



439.878

PATENTE DE INVENCION
=====

B5416/5650.3PB.

Int. Cl. G21F; B01J; C01B

Memoria Descriptiva

sobre:

PROCEDIMIENTO DE TRATAMIENTO DE UNA MEZCLA DE AIRE
CON GASES RAROS.

=====

Solicitante: COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa,
residente en 29, rue de la Fédération, Paris 15^e,
Francia.

=====

5. La presente invención se refiere a los tratamien-
tos a los que se someten las mezclas de aire con gases ra-
ros, y más particularmente a los efluyentes gaseosos que
proceden del retratamiento de combustibles nucleares irra-
diados, teniendo igualmente como finalidad tales tratamien-



tos recuperar el xenon que estas mezclas contienen.

Efluyentes gaseosos procedentes de fabricas de re-
tratamiento de los combustibles irradiados a los que se aplica
más particularmente la invención, estan esencialmente consti-
tuidos de aire que contiene al menos gases raros tales como
5. xenon y kripton, y generalmente vapor de agua, gas carbónico,
y también óxido de nitrógeno cuya presencia es debida a la
disolución de los combustibles efectuada en medio nítrico.

Es conocido tratar estos efluyentes gaseosos por
10. procedimientos que comprenden esencialmente una etapa de de-
puración que proporciona una mezcla de aire y de gases raros,
exenta de otras impurezas, y después la extracción de todo el
óxígeno de la mezcla antes de la concentración del nitrógeno
restante en xenon y kripton por destilación criogénica. Así
15. pués se recupera la mayor parte del nitrógeno que puede ser
reciclada a la fabrica de retratamiento de los combustibles.

A continuación se somete la mezcla concentrada de
xenon y kripton en nitrógeno a otra destilación criogénica pa-
ra separar el kripton y el nitrógeno del xenon. Por destilación
20. criogénica, se entiende en cada caso que la mezcla considera-
da es llevada en estado licuado, a más tardar a la altura de
un calderín previsto en el fondo de una columna donde se efec-
tua la destilación.

Estos procedimientos permiten producir finalmente
25. xenon exento de carácter radiactivo y conveniente para todos
los usos industriales usuales de este gas raro, mientras que
el período de decrecimiento del kripton radiactivo es mucho
más largo para que se pueda tolerar su presencia.

En los procedimientos conocidos, la separación del
30. xenon y del kripton se efectua en nitrógeno líquido, al igual



que la concentración de su mezcla. Sin embargo, la presencia del nitrógeno líquido presenta graves inconvenientes, que han sido el obstáculo para la puesta en explotación práctica de estos procedimientos. Se ha tropezado en particular con taponamientos repetidos de las columnas de destilación, taponamientos debidos a una cristalización del xenon, disolviéndose éste mal en nitrógeno líquido.

5. La presente invención tiene como finalidad un procedimiento que permite evitar los inconvenientes de los procedimientos anteriormente conocidos, y ello merced a la sustitución del nitrógeno o de una mezcla nitrógeno-oxígeno por oxígeno para la concentración por destilación. En efecto, contrariamente a lo que habrían dejado prever los conocimientos adquiridos sobre la formación de ozono en medio radiactivo, 10. se ha comprobado que la presencia de oxígeno no ocasionaba riesgos insuperables, a pesar de los tiempos de estancia necesarios para las operaciones de destilación. 15.

La invención tiene en particular por objeto un procedimiento de tratamiento de una mezcla de aire con gases raros, en particular xenon y kripton, al menos parcialmente radiactivos, en particular de efluyentes gaseosos que proceden del retratamiento de combustibles irradiados, caracterizados porque comprende una etapa de concentración de los gases raros en solución en oxígeno líquido por destilación criogénica de los gases ligeros y principalmente de nitrógeno a partir de la mezcla licuada. Estos destilados pueden ser tratados con vistas a la recuperación del nitrógeno y con vistas a reciclar este último sobre la cizalla que sirve para cortar los combustibles en la fabrica de retratamiento.

20. 25. 30. Preferentemente, este procedimiento comprende además,



después de la etapa de concentración, una etapa de separación de los gases raros por combustión catalítica del oxígeno con el hidrógeno y eliminación del agua formada y después una etapa de recuperación de xenon por destilación criogénica del o de los demás gases raros.

5.

La invención tiene igualmente por objeto un procedimiento de tratamiento de gases efluyentes que proceden del retratamiento de combustibles nucleares irradiados, constituido de una mezcla gaseosa que contiene al menos xenon y kripton radiactivo en aire, caracterizado porque comprende esencial y sucesivamente una primera etapa de depuración de la

10.

mezcla gaseosa para eliminar las impurezas eventuales tales como los óxidos de nitrógeno, el gas carbónico, el vapor de agua, y más particularmente los hidrocarburos, una segunda

15.

etapa de concentración del xenon y del kripton de la mezcla gaseosa, concentración realizada en solución en oxígeno líquido por destilación de los gases ligeros, y principalmente del

20.

nitrógeno a partir de la mezcla licuada, una tercera etapa de separación del xenon y del kripton por combustión catalítica del oxígeno de la mezcla obtenida anteriormente con el hidrógeno y eliminación del agua formada, y una cuarta etapa de recuperación del xenon por destilación criogénica de la mezcla de xenon y kripton.

25.

La combustión catalítica del oxígeno que comprende preferentemente el procedimiento según la invención puede efectuarse en presencia de un exceso de hidrógeno. Tiene la ventaja, entre otras, de facilitar la etapa final de recuperación del xenon. En efecto, la destilación de la mezcla xenon-kripton se efectua entonces en ausencia de oxígeno. Aunque esté

30.

preferentemente eliminado, al menos en su mayor parte, en par-



5. ticular por atrapado del kripton y del xenon por frío, el hidrógeno que permanece en la mezcla destila más fácilmente con el kripton que lo hiciera el oxígeno, o incluso que lo hiciera el nitrógeno en los procedimientos clásicos. Además, el hecho de que la mezcla xenon-kripton-hidrógeno sea reductora es ventajoso en una forma de puesta en práctica preferida del procedimiento, donde se somete esta mezcla a un tratamiento catalítico complementario de eliminación de las trazas eventuales de óxidos de nitrógeno.
10. Según una variante de realización de la invención, la combustión catalítica del oxígeno se realiza en presencia de un ligero exceso de hidrógeno en una mezcla de gas que comprende principalmente kripton y xenon procedente de un reciclado de los gases al final del procedimiento.
15. El procedimiento según esta variante permite una dilución del oxígeno en la mezcla que circula en el reactor, dilución que limita el calentamiento del reactor.
20. El problema del calentamiento del reactor es un problema importante: si no se efectúa la dilución del oxígeno que pasa en el reactor, se tiene una elevación considerable de la temperatura debida a la reacción exotérmica del hidrógeno con el oxígeno para formar agua. En un ejemplo de realización, la elevación de temperatura debida a la reacción exotérmica de conducción de hidrógeno en el oxígeno es aproximadamente de 160° por tanto por ciento en volumen de oxígeno,
25. en el caso de una combustión en hidrógeno y alcanzaría 220°C por tanto por ciento de oxígeno en el caso de una combustión en una mezcla kripton-xenon.
30. Así pues, el objeto de esta variante es realizar un bucle de recirculación de los gases que salen del reactor a fin,



5. por una parte, de operar con un ligero exceso de hidrógeno únicamente a la salida del reactor, y, por otra parte, de diluir fuertemente el oxígeno que atraviesa el reactor por gases inertes: kriptón y xenón; la fracción de los gases obtenidos a la salida del reactor y no reciclada, es enviada de nuevo en continuo después de la eliminación del agua a una columna de destilación criogénica para que sean realizadas allí la separación y la recuperación del xenón.

