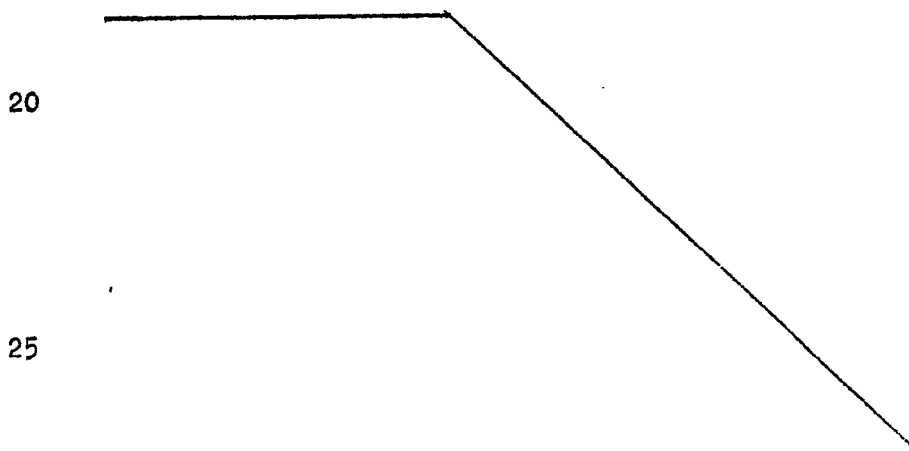
20 La salmuera en exceso 18 procedente del procedimiento de recuperación de fábrica se recircula a la cavidad de la mina a través de los pozos de inyección 10 y se añade agua de reposición a la misma para compensar la evaporación y las pérdidas del procedimiento y la ampliación de la cavidad debida a la disolución del mineral.
25

En la práctica, en una instalación se ha encontrado que aproximadamente la mitad de la recuperación diaria de KCl se efectúa en los estanques solares y la otra mitad se efectúa en la instalación de
5 fábrica, totalizando ambas una recuperación de aproximadamente los dos tercios del KCl existente en la corriente de extracción de la cavidad suministrada a los estanques. La composición media del mineral era aproximadamente 20-30% de KCl y 80-70% de NaCl y la composición
10 media de la salmuera era aproximadamente 12% de KCl y 20% de NaCl, refiriéndose todos los porcentajes en la presente memoria descriptiva a concentración respecto a una base de peso. La temperatura de la salmuera para las concentraciones anteriores era aproximadamente
15 34°C en el efluente del pozo de extracción.

Un aspecto importante del método del presente invento es la sucesión de una secuencia de etapas que utiliza completamente las diferencias de temperaturas
20 máximas naturalmente asequibles o al menos la óptima para el máximo o al menos el óptimo beneficio económico global. Durante el período de la mínima temperatura de temporada al aire libre ambiente sobre el terreno (por ejemplo aproximadamente 2°C) en la región geográfica de
25 la mina, es decir invierno, la salmuera se retira del pozo de extracción y se suministra a los estanques de

evaporación solar con una recirculación de salmuera (después de un tiempo de permanencia suficiente en los estanques para cristalizar algo de KCl) devolviéndose directamente a los pozos de inyección. Luego durante el período de temperatura de temporada al aire libre ambiente sobre el terreno más elevada (por ejemplo aproximadamente 34°C), es decir en el verano, la salmuera desde los estanques se envía a través del foso de suspensión a una instalación de fábrica para la separación ulterior anteriormente descrita del KCl por flotación, etc, y la recirculación subsiguiente de la salmuera a la cavidad, con o sin adición a la misma de agua de reposición. A través de ambos períodos antes citados pueden recogerse mecánicamente cristales de KCl o recuperarse de otro modo en los estanques.

