



530071

# MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de concesión de una

## PATENTE DE INVENCION

SOLICITANTE: DONALD E. GARRETT

RESIDENCIA: 505 West 9th Street, Claremont, California  
Estados Unidos

ENUNCIADO: UN PROCEDIMIENTO PARA LA PRODUCCION DE UNA  
CUALQUIERA DE LAS SALES CLORURO POTASICO,  
SULFATO POTASICO Y SULFATO SODICO.

Prioridad: Patente estadounidense: 534.804 del 16 marzo 1966

338071



1 Este invento se refiere a la producción de cloruro po-  
tásico, sulfato potásico y sulfato sódico a partir de salmue-  
ras y similares que contengan potasio, cloruro y sulfato,  
principalmente a partir de salmueras que, por evaporación,  
5 depositan una o más de las sales potásicas schoenita, leoni-  
ta, langbeinita, kainita, carnalita y silvita y cuyas sal-  
mueras o similares contienen también cloruro sódico, sales  
de magnesio y otras sales. Aunque los procedimientos que cons-  
tituyen mi invención implican la utilización de algunas ope-  
10 raciones de conversión y transformación conocidas, he descu-  
bierto un procedimiento general no conocido hasta ahora que  
constituye un procedimiento completo importante, práctico y  
económico.

15 Las sales potásicas formadas durante la evaporación de  
salmueras que contienen potasio sulfatado, tales como la sal-  
muera del lago Great Salt o el agua del mar, contienen mez-  
clas excesivamente complejas de sales potásicas y otras sa-  
les. Estas mezclas pueden incluir, por ejemplo, schoenita,  
kainita, carnalita, glaserita, epsomita, astracanita, sal  
20 común y otras. Durante la evaporación de estas salmueras, las  
variaciones de temperatura y otras condiciones climatológicas  
pueden aumentar o disminuir la complejidad de las sales depo-  
sitas, causando la formación de leonita, glauberita y otras  
sales diversas.

25 Durante muchos años se ha dedicado un considerable es-  
fuerzo de investigación al desarrollo de un procedimiento pa-  
ra la transformación de tales mezclas complejas de sales con  
objeto de recuperar el cloruro potásico o el sulfato potási-  
co y otros minerales de valor a partir de las mismas. Entre  
30 estos procedimientos actualmente conocidos se encuentran los

338071

15



1 -que implican operaciones bien de calefacción extensiva o bien  
de enfriamiento; en otros se utiliza la adición de diversos  
productos químicos como, por ejemplo, precipitaciones con  
cloruro cálcico, formación de un compuesto intermedio deno-  
5 minado "singenita de plomo" y utilización de agentes orgáni-  
cos de quelatación como dipicrilamina. Estos procedimientos  
conocidos hasta ahora son objetables en términos generales  
debido a la complejidad de su realización o al elevado coste  
de la recuperación final de las sales minerales deseadas. Co  
10 mo consecuencia de la complejidad y costes de estos procedi-  
mientos, no existen prácticamente grandes operaciones comer-  
ciales en las que se recuperen por separado el cloruro potá-  
sico y el sulfato potásico y particularmente en las que se  
recupere también una "torta salina" como parte de un pro-  
15 ceso total. Mi invención proporciona un procedimiento más  
sencillo y menos costoso capaz de transformar estas mezclas  
complejas de sales para dar una cualquiera de las sales clo-  
ruro potásico, sulfato potásico, sulfato sódico y otras sa-  
les, o todas ellas.

20 Aunque mi invento es especialmente útil en relación  
con la transformación de la salmuera del lago Great Salt,  
también es aplicable a la transformación de salmueras simila-  
res en general o líquidos salinos que, por evaporación, de-  
positan sales dobles de potasio y magnesio, como por ejemplo  
25 carnalita y kainita, en mezcla con otras sales que compren-  
den, por ejemplo, cloruro sódico, epsomita u otros hidratos  
de sulfato magnésico, así como otras sales. Mi invención se-  
rá descrita a continuación en relación con la transformación  
de la salmuera del lago Great Salt, pero debe entenderse que  
30 no se limita a la misma.



338071

1 En la práctica de mi invención, hablando en sentido  
amplio, la salmuera bruta se evapora inicialmente, particu-  
larmente por evaporación solar, para separar por cristaliza-  
ción, en primer lugar, la mayor proporción de cloruro sódico.  
5 A continuación la salmuera restante se evapora más de forma  
controlada para segregar groseramente diversas sales de po-  
tasa. Así, la salmuera bruta puede evaporarse por etapas con  
lo que en primer lugar se separa por cristalización schoenita  
principalmente (representada comúnmente como  $MgSO_4 \cdot K_2SO_4 \cdot$   
10  $6H_2O$ ), después kainita principalmente (representada comúnmen-  
te como  $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 2,75H_2O$ ) y por último carnalita principal-  
mente (representada comúnmente como  $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ), separán-  
dose groseramente estas sales dobles unas de otras. En lugar  
de formar las tres fracciones descritas, frecuentemente es  
15 más aconsejable segregar una fracción inicial que contiene  
fundamentalmente la proporción más importante de la schoeni-  
ta y kainita y una fracción independiente que contiene prin-  
cipalmente la carnalita, con o sin otra fracción que contie-  
ne proporciones intermedias de schoenita, kainita y carnali-  
ta. En general, desde un punto de vista práctico, será aconse-  
20 jeable habitualmente realizar una segregación grosera en  
dos fracciones, una rica en kainita (constituyendo la kaini-  
ta el 20 % por lo menos y, todavía mejor, del 35 al 75 %  
aproximadamente de los sólidos de dicha fracción) y que con-  
25 tendrá la cantidad más importante de esta schoenita como pue-  
de encontrarse presente en las sales y otra rica en carnali-  
ta, (constituyendo la carnalita el 20 % por lo menos y, toda-  
vía mejor, del 35 al 75 % aproximadamente de los sólidos de  
dicha fracción). Alternativamente, en sus aspectos más am-  
30 plios, aunque algo menos ventajosamente, se produce una úni-



338071

1 -ca fracción salina bruta rica en kainita y carnalita, que  
usualmente contendrá también schoenita y que puede ser pre-  
parada por evaporación y cristalización de la salmuera con-  
centrada después de la separación inicial del cloruro sódico  
5 de la salmuera de partida, como se ha indicado anteriormente.  
Esta fracción rica en carnalita-kainita contendrá un total  
del 20 % por lo menos de dichas sales y, todavía mejor, por  
encima de este valor, particularmente entre el 40 y el 60 %  
o incluso hasta el 75 % aproximadamente de dichas sales, so-  
10 bre el total de sólidos de dicha fracción. En aquellos casos  
en los que la carnalita y la kainita no se segregan en frac-  
ciones groseras independientes, sino que se encuentran pre-  
sentes en una fracción en proporciones aproximadamente igua-  
les o en proporciones en las que la carnalita es el 80 % o  
15 menos de la kainita, ordinariamente resultará económico lle-  
var a cabo el procedimiento para la producción de potasio en  
forma de su sulfato.

