



ES	NUMERO	A2
	476.371	
	FECHA DE PRESENTACION	
	27-12-1978	

1er. CERTIFICADO DE ADICION

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
865.131	28-12-1977	EE.UU.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	61 PATENTE A LA CUAL SE ADICIONA
	Boif	No. 449.884

64 TITULO DE LA INVENCIÓN
"Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal No.449.884, presentada el 16 de Julio de 1976 por: "UN PROCEDIMIENTO Y UN APARATO PARA AUMENTAR LA PROPORCION DE UNO DE LOS COMPONENTES GASEOSOS PRINCIPALES EN UNA MEZCLA GASEOSA"

71 SOLICITANTE (S)
BOC LIMITED (Case:7889)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Hammersmith House, Londres W6 9DX, Inglaterra

72 INVENTOR (ES)
John Walter ARMOND, David Arthur WEBBER y Kenneth Cecil SMITH

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ (P.-70.724)

jga

1 La presente solicitud de patente se refiere
a un método para separar gas usando técnicas de adsorción
con oscilación de la presión, más particularmente para se-
parar oxígeno de gran pureza de una mezcla gaseosa, tal
5 como aire, que comprende oxígeno, nitrógeno y argon, y se
puede considerar como un perfeccionamiento o modificación
de la invención descrita en la patente española nº 449.884.
de la firma solicitante.

10 El uso de materiales adsorbentes selectivos en
el enriquecimiento de mezclas gaseosas en componentes de-
seados de las mismas es bien conocido. Por ejemplo, para
derivar un gas rico en oxígeno de un material de alimenta-
ción de aire, es conocido, como se enseña p.ej. en la memo-
ria descriptiva de la patente británica nº 1.449.864, pasar
15 el aire a través de un lecho de material que adsorbe prefe-
rentemente el nitrógeno, tal como un tamiz molecular de
zeolita, y recoger los componentes no adsorbidos que salen
del lecho, como el producto deseado. En la práctica se
emplea una operación cíclica en la que cada ciclo compren-
20 de las etapas sucesivas de pasar el material de alimenta-
ción a través del lecho y recoger el producto, regenerar
el lecho evacuando o desorbiendo de otra manera los compo-
nentes adsorbidos del lecho, y volviendo a llenar el lecho
como preparación para el ciclo siguiente. Los materiales
25 que adsorben preferentemente oxígeno, tal como tamiz mole-
cular de carbono, también se pueden emplear en un procedi-
miento similar para derivar un gas rico en oxígeno de un
material de alimentación de aire, siendo recogidos del le-
cho en este caso los componentes adsorbidos, como producto
30 deseado, durante la etapa de regeneración de cada ciclo.

1 Aunque los procedimientos de adsorción con
oscilación de la presión (aop) descritos anteriormente ofre-
cen una vía relativamente simple y barata para la producción
de corrientes de gas rico en oxígeno a partir de aire, en
5 comparación con las técnicas usuales criogénicas de separa-
ción del aire, su utilidad en la práctica está limitada
por su incapacidad para proporcionar un producto de pureza
suficientemente grande para muchas aplicaciones. Para los
finés de la presente memoria descriptiva, se ha de conside-
10 rar un "producto de gran pureza" aquel en el que el conteni-
do de oxígeno sea del orden de 99% o más.

Se pueden hacer diversos refinamientos de los
procedimientos básicos antes descritos, con vistas a aumen-
tar la pureza del producto, pero aún así la máxima pureza
15 del producto que se puede alcanzar con el procedimiento de
tamiz molecular de zeolita no es más de 95% de oxígeno, y con
el procedimiento de tamiz molecular de carbono solo es apro-
ximadamente 80% de oxígeno.

Esto se puede explicar como sigue. Los prin-
20 cipales constituyentes del aire atmosférico son, en este
orden, nitrógeno, oxígeno, argón y dióxido de carbono, más
una proporción variable de humedad (vapor de agua). Los
tamices moleculares de zeolita sintética actuales, según
se usan en un procedimiento aop, como se ha descrito antes,
25 tienen la capacidad de efectuar una separación virtualmen-
te completa, tal como entre oxígeno y nitrógeno. Análoga-
mente, la humedad y el dióxido de carbono se pueden sepa-
rar eficazmente durante el paso del material de alimenta-
ción a través de un lecho de zeolita. Sin embargo, las iso-
30 termas de adsorción de oxígeno y argón sobre estos materia

1 les son casi idénticas, de manera que el paso a través de
un lecho de zeolita no tiene efecto significativo sobre la
proporción entre oxígeno y argón en una mezcla gaseosa. Así,
5 con un material de alimentación de aire, la proporción en-
tre oxígeno y argón en el producto será inevitablemente la
misma aproximadamente que la proporción atmosférica de es-
tos gases, con el resultado de que de cualquier modo que
se separe eficazmente el oxígeno de los otros constituyen-
tes principales del material de alimentación, aún habrá un
10 resto de aproximadamente 5% de argón en el oxígeno produc-
to.

En lo que respecta al procedimiento con tamiz
molecular de carbono, la selectividad de adsorción que pre-
senta este material es el resultado de un efecto de veloci-
15 dad, en comparación con el tamiz de zeolita, cuya selecti-
vidad es el resultado de un efecto de capacidad. En otras
palabras, mientras que una separación entre oxígeno y nitró-
geno se consigue con un tamiz de zeolita en virtud de la
capacidad del material para retener al nitrógeno más fuerte-
20 mente que al oxígeno, la separación conseguida con el ta-
miz de carbono es resultado de la más rápida adsorción de
oxígeno por el material, en comparación con el nitrógeno.
Desde el punto de vista de la separación de oxígeno/nitró-
geno, el efecto de velocidad del tamiz de carbono es signi-
25 ficativamente menos eficaz que el efecto de capacidad del
tamiz de zeolita, y el oxígeno producto que se puede obte-
ner a partir de un material de alimentación de aire, con
el procedimiento del tamiz de carbono, contiene inevitable-
mente una proporción considerable de nitrógeno sin separar.
30 En la práctica, las velocidades de adsorción de nitrógeno

1 y argon sobre tamiz molecular de carbono son aproximadamen
te las mismas, de manera que con un material de alimenta-
ción de aire el resto del oxígeno producto contendrá nitró-
geno y argon en aproximadamente su proporción atmosférica.
5 El dióxido de carbono y la humedad se adsorben a mayor ve-
locidad que el nitrógeno y argon, de manera que, a no ser
que el aire se trate previamente para eliminar estos cons-
tituyentes, también estarán presentes como contaminantes
del oxígeno producto.

10 Por tanto, volviendo a indicar la situación, el
procedimiento con tamiz de zeolita puede dar una pureza
máxima de oxígeno de aproximadamente 95%, estando el resto
representado virtualmente en su totalidad por argon, y el pro-
cedimiento con tamiz de carbono, suponiendo un tratamiento
15 previo para eliminar eficazmente dióxido de carbono y hume-
dad, puede dar una pureza máxima de oxígeno de aproximada-
mente 80%, estando representado el resto por nitrógeno y
argon en su proporción atmosférica, es decir, aproximada-
mente 19,75% de nitrógeno y 0,25% de argon. Por estas razo-
20 nes, el uso a escala comercial de oxígeno producido por
separación de aire por aop ha estado restringido hasta aho-
ra a ciertas aplicaciones en las que no es esencial una
gran pureza, sobre todo en el tratamiento de residuos, enri-
quecimiento de atmósfera de hornos, y procedimientos de
25 oxidación química.

Es improbable que se consiga una aceptación
más general de la aop como medio comercialmente valioso pa-
ra producir oxígeno a partir de aire, hasta que la técnica
haya progresado hasta el punto que se pueda obtener regu-
30 larmente el producto con una pureza significativamente

1 mejor que la conseguida hasta ahora, y tal como se obtiene
usualmente por técnicas criogénicas de separación de aire.
A título de ejemplo, la eficacia de los procedimientos de
soldadura y corte usando oxígeno depende mucho de la pureza
5 del gas disponible, y para estas aplicaciones se especifica
habitualmente una pureza de al menos 99,5%. Análogamente,
las autoridades hospitalarias y sanitarias son muy reacias
a aceptar cualquier cosa menor que una pureza de este orden
para aplicaciones médicas.

10 Por tanto, un objeto particular de la presente invención es proporcionar un procedimiento para separar
aire por aop, que fuera capaz de proporcionar un oxígeno
producto de la gran pureza pedida por la mayoría de los
consumidores, y lo que caracteriza la invención es la realización
15 de que integrando adecuadamente los procedimientos con tamiz
de zeolita y carbono antes descritos, se puede obtener un
oxígeno producto con pureza mejor que la que se puede conseguir
por cualquiera de los procedimientos conocidos actuando solos.

20 Según la invención se proporciona un procedimiento para separar
gas empleando una sección que comprende al menos un lecho de
tamiz molecular de carbono, que trabaja según un ciclo de adsorción
con oscilación de la presión, y una sección que comprende al
menos un lecho de tamiz molecular de zeolita, que trabaja según
25 un ciclo de adsorción con oscilación de la presión, comprendiendo
el procedimiento: suministrar una mezcla gaseosa que contiene
oxígeno, nitrógeno y argón como material de alimentación a
una primera de dichas secciones; proporcionar dicha primera
30 sección una primera corriente gaseosa enriquecida en oxígeno,

1 en comparación con dicha mezcla gaseosa; suministrar tal
gas enriquecido en oxígeno como material de alimentación a
la otra de dichas secciones; proporcionar dicha otra sec-
ción una segunda corriente gaseosa más enriquecida en oxí-
5 geno que dicha primera corriente gaseosa y proporcionar una
tercera corriente gaseosa enriquecida en oxígeno en compa-
ración con dicha mezcla gaseosa, pero menos enriquecida
que dicha segunda corriente gaseosa; y suministrar dicha
tercera corriente gaseosa a dicha primera sección, para
10 que constituya parte de su material de alimentación.

La sección de tamiz de carbono comprende pre-
feriblemente dos lechos, cada uno de los cuales experimen-
ta un ciclo de admisión de material de alimentación y de-
sorción, estando un lecho en la etapa de alimentación de su
15 ciclo, mientras el otro lecho está en la etapa de desorción
de su ciclo, y viceversa. La sección de tamiz de zeolita
comprende preferiblemente dos lechos, cada uno de los cua-
les experimenta un ciclo de admisión de material de alimen-
tación, desorción y nuevo llenado, siendo la secuencia de
20 los ciclos del lecho de la manera bien conocida, de forma
que un lecho está en su etapa de alimentación mientras el
otro lecho está en sus etapas de desorción y nuevo llenado,
y viceversa.

