

439805

24 SET. 1975

P.- 60.967

Int. <u>G21F</u>

No. 19411
Case: 50
HL 41254

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INTRODUCCION por 10 años

a nombre de NUCLEAR ENGINEERING COMPANY, INC.

entidad norteamericana

establecida en 9200 Shelbyville Road, Louisville,
Kentucky, Estados Unidos de América.

por: " UN METODO Y UN APARATO PARA ELIMINAR LIQUIDOS DE
DESECHO QUE CONTIENEN MATERIAL RADIOACTIVO "

Antecedentes del invento: Este invento se refiere a un SISTEMA PARA ELIMINAR DESECHOS RADIACTIVOS, y más en particular a un método y a un aparato para solidificar líquidos de desecho radiactivos convirtiéndolos en una masa endurecida adecuada para su eliminación enterrándola.

Usualmente, los desechos radiactivos líquidos, tales como los materiales de desecho líquidos procedentes de un reactor nuclear, son eliminados enterrándolos en la tierra o en el mar. Para evitar la contaminación del ambiente circundante después de enterrados, los materiales líquidos, frecuentemente mezclados con materiales de desecho radiactivos sólidos, son usualmente solidificados de alguna manera, de modo que permanezcan donde han sido enterrados y no se produzcan fugas ni derramamientos de los materiales radiactivos.

Se han hecho varios intentos para obtener la solidificación de estos materiales de una manera comercialmente aceptable. No obstante, se ha tropezado con una serie de problemas y ninguno de los sistemas anteriores es totalmente satisfactorio. Los desechos radiactivos sólidos han sido fijados en vidrio, betún, asfalto y materiales similares. Se han hecho esfuerzos para solidificar las pastas y soluciones acuosas con materiales tales como el asfalto emulsificado, el poliéster y el polietileno. Es-

tos últimos no han resultado ser practicable, y casi la totalidad de la encapsulación de los materiales de desecho radiactivos líquidos se ha conseguido mezclándolos con cemento Portland y permitiendo que endurezca la masa resultante similar a hormigón.

Muchos de los problemas no resueltos hasta el presente se han planteado como consecuencia del uso del cemento Portland para solidificar los desechos radiactivos líquidos. En primer lugar, se ponen en compromiso las características físicas de una masa solidificada de hormigón al introducirse variables tales como un alto margen de valores del pH, muchos tipos de concentraciones salinas, y materiales difíciles, tales como glóbulos de resina, en los cuales las áreas superficiales lisas difieren grandemente de los bordes ásperos de la arena que normalmente se usa. El hormigón es una mezcla de cemento Portland, arena, áridos (normalmente grava lavada), y agua. La ausencia de la parte de áridos en la mezcla da por resultado un mortero en vez de hormigón. Si la proporción de agua es demasiado grande, el mortero resultante es débil y se desmigaja.

Se plantean otros problemas cuando tal mortero es puesto en un recipiente cerrado, como suele ser el caso en relación con el enterramiento de desechos solidificados. El agua en exceso que no pasa a formar parte de la

que hidrata el cemento Portland queda como agua libre o suelta, la cual puede contener fácilmente radiactividad en una forma no solidificada. Este agua libre actúa además como agente corrosivo sobre el hidrón metálico, aumentando con ello las posibilidades de fugas.

5

Otra desventaja del cemento Portland surge como consecuencia de su alto peso específico y de la tendencia normal de las partículas de cemento Portland a hundirse en el agua hasta el fondo del recipiente y proporcionar una distribución no uniforme en la mezcla. Incluso aunque se haga la mezcla correctamente, y se compense de alguna manera el amplio margen de valores del pH de modo que el cemento frague, la solidificación de la masa requiere un tiempo excesivo para poder ser transportada y enterrada. El sistema de eliminación de desechos radiactivos líquidos del presente invento supera la mayor parte de las desventajas de los sistemas anteriores, y hace posible un modo más eficaz de solidificar y eliminar los materiales de desecho radiactivos líquidos y sólidos del que ha sido posible disponer hasta el presente. Para este fin, el presente sistema utiliza un agente de fraguado capaz de hacer solidificar grandes cantidades de agua (el líquido que más frecuentemente se encuentra en los problemas de eliminación de desechos radiactivos) y de mantener ese agua y los demás materiales de desecho radiactivos en un

10

15

20

25

estado especialmente adecuado para su transporte y enterramiento.