En una muestra típica de salmuera del lago Great Salt,  
la distribución de la potasa en las principales sales de la  
20 misma puede considerarse que es aproximadamente del orden del  
60 % de kainita y 40 % de carnalita y el contenido en pota-  
sio es alrededor del 0,6 % sobre el peso de la salmuera. Des-  
pués de separar la cantidad más importante de sal por evapo-  
ración inicial y cristalización siguiendo un procedimiento  
25 típico de esta clase, el contenido de potasio en la salmuera  
restante habrá aumentado, por ejemplo, hasta el 2,2 % apro-  
ximadamente. En una fracción típica de sal segregada rica en  
carnalita, producida a partir de dicha salmuera de contenido  
salino reducido, el contenido en potasio será comúnmente del  
30 orden del 8 % en general. Después de recuperar el cloruro



338071

1 potásico y el sulfato potásico, prosiguiendo la práctica de  
mi invención, como se describirá más adelante, el contenido  
en potasio en lo que puede ser considerado como los amargos  
es comúnmente del orden del 0,2 al 0,4 %.

5 La fracción rica en carnalita o carnalita-kainita se  
descompone separadamente para producir cloruro potásico se-  
gún un método conocido, como el indicado, por ejemplo en la  
patente israelí 10.603 o la patente alemana nº 10.754. La  
mezcla cruda de sales resultante de esta descomposición de  
10 la carnalita o de carnalita-kainita puede ser tratada median-  
te un proceso de flotación en una etapa, como el descrito,  
por ejemplo, en la patente estadounidense nº 2.968.525 o la  
patente alemana nº 880.431; o mediante un proceso de flota-  
ción en dos etapas, como el descrito, por ejemplo, en la  
15 patente de Alemania Oriental nº 25.076 o en Freiburger For-  
schung, A 267, 113-116 (1953); o por otros procedimientos  
conocidos para la separación de cloruro potásico sólido del  
cloruro sódico, de la epsomita y posiblemente de la kainita  
y otras impurezas. El residuo de cloruro sódico y epsomita  
20 puede ser tratado después, por procedimientos conocidos, pa-  
ra producir una torta de sal común, mientras que la kainita  
separada, caso de encontrarse presente, se envía al circuito  
del sulfato potásico.

25 En la Figura 1 se muestra esquemática o diagramática-  
mente la aplicación de este invento a la producción de sul-  
fato potásico. Las sales de potasa, recogidas en las balsas  
de evaporación solar, se trituran por medios conocidos. La  
mezcla de sales de potasa trituradas 1 se introduce por el  
conducto 2 en un reactor 3. Un líquido madre procedente de  
30 una etapa subsiguiente del procedimiento se introduce en el



338071

1 reactor 3 a través del conducto 9. Este líquido madre esta-  
rá constituido comúnmente por una solución acuosa que contie-  
ne del orden del 4 % de cloruro sódico, 5 % de cloruro potá-  
sico, 16 % de cloruro magnésico, 6 % de sulfato magnésico,  
5 todos en peso, y el resto principalmente agua junto con pe-  
queñas proporciones de otras sales. Las sustancias reaccio-  
nantes se mezclan y agitan a una temperatura preferiblemente  
del orden de unos 20° a 30°C o algo más, hasta que la carna-  
lita y la epsomita de las sales mixtas reaccionan para for-  
10 mar kainita. Después de esta reacción, el potasio de las sa-  
les mixtas se encuentra fundamentalmente en forma de kaini-  
ta, quizá con algo de schoenita y otras sales. La salmuera  
final procedente de la reacción se saca a través del conduc-  
to 29 y se convierte en el líquido de drenaje 31 que puede  
15 despreciarse o reciclarse a las balsas de evaporación solar.  
Los productos sólidos y la salmuera final se llevan desde el  
reactor 3 al filtro 5 a través del conducto 4. Este filtro  
puede ser una centrífuga u otro dispositivo corriente de fil-  
tración. La salmuera final que sale del filtro es llevada  
20 por el conducto 30 al conducto de unión 29 y se convierte en  
el líquido de drenaje 31 del proceso. Los sólidos procedentes  
del filtro 5 se llevan por el conducto 6 al reactor 7, donde  
se mezclan con un líquido madre 24 procedente de una etapa  
subsiguiente del proceso. Un líquido madre 24 típico conten-  
25 drá en general del orden del 17 % de sulfato magnésico, 15 %  
de sulfato potásico y el resto principalmente agua con peque-  
ñas proporciones de otras sales. Para mantener las sustan-  
cias reaccionantes bien mezcladas se hace uso de agitación  
y a una temperatura de unos 30°C la kainita se convierte en  
30 schoenita espontáneamente, según es sabido. El líquido que



338071

1 rebosa del reactor 7 se convierte en el líquido madre para  
la precedente reacción de la carnalita y es llevado por el  
conducto 9 al reactor 3 como se ha indicado antes.

5 Los sólidos y la mayor parte del líquido procedente  
del reactor 7 se llevan por el conducto 8 a un hidroclasifi-  
cador 10. El hidroclasificador separa un líquido superior,  
esencialmente exento de sólidos, que es llevado por el con-  
ducto 12 al conducto de unión 9 como líquido madre para su  
transferencia al reactor 3, de la corriente inferior que con-  
10 tiene prácticamente todos los sólidos procedentes del reac-  
tor 7 y algo de líquido de la reacción. Los sólidos de la  
corriente inferior, que son fundamentalmente schoenita, hali-  
ta y epsomita, son llevados por el conducto 11 a la célula  
de flotación 13. Se añaden sobre la papilla reactivos de flo-  
15 tación 32 adecuados, como los descritos, por ejemplo, en la  
patente alemana nº 945.622, patente italiana nº 573.975 y  
en J. Applied Chem., U.R.S.S. 12, 836.843 (1939) y se lleva  
a cabo una flotación para separar la schoenita del cloruro  
sódico, epsomita y otras impurezas. El cloruro sódico y la  
20 epsomita se encuentran fundamentalmente en la corriente in-  
ferior que se saca por el conducto 15 y la mezcla de cloru-  
ro sódico y epsomita 28 se envía a otra parte del proceso.  
La corriente superior procedente de la flotación, que con-  
tiene fundamentalmente schoenita con pequeñas cantidades de  
25 cloruro sódico y epsomita, es llevada por el conducto 14 a  
un tanque de lixiviación 16.

A través del conducto 18 se introduce agua 17 en el  
tanque de lixiviación y por el conducto 20 se admite vapor  
19, para proporcionar el calor necesario para la operación  
30 de lixiviación (véase, por ejemplo, las patentes estadouni-



338071

1 -denses núms. 1.939.174 y 3.809.093 y la patente italiana nú-  
mero 559.074). Se agita y, después de un tiempo suficiente  
a una temperatura generalmente comprendida entre 40°C y 60°C,  
se ha lixiviado prácticamente toda la schoenita, dejando sul-  
5 fato potásico sólido y un líquido que contiene sulfato mag-  
nésico, sulfato potásico y pequeñas cantidades de cloruro só-  
dico y otras impurezas. Es conveniente y sencillo controlar  
el agua y el vapor añadidos a esta reacción para conseguir  
una recuperación eficaz de sulfato potásico prácticamente pu-  
10 ro.

Los sólidos y el líquido de lixiviación son llevados  
por el conducto 21 a un filtro 22, donde una centrífuga u  
otro dispositivo de filtración separa el sulfato potásico  
sólido del líquido, siendo llevado a continuación este últi-  
15 mo por el conducto 24 al reactor 7 para ser utilizado como  
líquido madre para la reacción en dicho reactor. El sólido  
es conducido desde el filtro a través del conducto 23 en for-  
ma de sulfato potásico 25. Este producto puede ser llevado  
por el conducto 26 a un secadero y una instalación de almace-  
20 namiento 27.