En un procedimiento preferido se proporciona
25 aire seco, exento de dióxido de carbono, como material de
alimentación a la sección de tamiz de carbono, igual que
se hace con las corrientes de gas rico en oxígeno obteni-
das parcialmente de la evacuación de un lecho de la sec-
ción de tamiz de carbono, y parcialmente de la evacuación
30 de un lecho de la sección de tamiz de zeolita. Con una

1 - sección de tamiz de carbono con dos lechos, que funcione
como se ha indicado antes, la evacuación de cada lecho de
esa sección produce una corriente gaseosa con pureza de
oxígeno que aumenta gradualmente y luego disminuye, tenien-
5 do la corriente obtenida durante la parte media de la etapa
de evacuación una pureza de oxígeno de aproximadamente 80%,
y se introduce en un primer depósito, mientras que las co-
rrientes obtenidas durante las otras partes de la etapa de
10 evacuación tienen como media una pureza de aproximadamente
50%, y se introducen en un segundo depósito para eventual
recirculación, como parte del material de alimentación; a
la sección de tamiz de carbono. El resto de la corriente
con 80% de oxígeno es nitrógeno y argon, en aproximadamen-
15 te su proporción atmosférica, es decir, aproximadamente
19,75% de nitrógeno y 0,25% de argon. Este producto de cor-
te medio, procedente de la sección de tamiz de carbono, se
usa como material de alimentación para la sección de tamiz
de zeolita, la cual, siendo capaz de efectuar una separa-
ción virtualmente completa entre oxígeno y nitrógeno, pue-
20 de proporcionar una corriente de producto con una propor-
ción de oxígeno tan alta como 99,7%, siendo el resto de la
pequeña cantidad de argon que pasó desde la sección de ta-
miz de carbono, y que permanece sin adsorber por paso a
través de la sección de tamiz de zeolita. Así, se aprecia-
25 rá que la clave para la gran pureza del oxígeno producto
que se puede obtener con este procedimiento integrado es-
triba no solo en la capacidad de la sección de tamiz de
carbón para proporcionar un material enriquecido en oxíge-
no para alimentación a la sección de tamiz de zeolita, sino
30 también en su capacidad para proporcionar un material de

1 alimentación agotado en argon, el constituyente principal
del aire atmosférico que un tamiz de zeolita es incapaz de
separar del oxígeno. Al mismo tiempo, el comportamiento
5 global del procedimiento está reforzado por la recircula-
ción, como material de alimentación, de una corriente ga-
seosa rica en oxígeno, desde la sección de tamiz de zeolita
a la sección de tamiz de carbono.

En un procedimiento alternativo, se proporcio-
na aire como material de alimentación a la sección de tamiz
10 de zeolita, así como una corriente gaseosa rica en oxígeno
obtenida durante una etapa de alimentación en la sección
de tamiz de carbono. La sección de tamiz de zeolita da un
producto que contiene aproximadamente 90% de oxígeno con
5% de nitrógeno y 5% de argon, que se pasa como material
15 de alimentación a la sección de tamiz de carbono. Como an-
tes, la evacuación de cada lecho de la sección de tamiz de
carbono produce una corriente gaseosa con pureza de oxígeno
que aumenta gradualmente y luego disminuye. En este ca-
so, la corriente de gran pureza obtenida durante la parte
20 media de la etapa de evacuación constituye el producto del
procedimiento integrado, mientras que las corrientes obte-
nidas durante las otras partes de la etapa de evacuación
se introducen en un depósito, para eventual recirculación
como parte del material de alimentación a la sección de
25 tamiz de carbono.

De nuevo, la clave de la gran pureza del oxígeno
producto que se puede obtener por este procedimiento es-
triba en la capacidad de la sección de tamiz de carbono
para efectuar la separación entre oxígeno y argon, que no
30 se puede efectuar en la sección de tamiz de zeolita.

1 La invención se describirá ahora más particularmente, a título de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

5 La Figura 1 es una representación esquemática simplificada de una primera instalación para derivar un oxígeno producto de gran pureza, a partir de un material de alimentación de aire, según la invención;

La Figura 2 es una representación esquemática más detallada de la instalación de la Figura 1;

10 La Figura 3 es un diagrama que ilustra las operaciones de válvulas y ciclos de funcionamiento de los lechos adsorbentes de la instalación de las Figuras 1 y 2;

15 La Figura 4 es una representación esquemática simplificada de una segunda instalación para derivar un oxígeno producto de gran pureza, a partir de un material de alimentación de aire, según la invención;

La Figura 5 es una representación esquemática más detallada de la instalación de la Figura 4; y

20 La Figura 6 es un diagrama que ilustra las operaciones de válvulas y los ciclos de funcionamiento de los lechos adsorbentes de la instalación de las Figuras 4 y 5.

25 La instalación ilustrada en las Figuras 1 y 2 tiene una sección de tamiz molecular de carbono que comprende dos lechos adsorbentes C1 y C2, y una sección de tamiz molecular de zeolita que comprende dos lechos adsorbentes Z1 y Z2. Una primera bomba P1 sirve para evacuar los lechos de la sección de tamiz de carbono, en las etapas apropiadas de sus ciclos de funcionamiento, y suministrar los componentes desorbidos a los acumuladores de gas, G1

30

1 y G2, como se describe más completamente más adelante. Una
segunda bomba P2 sirve para aspirar el material de alimenta-
ción para la sección de tamiz de zeolita, a través de sus
lechos Z1 y Z2, las etapas apropiadas de sus ciclos de fun-
5 cionamiento, y suministrar el oxígeno producto de gran pu-
reza, a través de la tubería L1 de salida. Una tercera
bomba P3 sirve para evacuar los lechos de la sección de ta-
miz/de zeolita y pasar el material de alimentación a la
sección de tamiz de carbono, a través de sus lechos C1 y C2,
10 en las etapas apropiadas de los ciclos de funcionamiento de
los lechos.

Con referencia a las Figuras 2 y 3, el funcio-
namiento de la instalación es como sigue:

15 Considerando primero la sección de tamiz de
carbono, las válvulas V1, V3 y V21 se abren para que la
bomba P3 aspire aire de alimentación, que está previamente
tratado en un lecho B adsorbente para eliminar dióxido de
carbono y humedad, y el aire pasa a través del lecho C1 de
la sección de tamiz de carbono, donde se adsorbe oxígeno
20 preferentemente. El gas sin adsorber, principalmente nitró-
geno y argon, sale de la instalación para desecho, por la
tubería L2. Tras un periodo de tiempo previamente determi-
nado, la válvula V21 se cierra y la válvula V20 se abre,
de manera que un gas rico en oxígeno, aspirado del acumula-
25 dor G2 de gas, atraviesa el lecho C1 purgando el aire de
los intersticios del lecho y proporcionando más oxígeno pa-
ra adsorción por el tamiz de carbono. Tras otro periodo de
tiempo previamente determinado, la válvula V20 se cierra y
la V19 se abre (igual que lo hace la válvula V16), de mane-
30 ra que la bomba P3 empieza a evacuar el lecho Z2 de la

1 sección de zeolita, y pasa al gas desorbido desde ese le-
cho, que tiene también una proporción reforzada de oxígeno
en comparación con el material de alimentación original
de aire, a través del lecho C1. Luego se cierran las vál-
5 vulas V1, V3 y V19, se abre la válvula V5, y el lecho C1
pasa a su etapa de evacuación (desorción). Con el modo de
funcionamiento propuesto, la proporción de oxígeno en el
gas evacuado del lecho C1 por la bomba P1 aumenta gradual-
mente hasta un pico, y luego disminuye de nuevo. Durante
10 la parte media de la etapa de evacuación la válvula V17 es-
tá abierta, de manera que el gas desorbido se alimenta al
acumulador G1 de gas para uso como material de alimentación
para la sección de zeolita. La proporción de oxígeno en es-
ta corriente vale por término medio aproximadamente 80%,
15 siendo el resto nitrógeno y argon en aproximadamente su pro-
porción atmosférica, es decir, aproximadamente 19,75% de
nitrógeno y 0,25% de argon. Durante las otras partes de la
etapa de evacuación, la válvula V18 se abre de manera que
el gas desorbido se alimenta al acumulador G2 de gas, para
20 eventual recirculación a la sección de tamiz de carbono. La
proporción de oxígeno en esta corriente vale por término
medio aproximadamente 50%, siendo el resto, de nuevo, nitró-
geno y argon en aproximadamente la proporción atmosférica,
es decir, aproximadamente 49,4% de nitrógeno y 0,6% de ar-
25 gon.

Al final de la etapa de evacuación del lecho
C1, la válvula V5 se cierra, las válvulas V1, V3 y V21 se
vuelven a abrir, y se repite la totalidad del ciclo de fun-
cionamiento. Se apreciará que el lecho C3 de la sección de
30 tamiz de carbono experimenta un ciclo similar al lecho C1,

1 -pero en tal secuencia que está desfasado en 180° con el le-
cho C1. En otras palabras, mientras el lecho C1 está expe-
rimentando su etapa de alimentación el lecho C2 está expe-
rimentando su etapa de evacuación, y viceversa.

5 Considerando ahora la sección de tamiz de zeolita,
las válvulas V9 y V11 se abren de manera que la bomba
P2 aspira gas del acumulador G1 de gas, a través del lecho
Z1, y suministra el producto obtenido de este lecho, por la
tubería L1 de salida. Se recordará que el acumulador G1
10 de gas contiene el producto de corte medio de la sección de
tamiz de carbono, que está enriquecido en oxígeno y agotado
en nitrógeno y argón. El nitrógeno restante de esta mez-
cla es adsorbido en el lecho Z1, dejando un producto de
oxígeno con una pureza de hasta 99,7%, siendo el resto la
15 pequeña cantidad de argón que pasa desde la sección de ta-
miz de carbono.

Tras un retardo previamente determinado, las
válvulas V9 y V11 se cierran y las válvulas V15 y V19 se
abren, de manera que la bomba P3 evacua el lecho Z1 y pasa
20 el gas desorbido a la sección de tamiz de carbono, donde el
lecho C2 está en su etapa de alimentación en este momento.
En virtud del contenido reforzado de oxígeno en el material
de alimentación pasado a través del lecho Z1, el gas eva-
cuado de este lecho también tendrá un contenido de oxígeno
25 mayor que la proporción atmosférica, y por tanto el gas es
útil como gas adicional de purga/alimentación para la sec-
ción de tamiz de carbono.

Para completar el ciclo de funcionamiento del
lecho Z1, las válvulas V15 y V19 se cierran y la válvula
30 V13 se abre, permitiendo que el lecho se vuelva a llenar

1 de gas con calidad de producto retirado del lecho Z2, a
través de una válvula V22 de estrangulación permanentemen-
te abierta, calibrada para permitir el flujo deseado de gas
de nuevo llenado. Luego se vuelven a abrir las válvulas
5 V9 y V11, y se repite la totalidad del ciclo de funciona-
miento.

Se apreciará que el lecho Z2 de la sección
de tamiz de zeolita experimenta un ciclo similar al del le-
cho Z1, pero en tal secuencia que esté desfasado en 180° con
10 el lecho Z1. En otras palabras, cuando el lecho Z1 está
experimentando su etapa de alimentación, el lecho Z2 está
experimentando sus etapas de evacuación y nuevo llenado, y
viceversa.

También se apreciará que los tiempos de ciclo
15 de los lechos de la sección de tamiz de zeolita son exacta-
mente iguales que para los lechos de la sección de tamiz de
carbono, pero, como se indica en la Figura 3, los ciclos
están adecuadamente desfasados para conseguir la integra-
ción requerida de los procedimientos con tamiz de carbono y
20 zeolita. En particular, la secuencia de los ciclos es tal
que permite que la bomba P3 efectúe su función doble de eva-
cuar los lechos de la sección de zeolita y alimentar los
lechos de la sección de carbono, de manera que la instala-
ción requiere un total de solo tres bombas; normalmente se
25 necesitan dos bombas para cada sección, de manera que la
realización de los dos procedimientos por separado requeri-
ría disponer de cuatro bombas. Así se consigue un valioso
ahorro de energía al ejecutar el procedimiento integrado,
además de la pureza aumentada del oxígeno que se obtiene.