5 El agente de fraguado descrito es un polímero susceptible de extensión por adición de agua, consistente en una suspensión acuosa de urea formaldehído, usualmente en forma parcialmente polimerizada. Este material admite grandes variaciones en cuanto a las áreas críticas de la tensión superficial y del pH, y puede ser usado en muchas proporciones para formar sólidos de diversas resistencias. El agente es capaz de absorber volúmenes de agua relativamente grandes al solidificar la masa. Se obtiene fácilmente el control sobre la velocidad de solidificación variando para ello la cantidad de agente de curado usada, y el agente de curado es un agente reductor que se encuentra en el comercio a bajo coste. Aumentando la concentración del agente de curado se acorta el tiempo de solidificación así como el tiempo necesario para obtener el pleno potencial de resistencia de la masa. Elevando la temperatura de la masa se acelera también la acción de solidificación.

10

15

20

El presente sistema incluye una pluralidad de bombas volumétricas cuya salida es proporcional a su velocidad de funcionamiento, sistemas de colectores y de válvulas para efectuar las mezclas y las proporciones deseadas, mezcladoras para conseguir y mantener la dis-

25

persión mutua deseada de los materiales, perceptores de presencia de líquidos y de radiactividad, y controles que hacen posible hacer funcionar todo el sistema desde lugares alejados. La construcción de los diversos elementos del sistema proporciona numerosas salvaguardias y enclavamientos de seguridad contra derramamiento accidental u otros escapes de materiales radiactivos y para reducir las consecuencias perjudiciales de cualquiera de tales derramamientos accidentales.

Los aspectos de graduación de las proporciones del sistema hacen posible proporcionar una masa solidificada resultante que satisface las Normas de Baja Actividad Específicas impuestas en relación con el transporte y la manipulación de materiales radiactivos. Con los valores de radiactividad que se dan en los materiales de desecho de reactores nucleares, es usualmente necesario proporcionar protección o blindaje durante el transporte y la manipulación. Este blindaje es usualmente de plomo, frecuentemente en forma de barriles de plomo, y por supuesto es extremadamente pesado. Puesto que el coste del transporte de los desechos radiactivos es más significativo que ya sea el coste de la solidificación o ya sea los costes del enterramiento, cualquier reducción en la cantidad de blindaje requerido para una cantidad particular de material de desecho radiactivo representa una economía real.

El presente sistema hace posible controlar los valores de Baja Actividad Específica de tal manera que se proporcione una reducción en la cantidad de blindaje requerido para transporte, dando por resultado ahorros monetarios significativos así como reducción del riesgo de contaminación radiactiva en caso de un accidente. El sistema proporciona además un modo de poder concentrar los materiales sólidos que tienen un nivel de radiactividad más alto en el área central de la masa solidificada, de modo que las partes circundantes de radiactividad más baja de la masa actúen por sí mismas como una protección.

Es, por consiguiente, un objeto principal del presente invento, proporcionar un sistema capaz de solidificar desechos radiactivos líquidos convirtiéndolos en una masa endurecida autoportante adecuada para su eliminación por enterramiento en la tierra o en el mar.

Otro objeto del invento es proporcionar un sistema de la naturaleza del descrito capaz de controlar las características físicas de la masa solidificada resultante, y la cual resulta especialmente adaptada para su inclusión en un recipiente que la rodee.

Otro objeto del presente invento es proporcionar un sistema de la naturaleza del descrito capaz de controlar la radiactividad específica media en toda la masa solidificada, y en el cual el recuento de Baja Actividad Es-

pecífica total pueda mantenerse dentro de límites previamente establecidos. Otro objeto del invento es proporcionar un sistema de la naturaleza expuesta capaz de desviar el material de desecho de radiactividad relativamente alta al área central de la masa solidificada resultante, con lo que las partes de radiactividad más baja que la rodean pueden actuar como una protección.

Todavía otro objeto del presente invento es proporcionar un sistema de la naturaleza descrita capaz de producir una masa endurecida, solidificada, de desechos radiactivos líquidos de un recuento de Baja Actividad Específica deseado.

Otro objeto del invento es proporcionar un sistema de la naturaleza expuesta, capaz de entremezclar materiales de desecho radiactivos líquidos y no líquidos con un agente de fraguado en forma líquida y un agente de curado en forma líquida, teniendo lugar la mezcla del agente de fraguado y del agente de curado al entrar la mezcla licuada en un depósito de recepción.