10. Así pues, como se ha indicado, la etapa de concentración por destilación de los gases ligeros, y principalmente del nitrógeno puede efectuarse en oxígeno líquido, conforme a la invención, a pesar del medio radiactivo. Asimismo es de notar que la presencia de una cantidad importante de oxígeno, como la que puede existir si se suprime completamente las

15. operaciones previas de eliminación del oxígeno previstas en los procedimientos conocidos, presenta la ventaja de favorecer un buen funcionamiento a nivel de la concentración mejorando así la solubilización del xenón y del kriptón y facilitando con ello la eliminación completa del nitrógeno, lo que es igualmente

20. beneficioso para la etapa final de recuperación del xenón.

Sin embargo, puede ser ventajoso evitar una acumulación del ozono formado merced a una forma de puesta en práctica preferida del procedimiento según la invención, en la que se toma, preferentemente en continuo, una fracción de la mezcla licuada durante la concentración, y se la hace pasar por una

25. trampa de disociación del ozono que esta fracción puede contener antes de enviarla de nuevo a la mezcla licuada.

Por lo demás es preferible hacer experimentar a la mezcla de aire y de gases raros, preferiblemente en la etapa

30. de concentración, una depuración que permite así eliminar en



- particular los hidrocarburos eventualmente presentes. Esta depuración puede ser igualmente más completa y permitir eliminar en particular los óxidos de nitrógeno, gas carbónico, vapor de agua, como en los procedimientos anteriores de tratamiento de los efluyentes gaseosos de retratamiento de los combustibles nucleares.
5. Naturalmente, la invención se extiende igualmente a las instalaciones apropiadas para la puesta en práctica del procedimiento. Tales instalaciones comprenden en particular
10. reactores catalíticos y columnas de destilación criogénica con todos sus equipos anexos, en sí conocidos, dispuestos y unidos por conductos de circulación de los diferentes productos, de modo a permitir la realización de las operaciones sucesivas del procedimiento ya definido.
15. Las características de tal instalación, así como las del procedimiento, se pondrán más claramente de manifiesto con la lectura de la descripción que sigue que se refiere a un ejemplo particular de puesta en práctica de la invención, en modo alguno limitativo.
20. Esta descripción hace referencia a las figuras anexas en las que:
- La figura 1 ilustra esquemáticamente la sucesión de las operaciones del procedimiento descrito.
25. Las figuras 2a, 2b y 2c representan de forma esquemática la instalación utilizada y la circulación de los productos entre las diferentes etapas.
- La figura 3 representa una variante de realización de la invención que se refiere a la combustión catalítica del oxígeno.
30. En el caso particular descrito, el procedimiento se-



gún la invención se aplica al tratamiento de los efluyentes gaseosos que proceden de una fabrica de retratamiento de combustibles nucleares. El efluente tratado proviene más particularmente en parte de una fabrica de corte de elementos irradiados y en parte de una fabrica de disolución del combustible en ácido nítrico. Sin embargo, el procedimiento se aplica de un modo más general en la recuperación del xenon en una mezcla de gas.

5.

El efluente llega a la instalación constituida como esquemáticamente representada en la figura 1 por mediación de una fabrica donde el yodo que puede contener es absorbido y eliminado. Está entonces constituido de aire (para 97 a 99% en volúmen) que contiene protoxido de nitrógeno N_2O (1 a 3%), trazas de CO_2 , NO_3H , NO , NO_2 , vapor de agua a saturación, xenon (550 volumenes por millón aproximadamente) y kripton (50 volumens por millón aproximadamente), estando parcialmente éste último en forma de Kr 85 radiactivo.

10.

15.

La instalación comprende principalmente cuatro unidades de tratamiento sucesivas que permiten respectivamente efectuar las cuatro etapas siguientes, en este orden:

20.

1) En A, la etapa de depuración que consiste en eliminar del efluente tratado las impurezas que contiene, y sobre todo los hidrocarburos, para obtener una mezcla constituida de aire que no contiene prácticamente ya más que xenon y kripton.

25.

2) En B, la etapa de concentración que consiste principalmente en una destilación criogénica de la mezcla depurada, efectuada de modo a eliminar prácticamente todo el nitrógeno de la mezcla así como la mayor parte del oxígeno y a recoger una mezcla concentrada de xenon, y kripton en oxígeno.

30.



3) En C, una etapa de separación del xenon y del kripton del oxígeno a partir de la mezcla concentrada, por combustión catalítica del oxígeno en presencia de hidrógeno y eliminación del agua formada.

5. 4) En D, la mezcla de xenon, kripton e hidrógeno separada es sometida a una segunda operación de destilación criogénica para eliminar el kripton y el hidrógeno y recoger xenon puro.

10. La instalación y el procedimiento seran ahora descritos más en detalle con referencia a las figuras 2a, 2b, 2c.

15. A la entrada de la unidad de depuración, el efluente gaseoso tratado pasa a unas torres de lavado no representadas, que comprenden una torre de lavado con sosa donde el efluente es desprovisto de CO_2 , NO y NO_2 , y después una torre de lavado con agua donde se eliminan el amoniaco y la sosa arrastrada. Estas dos torres funcionan a presión atmosférica y a temperatura ordinaria.

20. El efluente pasa entonces por el recalentador E1 donde su temperatura es llevada a 500°C aproximadamente, y después al reactor A1 donde un catalizador (platino por ejemplo) descompone los hidrocarburos para formar CO_2 y H_2O , mientras que otro catalizador (rodio por ejemplo) descompone el protóxido de nitrógeno N_2O en N_2 y O_2 . Un dispositivo de calentamiento externo asegura el mantenimiento de la temperatura correcta en el reactor. A la salida de éste la proporción de la mezcla gaseosa en hidrocarburos y N_2O no sobrepasa 1 volumen por millón.

25. Esta mezcla es refrigerada por intercambio con agua en el refrigerante E2 y después comprimida hasta 8 atmosferas absolutas aproximadamente en el compresor C1. De nuevo es refri
30.



gerada en el refrigerante E3, donde se produce una cierta condensación de agua. El agua es recogida en el separador B1 y eliminada.

5. La mezcla comprimida obtenida es secada por paso sobre un tamiz molecular en uno y otro de dos adsorbedores T1 y T2 dispuestos en paralelo. Las trazas de CO₂ son igualmente retenidas en esta adsorción. Estos dos adsorbedores experimentan periódica y alternativamente una regeneración por calentamiento y circulación de una fracción gaseosa tratada que puede a continuación ser reciclada a la entrada de la unidad de depuración.

10. A la salida del adsorbedor en funcionamiento, el refrigerante E4 lleva la temperatura de la mezcla gaseosa tratada a una temperatura del orden de 20°C y el filtro F1 detiene las materias en polvo de tamiz eventualmente arrastradas.

15. La mezcla así depurada es admitida en la unidad de concentración donde pasa en primer lugar por el intercambiador E5 donde es refrigerada hasta una temperatura próxima del punto de rocío antes de ser admitida en la parte inferior de la columna de destilación K1.

20. La columna de destilación funciona a una presión de 1,5 atmósferas absolutas aproximadamente.

25. La parte inferior de la columna K1 está constituida por un calderín en el que la licuefacción de la mezcla gaseosa asegura la mayor parte del calentamiento necesario para el funcionamiento de la columna. Un dispositivo de calentamiento eléctrico de ajuste se instala en el propio calderín. Una purga en el vértice del vaporizador permite la evacuación periódica de los gases no licuables, es decir en particular helio. La presión en el calderín es de 8 atmósferas absolutas.

30.



5. La mezcla licuada es tomada en el fondo de la columna y enviada a la parte mediana de la misma pasando por mediación de uno u otro de dos filtros de alúmina T3 y T4 que están periodicamente y en alternancia en funcionamiento y durante la regeneración y que eliminan las últimas trazas eventuales de hidrocarburos.

En cabeza de columna, un reflujo es asegurado por un condensador E12 refrigerado por nitrógeno líquido.

10. La columna K1 asegura la eliminación de una parte del oxígeno y de la totalidad del nitrógeno que puede ser purificada y reciclada en cabeza de la fábrica. Igualmente asegura la concentración del kriptón y del xenón en solución en oxígeno líquido. De la parte superior de la columna se extrae una mezcla descontaminada que contiene, además del

15. nitrógeno, oxígeno y argón, que es recalentada en el intercambiador E5 a contra-corriente con la mezcla que alimenta la columna. Del calderín de la columna, se extrae una mezcla concentrada de kriptón y xenón en oxígeno, que pasa a un intercambiador E6 que asegura así la vaporización y el recalentamiento.