30 Para ayudar a la comprensión del procedimiento

1 se marcan en la Figura 1 las proporciones de oxígeno, ni-
trógeno y argon en los acumuladores G1 y G2 de gas, y en la
tubería L1 de salida. La proporción entre oxígeno y argon
5 en otras partes de la instalación también se marcan, repre-
sentando la cifra indicada para la tubería de la bomba P3
a la sección de tamiz de carbono la media de las tres co-
rrientes diferentes de alimentación/purga pasadas a esa sec-
ción.

10 Con pequeñas modificaciones, este procedimien-
to se puede hacer funcionar sin el lecho B de tratamiento
previo, es decir, con aire de alimentación que contiene
dióxido de carbono y humedad. Una proporción del dióxido
de carbono y de la humedad del aire alimentado a la sección
15 de tamiz de carbono saldrá para desecho por la tubería L2,
pero el resto será adsorbido y pasado a los acumuladores G1
y G2 de gas, durante las etapas de evacuación de los le-
chos. Lo alimentado a G1 será adsorbido subsiguientemente
en la sección de tamiz de zeolita, y la contaminación del
oxígeno producto con dióxido de carbono y humedad se puede
20 impedir eficazmente sacando una proporción del gas evacuado
desde la sección de zeolita para desecho, por la tubería
L3 indicada en la Figura 1, y/o sacando algo o todo el cor-
te de 50% de oxígeno, evacuado de la sección de tamiz de car-
bono, para desecho por la tubería L4 indicada en la Figura
25 1. El efecto de estas modificaciones es reducir el equipo
necesario, omitiendo el lecho B adsorbente, pero a costa
de una cierta cantidad de gas producto.

30 La instalación ilustrada en las Figuras 4 y 5
tiene una sección de tamiz molecular de zeolita que compren-
de dos lechos adsorbentes Z1' y Z2', y una sección de tamiz

1 molecular de carbono que comprende dos lechos adsorbentes
C1' y C2'. Una bomba P1' sirve para aspirar el material
de alimentación para la sección de zeolita, a través de sus
lechos Z1' y Z2', y suministrar el gas sin adsorber obte-
5 nido a un acumulador C1' de gas, actuando así como material
de alimentación para los lechos C1' y C2' de la sección de
carbono, en las etapas apropiadas de los ciclos de funcio-
namiento de los lechos. Una segunda bomba P2' sirve para
evacuar los lechos de la sección de zeolita durante las
10 etapas apropiadas de sus ciclos de funcionamiento, y una
tercera bomba P3' sirve para evacuar los lechos de la sec-
ción de carbono, suministrando el oxígeno producto de gran
pureza por la tubería L1' de salida, y recirculando una
porción del gas desorbido, de nuevo a la sección de carbo-
15 no, a través de un acumulador G2' de gas, como se describe
más completamente más adelante.

Con referencia a las Figuras 5 y 6, el funcio-
namiento de la instalación es como sigue.

20 Considerando primero la sección de tamiz de
zeolita, las válvulas V1' y V5' se abren de manera que la
bomba P1' aspira material de alimentación a través del le-
cho Z1', y suministra el producto obtenido de ese lecho al
acumulador G1' de gas. Durante una parte inicial de la eta-
pa de alimentación del lecho G1', la válvula V22' se abre,
25 de manera que el material de alimentación comprende un gas
rico en oxígeno recirculado desde la sección de carbono,
cerrándose luego la válvula V22' y abriéndose la válvula
V24' para admitir aire atmosférico como material de alimen-
tación. No se necesita tratar previamente el aire para
30 eliminar dióxido de carbono y humedad, ya que estos compo-

1 nentes son adsorbidos en el lecho de zeolita junto con la
proporción principal del nitrógeno presente en el material
de alimentación, y salen subsiguientemente para desecho.
La composición del gas alimentado al acumulador G1' de gas
5 es aproximadamente 90% de oxígeno, 5% de nitrógeno y 5% de
argón siendo este último componente sustancialmente no
adsorbido por el lecho de zeolita.

Tras un periodo de tiempo previamente deter-
minado se cierran las válvulas V1' y V5', y se abre la vál-
10 vula V3', de manera que la bomba P2' evacua el lecho Z1' y
saca el gas desorbido para desecho, por la tubería L2'.
Para completar el ciclo de funcionamiento del lecho Z1',
la válvula V3' se cierra y la válvula V7' se abre, permi-
tiendo que el lecho se vuelva a rellenar del gas enriqueci-
15 do en oxígeno que es retirado del lecho Z2', a través de una
válvula V23' de estrangulamiento permanentemente abierta,
calibrada de manera que permita el flujo deseado de gas de
nuevo llenado. Luego se vuelven a abrir las válvulas V1'
y V5' y se repite la totalidad del ciclo de funcionamiento.

20 Como antes, se apreciará que el lecho Z2' de
la sección de tamiz de zeolita experimenta un ciclo similar
al lecho Z1', pero en tal secuencia que está desfasado en
180° respecto al lecho Z1', de manera que cuando el primer
lecho está experimentando su etapa de alimentación el segun-
do lecho está experimentando sus etapas de evacuación y nue-
25 vo llenado, y viceversa.

Pasando ahora a la sección de tamiz de carbo-
no, las válvulas V9' y V15' se abren de manera que el gas
enriquecido en oxígeno, obtenido de la sección de tamiz de
30 zeolita, pasa desde el acumulador G1' de gas a través del

1 lecho C1', donde se adsorbe preferentemente el oxígeno. Tras un periodo de tiempo previamente determinado, la válvula V9' se cierra y la válvula V11' se abre, permaneciendo abierta la válvula V15', de manera que pasa al lecho
5 C1' un gas rico en oxígeno y agotado en argón, procedente del acumulador G2' de gas. Durante la parte inicial de esta etapa de alimentación combinada al lecho C1', la válvula V21' está abierta, de manera que el gas no adsorbido que atraviesa el lecho, por ser rico en nitrógeno y argón,
10 se saca para desecho por la tubería L3'. Sin embargo, durante la parte final de la etapa de alimentación, después de haber cambiado la fuente de alimentación al acumulador G2' de gas, la proporción de argón en la corriente que sale del lecho C1' disminuye y la proporción de oxígeno aumenta. Por tanto, la válvula V21' se cierra y la válvula V22' se
15 abre, para recircular este gas rico en oxígeno, de nuevo a la sección de tamiz de zeolita, donde el lecho Z2' acaba de comenzar su etapa de alimentación.

20 Luego se cierran las válvulas V11', V15' y V22', se abre la válvula V13', y el lecho C1' pasa a su etapa de evacuación (desorción). En el modo de operación propuesto, la pureza del oxígeno producto desorbido del lecho C1' por la bomba P3' aumenta gradualmente hasta un
25 máximo, y luego vuelve a disminuir. Así, durante la parte media de la etapa de evacuación la válvula V20' está abierta, de manera que el gas desorbido sale por la tubería L1' de suministro de producto. Durante las otras partes de la etapa de evacuación, la válvula V19' está abierta, de manera que el gas rico en oxígeno desorbido se alimenta al acumulador G2' de gas, para recirculación a la sección de tamiz
30

1 de carbono según se requiera.

Al final de la etapa de evacuación del lecho C1', la válvula V19' se cierra, se vuelven a abrir las válvulas V9' y V15', y se repite la totalidad del ciclo de funcionamiento.

De nuevo, se apreciará que el lecho C2' de la sección de tamiz de carbono experimenta un ciclo similar al lecho C1', pero en tal secuencia que está desfasado en 180° respecto al lecho C1', de manera que mientras el primer lecho está experimentando su etapa de alimentación el segundo lecho está experimentando su etapa de evacuación, y viceversa.

Además, los tiempos de ciclo para los lechos de la sección de tamiz de carbono son exactamente los mismos que para los lechos de la sección de tamiz de zeolita, pero, como se ha indicado en la Figura 6, los ciclos están adecuadamente desfasados para conseguir la integración de los procedimientos con tamiz de zeolita y de carbono. En particular, la secuencia de los ciclos es tal que de los máximos beneficios a la sección de zeolita, por uso de gas de recirculación procedente de la sección de carbono, es decir, se alimenta al principio de las respectivas etapas de alimentación de los lechos Z1' y Z2'. De nuevo, la instalación requiere un total de solo tres bombas, mientras que cada sección, trabajando sola, requeriría dos bombas, dando un total de cuatro.

Para ayudar a la comprensión del procedimiento, se marca en la Figura 4 la proporción entre oxígeno y argón en diversas partes de la instalación.

Significado de las referencias de las figuras de los dibujos no explicadas en el texto que antecede.

Figura 1

- 1 = Sección con tamiz molecular de carbono.
5 2 = Residuo.
3 = Sección con tamiz molecular de zeolita.
4 = Producto.

Figura 3.

- 5 = Lecho C1
10 6 = Lecho C2
7 = Lecho Z1
8 = Lecho Z2
9 = Evacuar
10= Alimentación de aire
15 11= Alimentación desde G2
12= Alimentación desde la sección de zeolita.
13= Suministro a G1
14= Suministro a G2
15= Suministro a G1
20 16= Suministro a G1
17= Suministro a G2
18= Suministro a G1
19= Alimentación de aire
20= Alimentación desde G2
25 21= Alimentación desde la sección de zeolita.
22= Evacuar
23= Retrolenado
24= Alimentación desde G1. Retirada de producto.
25= Evacuar. Suministro a la sección de carbono.
30 26= Alimentación desde G1. Retirada de producto.

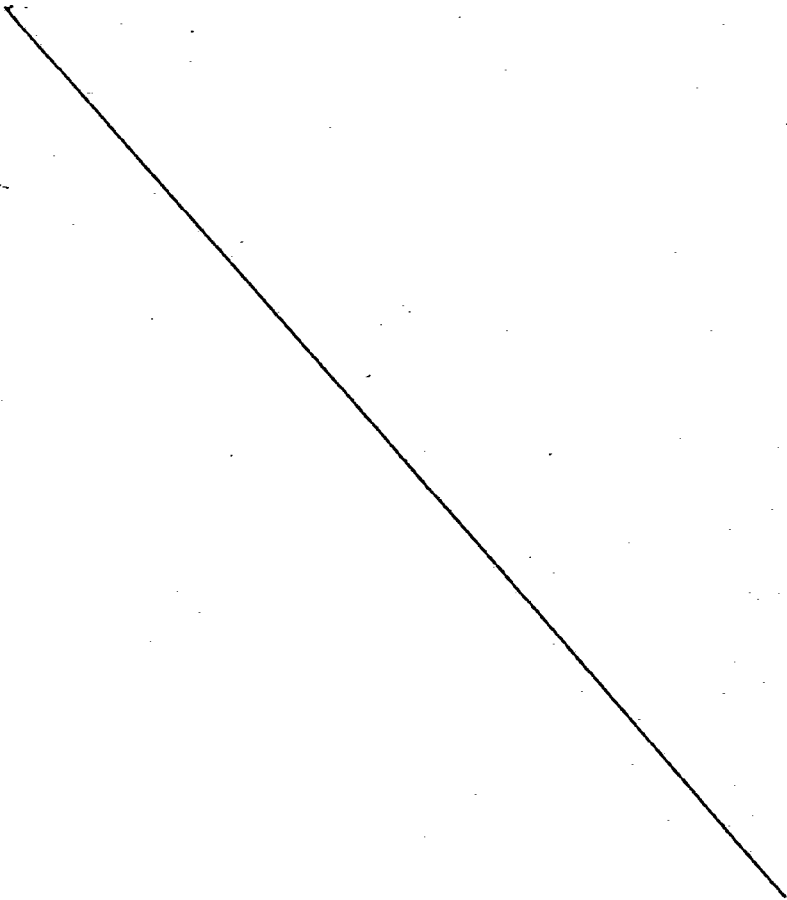
- 27 = Evacuar. Suministro a la sección de carbono.
28 = Retrollenado.
29 = Alimentación desde G1. Retirada de producto.