Todavía otro objeto del invento es proporcionar un método de la naturaleza descrita, según el cual se mezclan entre sí cantidades adicionales del agente de fraguado y del agente de curado y se añaden al depósito de recepción, después de haber sido éste llenado y solidificado el contenido, de modo que llenen las áreas no ocupadas del

recipiente y absorben el agua libre que pueda haber presente.

5 Todavía otro objeto del invento es proporcionar un método de la naturaleza del que se ha descrito en el cual se ~~añade~~ una cantidad controlada de un agente de inhibición a la mezcla líquida para ajustar el tiempo de solidificación. Otro objeto del invento es proporcionar un método de la naturaleza que se ha expuesto en el cual las cantidades proporcionales de los diversos componentes es-
10 tán sometidas a continuo ajuste durante la fase de mezclado, y la graduación de proporciones responde a las características físicas de los componentes que entran en la mezcla.

15 Otro objeto del presente invento es proporcionar un sistema en el cual las bombas volumétricas son capaces de manipular una gran diversidad, y en un amplio margen, de materiales de desecho radiactivos líquidos, sólidos y de consistencia pastosa.

20 Todavía otro objeto del invento es proporcionar un sistema de la naturaleza del que se ha descrito, en el cual el primer contacto del agente de fraguado con el agente de curado tiene lugar inmediatamente antes de la introducción de la mezcla en un depósito de recepción y solidificación, y el sistema está destinado para lavado con agua
25 al final del ciclo de llenado. Otro objeto del invento es

proporcionar un sistema de la naturaleza del que se ha descrito, que está especialmente adaptado para funcionamiento desde lugares alejados y que incluye salvaguardias imperativas contra derramamientos accidentales y contra las consecuencias deletéreas del escape de materiales de desecho radiactivos.

Otros objetos y características ventajosas se pondrán de manifiesto en lo que sigue de la Memoria Descriptiva y en las Reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una vista en perspectiva de un sistema para eliminar líquidos de desecho que contienen materiales radiactivos, construido de acuerdo con el presente invento, con partes del edificio circundante arrancadas y representadas en corte para mayor claridad.

La figura 2 es una vista en planta parcial, a escala ampliada, del sistema de la figura 1.

La figura 3 es una vista en corte, en alzado, tomada sustancialmente por el plano de la línea 3-3 de la figura 2.

La figura 4 es una vista esquemática de una parte del sistema del presente invento, que ilustra un colector y unos medios valvulares de control asociados con el mismo.

La figura 5 es una vista en planta, a escala ampliada, de una unidad típica de bombeo y mezclado que forma parte del sistema del presente invento.

5 La figura 6 es una vista en alzado lateral de la unidad de la figura 5.

La figura 7 es una vista en alzado por un extremo de la unidad de la figura 5.

10 La figura 8 es una vista en alzado, a escala ampliada, con arranque parcial y representada en corte, de un dispositivo de mezclado para añadir agente de curado, que forma parte del sistema del presente invento.

La figura 9 es una vista en corte horizontal tomada sustancialmente por el plano de la línea 9-9 de la figura 8.

15 La figura 10 es una vista en corte, en planta, tomada sustancialmente por el plano de la línea 10-10 de la figura 8.

20 La figura 11 es una vista esquemática de un sistema típico construido de acuerdo con el presente invento y que ilustra medios de control y un panel de control para el mismo.

25 La figura 12 es una vista en corte vertical que ilustra un depósito de recepción y un dispositivo para concentrar material de alta radiactividad en el área central, construido de acuerdo con el presente invento.

La Figura 13 es una vista en corte vertical a través de un depósito de recepción y de la protección que le rodea, similar a la de la Figura 12 pero en la que se ilustra un aparato de mezclado para agitar el contenido del depósito durante la solidificación del mismo.

La Figura 14 es una vista en alzado lateral de una bomba volumétrica de cavidad gradual construida de acuerdo con el presente invento, con partes de la misma recortadas y representadas en corte para mayor claridad.

La Figura 15 es una vista en alzado lateral de una mezcladora en línea que forma parte del sistema del presente invento.

Aunque solamente se han ilustrado en los dibujos las formas preferidas del invento, será evidente que se pueden efectuar en ellas cambios y modificaciones sin rebasar el ámbito del invento, tal como queda definido en las reivindicaciones.