20. Además, la columna K1 puede ser acoplada eventualmente a unas trampas de ozono T5 y T6. Unos tubos extractores son entonces previstos a la altura del calderín de la columna para tomar en continuo una fracción de la mezcla licuada concentrada, hacerla pasar por un intercambiador E13, y después

25. por uno u otro de los dos elementos que aseguran la disociación del ozono y que funcionan periodicamente en alternancia, para enviarla de nuevo a continuación a la parte inferior de la columna por mediación del intercambiador a contra-corriente E13.

30. La mezcla concentrada de kriptón y de xenón en oxí-



geno obtenida a la salida de la unidad de concentración es diluida en un bucle de hidrógeno cuyo caudal es tal que se obtiene una proporción en oxígeno que es inferior al 2% en el reactor A2, y después recalentada en el recalentador E7 hasta una temperatura del orden de 100°C.

5.

La mezcla gaseosa es entonces introducida en un reactor A2 donde se produce una combustión catalítica del oxígeno con el hidrógeno sobre un catalizador de paladio por ejemplo del tipo "DEOXO". Otro lecho de catalizador (rodio por ejemplo) puede ser además incorporado en el reactor A2 para eliminar las trazas eventuales de óxidos de nitrógeno NO y NO₂. A la salida 110 del reactor A2, la mezcla gaseosa pasa al refrigerante E8 donde es refrigerada. El agua condensada es eliminada en B2.

10.

Después de la eliminación del oxígeno así asegurada, la mezcla gaseosa, tomada a la salida de un ventilador C3 está constituida de xenon y kripton, hidrógeno y vapor de agua. Una válvula de tres vías 100 está dispuesta a la salida del ventilador C3. La parte que no es reciclada por la tubuladura 101 pasa entonces a uno u otro de dos conjuntos que funcionan periódicamente en alternancia, que comprenden cada uno un intercambiador E9 o E10 donde el vapor de agua es eliminado por depósito frigorífico y después un refrigerador F2 ó F3 donde el xenon y el kripton son retenidos a una temperatura de -180°C aproximadamente. Los intercambiadores E9 y E10 son refrigerados por nitrógeno frío tomado a la salida nitrógeno del condensador de cabeza de la columna K1, y los refrigeradores F2 y F3 por circulación del nitrógeno líquido.

15.

20.

25.

30.

La recuperación de la mezcla kripton-xenon es efectuada alternativamente a partir de aquel de los refrigeradores



F2 y F3 que está aislado del circuito C3, por calentamiento de este refrigerador. Este calentamiento provoca la sublimación del depósito de xenon y kripton. El agua atrapada en el intercambiador E9 ó E10 es simultáneamente calentada y eliminada.

5.

La mezcla gaseosa kripton-xenon-hidrógeno es transferida a la unidad de recuperación del xenon. Se admite a una presión de cuatro atmósferas absolutas aproximadamente en la parte mediana de una columna K2 donde se efectúa la destilación del kripton. En la parte superior de la columna, un condensador refrigerado por un baño de argón a su vez refrigerado por circulación de nitrógeno líquido en el intercambiador E14 asegura el reflujo de la columna. El calentamiento del calderín es asegurado por un recalentador E15.

10.

15.

El kripton destilado, en parte radiactivo, y que puede todavía contener hidrógeno, es tomado en cabeza de la columna K2. El xenon puro comercializable es trasegado de la parte inferior de la columna y recalentado en un intercambiador E11. Está disponible a la salida de la instalación bajo cuatro atmósferas absolutas y a la temperatura ambiente.

20.

La estructura representada en la figura 3 constituye una variante del dispositivo representado en la figura 2c descrita anteriormente. El dispositivo en la parte anterior de esta figura única es el mismo que el que se utiliza para el dispositivo de la figura 2c, que está representado en las figuras 2a y 2b.

25.

Esencialmente, el dispositivo representado en la figura 3 se refiere al reactor utilizado para eliminar el oxígeno de la mezcla procedente de la instalación anterior, es decir la columna de destilación utilizada para obtener la mezcla

30.



5. cla oxígeno-kripton-xenon. La mezcla (aproximadamente 90% de oxígeno) llega por el intercambiador E6 representado en la figura 2b de la patente principal. El dispositivo comprende un intercambiador recalentador E7, un reactor A2 de combustión catalítica, un intercambiador de calor E8, un recipiente B2 donde el agua es recogida, un ventilador C3, una ramificación 100 que envía una parte de los gases de salida del reactor A2 hacia el conducto 102, unido a una alimentación de hidrógeno por la vía 104, y la otra parte por la vía 106 a la columna de destilación K2 por mediación de uno de los dos intercambiadores E9 y E10.

10. La mezcla concentrada de kripton y de xenon en oxígeno, obtenida a la salida de la unidad de concentración representada en la figura 2b se diluye en el bucle de kripton y de xenon constituido por la tubuladura 102, el intercambiador E7, el reactor A2, el intercambiador E8, el recipiente B2, el ventilador C3 y el conducto 101.

15. El caudal de kripton y de xenon es tal que la proporción en oxígeno en el reactor A2 sea inferior al 2%. El hidrógeno es inyectado por la vía 104 de modo a mantener un ligero exceso de este gas a la salida 110 del reactor A2 (a diferencia de la figura 2c donde el caudal de hidrógeno inyectado hacía que el exceso de hidrógeno fuera muy importante).

20. La mezcla procedente del intercambiador E6 tras la adición de la mezcla constituida principalmente por el kripton y el xenon procedente de la conducción 102, es recalentada en el intercambiador E7 hasta 100°C antes de ser introducida en el reactor A2 donde se produce la reacción catalítica de oxígeno con hidrógeno sobre un catalizador del tipo conocido bajo la designación "DEOXO"; otro tipo de catalizador puede

25.

30.



además ser incorporado en el reactor A2 para eliminar las trazas eventuales de óxidos de nitrógeno NO y NO₂.

A la salida del reactor A2, la mezcla gaseosa pasa al refrigerante E8 donde es refrigerado.

5. El agua condensada es eliminada en el recipiente B2,

Después de la eliminación del oxígeno, la mezcla gaseosa tomada a la salida del ventilador C3, constituida de xenon, kripton, un poco de hidrógeno y una pequeña cantidad de vapor de agua, es enviada en parte por la canalización 101 al conducto 102 y en parte por la canalización 106 a uno de los intercambiadores E9 ó E10. Estos dos intercambiadores E9 y E10 están conectados en paralelo de modo a poder utilizar en alternancia ya sea uno o bien el otro, pudiendo ser regenerado el intercambiador que no es utilizado.

15. En estos intercambiadores E9 y E10 refrigerados por nitrógeno líquido, el vapor de agua restante es eliminado por depósito frigorífico. La mezcla gaseosa de kripton, xenon e hidrógeno es entonces transferida a la columna de destilación criogénica K2 donde se efectúa la recuperación del xenon. La mezcla gaseosa es admitida en la parte mediana de la columna K2 a una presión de cuatro atmósferas aproximadamente.

20. En la parte superior de la columna K2, un condensador 108, refrigerado por un baño de argón, siendo a su vez refrigerado este baño por circulación de nitrógeno líquido en el intercambiador E14, asegura el reflujo de la columna. El calentamiento del calderín es asegurado por el recalentador E15.

25. El kripton destilado es tomado en cabeza de la columna K2.

30. El xenon puro comercializable es trasegado de la parte inferior de la columna K2 y es recalentado en un calentador



E11. Está disponible a la salida de la instalación bajo cuatro atmósferas y a la temperatura ambiente.

5. Con respecto a la figura 20, se ve que el dispositivo de la figura 3 permite una instalación más simple y es de una seguridad acrecentada. En efecto, se sustituye el hidrógeno que constituía el gas portador principal en el reactor A2 por kriptón y xenón que son gases inertes.