En la Figura 2 se muestra esquemática o diagramática-  
mente la aplicación de este invento a la producción de sul-  
fato potásico y cloruro potásico. Como se ha descrito previa-  
mente, las sales potásicas de la salmuera bruta o de partida  
25 se segregan groseramente en primer lugar, preferiblemente en  
balsas solares, en tres partes; la primera contiene potasio  
en forma de carnalita principalmente, la segunda contiene po-  
tasio en forma de kainita principalmente y la tercera contie-  
ne carnalita y kainita, conteniendo también cada una de di-  
30 chas fracciones cloruro sódico, epsomita y otras impurezas.



338071

1 - La primera fracción o carnalita se tritura por medios  
conocidos. La fracción de carnalita triturada 1 es llevada  
a través del conducto 2 hasta un reactor de descomposición 3  
donde la carnalita se mezcla y agita con agua o, preferible-  
5 mente, con un líquido madre 50 (que, comúnmente, tendrá una  
composición semejante en general a la del líquido madre 9 de  
la Figura 1 o que puede contener una o más de las sales clo-  
ruro sódico, cloruro potásico, cloruro magnésico y sulfato  
magnésico), para descomponer la carnalita a cloruro potásico  
10 según una forma conocida, como se describe, por ejemplo, en  
la patente israelí nº 10.603 y la patente alemana nº 10.754  
antes mencionadas. Los productos de la reacción se llevan  
por el conducto 4 a un hidroclasificador 5. La corriente su-  
perior, que contiene prácticamente solo líquido, es llevada  
15 por el conducto 51 donde se encuentra con el líquido de dre-  
naje 53 procedente del proceso. La corriente inferior, que  
contiene prácticamente todos los sólidos procedentes de la  
descomposición de la carnalita y algo de líquido, es llevada  
por el conducto 6 a una célula de flotación 7. Se añaden los  
20 reactivos de flotación 55 convencionales y se lleva a cabo  
la operación de flotación en la forma conocida para separar  
el cloruro potásico del cloruro sódico, epsomita y otros só-  
lidos. La corriente inferior 54 de cloruro sódico y epsomita  
se lleva por el conducto 46 a otra parte del proceso y la co-  
25 rriente superior de cloruro potásico se lleva por el conduc-  
to 8 a un hidroclasificador 9, donde se separa algo de lí-  
quido como corriente superior 52 que se convierte en el lí-  
quido de drenaje 53. La corriente inferior, que contiene clo-  
ruro potásico, pequeñas cantidades de impurezas y salmuera,  
30 es llevada por el conducto 10 al tanque de lixiviación 11 al

338071

15



1 -que se añade agua 19 a través del conducto 18, se agita en  
tanque de lixiviación y las impurezas se disuelven dejando  
prácticamente cloruro potásico sólido solo. Solamente se aña  
de agua suficiente para separar las impurezas. El conducto  
5 12 lleva el sólido y el líquido al filtro 13, donde se sepa-  
ra el líquido del sólido mediante una centrífuga u otro pro-  
cedimiento. El líquido es llevado por el conducto 47 para  
ser utilizado como parte del líquido madre para la descompo-  
sición de la carnalita en el reactor 3. El cloruro potásico  
10 sólido 15 producido abandona el dispositivo de filtración  
por el conducto 14 y puede ser enviado por el conducto 16  
hasta un secadero y una instalación de almacenamiento 17.

La segunda fracción de las sales recogidas, que contien  
ne kainita y carnalita, se tritura por los medios convencio-  
15 nales y las sales trituradas 20 se llevan por el conducto 21  
a un reactor 22, similar al reactor 3, para la descomposición  
de la carnalita. Se añade líquido madre 49 y se agitan las  
sustancias reaccionantes. La kainita contenida en las sales  
entrantes no reacciona apreciablemente y se saca junto con  
20 el cloruro potásico e impurezas por el conducto 23. Se aña-  
den los reactivos de flotación 56 a la célula de flotación 24  
y se lleva a cabo una operación de flotación para separar el  
cloruro potásico, que es llevado por el conducto 25 al con-  
ducto de unión 6 para posterior transformación, de los otros  
25 sólidos que son llevados por el conducto 26 al reactor 29.

La tercera fracción de sales que, como se ha indicado  
más arriba, contiene kainita, se tritura y las sales brutas  
trituradas 27 se llevan a través del conducto 28 hasta el  
reactor 29. En el reactor 29 se deja entrar agua, aunque pre-  
feriblemente un líquido madre 40 (generalmente semejante al  
30



338071

1 - líquido madre 24 de la Figura 1) y reacciona con los sólidos para convertir la kainita en schoenita según una forma conocida en la técnica como se describe, por ejemplo, en la patente alemana nº 10.754, patentes italianas números 5 559.074; 628.215 y 641.271 y patentes estadounidenses números 229.249 y 2.902.344. Los productos sólidos y el líquido se sacan por el conducto 30 y se llevan a un hidroclasificador 31. El líquido de la corriente superior que pasa a través del conducto 48 se convierte en el líquido madre para 10 las reacciones de los reactores 3 y 22. La corriente inferior que contiene prácticamente todos los sólidos, es llevada por el conducto 32 a la célula de flotación 33 donde se mezcla con los reactivos de flotación 57 convencionales. La flotación separa la schoenita, en forma de corriente superior, del cloruro sódico y epsomita de la corriente inferior, 15 siendo llevada esta última por el conducto 45 a otra parte del proceso. La corriente superior de schoenita, que contiene pequeñas cantidades de impurezas de cloruro sódico y epsomita, es llevada por el conducto 34 al tanque de lixiviación 20 35. A través del conducto 36 se introduce agua 37, pudiendo encontrarse parte de la misma en forma de vapor, en el tanque de lixiviación donde se agita para provocar una reacción completa. En lugar de agua, puede añadirse a la schoenita una solución acuosa de cloruro potásico. Esta reacción conocida, como se ha indicado más arriba, produce sulfato potásico sólido, prácticamente puro, y un líquido que se lleva por 25 el conducto 38 al filtro 39. Mediante una centrífuga u otro dispositivo de filtración se separa el líquido y se lleva por el conducto 40 para ser utilizado como líquido madre en 30 la reacción del reactor 29. El sulfato potásico sólido produ

338071



1 cido 42 abandona el filtro por el conducto 41 y puede ser  
enviado por el conducto 43 a un secadero e instalación de  
almacenamiento 44.

5 En lugar de tratar las fracciones segunda y tercera  
por separado, como se ha descrito anteriormente, puede tra-  
tarse la tercera fracción, así como las fracciones segunda  
y tercera combinadas, en la forma descrita antes en relación  
con la segunda fracción.

10 Debe advertirse que, en los procedimientos descritos  
anteriormente, también se recupera una mezcla de cloruro só-  
dico y epsomita (28 en la Figura 1 y 54 en la Figura 2). La  
producción de una torta de sal común a partir de tales mez-  
clas, si pudiera realizarse económicamente, tendría impor-  
tancia, particularmente formando parte de un proceso general  
15 de recuperación de sales minerales a partir de salmueras.  
Aunque los principios fundamentales de reacción de cloruro só-  
dico y epsomita para formar astracanita (comúnmente represen-  
tada como  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) que, a su vez, puede reaccionar  
con un líquido apropiado para formar una torta de sal, son  
20 extensamente conocidos (Kali und Steinsalz, 3, págs. 85-97,  
Septiembre 1960 y Russian Jour. of Inorg. Chem., 9, 1426  
(1964)), hasta lo que alcanza mi conocimiento, no se ha di-  
señado o puesto en práctica ningún procedimiento comercial  
práctico.