Descripción de las realizaciones preferidas:
con referencia a los dibujos con detalle, se verá en ellos que el sistema para eliminar líquidos que contienen material de desecho radiactivo del presente invento proporciona un depósito de suministro 21 para un agente de fraguado en forma líquida, un depósito de catalizador 22 para un agente de curado líquido, un depósito de recepción 23 destinado a contener material de desecho radiactivo

solidificado, y medios de bomba 24 destinados para conexión a esos depósitos y a una fuente de líquido que contiene material de desecho radiactivo (no representada), estando formados los medios de bomba 24 para bombear cantidades proporcionadas de los agentes de fraguado y de curado y de desecho líquido radiactivo al depósito de recepción 23 para solidificación en forma de una masa endurecida. El sistema incluye además medios mezcladores 26 asociados con los medios de bomba y formados para entre-
mezclar el agente de fraguado con el desecho líquido radiactivo antes de la entrega al depósito de recepción
23.

Aunque puede utilizarse el sistema del presente invento para eliminar líquidos que contiene materiales de desecho radiactivos, procedentes de cualquier origen es particularmente adecuado para uso para la eliminación de materiales de desecho procedentes de reactores nucleares y sus sistemas asociados. Estos desechos radiactivos suelen consistir en agua que contiene otros diversos materiales en solución, en suspensión y en diversas formas de consistencia de pasta. Se suelen encontrar soluciones de ácido bórico de alta concentración, como también pastas de glóbulos de resina de intercambio de iones consumidas, pre-recubrimientos de filtros y otros materiales en partículas. También puede haber presentes otros líquid-

dos tales como aceites contaminados, etc. El sistema del presente invento es particularmente eficaz para hacer frente a una gran diversidad de tales materiales, bajo una gran diversidad de condiciones de temperatura y de pH, inmovilizando y encapsulando estos materiales en una masa solidificada, endurecida, adecuada para ser eliminada enterrándola.

El método del presente invento prevé la mezcla de tales materiales líquidos de desecho radiactivos con un líquido que contiene un agente de fraguado capaz de hacer solidificar los líquidos de desecho en forma de una masa endurecida autoportante que encapsula a cualesquiera materiales de desecho no líquidos contenidos, colocar la mezcla líquida resultante en un recipiente, añadir una cantidad proporcionada de un agente de curado a la mezcla líquida, agitar la mezcla líquida mientras se añade el agente de curado, retener la mezcla en el recipiente hasta que solidifique la mezcla, y enterrar el recipiente y la mezcla solidificada para su eliminación.

Como una característica del invento, los materiales de desecho radiactivos y el agente de fraguado líquido se mezclan para obtener una buena dispersión del agente de fraguado en todo el material de desecho, y no se añade a la mezcla el agente de curado, de preferencia también en forma líquida, hasta el momento en que la mez-

cla entra en el depósito de recepción en el cual ha de ser solidificada. Con el uso de un polímero extensible por adición de agua, y en particular con el uso de una suspensión en agua de urea formaldehído en forma parcialmente polimerizada finamente dividida, el espacio de tiempo que se requiere para que solidifique la mezcla es bastante corto. En consecuencia, si se hubiera de añadir el agente de curado antes del momento en que se alimenta la mezcla al depósito de recepción, podría tener lugar una solidificación no deseada antes de que los materiales estén en su emplazamiento deseado.

De acuerdo con el presente invento, el agente de curado es también un líquido, para facilidad de la mezcla y de la distribución, y es un producto químico que se encuentra fácilmente en el comercio y barato. El agente de fraguado de urea formaldehído preferido solidifica rápidamente, en cuestión de unos minutos, cuando se usa un agente con un pH reductor para favorecer la acción de curado. Un agente de pH reductor que se encuentra fácilmente y barato, adecuado para uso en el sistema del presente invento con la urea formaldehído, es el bisulfato sódico.

Se mantiene una concentración constante de bisulfato sódico poniendo cristales de bisulfato sódico blancos en un depósito de alimentación de producto

químico obscuro revestido con plástico. Cuando se añaden los cristales blancos en cantidad suficiente para sobresaturar la solución de agua, los cristales no disueltos permanecerán en el fondo del depósito, de modo que los cristales blancos contrastan con el fondo obscuro del plástico. El operario solamente tiene que añadir bisulfato sódico en cantidades que hagan que se produzca una solución concentrada o sobresaturada, siendo limitada la concentración por la temperatura ambiente del medio circundante. Por consiguiente, se elimina el posible error del operario al medir las proporciones correctas de catalizador y de agua para obtener la concentración apropiada de la solución.