Figura 4

- 5 30 = Sección de tamiz molecular de zeolita.
31 = Sección de tamiz molecular de carbono.
32 = Residuo.
33 = Producto.

Figura 6

- 10 34 = Lecho Z1'
35 = Lecho Z2'
36 = Lecho C1'
37 = Lecho C2'
38 = Suministro a C1'
15 39 = Alimentación desde la sección de carbono.
40 = Alimentación de aire.
41 = Evacuar
42 = Retrollenado
43 = Evacuar
20 44 = Retrollenado
45 = Suministro a G1'
46 = Alimentación desde la sección de carbono.
47 = Alimentación de aire.
48 = Suministro a la sección de zeolita.
25 49 = Evacuar.
50 = Evacuar.
51 = Suministro a G2'
52 = Alimentación desde G1'
53 = Alimentación desde G2'
30 54 = Suministro a G2'

- 55 = Retirada de producto.
 - 56 = Suministro a G2'
 - 57 = Alimentación desde G2
 - 58 = Suministro a G2'
 - 5 59 = Retirada de producto.
 - 60 = Suministro a G2'
 - 61 = Alimentación desde GI'
 - 62 = Alimentación desde G2
 - 63 = Suministro a la sección de zeolita.
 - 10 64 = Evacuar.
- 

1

REIVINDICACIONES

5

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

10

15

20

25

30

1ª.- Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal nº 449.884, presentada el 16 de Julio de 1976 por: "Un procedimiento y un aparato para aumentar la proporción de uno de los componentes gaseosos principales en una mezcla gaseosa" según las cuales para separar gases empleando una sección que comprende al menos un lecho de tamiz molecular de carbono, que funciona según un ciclo de adsorción con oscilación de la presión, y una sección que comprende al menos un lecho de tamiz molecular de zeolita que trabaja según un ciclo de adsorción con oscilación de la presión, dichas mejoras comprenden: suministrar una mezcla gaseosa que contiene oxígeno, nitrógeno y argón, como material de alimentación a una primera de dichas secciones; proporcionar dicha primera sección una primera corriente de gas enriquecido en oxígeno, en comparación con dicha mezcla gaseosa; suministrar tal gas enriquecido en oxígeno como material de alimentación a la otra de dichas secciones; proporcionar dicha otra sección una segunda corriente de gas más enriquecida en oxígeno que dicha primera corriente de gas, y proporcionar una tercera corriente de gas enriquecido en oxígeno en comparación con dicha mezcla gaseosa

1 sa, pero menos enriquecido que dicha segunda corriente de
gas; y suministrar dicha tercera corriente de gas a dicha
primera sección, para que constituya parte del material de
alimentación a la misma.

5 2ª.- Mejoras introducidas en el objeto de la
patente principal, según las cuales para separar gases em-
pleando una primera sección que comprende al menos un lecho
de tamiz molecular de carbono que funciona según un ciclo
de adsorción con oscilación de la presión, y una segunda
10 sección que comprende al menos un lecho de tamiz molecular
de zeolita que funciona según un ciclo de adsorción con
oscilación de la presión, comprendiendo dichas mejoras:
suministrar una mezcla gaseosa que contiene oxígeno, nitró-
geno y argon como material de alimentación a dicha primera
15 sección; proporcionar dicha primera sección, durante una
etapa de desorción de la misma, una primera corriente de
gas enriquecido en oxígeno y agotado en nitrógeno y argon,
en comparación con dicha mezcla gaseosa; suministrar tal
gas enriquecido en oxígeno como material de alimentación
20 a la segunda sección; proporcionar dicha segunda sección,
durante una etapa de alimentación de la misma, una segunda
corriente de gas más enriquecido en oxígeno y agotado en
nitrógeno que dicha primera corriente de gas, y proporcio-
nar, durante una etapa de desorción de la misma, una ter-
25 cera corriente de gas enriquecido en oxígeno en comparación
con dicha mezcla gaseosa, pero menos enriquecido que dicha
segunda corriente de gas; y suministrar dicha tercera co-
rriente de gas a dicha primera sección, para que constituya
parte del material de alimentación a la misma.

30 3ª.- Mejoras según la reivindicación 2ª, don

1 de dicha primera sección comprende dos lechos, cada uno de
los cuales trabaja según un ciclo que comprende las etapas
sucesivas de admisión del material de alimentación y desor-
5 ción, estando desfasados los ciclos de los dos lechos en
180° uno respecto a otro.

4ª.- Mejoras según la reivindicación 2ª o rei-
vindicación 3ª, donde dicha segunda sección comprende dos
lechos, cada uno de los cuales trabaja según un ciclo que
comprende las etapas sucesivas de admisión, desorción y nue-
10 vo llenado del material de alimentación, estando desfasados
los ciclos de los dos lechos en 180° uno respecto a otro.

5ª.- Mejoras según las reivindicaciones 3ª y 4ª,
donde los ciclos de los lechos de la segunda sección son de
la misma duración que los de los lechos de la primera sec-
15 ción, pero están desfasados respecto a ellos.

6ª.- Mejoras según cualquiera de las reivindi-
caciones 3ª a 5ª, donde dicha primera sección proporciona
dicha primera corriente de gas durante una etapa intermedia
de la etapa de desorción de cada uno de sus lechos.

7ª.- Mejoras según cualquiera de las reivindi-
caciones 2ª a 6ª, donde dicha primera corriente de gas se
suministra a un depósito desde el cual se pone a disposi-
ción el gas como material de alimentación a la segunda sec-
ción, cuando se requiera.

8ª.- Mejoras según la reivindicación 6ª, donde
el gas desorbido de los lechos de dicha primera sección
durante los periodos restantes de sus etapas de desorción
se recircula a dicha primera sección, para que constituya
parte del material de alimentación a la misma.

9ª.- Mejoras según la reivindicación 8ª, donde

1 dicho gas desorbido de los lechos de dicha primera sección
durante los periodos restantes de sus etapas de desorción
se suministra a un depósito desde el cual se pone a dispo-
5 sición como material de alimentación a los lechos de la
primera sección, entre la alimentación de la mezcla gaseo-
sa y de dicha tercera corriente de gas a dichos lechos de
la primera sección.

10 10ª.- Mejoras introducidas en el objeto de la
patente principal según las cuales para separar gases em-
pleando una primera sección que comprende al menos un lecho
de tamiz molecular de zeolita que trabaja según un ciclo de
adsorción con oscilación de la presión, y una segunda sec-
15 ción que comprende al menos un lecho de tamiz molecular de
carbono que trabaja según un ciclo de adsorción con oscila-
ción de la presión, dichas mejoras comprenden: suministrar
una mezcla gaseosa que contiene oxígeno, nitrógeno y argon
como material de alimentación a dicha primera sección; pro-
porcionar dicha primera sección, durante una etapa de ali-
mentación de la misma, una primera corriente de gas enrique-
20 cido en oxígeno y agotado en nitrógeno, en comparación con
dicha mezcla gaseosa; suministrar tal gas enriquecido en
oxígeno como material de alimentación a la segunda sección;
proporcionar dicha segunda sección, durante una etapa de
desorción de la misma, una segunda corriente de gas más en-
25 riquecido en oxígeno que dicha primera corriente de gas, y
agotado en argon, y proporcionar, durante una etapa de ali-
mentación de la misma, una tercera corriente de gas enrique-
cido en oxígeno en comparación con dicha mezcla gaseosa,
pero menos enriquecido que dicha segunda corriente de gas;
30 y suministrar dicha tercera corriente de gas a dicha primera

1 -sección, para que constituya parte del material de alimentación a la misma.

5 11ª.- Mejoras según la reivindicación 10ª, donde dicha primera sección comprende dos lechos, cada uno de los cuales trabaja según un ciclo que comprende las etapas sucesivas de admisión del material de alimentación, desorción y nuevo llenado, estando los ciclos de los dos lechos desfasados en 180º uno respecto a otro.

10 12ª.- Mejoras según la reivindicación 10ª u 11ª, donde dicha segunda sección comprende dos lechos, cada uno de los cuales trabaja según un ciclo que comprende las etapas sucesivas de admisión del material de alimentación, y desorción, estando los ciclos de los dos lechos desfasados en 180º uno respecto a otro.

15 13ª.- Mejoras según las reivindicaciones 11ª y 12ª, donde los ciclos de los lechos de la segunda sección tienen la misma duración que los de los lechos de la primera sección, pero están desfasados respecto a ellos.

20 14ª.- Mejoras según cualquiera de las reivindicaciones 10ª a 13ª, donde dicha primera corriente de gas se suministra a un depósito desde el cual se pone el gas a disposición como material de alimentación a la segunda sección, cuando se requiera.

25 15ª.- Mejoras según cualquiera de las reivindicaciones 12ª a 14ª, donde dicha segunda sección proporciona dicha segunda corriente de gas durante una etapa intermedia de las etapas de desorción de cada uno de sus lechos.

30 16ª.- Mejoras según la reivindicación 15ª, donde el gas desorbido de los lechos de dicha segunda sec-

1 ción, durante los periodos restantes de las etapas de desor-
ción de los mismos, se recircula a dicha segunda sección
para que constituya parte del material de alimentación a la
misma.

5 17ª.- Mejoras según la reivindicación 16ª,
donde el gas desorbido de los lechos de dicha segunda sec-
ción, durante los periodos restantes de las etapas de de-
sorción de los mismos, se suministra a un depósito desde
10 el cual se pone a disposición como material de alimenta-
ción a los lechos de la segunda sección, tras alimentar el
gas enriquecido en oxígeno proporcionado por la primera
sección a dichos lechos.

15 18ª.- Mejoras según cualquiera de las reivin-
dicaciones 10ª a 17ª, donde dicha tercera corriente gaseosa
se suministra a los lechos de la primera sección antes de
suministrar la mezcla gaseosa a aquellos lechos durante sus
etapas de alimentación.

20 19ª.- Mejoras introducidas en el objeto de la
patente principal nº 449.884, presentada el 16 de Julio de
1976, por: "UN PROCEDIMIENTO Y UN APARATO PARA AUMENTAR LA
PROPORCION DE UNO DE LOS COMPONENTES GASEOSOS PRINCIPALES
EN UNA MEZCLA GASEOSA".

25 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.

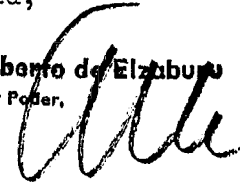
30

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

Madrid, 31.ENE.1979

P.A.

Alberto de Elizaburu
Por Poder.