10. Por lo demás, la recirculación por bucle de kriptón y xenón en el reactor A2 disminuye la elevación de calor en el reactor A2 diluyendo así el oxígeno introducido.

Por último, según la invención, el caudal de alimentación de la columna final K2 es regular puesto que el funcionamiento puede ser perfectamente continuo.

N O T A

15. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas, son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el

20. invento se refiere a dos solicitudes de Patente presentadas en Francia con Nº EN 74 26520 de 31 de julio de 1.974 y EN 75 11965 de 17 de abril de 1.975, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido

25. invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre: PROCEDIMIENTO DE TRATAMIENTO DE UNA MEZCLA DE AIRE CON GASES RAROS, caracterizándose por lo siguiente:

30. 1.- Procedimiento de tratamiento de una mezcla de aire con gases raros, en particular xenón y kriptón, al menos



- parcialmente radiactivos, especialmente de efluyentes gaseosos que proceden del retratamiento de combustibles irradiados, caracterizado porque comprende una etapa de concentración de los gases raros en solución en el oxígeno líquido, por destilación criogénica de los gases ligeros, y principalmente del nitrógeno a partir de la mezcla licuada.
- 5.
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende una etapa de recuperación de xenon por destilación criogénica del o de los demás gases a partir de la mezcla concentrada y licuada.
- 10.
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende después de la etapa de concentración, una etapa de separación de los gases raros por combustión catalítica del oxígeno con hidrógeno y eliminación del agua y después una etapa de recuperación de xenon por destilación criogénica del o de los demás gases raros.
- 15.
- 4.- Procedimiento según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque para el tratamiento de gases efluyentes procedentes del retratamiento de combustibles nucleares irradiados constituido de una mezcla gaseosa que contiene al menos xenon y kripton radiactivo en aire, comprende esencial y sucesivamente una primera etapa de depuración de la mezcla gaseosa para eliminar las impurezas eventuales tales como los óxidos de nitrógeno, gas carbónico, vapor de agua, y más particularmente los hidrocarburos, una segunda etapa de concentración del xenon y del kripton en solución en oxígeno líquido por destilación de los gases ligeros y principalmente del nitrógeno, a partir de la mezcla licuada, una tercera etapa de separación del xenon y del kripton por combustión catalítica en un reactor del oxígeno con el hidrógeno y eliminación del
- 20.
- 25.
- 30.



agua formada, y una cuarta etapa de recuperación del xenon por destilación criogénica de la mezcla de xenon y kripton.

5. 5.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque se toma preferentemente en continuo, una fracción de la mezcla licuada en curso de concentración y se la hace pasar por un elemento que asegura la disociación del ozono que puede contener, antes de enviarla de nuevo a la mezcla licuada.
10. 6.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque la mezcla gaseosa tras la depuración es licuada en el calderín de una columna de destilación donde se efectúa la concentración, asegurando así la refrigeración al menos parcial de la columna.
15. 7.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque se hace pasar la mezcla licuada en curso de concentración por un filtro de retención de los hidrocarburos.
20. 8.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque se eliminan los óxidos de nitrógeno eventualmente contenidos en la mezcla concentrada, antes de la etapa de recuperación del xenon.
25. 9.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque la combustión catalítica del oxígeno se efectúa en presencia de un exceso de hidrógeno.
30. 10.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque la combustión catalítica hidrógeno/oxígeno en un reactor se realiza en presencia de un ligero exceso del hidrógeno en una mezcla constituida principalmente de gases inertes, y porque los gases de salida del reactor de combustión catalítica, esencialmente kripton, xenon, y una débil proporción de hidrógeno, son parcialmente reciclados en continuo

C



a la entrada del reactor.

5. 11.- Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado porque la fracción de los gases obtenidos a la salida del reactor, y no reciclada, es enviada en continuo tras la eliminación del agua, a una columna de destilación criogénica para la separación y la recuperación del xenon.

10. 12.- Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque la etapa de separación comprende la eliminación del hidrógeno en excedente, al menos en su mayor parte, en particular por entrapado por frío.

13.- Procedimiento de tratamiento de una mezcla de aire con gases raros, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los adjuntos dibujos.

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

Madrid,

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE.