Un balance de materia típico para el procedimiento del presente invento es como sigue:



	Salmuera a los pozos de inyección	Desde el pozo de extracción a los estanques	Desde los estanques a la fábrica	Desde la fábrica al almacenamiento de producto	Salmuera de recirculación de fábrica para inyección	Salmuera de recirculación de estanque a inyección	Agua
5	Litros por día 29,507	7,851,941			29,507	7,615,952	199,512
	Toneladas/día 40	10,765	459	405	40	10,324	6,325
	Temperatura °C. 2	34	2		2	2	
	% KCl 8,24	11,73	89,98	98,67	8,24	8,24	
10	% NaCl 20,30	19,57	2,40	0,72	20,30	20,30	
	Toneladas por día de KCl 3	1,263	413	400	3	850	
15	Toneladas por día de NaCl 8	2,107	11	3	8	2,096	

20

25

	Salmuera a los pozos de inyección	Desde el pozo de extracción a los estanques	Desde los estanques a la fábrica	Desde fábrica macenado de pro
5	Litros por día 29,507	7.851.941		
	Toneladas/día 40	10,765	459	40
	Temperatura °C. 2	34	2	
	% KCl 8,24	11,73	89,98	98
10	% NaCl 20,30	19,57	2,40	
	Toneladas por día de KCl 3	1,263	413	400
15	Toneladas por día de NaCl 8	2,107	11	3

20

25

os es- a la	Desde la fá- brica al al- macenamiento de producto	Salmuera de recirculación de fábrica pa- ra inyección	Salmuera de recirculación de estanque a inyección	Agua
		29,507	7.615.952	199.512
	405	40	10.324	6.325
98	98,67	2	2	
40	0,72	8,24	8,24	
		20,30	20,30	
	400	3	850	
	3	8	2.096	

Ha de entenderse que puede emplearse una pluralidad de pozos de extracción y usarse en una disposición alternada o secuencial en unión con uno o más conjuntos o pluralidades de pozos de inyección con el fin de superponer o proporcionar un procedimiento más o menos continuo de modo que pueda efectuarse la recolección diaria virtual de KCl.

Aunque se ha descrito y mostrado en la presente memoria descriptiva una realización del invento ha de entenderse que los expertos en la técnica pueden efectuar cambios y adiciones sin apartarse del alcance y espíritu del invento.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 26 de Febrero de 1974, bajo el Nº 445.923, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

20

REIVINDICACIONES

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:

1ª.- Un método de beneficiar por disolución un depósito de mineral sustancialmente agotado que contiene cloruro potásico y cloruro sódico en una cavidad subterránea residual que tiene un despliegue en perímetro de dicho depósito de mineral que comprende las operaciones de: (a) introducir agua en dicha cavidad, (b) permitir un tiempo de permanencia suficiente de dicha agua en dicha cavidad para crear una solución de dichos cloruros en condiciones de aproximadamente el equilibrio a aproximadamente la temperatura de dicho depósito subterráneo, (c) retirar dicha solución desde dicha cavidad mientras que al mismo tiempo se reemplaza la solución retirada por adición de más agua a dicha cavidad para mantener un nivel de agua preseleccionado en la misma, (d) suministrar la solución retirada a al menos un estanque de evaporación solar y dejarla allí hasta que se produzca la precipitación sustancial del cloruro potásico, (e) recircular la salmuera desde dicho estanque solar a dicha cavidad, (f) retirar el cloruro potásico precipitado de dicho estanque, (g) a continuación suministrar la salmuera restante y la suspensión a una fábrica para la recuperación de cloruro de potasio adicional de la misma por medios de separación usuales, y (h) recircular la salmuera restante desde dicha fábrica a dicha cavidad.

2ª.- Un método de acuerdo con la reivindi-

cación 1ª, en el cual el agua se introduce en la cavidad a la temperatura al aire libre ambiente sobre el terreno para inundar la cavidad.

5 3ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 2ª, en el cual dicha solución se retira desde dicha cavidad a través de un pozo de extracción y dicha agua y la salmuera recirculada se introducen en dicha cavidad a través de una pluralidad de pozos de inyección dispuestos en sitios espaciados unos con respecto a los otros y respecto a dicho pozo de extracción.