5

10

15

20

25

30

R70724

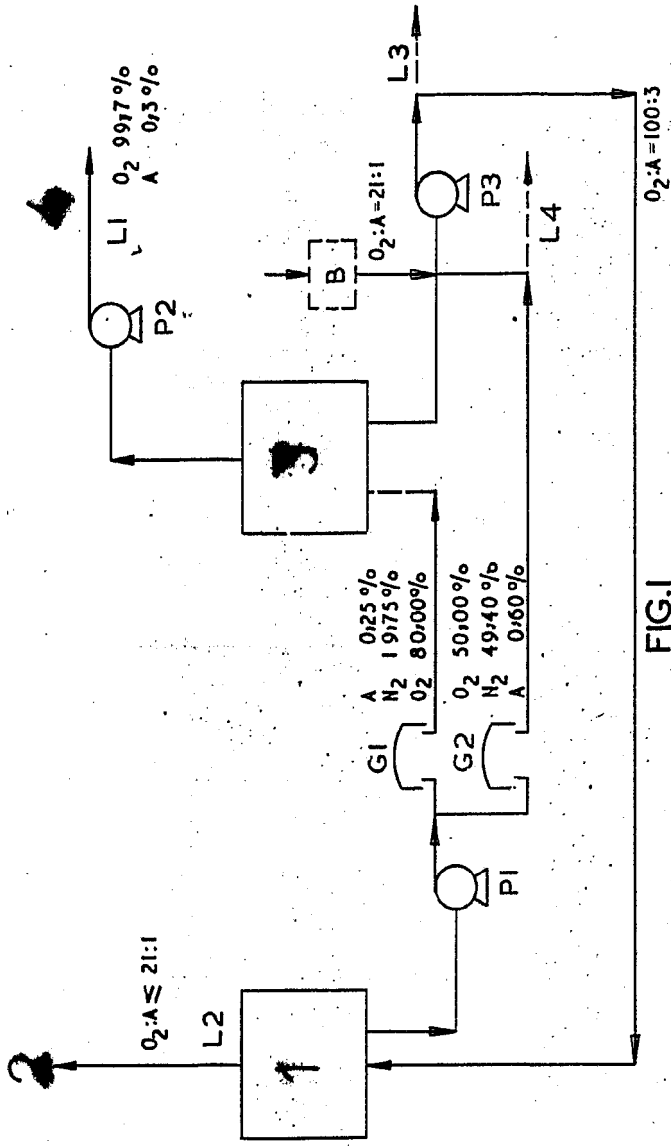


FIG.1

Alberto de Elzabun
Per Podar

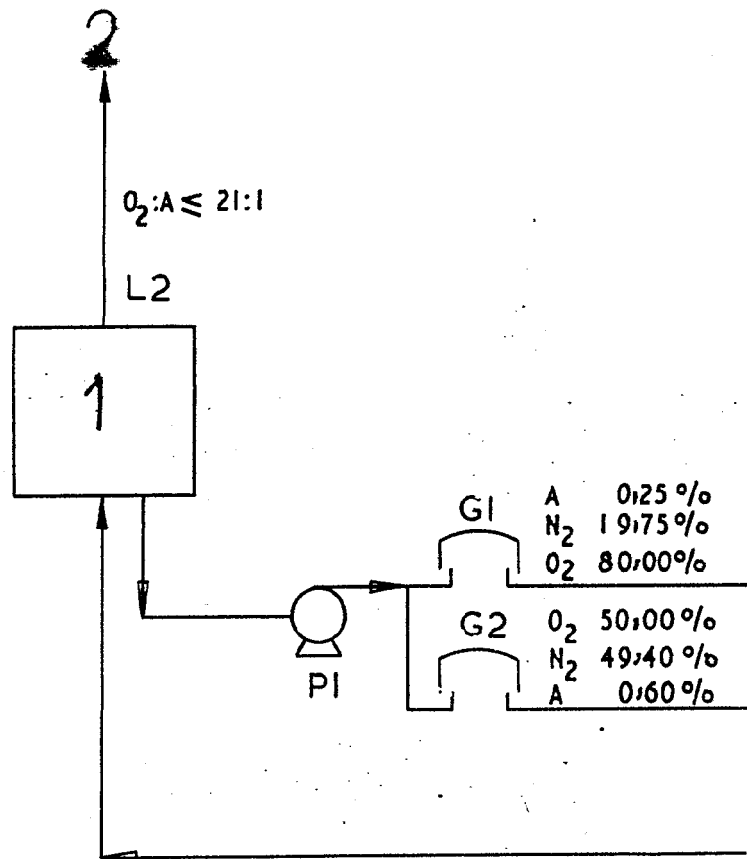


FIG. I

B70724

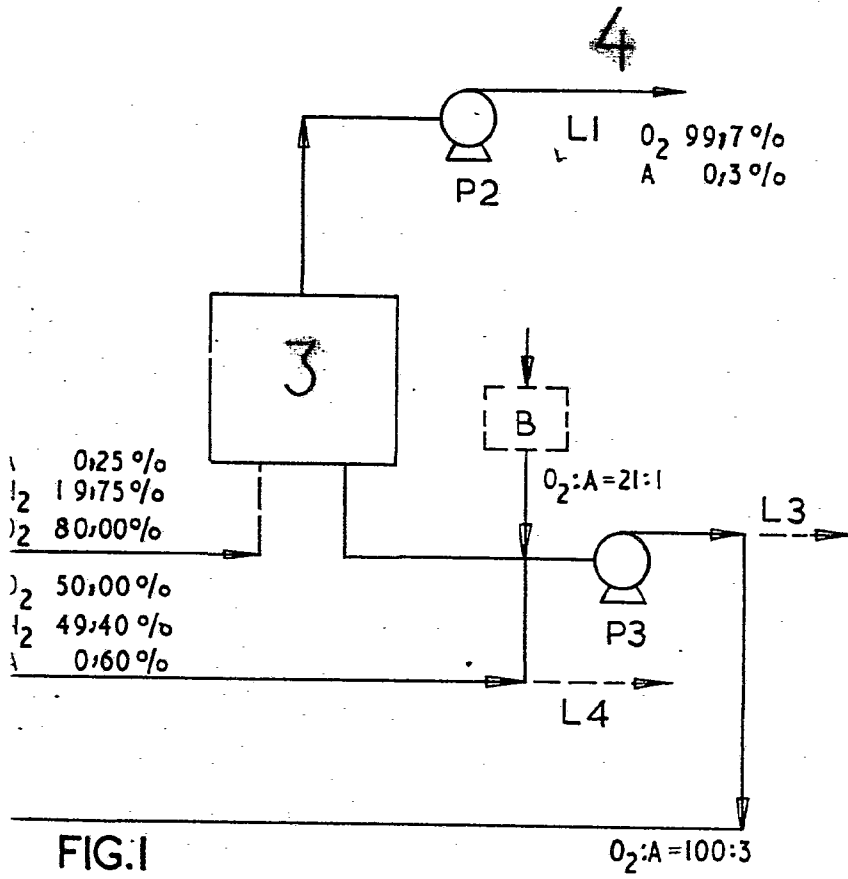


FIG.1

Alberto de Elizaburu
Por Poder

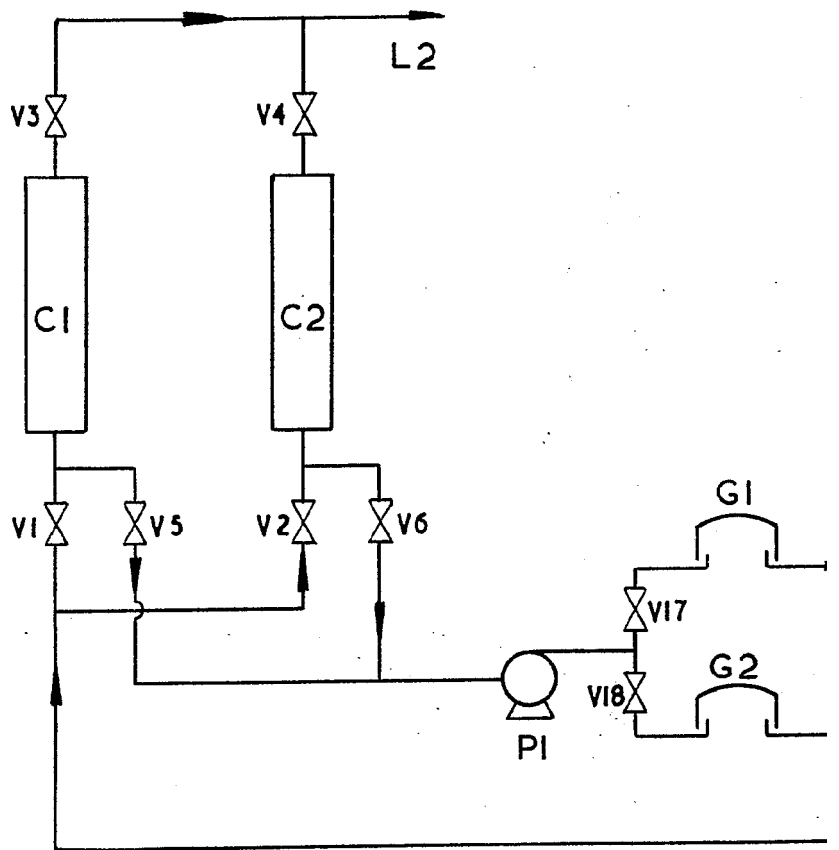


FIG.2

P70724