J. GOMEZ ACEBO Y MARDET
P. P. Firmado: J. Suarez Diaz

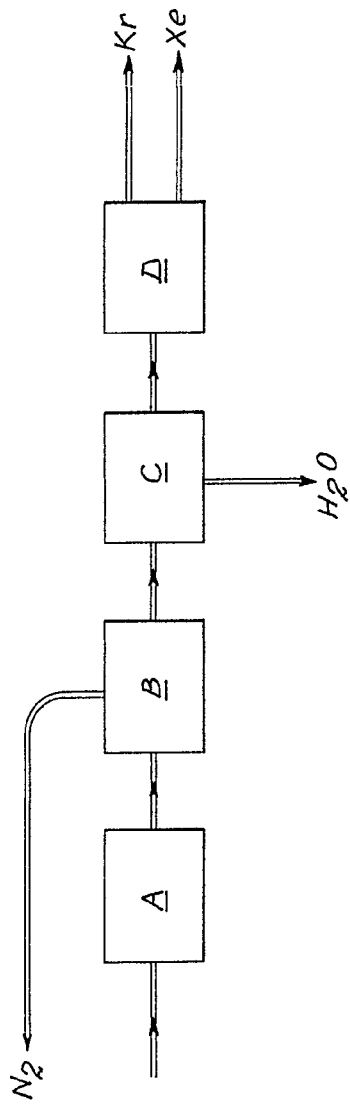


FIG. 1

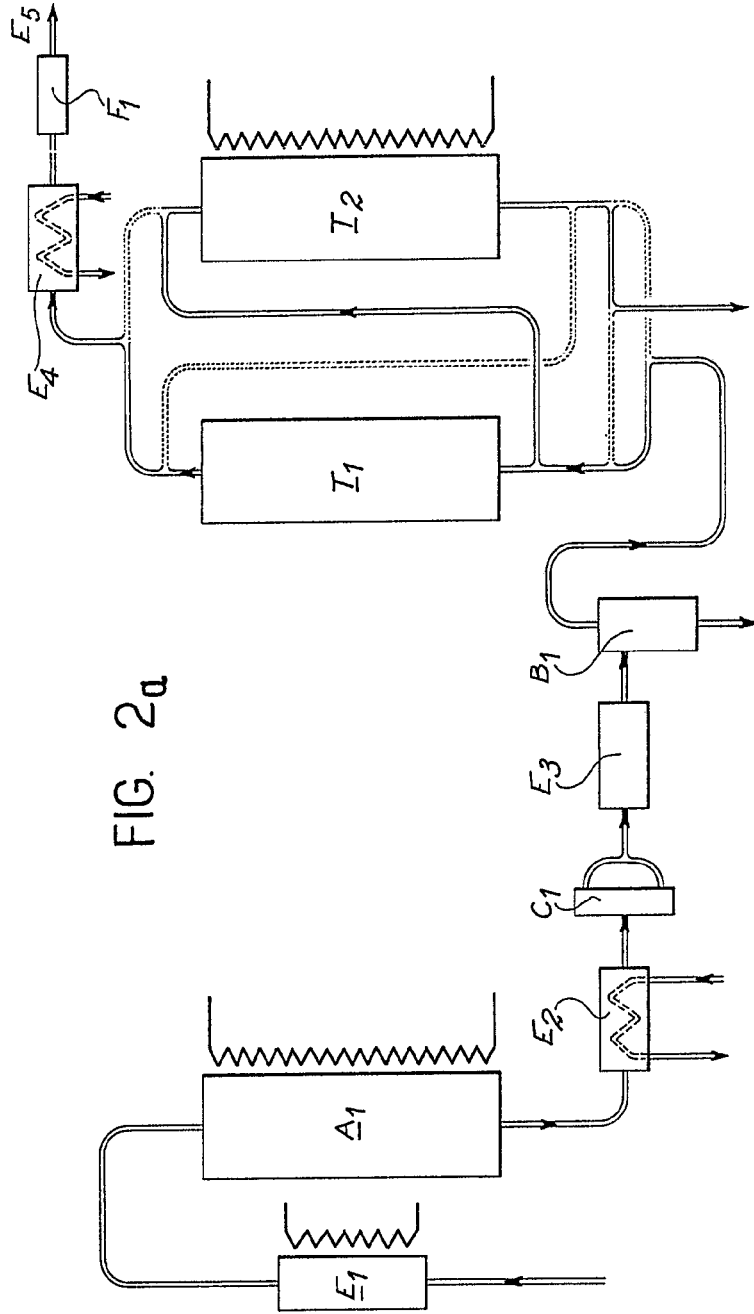


FIG. 2a

ESCALA
VARIABLE

Madrid

J. GOMEZ ARRESY Y RIGOLI
P. P. FERRAZ

Gómez Arresy y Rigoli

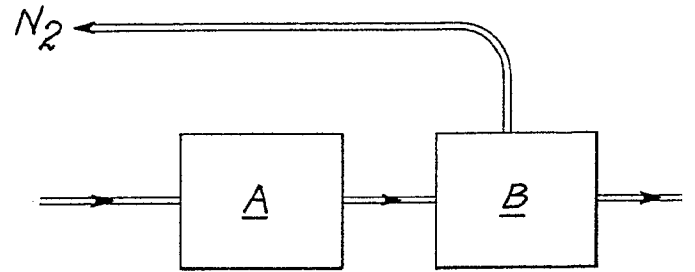


FIG. 1

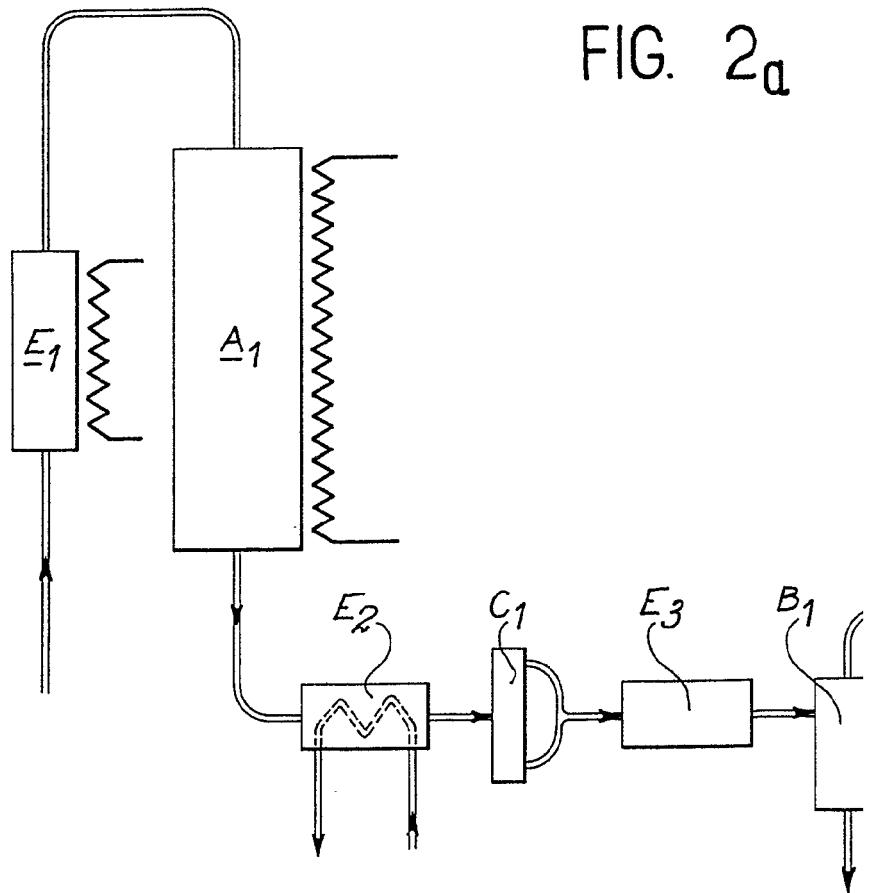
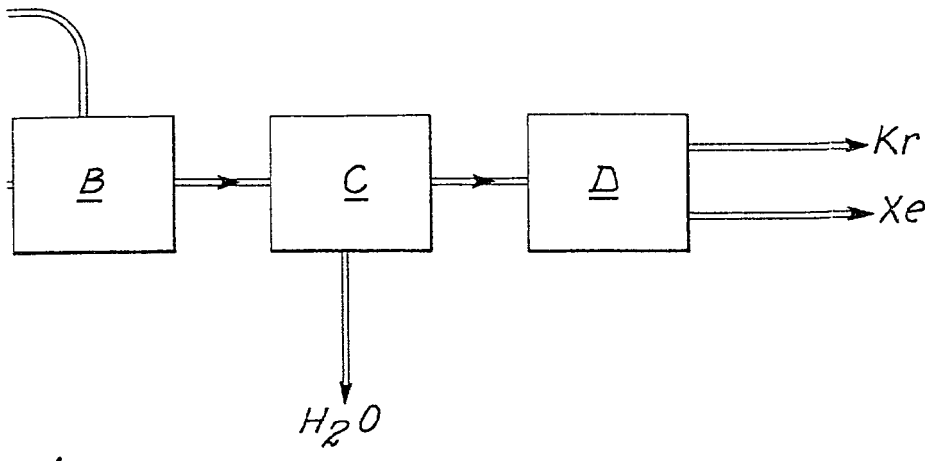
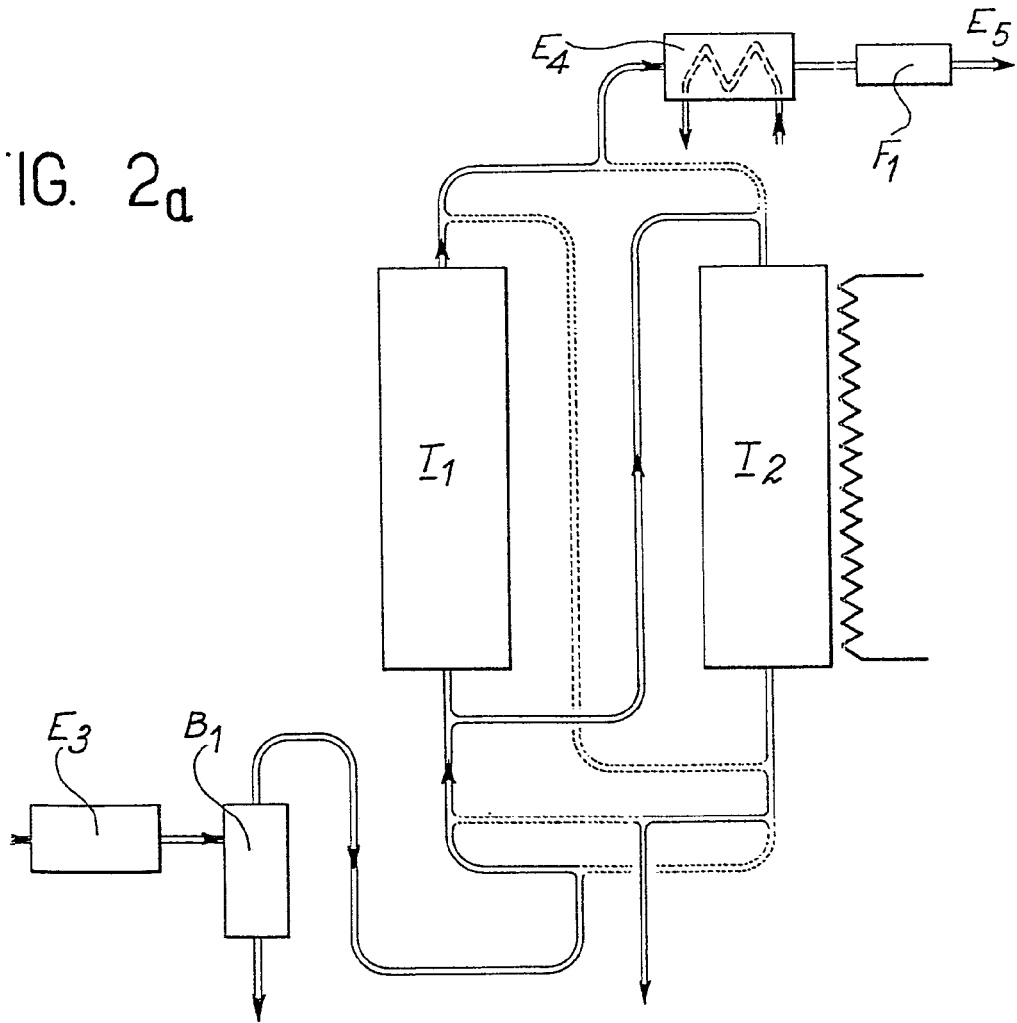