25 En la Figura 3, se muestra esquemática o diagramática-  
mente un procedimiento para conseguir, a escala comercial y  
en condiciones económicas, la recuperación de torta de sal  
a partir de una mezcla de cloruro sódico y epsomita como la  
producida cuando se pone en práctica mi invención en la for-  
30 ma descrita hasta aquí o la producida o disponible a partir



338071

1 - de otros orígenes.

La mezcla de cloruro sódico y epsomita, que se convierte primero en una papilla fluida con una salmuera del proceso, se pasa desde una fuente 1 a través del conducto 2, a un hidroclasificador 3, donde se lleva a cabo una separación por tamaños, haciendo avanzar en el proceso, a través del conducto 39, la corriente superior, constituida fundamentalmente por cloruro sódico. Si es necesario obtener una fracción que contenga cantidades previamente determinadas de epsomita y cloruro sódico, la corriente inferior, que contiene cloruro sódico y epsomita, se lleva por el conducto 4 a la célula de flotación 5 y se añaden los reactivos de flotación 38. La desviación de algo de cloruro sódico por el hidroclasificador 3 puede producir economías en la operación de flotación reduciendo el consumo de reactivos y el tamaño del equipo. Con la flotación se separa el cloruro sódico de la epsomita, llevando el primero a través del conducto 6 hasta el hidroclasificador 8. La corriente inferior 9 del hidroclasificador es cloruro sódico y salmuera, que se saca del proceso, y la salmuera de la corriente superior, prácticamente exenta de sólidos, se separa del proceso por el conducto 10 para ser reutilizada como vehículo para nuevo cloruro sódico y epsomita que entran en el proceso. La fracción de epsomita procedente de la flotación es llevada por el conducto 7 al filtro 11. El cloruro sódico procedente del hidroclasificador 3 es llevado por el conducto 39 al filtro 11. El cloruro sódico y la epsomita que entran en el filtro 11 están controlados para obtener las proporciones adecuadas, por ejemplo del orden del 60 % de epsomita y el 40 % de cloruro sódico, más pequeñas cantidades de impurezas, para su

338071

15



1 -subsiguiente reacción en el reactor 14.

5 Mediante una centrífuga u otro dispositivo de filtra-  
ción se separa la salmuera, que es llevada por el conducto  
13 al conducto de unión 10 y utilizada para transportar la  
5 sal bruta y la epsomita al proceso, del cloruro sódico y la  
epsomita sólidos que son llevados por el conducto 12 al reac-  
tor 14. Se añade agua o, preferiblemente, un líquido madre  
27 (que puede tener, por ejemplo, una composición del orden  
del 8 % de sulfato magnésico, 21 % de cloruro sódico, alre-  
10 dedor del 0,5 % de sulfato sódico y el resto de agua con pe-  
queñas cantidades de otras sales) y, después de un tiempo su-  
ficiente en el reactor 14 agitado, el cloruro sódico y la  
epsomita se convierten en astracanita. Los productos de reac-  
ción son llevados por el conducto 15 al filtro 16, que pue-  
15 de ser un filtro rotatorio de vacío de bandeja u otro dis-  
positivo de filtración, en el que se separa una salmuera 17,  
que se devuelve a las balsas de evaporación solar o se des-  
precia, de los sólidos de astracanita que son llevados por  
el conducto 18 al reactor 19. Se añade agua o, preferible-  
20 mente otro líquido 35 (que puede estar constituido, por ejem-  
plo, aproximadamente por el 5 % de sulfato magnésico, 10 %  
de sulfato sódico, 14 % de cloruro sódico y el resto princi-  
palmente agua más pequeñas cantidades de otras sales) y tam-  
bién se admiten en el reactor agua 21 y vapor 23 a través de  
25 los conductos 22 y 24 respectivamente. El reactor 19 se agi-  
ta y se mantiene a una temperatura suficiente (alrededor de  
35°C) para convertir la astracanita en torta salina.

30 Los productos de reacción son llevados por el conducto  
20 a un hidroclasificador 25. La corriente superior de sal-  
muera prácticamente exenta de sólidos, es llevada por el



338071

1 -conducto 27 para convertirse en el líquido madre del reac-  
tor 14. La corriente inferior, que contiene la torta de sal  
e impurezas junto con líquido, es llevada por el conducto 26  
al tanque de lixiviación 38. En este tanque de lixiviación  
5 agitado se introduce agua 29 y vapor 31 a través de los con-  
ductos 30 y 32 respectivamente. Se disuelven las impurezas  
junto con parte de la torta salina, dejando un sólido que es  
prácticamente torta salina pura. Los productos de reacción  
se sacan del reactor a través del conducto 33 y se envían al  
10 filtro 34. Mediante un filtro rotatorio de vacío de bandeja  
u otro dispositivo de filtración se separan los productos en  
una salmuera y sólidos. La salmuera es llevada por el con-  
ducto 35 para convertirse en el líquido madre para la reac-  
ción del reactor 19. La torta de sal sólida es llevada por  
15 el conducto 36 a un secadero e instalación de almacenamiento  
37.

La inter-relación de las diversas corrientes en el  
procedimiento general de mi invención, ilustrada en las Fi-  
guras 1 y 2, permite llevar a cabo otros varios procedimien-  
20 tos. En la Figura 4, se muestra esquemática o diagramática-  
mente uno de estos procedimientos alternativos. Así, se in-  
troducen en el reactor de descomposición 3, a través del con-  
ducto 2, sales brutas de carnalita triturada 1, tal como la  
primera fracción utilizada en la descripción relativa a la  
25 Figura 2. Se añade un líquido madre procedente de otra par-  
te del proceso, (por ejemplo del conducto 48 de la Figura 2)  
al reactor de descomposición 3 agitado, donde la carnalita  
se descompone en cloruro potásico. Los productos de reacción  
se llevan por el conducto 4 a un espesador 5, donde se con-  
30 centran los sólidos. El líquido de la corriente superior del

15



338071

1 -espesador se separa por el conducto 28 para ser devuelto a  
los evaporadores o balsas de evaporación solar o se despre-  
cia, mientras que los sólidos espesados se llevan a través  
5 del conducto 6 hasta un filtro 7. Mediante un filtro de va-  
cío de bandeja basculante u otro dispositivo de filtración  
se separa el líquido que es llevado por el conducto 27 al  
espesador 5. El cloruro potásico crudo sólido es remacerado  
en un remacerador 9' con un líquido 8' procedente del cris-  
talizador 14 y transportado por el conducto 8 a través del  
10 condensador del cristalizador 14. Esta operación, aunque no  
es necesaria, es conveniente para aumentar la recuperación  
de calor en la operación de cristalización.

La papilla de cloruro potásico crudo se lleva a conti-  
nuación a través del conducto 9 hasta un tanque de lixiviaci-  
15 ón 10, calentado a vapor y provisto de un agitador. Tam-  
bién se admite en este tanque de lixiviación agitado y calen-  
tado a vapor una corriente de líquido 21 que puede tener,  
por ejemplo, una composición del orden del 4 % de cloruro  
sódico, 8 % de cloruro potásico, 13 % de cloruro magnésico,  
20 6 % de sulfato magnésico y el resto de agua fundamentalmente  
más pequeñas proporciones de otras sales. El cloruro potási-  
co crudo se disuelve, mientras que la mayor parte de las im-  
purezas no se disuelven. Los sólidos y el líquido procedentes  
del tanque de lixiviación pasan por el conducto 11 al espe-  
25 sador 12. En este espesador se sedimentan los sólidos, produ-  
ciendo una corriente superior líquida, prácticamente exentas  
de sólidos, rica en cloruro potásico, que es llevada a tra-  
vés del conducto 13 hasta el cristalizador 14. La papilla  
que forma la corriente inferior del espesador 12 es llevada  
30 por el conducto 26 al espesador 20.