10 4ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 3ª, en el que dichos pozos de inyección se extienden hasta una profundidad subterránea tal que el agua y la salmuera recirculada se introducen en dicha cavidad en un nivel superior de ella y dicho pozo de extracción se dispone de modo que proporcione la retirada de dicha solución desde un nivel inferior en dicha cavidad, con lo cual se produce la disolución de dichos cloruros en una dirección descendente en dicha cavidad

15 20 y el cloruro sódico en exceso no disuelto cae el fondo de la misma.

25 5ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 4ª, en el que dicha solución se retira desde dichos pozos de extracción, se suministra a dicho estanque solar, y la salmuera se recircula desde dicho estanque

5 a dicha cavidad durante el período de temperaturas de
temporada mínimas al aire libre ambiente sobre el te-
rreno y dicha salmuera restante y la suspensión se su-
ministran a dicha fábrica y la salmuera se recircula
10 desde dicha fábrica a dicha cavidad durante el período
de temperaturas máximas de temporada al aire libre am-
biente sobre el terreno.

6ª.- Un método de acuerdo con la reivindi-
cación 5ª, en el cual dicho medio de separación es flo-
10 tación.

7ª.- Un método de acuerdo con la reivindi-
cación 6ª, en el que la retirada de la solución de di-
cho pozo de extracción que se fuerza por bombeo de di-
cha agua y la salmuera recirculada a dichos pozos de
15 inyección para mantener un estado inundado en dicha ca-
vidad y compensar automáticamente el volumen adicional
de dicha cavidad debido a la disolución de dichos clo-
ruros.

8ª.- Un método de acuerdo con la reivindi-
cación 6ª, en el que los pozos de inyección están unidos
20 en paralelo y está dispuesta una pluralidad de estanques
de evaporación solar que están unidos en paralelos con
dicho pozo de extracción, a dichos pozos de inyección
y a dicha fábrica.

25 9ª.- Un método de acuerdo con la reivindi-

cación 8ª, en el que la salmuera y la suspensión procedente de dichos estanques se ponen en suspensión adicionalmente con una parte de dicha salmuera restante procedente de dicha fábrica antes de la operación de flotación.

10ª.- Un método de acuerdo con la reivindicación 5ª, en el que dicha temperatura mínima al aire libre ambiente sobre el terreno es aproximadamente 2°C, dicha temperatura máxima al aire libre ambiente sobre el terreno es aproximadamente 34°C, y la temperatura de dicho depósito subterráneo es aproximadamente 33-35°C.

11ª.- "UN METODO DE BENEFICIAR POR DISOLUCION UN DEPOSITO DE MINERAL SUSTANCIALMENTE AGOTADO QUE CONTIENE CLORURO POTASICO Y CLORURO SODICO".

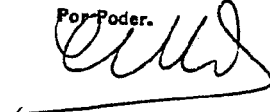
Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan, y para los fines que se han especificado.