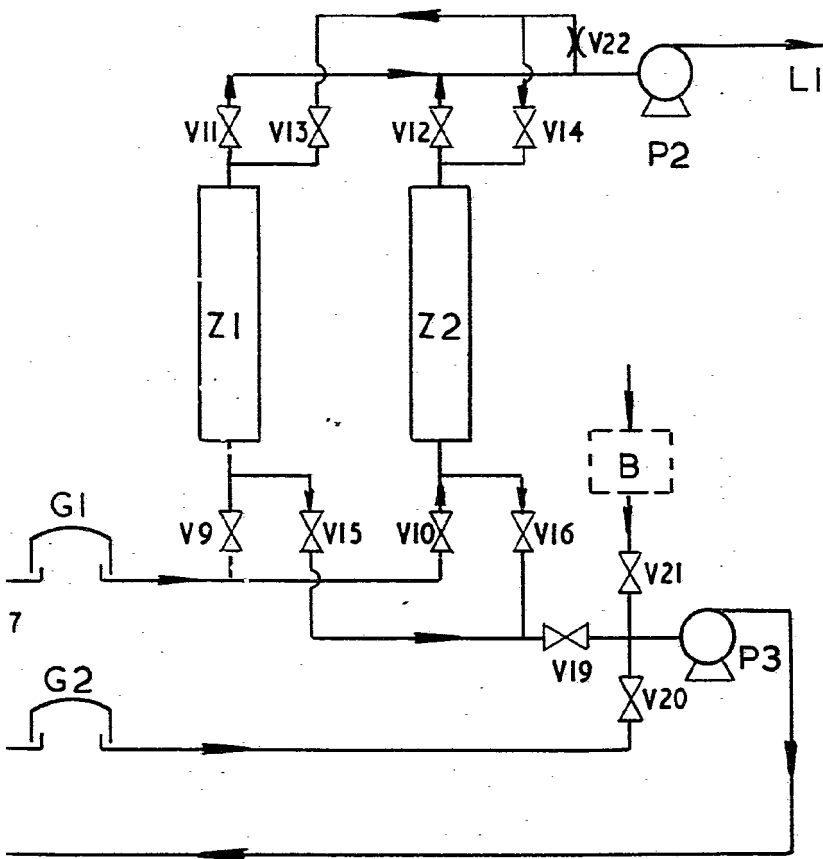


FIG.2

Ministerio de Recursos
Por Poder

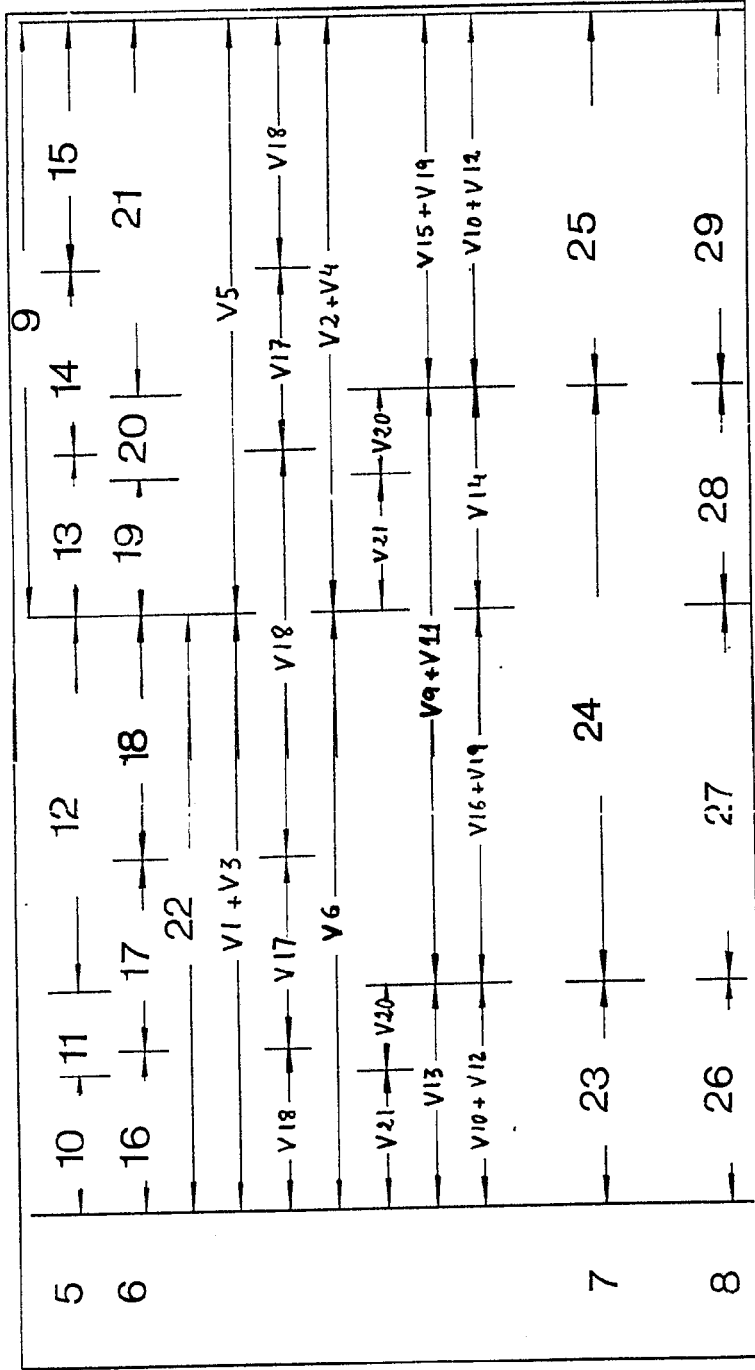


FIG.3

Alberto de Ciccarelli
Per Fodas

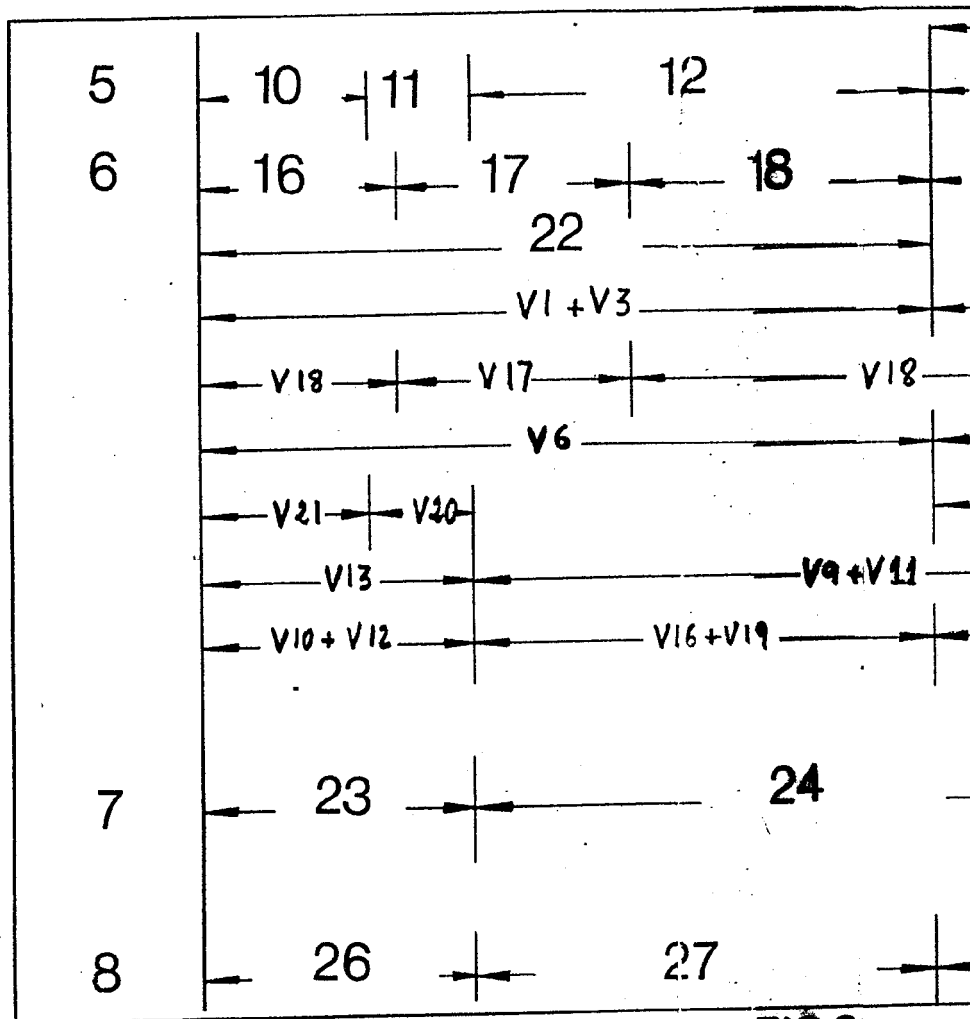


FIG.3

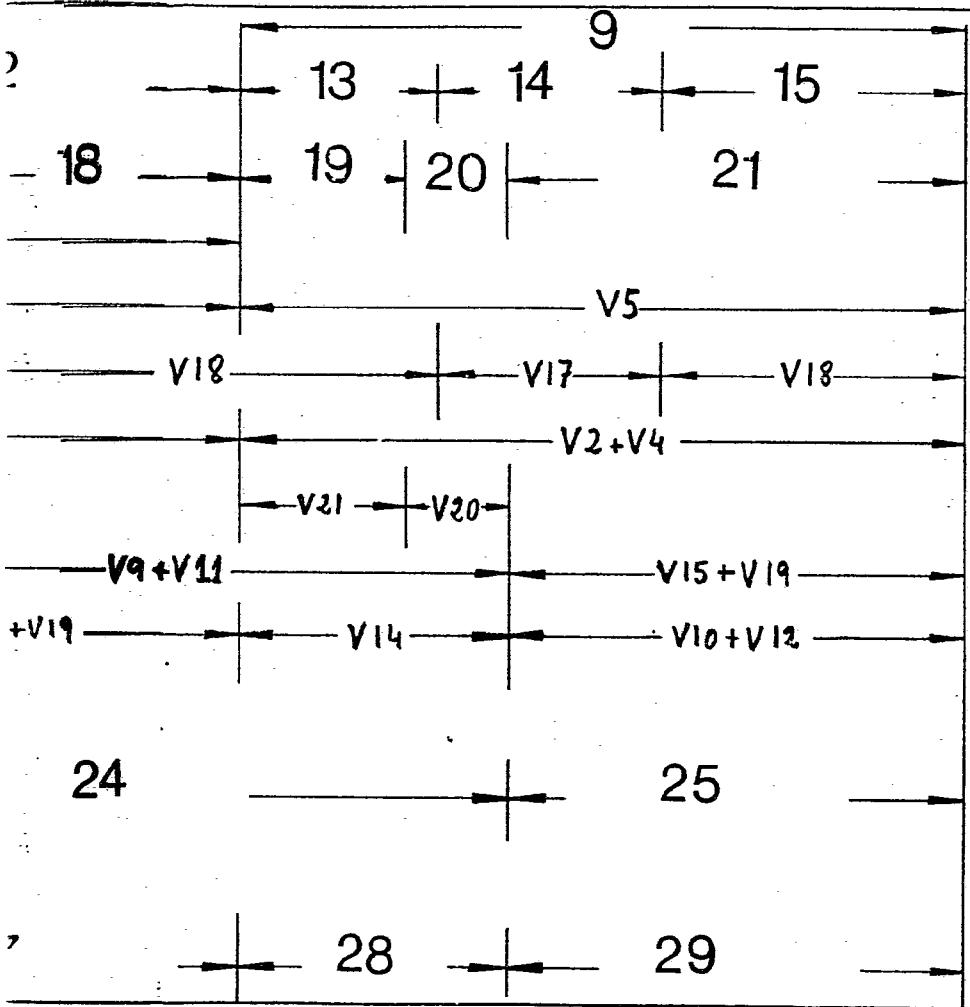


FIG.3

Alberto de Elizaburu
Por Poder,
[Signature]