338071

1 El líquido rico en cloruro potásico se enfría en el  
cristalizador 14 bajo control para cristalizar cloruro po-  
tásico sólido (véase Eng. and Min. J., 166, nº 10, 84 (Oc-  
5 a través del conducto 15 al filtro 16. Para separar el clo-  
ruro potásico sólido del líquido se utiliza una centrifuga  
u otro dispositivo de filtración, llevando más tarde el lí-  
quido a través del conducto 19 hasta el espesador 20. En el  
espesador 20 se espesan las impurezas sólidas y se da tiempo  
10 para que se disuelva la potasa adicional. La corriente supe-  
rior del espesador 20 se devuelve a través del conducto 21  
al tanque de lixiviación 10, mientras que los sólidos de la  
corriente inferior son enviados a un filtro de colas 23. Me-  
15 diante un filtro de vacío de bandeja basculante u otro dis-  
positivo de filtración se separa el líquido, que se devuel-  
ve al espesador 20 por el conducto 24, de los sólidos que se  
envían por el conducto 25 para su desecho. El cloruro potá-  
sico producido se recoge del filtro 16 mediante el conducto  
17 desde donde puede ser enviado a un secadero e instalación  
20 de almacenamiento 18.

En otro procedimiento alternativo, que puede ser uti-  
lizado si se desea, por ejemplo, aumentar la cantidad de sul-  
fato potásico con respecto a la de cloruro potásico, se hace  
uso de la conocida reacción de metátesis entre el cloruro po-  
25 tásico y la schoenita para producir sulfato potásico con un  
rendimiento mayor del que podría obtenerse a partir de schoe-  
nita solamente (véase Ind. Eng. Chem., 39, 43 (1947); y pa-  
tente alemana nº 1.145.156). Así, puede ponerse en práctica  
este procedimiento, mediante la instalación de la Figura 2,  
30 dirigiendo una parte del cloruro potásico procedente del con-



338071

1 - ducto 16 al tanque de lixiviación 35. La reacción de metá-  
tesis tiene lugar en el tanque 35, produciéndose sulfato po-  
tásico sólido y un líquido. Estos productos son llevados a  
5 través del conducto 38 hasta el filtro 39, donde el líqui-  
do se separa y pasa por el conducto 40 como líquido madre  
para la reacción del reactor 29. La producción adicional de  
sulfato potásico 42 es recogida del dispositivo de filtra-  
ción mediante el conducto 41. Por este medio puede hacerse  
10 variar dentro de amplios límites la cantidad de sulfato po-  
tásico producido.

15

20

25

30

338071

No. 338.071

27



- REIVINDICACIONES -

1  
3  
5  
10  
15  
20

1. Un procedimiento para la producción de una cualquiera de las sales cloruro potásico, sulfato potásico y sulfato sódico, o más, a partir de las sales brutas obtenidas de las salmueras que contienen potasio, cloruro y sulfato - como la salmuera del lago Great Salt, estando caracterizado dicho procedimiento por separar inicialmente la mayor cantidad de cloruro sódico de dicha salmuera por evaporación y - cristalización, a continuación seguir evaporando la salmuera restante para separar de la misma por cristalización una mezcla de sales brutas que contiene por lo menos el 20% en peso de carnalita y kainita más otras sales como cloruro sódico y epsomita u otros hidratos de sulfato magnésico y después tratar dicha mezcla de sales crudas para recuperar o - producir a partir de la misma por lo menos una de las sales cloruro potásico, sulfato potásico y sulfato sódico, recuperándose el cloruro potásico, en caso de que lo sea, a partir de la carnalita, recuperándose el sulfato potásico en caso de que lo sea a partir de la kainita o producido a partir de - carnalita y produciendo el sulfato sódico, en caso de que lo sea, a partir de una mezcla de sales constituida por el cloruro sódico y la epsomita u otro hidrato de sulfato magnésico.

25

2. Un procedimiento según la Reivindicación 1, caracterizado porque las evaporaciones se realizan en balsas solares utilizando la energía solar para la evaporación.

30

3. Un procedimiento según la Reivindicación 2, caracterizado porque dicha mezcla de sales brutas se produce en forma de fracciones groseramente segregadas constituidas por (a) una fracción que contiene sales potásicas principalmente



338071

1 - en forma de carnalita, (b) una fracción que contiene sales potásicas principalmente en forma de kainita y (c) una fracción que contiene sales potásicas principalmente en forma de mezcla de carnalita y kainita, conteniendo también cada una de dichas fracciones cloruro sódico y epsomita u otros hidratos de sulfato magnésico; y porque después se tratan dichas fracciones segregadas para recuperar cloruro potásico a partir de la fracción de carnalita y sulfato potásico a partir de la fracción de kainita.

5  
10 4. Un procedimiento según la Reivindicación 3, caracterizado porque incluye la operación de tratar una mezcla de cloruro sódico y epsomita u otro hidrato de sulfato magnésico para producir una torta salina a partir de la misma.

15 5. Un procedimiento según la Reivindicación 1, caracterizado porque la mezcla de sales brutas citada se produce en forma de fracciones groseramente segregadas constituidas por (a) una fracción que contiene sales potásicas principalmente en forma de carnalita y (b) una fracción que contiene sales potásicas principalmente en forma de kainita, siendo el contenido en sales potásicas de cada una de dichas fracciones del 20 % por lo menos del contenido en sólidos de dichas fracciones, conteniendo también cada una de estas fracciones cloruro sódico y epsomita u otros hidratos de sulfato magnésico y porque a continuación se tratan dichas fracciones segregadas para recuperar cloruro potásico a partir de la fracción de carnalita y sulfato potásico a partir de la fracción de kainita.

20  
25  
30 6. Un procedimiento según la Reivindicación 5, caracterizado porque incluye la operación de tratar una mezcla

338071



1 - de cloruro sódico y epsomita u otro hidrato de sulfato mag-  
nésico para producir una torta (salinosa) partir de la  
misma.

5 7. Un procedimiento según la Reivindicación 3, carac-  
terizado porque se produce sulfato potásico y en el que las  
fracciones (b) y (c) se hacen reaccionar, individualmente o  
reunidas, con un líquido madre para descomponer la carnalita  
y dejar la kainita prácticamente sin reaccionar, estando  
constituido dicho líquido madre por una solución acuosa que  
10 contiene cloruro sódico, cloruro potásico, cloruro magnésico  
y sulfato magnésico y habiendo sido recuperado de una ope-  
ración subsiguiente del proceso, se retiran los sólidos, se  
separa el cloruro potásico de la kainita en dichos sólidos,  
se hacen reaccionar los sólidos de la kainita con un líquido  
15 madre para convertir la kainita en schoenita, estando cons-  
tituido dicho líquido madre por una solución acuosa que con-  
tiene sulfato magnésico y sulfato potásico y siendo recupera-  
do de una etapa subsiguiente del proceso, se hidroclásifican  
los sólidos de schoenita y la mayor parte del líquido de di-  
20 cha mezcla de reacción para producir una corriente inferior  
de sólidos constituida fundamentalmente por schoenita, halita  
e hidrato de sulfato magnésico, se someten dichos sólidos  
de la corriente inferior a una operación de flotación para  
conseguir la separación de la schoenita, se lixivía dicha  
25 schoenita con agua o se añade cloruro potásico a la schoe-  
nita para dar sulfato potásico sólido y se recupera dicho  
sulfato potásico sólido, siendo utilizado el líquido proce-  
dente de dicha operación de recuperación para convertir la  
kainita en schoenita como se ha citado previamente.