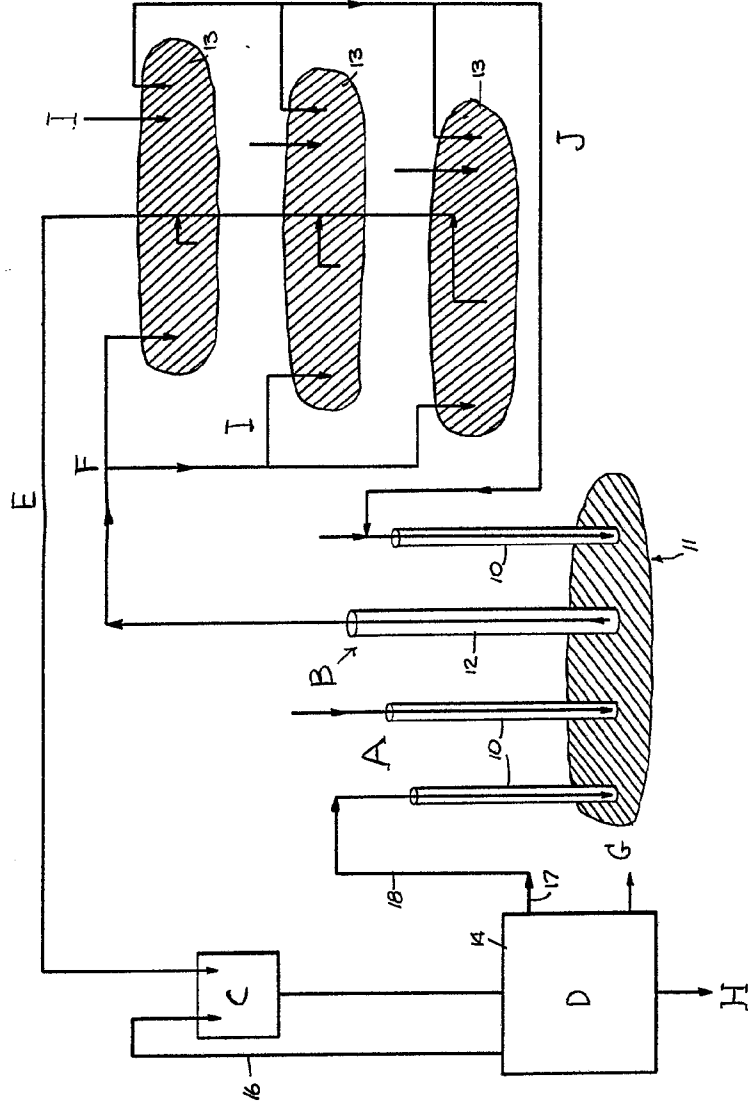
Esta Memoria consta de diecinueve hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 10 FEB. 1975

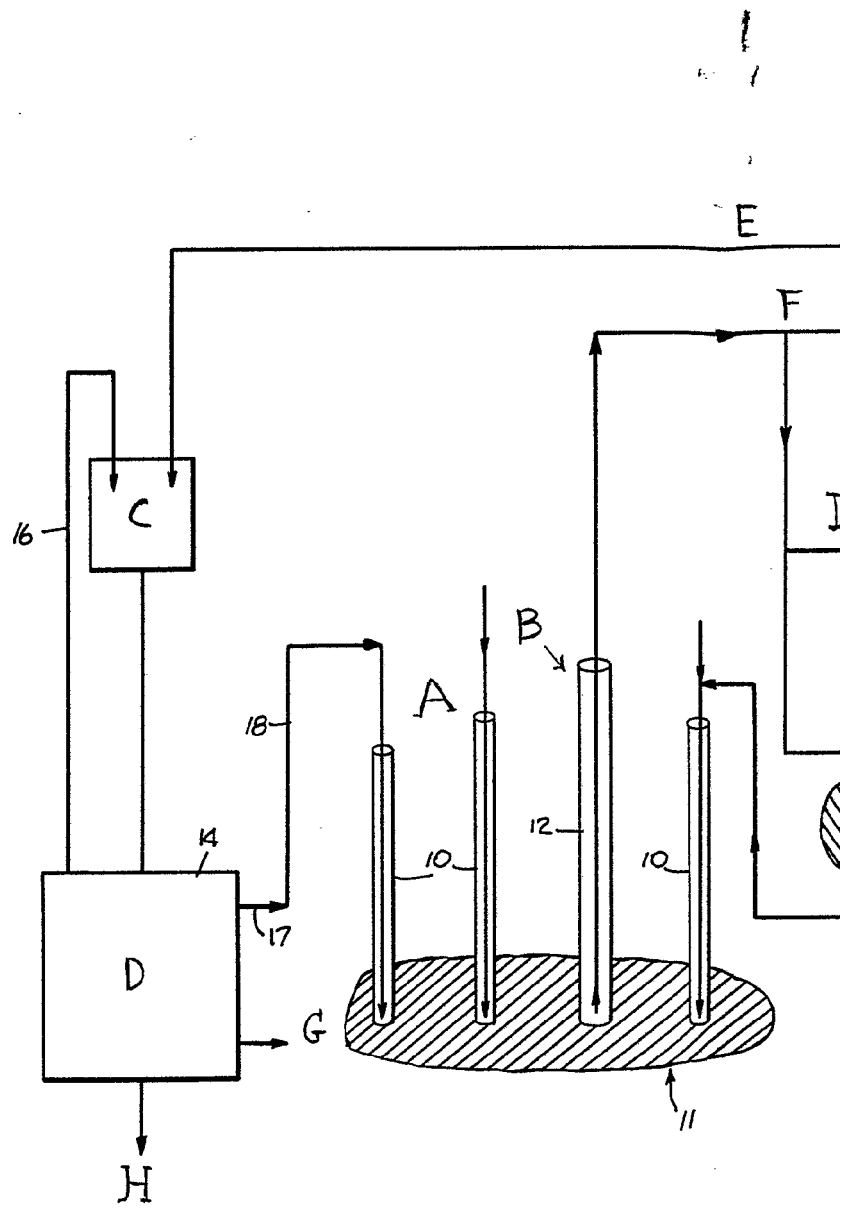
P.A.