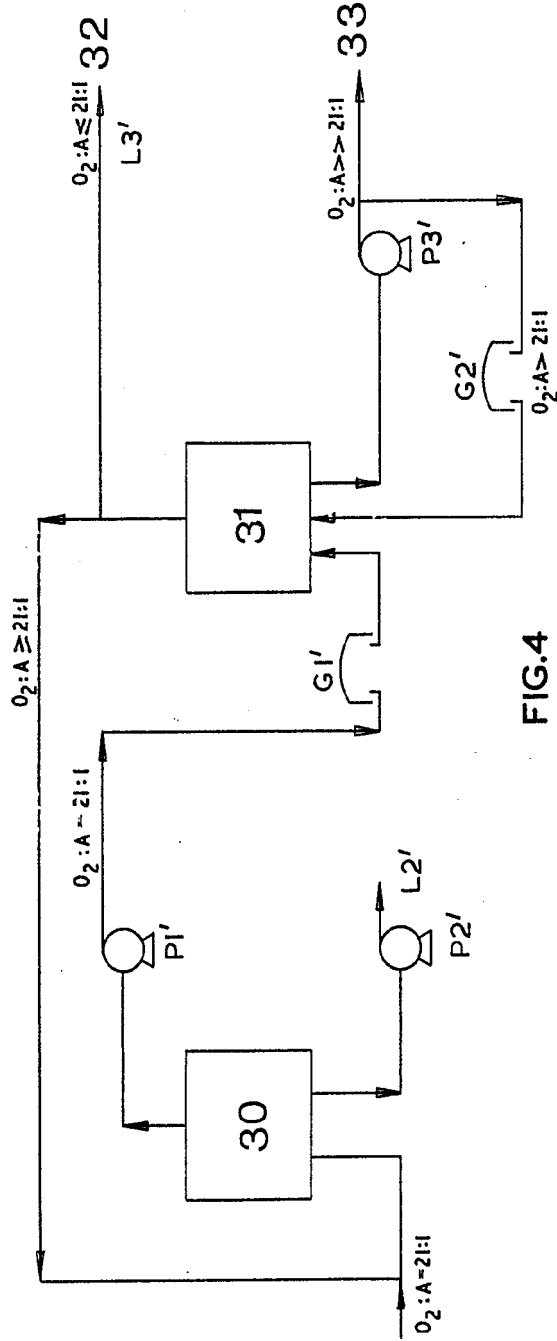


FIG.4

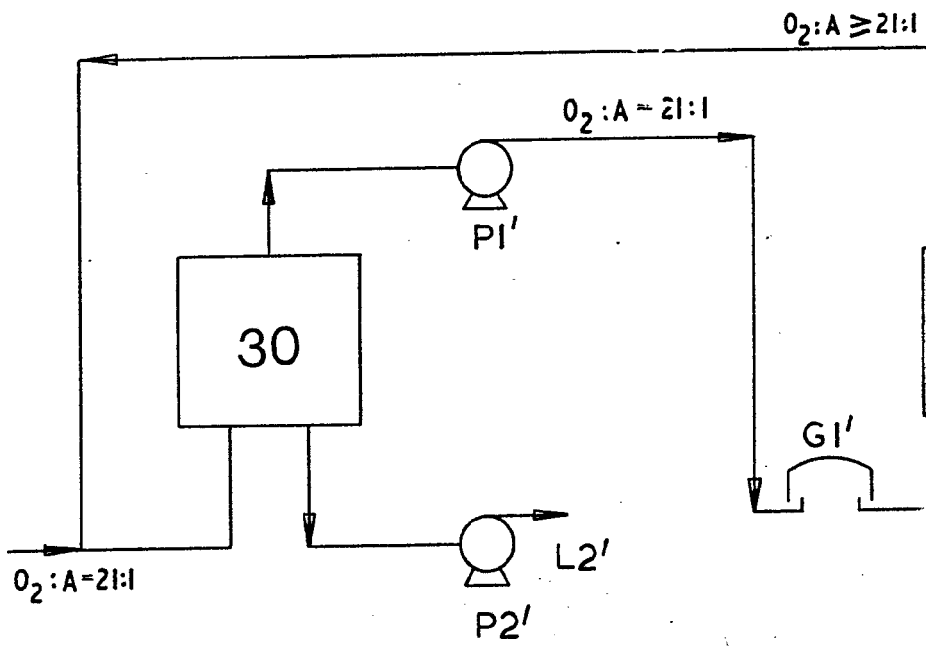


FIG.4

P70724

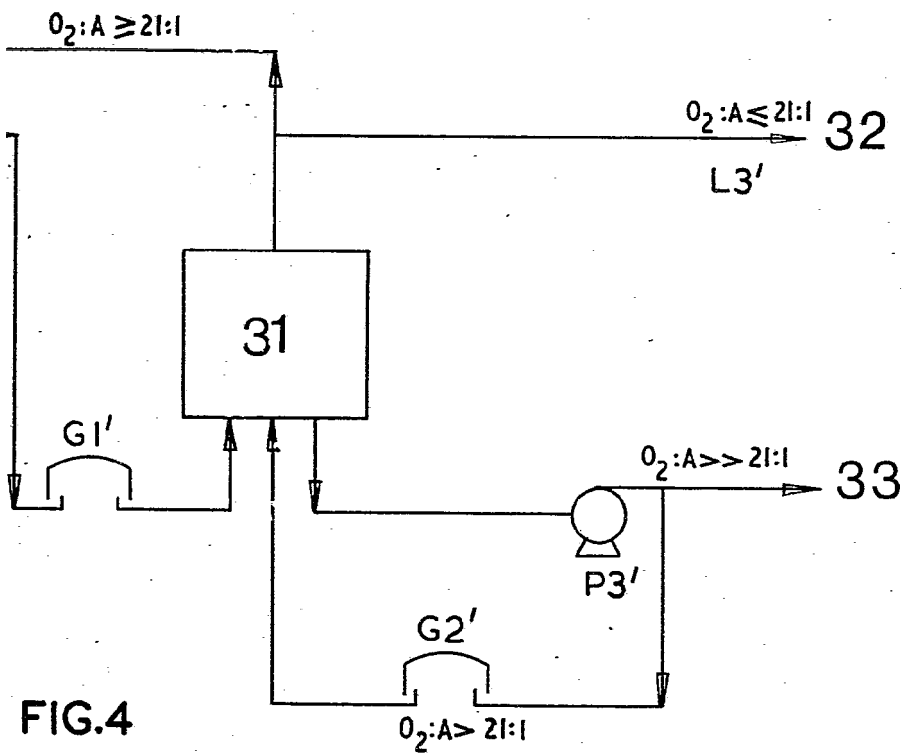


FIG.4

Alberto de Elaburo
For Power,

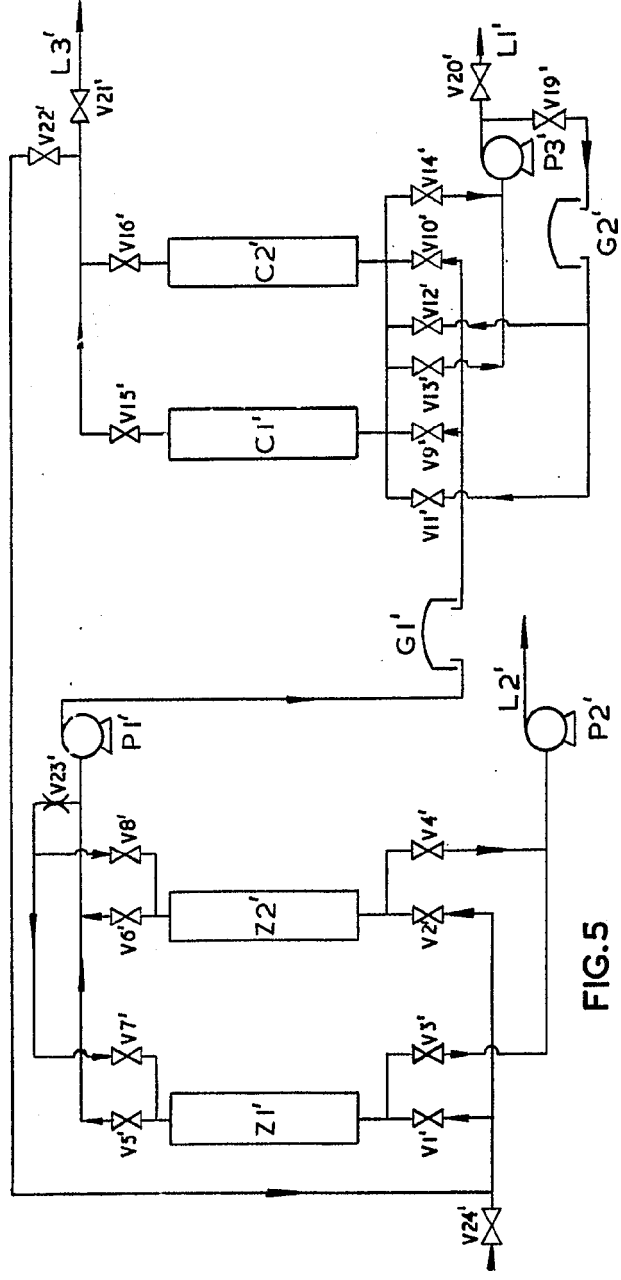


FIG. 5

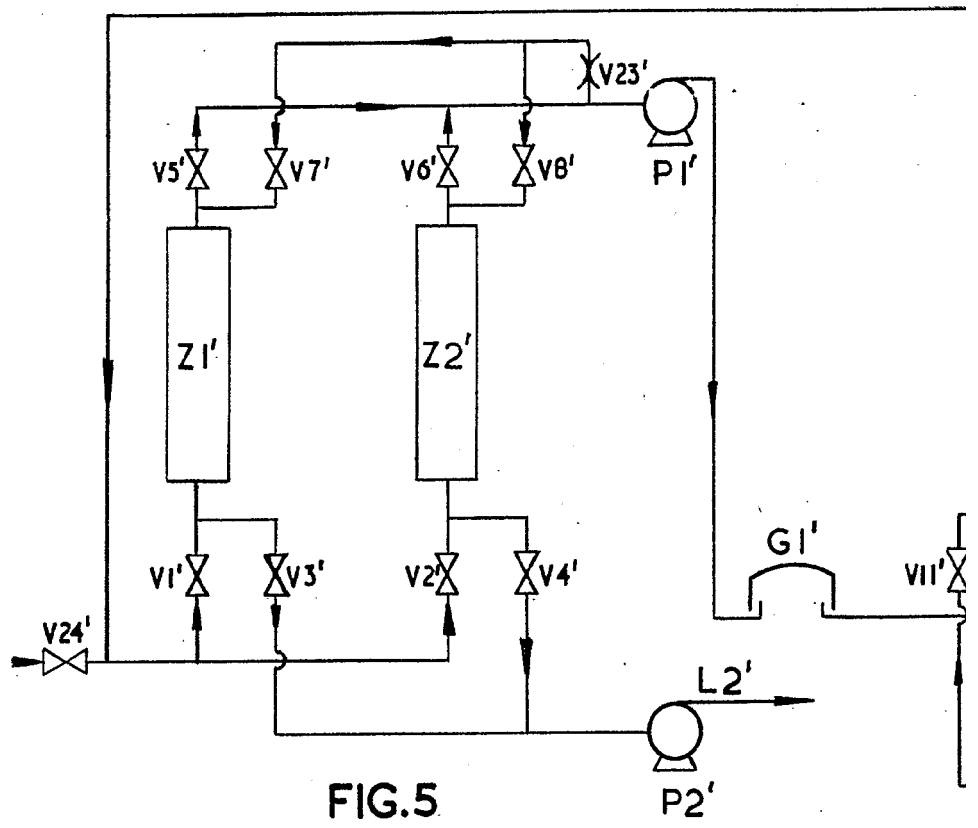