30 8. Un procedimiento según la Reivindicación 3, carac-

338071



1 -terizado porque se produce sulfato potásico y cloruro potásico y en el que la fracción (a) se hace reaccionar con agua o un líquido madre para convertir la carnalita en cloruro potásico, estando constituido dicho líquido madre por una  
5 solución acuosa que contiene alguna de las sales cloruro sódico, cloruro potásico, cloruro magnésico y sulfato magnésico o todas ellas y siendo recuperado de una etapa subsiguiente del proceso, se hidroclasifica la mezcla de reacción para producir una corriente inferior que contiene prácticamente  
10 todos los sólidos procedentes de la descomposición de la carnalita y algo de líquido, se somete la corriente inferior de dichos sólidos a una operación de flotación para conseguir la separación de cloruro potásico que puede constituir directamente un producto o puede purificarse de nuevo; la fracción (b) se mezcla con un líquido madre para convertir la  
15 kainita en schoenita, estando constituido dicho líquido madre por una solución acuosa que contiene sulfato magnésico y sulfato potásico y siendo recuperado de una etapa subsiguiente del proceso, se hidroclasifica dicha mezcla de reacción para producir una corriente inferior que contiene prácticamente todos los sólidos, se somete dicha corriente inferior de sólidos a una operación de flotación para conseguir  
20 la separación de la schoenita, se lixivia dicha schoenita con agua o se añade cloruro potásico a la schoenita para convertirla en sulfato potásico sólido, siendo utilizado el líquido procedente de dicha operación de recuperación para convertir la kainita en schoenita como se ha citado previamente  
25 se mezcla la fracción (c) con agua o un líquido madre para descomponer la carnalita en cloruro potásico, estando constituido dicho líquido madre por una solución acuosa que con-  
30

338071



1 - tiene cloruro sódico, cloruro potásico, cloruro magnésico y sulfato magnésico y siendo recuperado de otra etapa del proceso y se somete la mezcla de reacción a una operación de flotación para conseguir la separación del cloruro potásico.

5 9. Un procedimiento según la Reivindicación 3, caracterizado porque una mezcla constituida por cloruro sódico e hidrato de sulfato magnésico, que se produce en dicho procedimiento, se somete inicialmente a flotación, si es necesario, para obtener una fracción que contiene cantidades predeterminadas de hidrato de sulfato magnésico y cloruro sódico, se  
10 hace reaccionar dicha fracción con agua o un líquido madre para producir la conversión en astracanita sólida, estando constituido dicho líquido madre por una solución acuosa que contiene sulfato magnésico, cloruro sódico y sulfato sódico  
15 y siendo recuperado de una etapa subsiguiente del proceso, se separa la astracanita sólida y después se hace reaccionar con agua o un líquido madre constituido por una solución acuosa que contiene sulfato magnésico, sulfato sódico y cloruro sódico y que se recupera de una etapa subsiguiente del  
20 proceso.

10.- Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita : UN PROCEDIMIENTO PARA LA PRODUCCION DE UNA CUALQUIERA DE LAS SALES CLORURO POTASICO, SULFATO POTASICO Y SULFATO SODICO.

25 Todo conforme se describe en la presente memoria que consta de veinticuatro páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 15 Marzo 1967

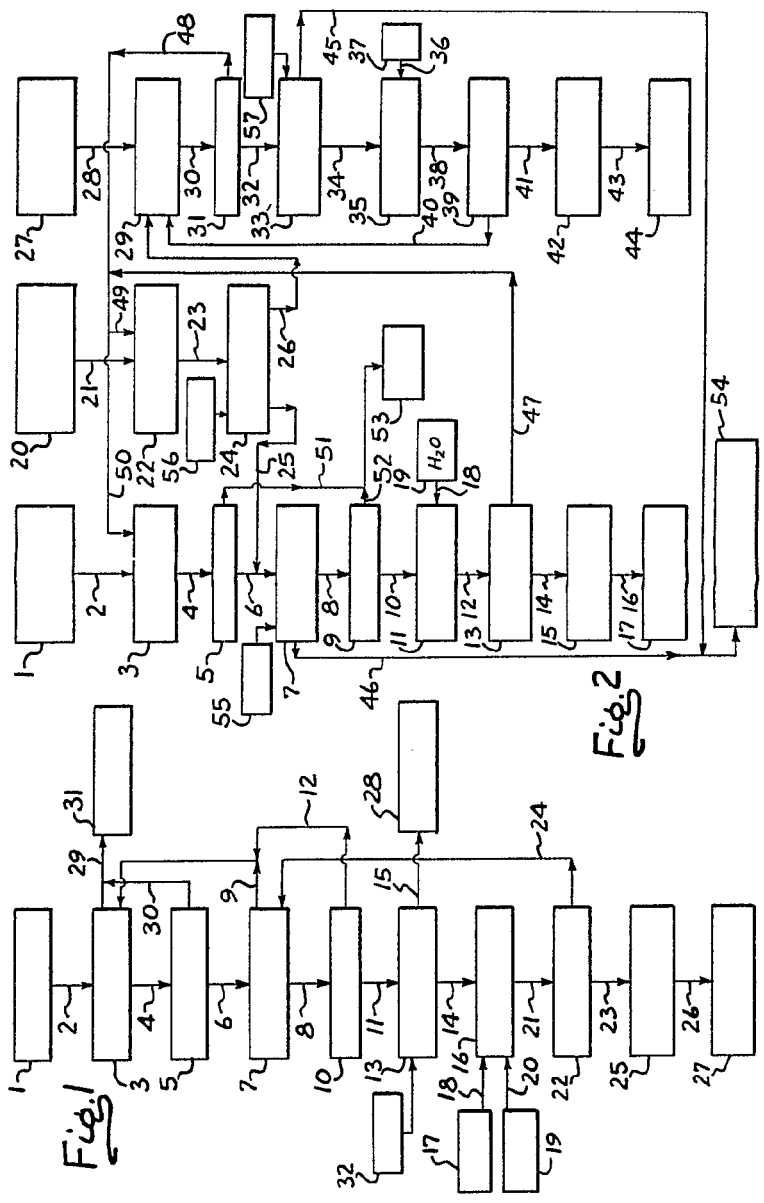
BERNARDO UNGRIA

P.P.