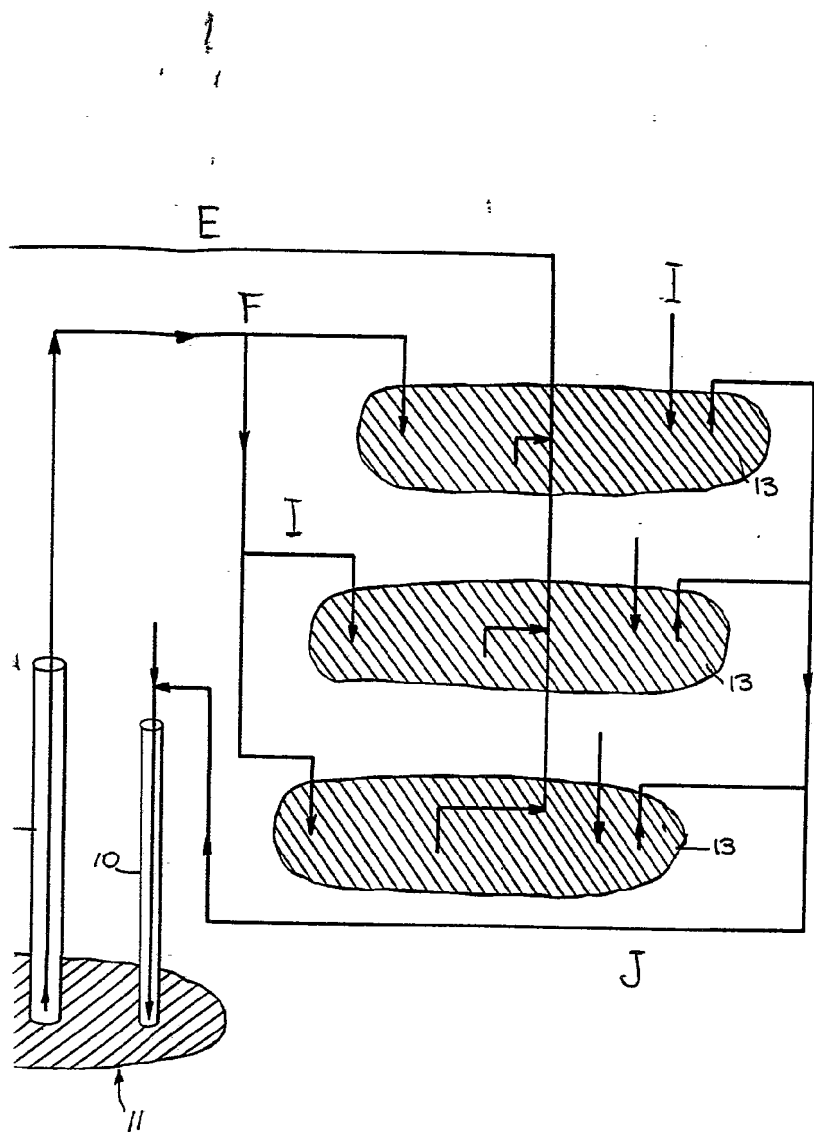
Fernando de Elizaburu
Por Poder.





Fernando de Elizaburu
Inventor





Fernando de Elizaburu

Por Poder