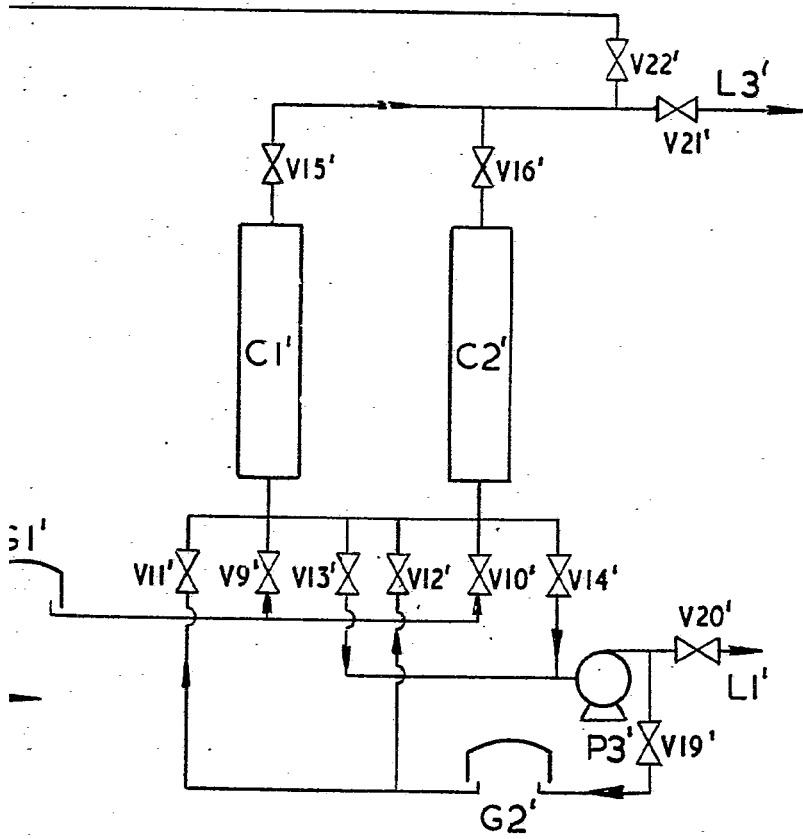
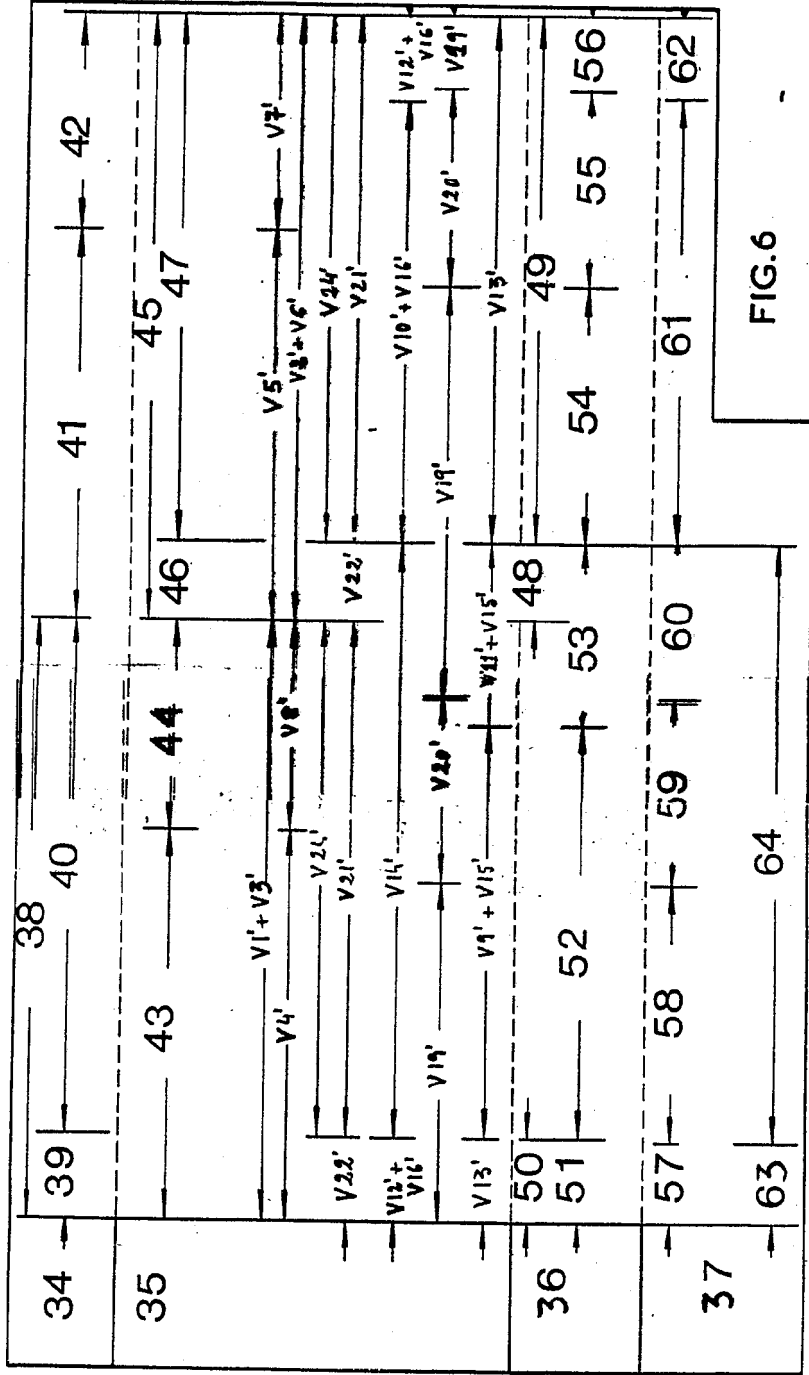


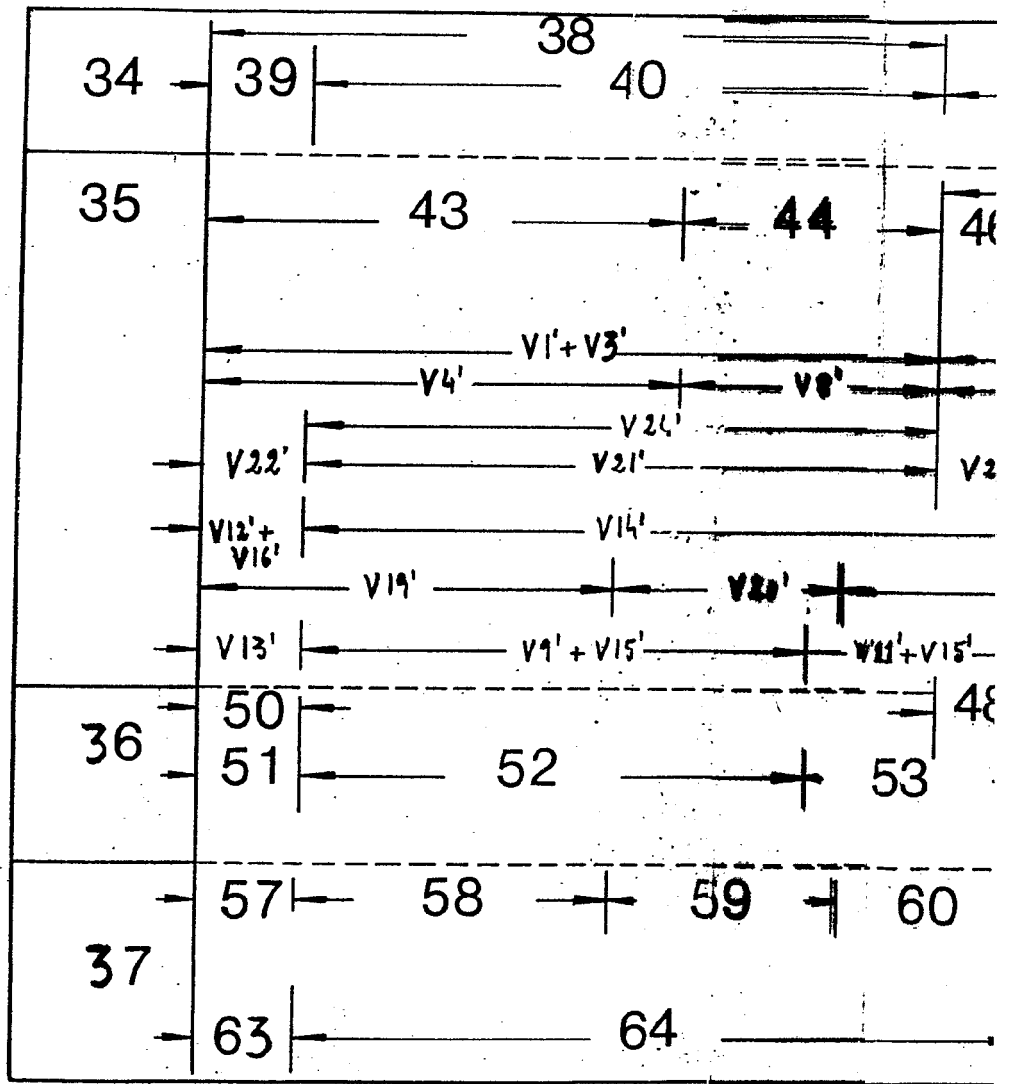
FIG. 5

P70724



Alberto de Elizaburu
Car. Poderes





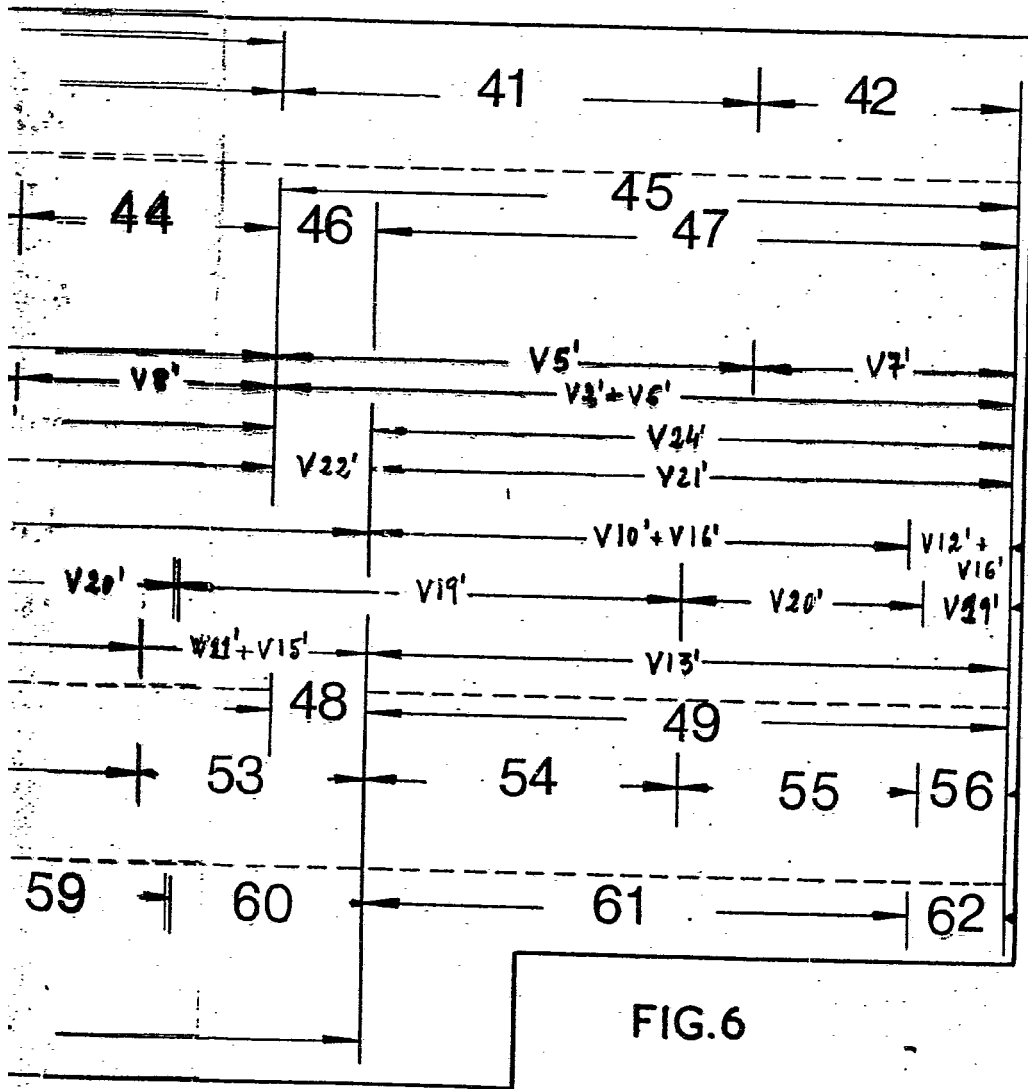


FIG. 6

Alberto de Elzabur
Por Poder,
[Signature]