30

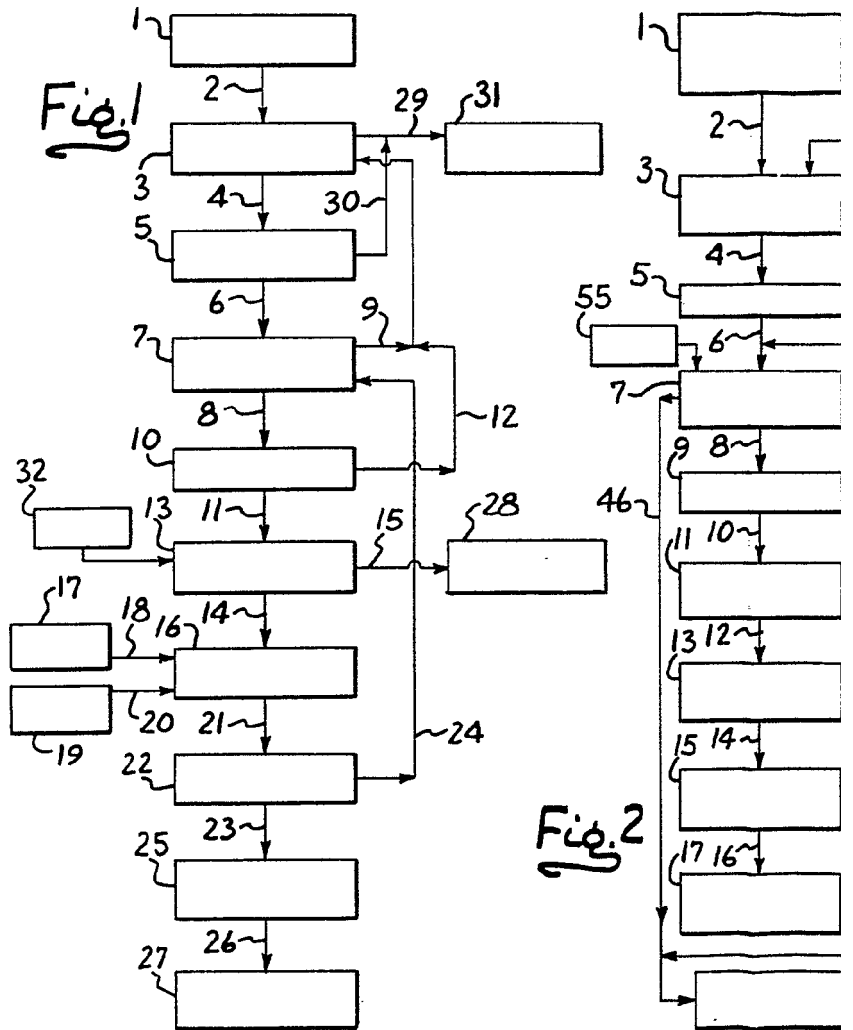
338071

338071



HSC 11  
 MADE IN U.S.A.  
 PATENT OFFICE  
 69

355071



338041

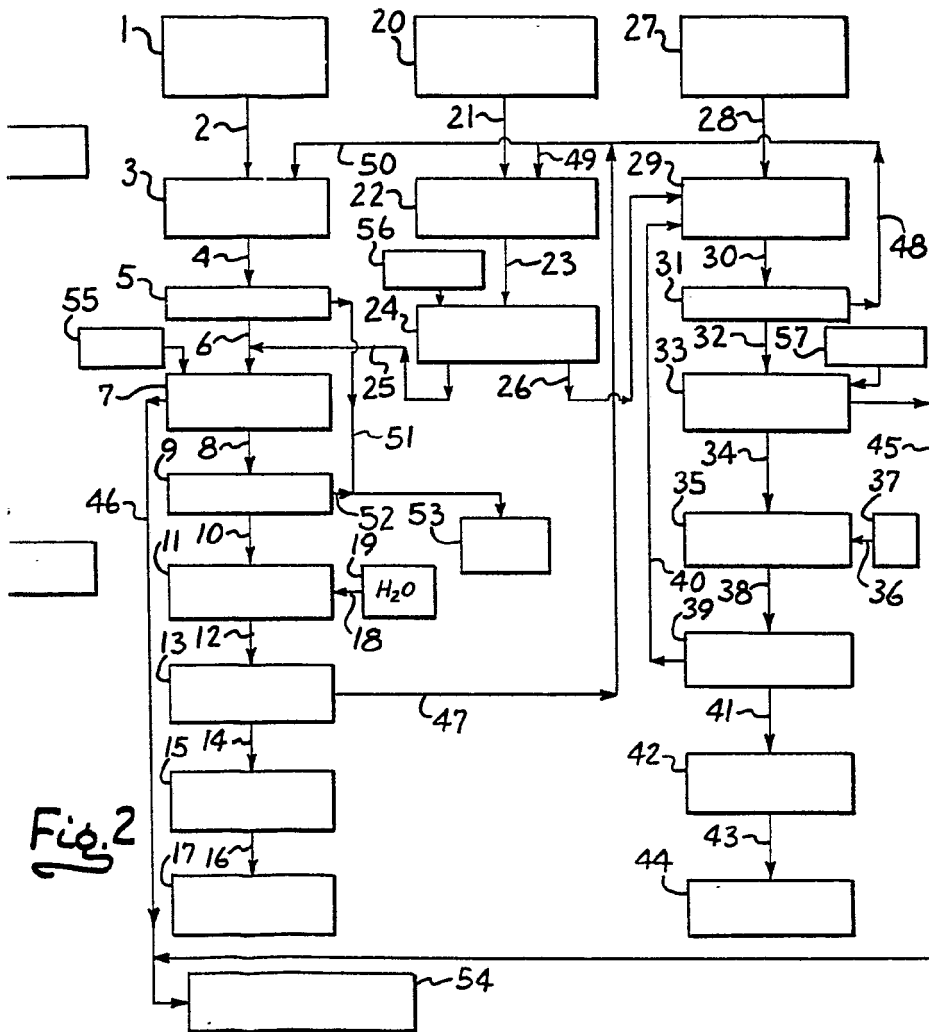


Fig. 2

ESCALA VARIABLE  
MADRID, 15 DE MARZO DE 1967  
BERNARDO UGUEZ  
S. P.