FIG. 2_a



1



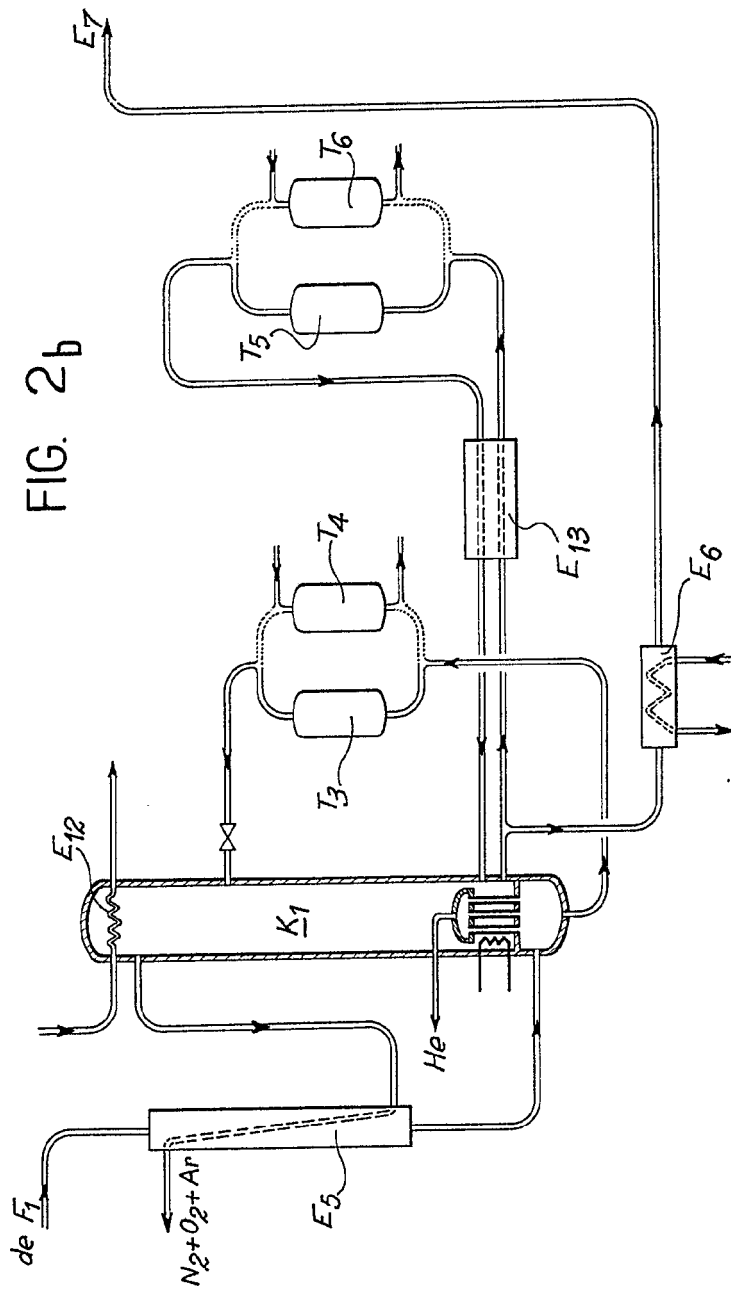
ESCALA
VARIABLE

Madrid

I. GOMEZ ACEDO Y MGD.
E. B. FERRER
(Signature)



ESCALA
VARIABLE



Madrid
Escuela Superior de Ingenieros
Ingeniero de Minas

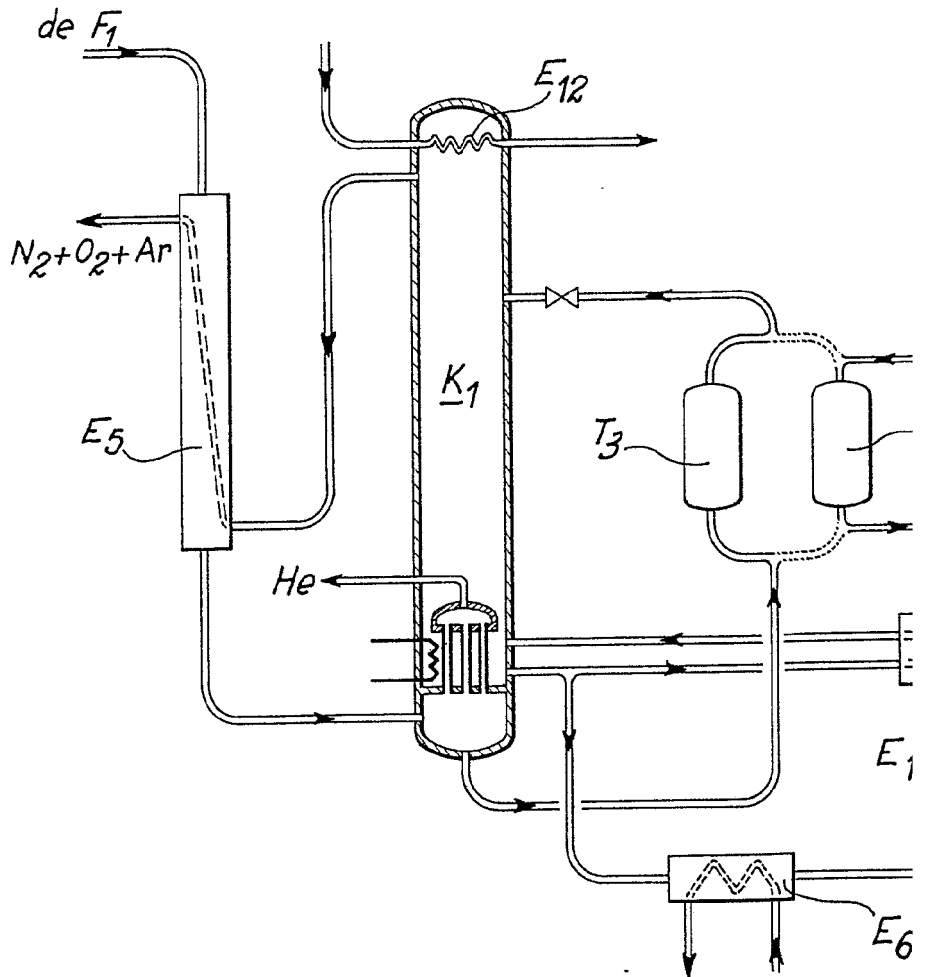
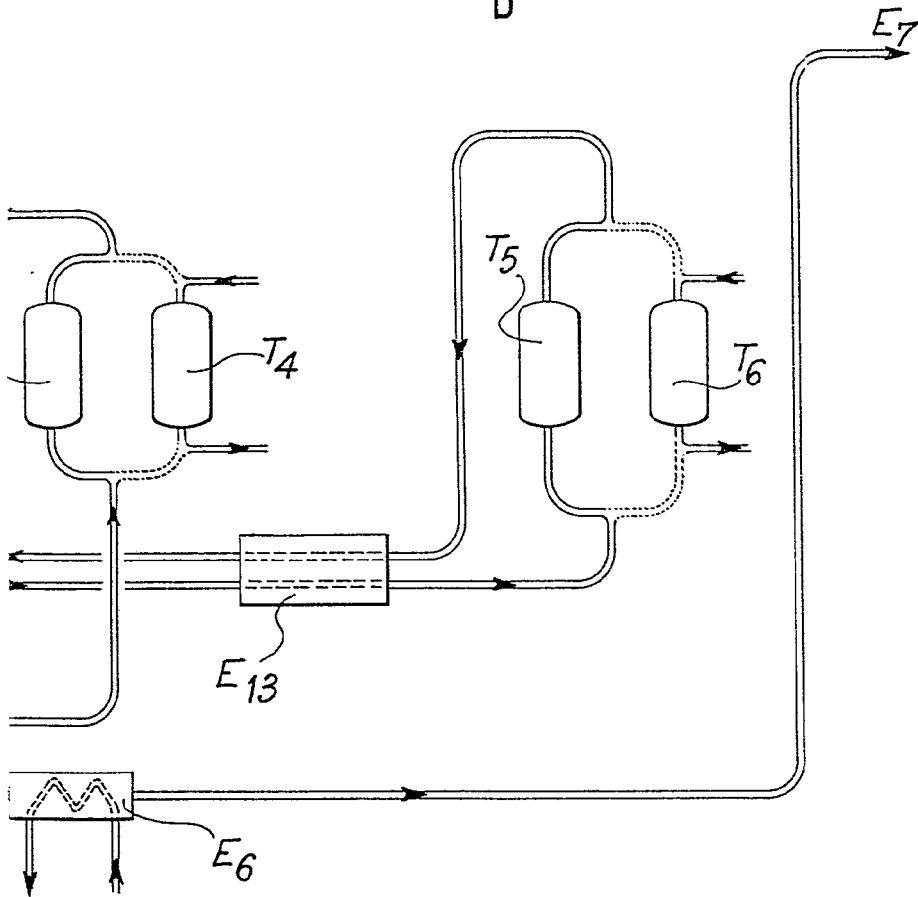




FIG. 2_b



FISCAL

Madrid

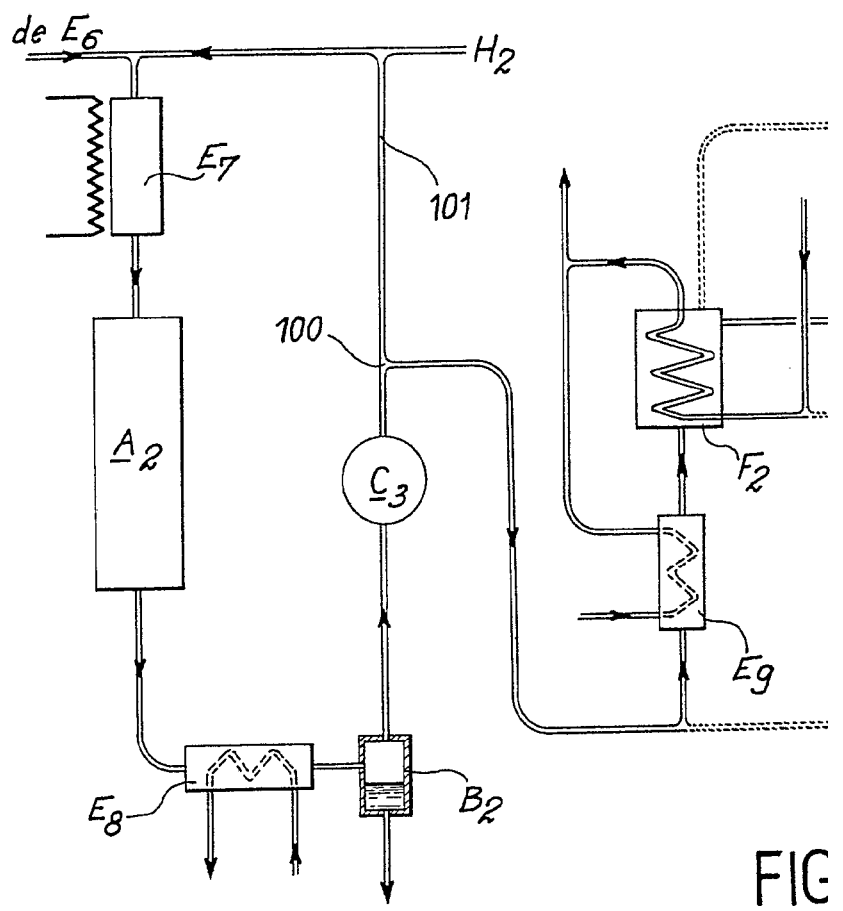
[Handwritten signature]



FIG. 2c

Madrid

Handwritten signatures and notes at the bottom of the page.



FIG

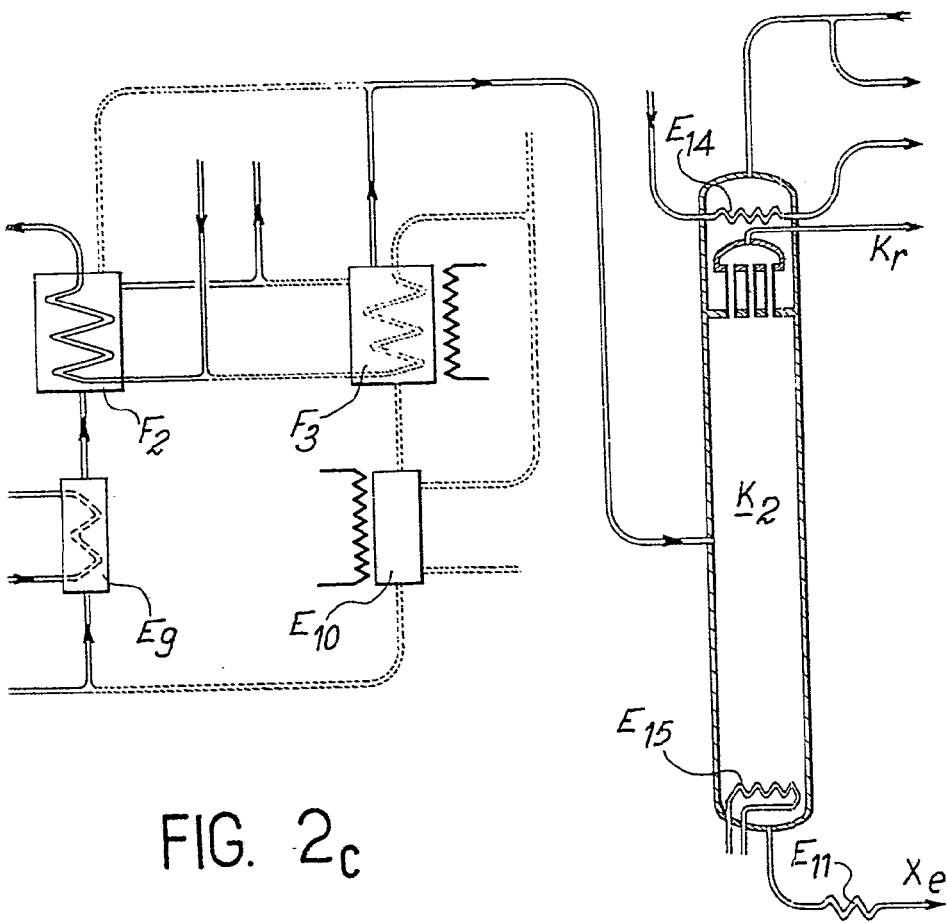


FIG. 2c

Madrid

[Handwritten signature]