338071

3 17 1966

338071

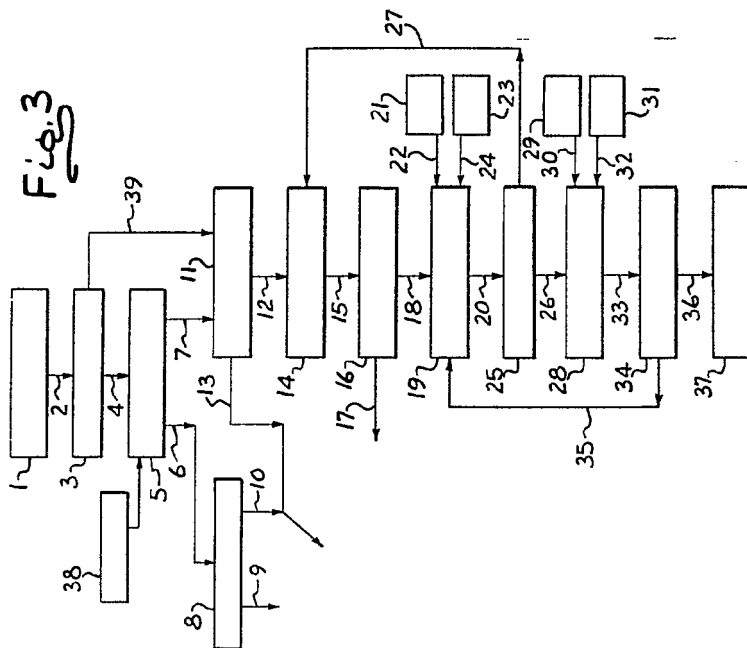


Fig. 3

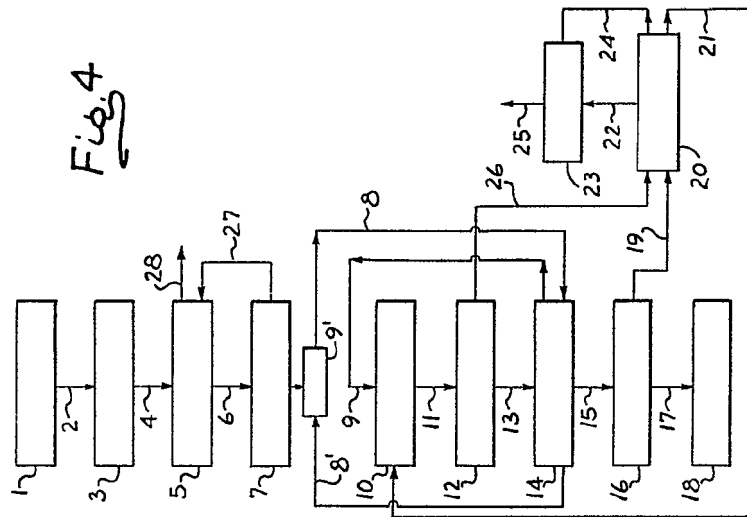
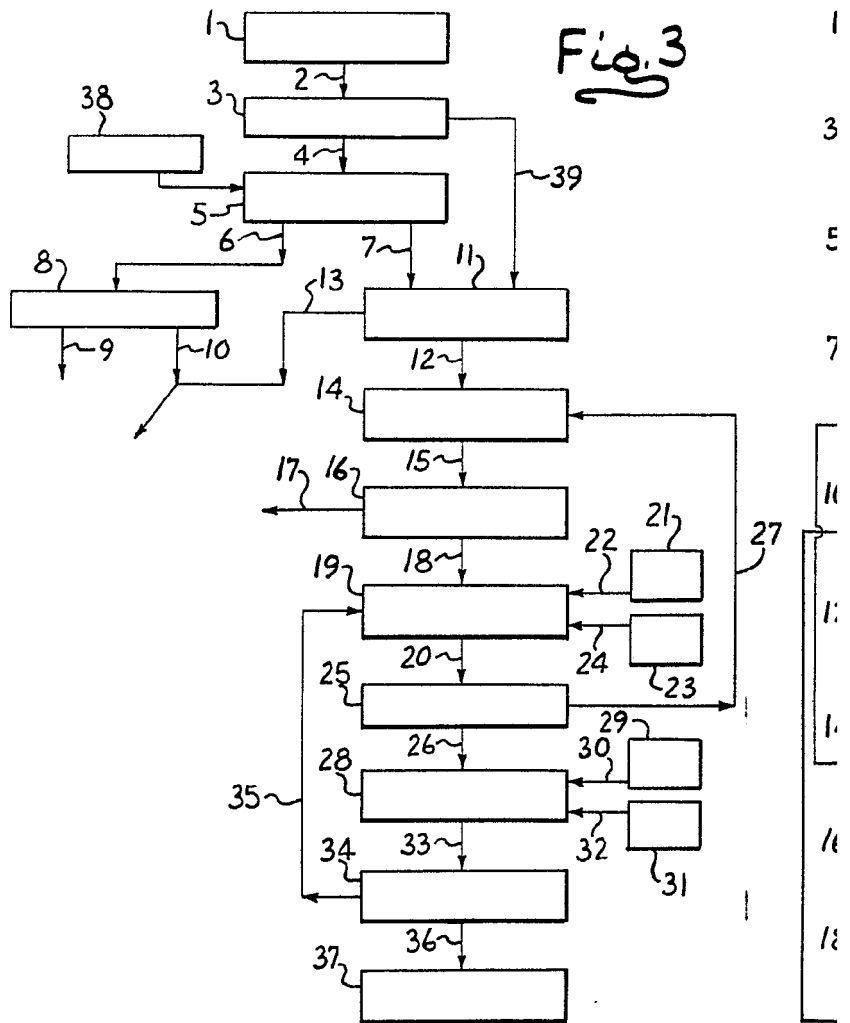


Fig. 4

U.S. PATENT OFFICE  
MARCH 15 1966

*[Handwritten signature]*

3 3 7 1



338071

338071

Fig. 3

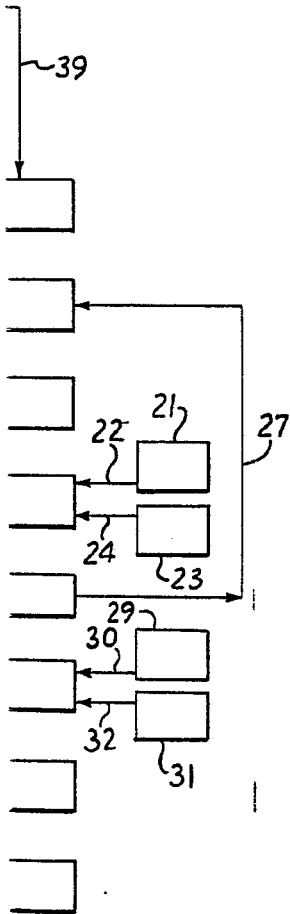
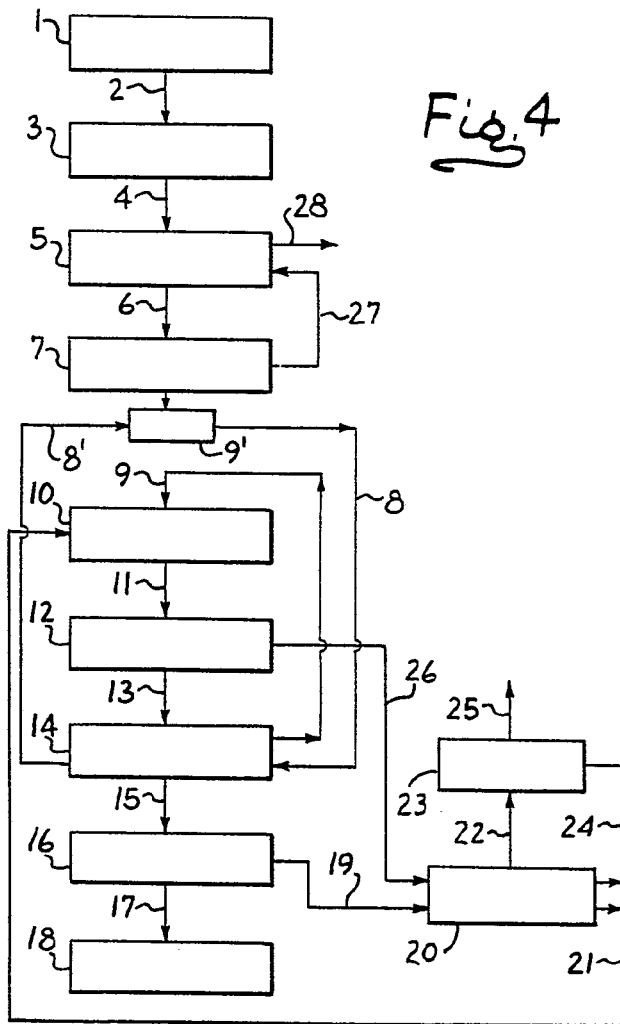


Fig. 4



ESCALA VARIABLE  
MADRID, 15 de marzo de 1967  
EDUARDO UYQUE  
P.E.