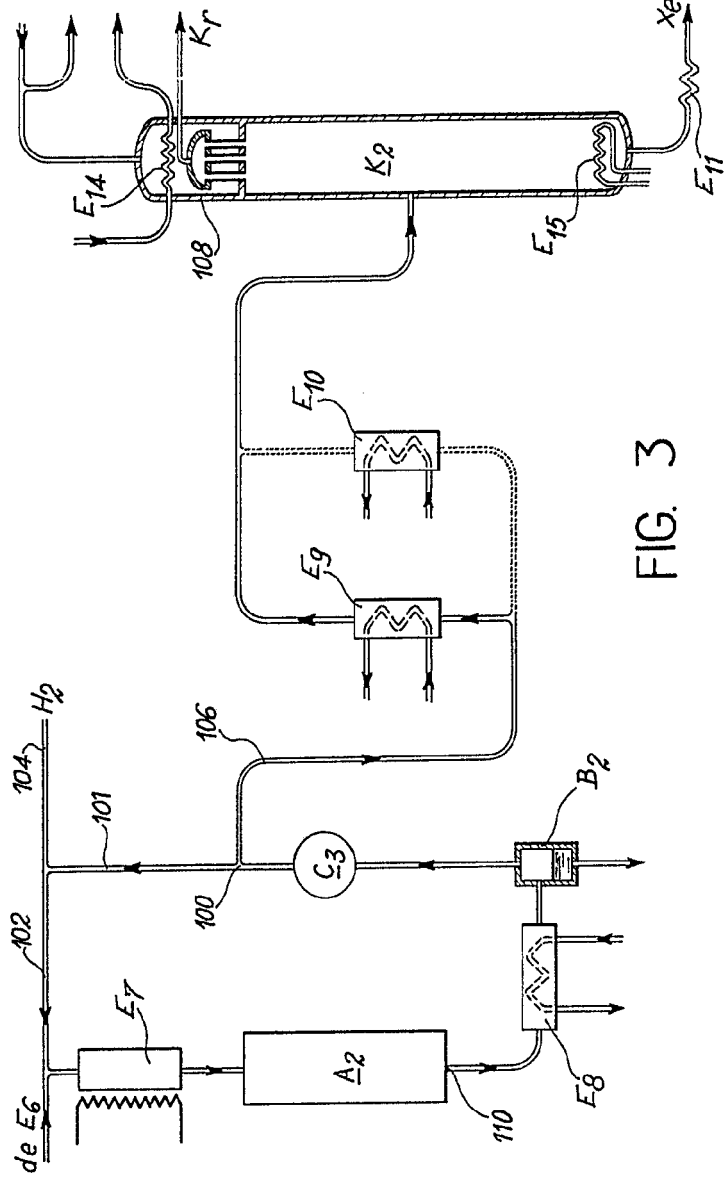
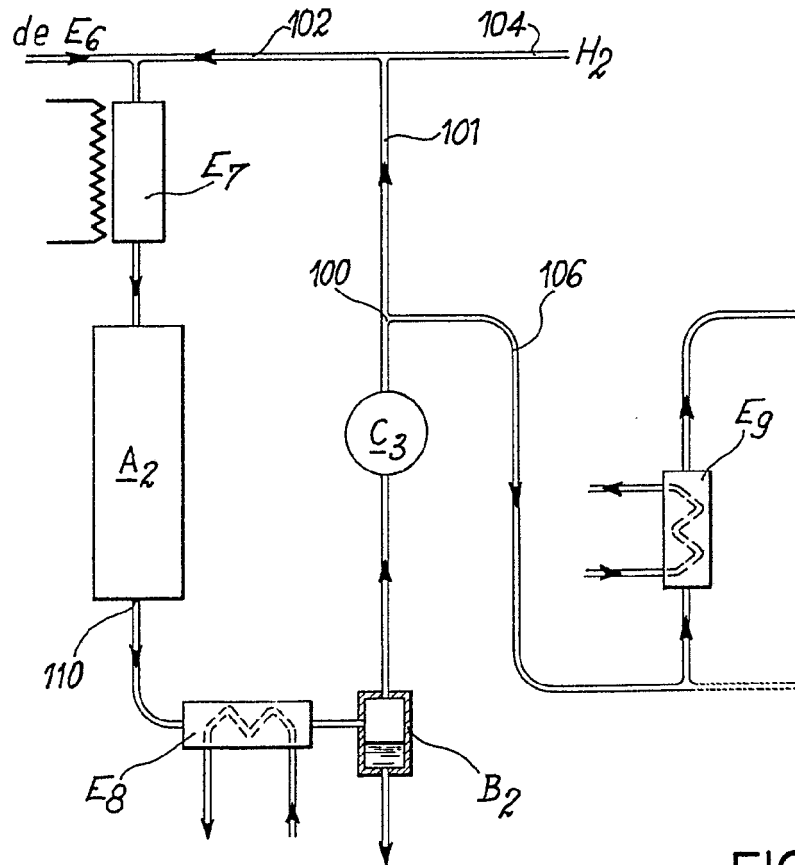


FIG. 3

31 JUL 197

J. GOMEZ ACEVEDO & ROQUES
P. R. Filizola
Buenos Aires



FIC

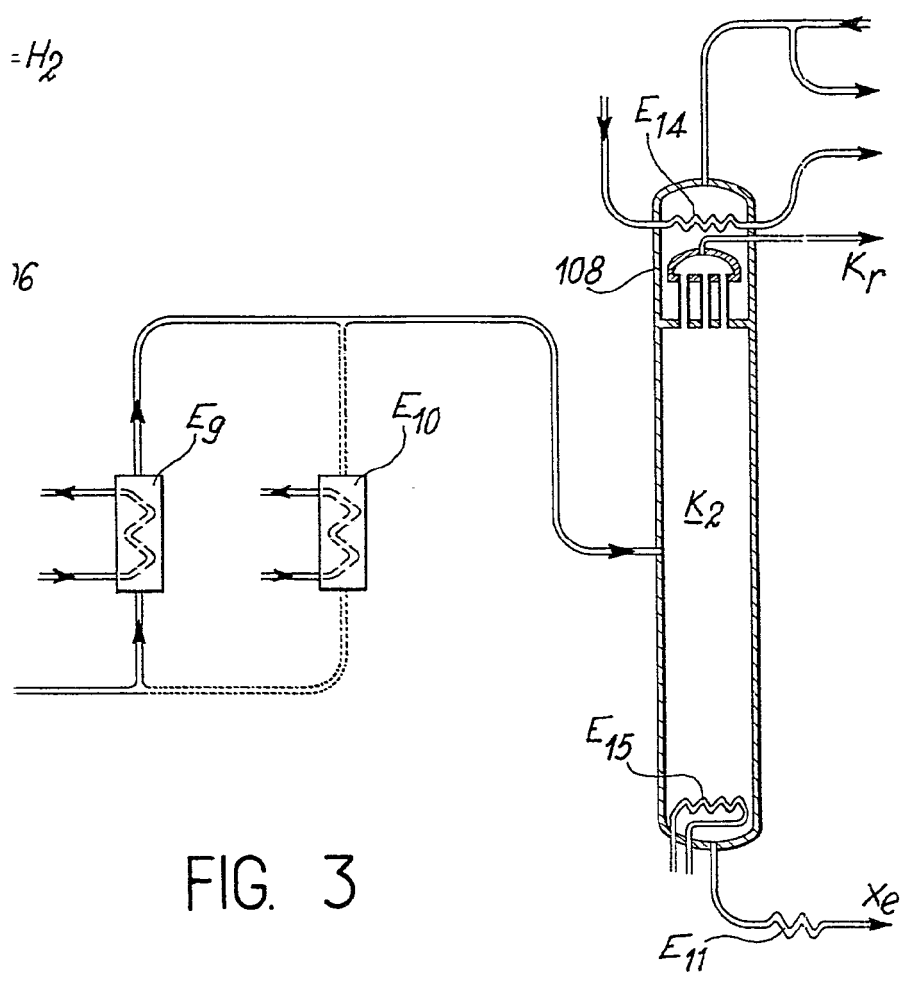
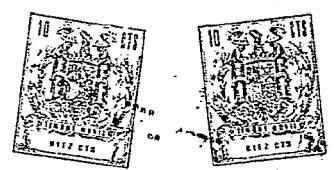


FIG. 3

3 1 52 117
I. GOMEZ ACEVEDO Y ASOCIADOS
P. P. Higuera, J. Suarez Diaz
Gomez Acevedo