Uno de los materiales de desecho líquidos que se encuentran corrientemente procedentes de un reactor nuclear es conocido como las "colas" del evaporador del reactor. Es ésta una solución altamente concentrada de ácido bórico y otros materiales de desecho contaminados radiactivamente, que representan los sedimentos drenados de los evaporadores utilizados para depurar el agua usada en el reactor. Los anteriores intentos hechos para solidificar las colas del evaporador usando cemento Portland han sido relativamente infructuosos, debido a que el cemento Portland es relativamente intolerante y no fragua bien a menos que el agua y los demás materiales que

se mezclen con el mismo sean relativamente neutros. En consecuencia, ha sido necesario tamponar, diluir y tratar a fondo de otros modos las colas del evaporador y similares, antes de que las mismas puedan ser solidificadas con cemento Portland. La urea formaldehído, por el contrario, tolera un amplio margen de valores del pH y, mediante la utilización de los métodos aquí descritos, es susceptible de fraguar rápidamente en una masa endurecida resistente, bien adecuada para eliminación enterrándola.

Otro material de desecho que corrientemente emana de los sistemas de reactor nuclear es el consistente en glóbulos de resina de intercambio de iones gastados contaminados radiactivamente, que salen usualmente del sistema reactor en forma de una pasta acuosa. Se ha comprobado que la encapsulación y la solidificación de estos glóbulos de resina en la forma de una masa susceptible de ser eliminada se favorece si se deshidratan los glóbulos, y se sustituye el agua con la mezcla líquida del agente de fraguado y el agua. Esto permite que el agente de fraguado rodee los glóbulos de resina en contacto íntimo con el material solidificado encerrando y protegiendo contra la lixiviación del material contaminado radiactivamente desde los glóbulos.

En el método del presente invento, la pasta de

glóbulos de resina de intercambio de iones radiactivos es deshidratada bombeando para ello la pasta al interior del depósito de recepción, eliminando de la misma el componente de agua, sustituyendo el componente de agua por una mezcla líquida de agente de fraguado y agua, añadiendo el agente de curado líquido a la mezcla líquida al entrar ésta en el depósito de recepción, y agitando luego el contenido del depósito hasta que solidifique. Este método se usa también con otros materiales de desecho radiactivos de consistencia de pasta, tales como el pre-recubrimiento del filtro.

Como una característica importante del invento, es posible incorporar y encapsular otros materiales de desecho radiactivos no líquidos en la masa solidificada. Tales sólidos relativamente voluminosos, como los núcleos de filtro usados, y similares, son situados en el depósito de recepción de modo que la mezcla líquida que entra rodee y encapsule a estos sólidos.

De ordinario, los objetos sólidos, tales como los núcleos de filtros, tienen una radiactividad específica más alta que la de los materiales de desecho líquidos. Análogamente, los sólidos en partículas, tales como los glóbulos de resina de intercambio de iones y el pre-recubrimiento del filtro, tienen también usualmente valores de radiactividad más altos que los de los materiales de

desecho líquidos. Cuando el contenido del depósito de recepción 23 se mezcla simplemente en una masa distribuida uniformemente, algunos de los sólidos de más alta radiactividad pueden ocupar posiciones adyacentes a las paredes del recipiente y crear puntos calientes localizados a valores de emisión de radiactividad más altos.

El método del presente invento, en una de sus formas, hace que los materiales radiactivos no líquidos queden suspendidos en el área central del recipiente antes de, y durante, la adición y la solidificación de la mezcla líquida. Con este método, los materiales no líquidos de radiactividad más alta tiene apantalladas sus emisiones radiactivas, al menos parcialmente, por la actividad específica relativamente más baja de la masa solidificada que los rodea. Esto, a su vez, puede reducir significativamente la cantidad de protección exterior requerida para el depósito de recepción; y es susceptible de producir economías muy significativas en cuanto a dinero y en cuanto a equipo.

En el método del presente invento se controlan las proporciones de agua, de agente de fraguado y de agente de curado, para proporcionar un tiempo de curado y una magnitud de endurecimiento de la mezcla deseados. También se proporciona control sobre el espacio de tiempo necesario para efectuar la solidificación y el endureci-

miento mediante la adición de cantidades controladas de un agente de inhibición a la mezcla líquida. Se ha comprobado que un agente de inhibición adecuado para este fin es el ácido etilendiaminotetracético disódico.

5

También se consigue control sobre el tiempo de solidificación y el endurecimiento mediante el control de la temperatura de la mezcla líquida, habiéndose comprobado que las temperaturas más altas favorecen una solidificación más rápida. En consecuencia, cuando la mezcla líquida está a temperaturas elevadas, tales que hagan que la mezcla solidifique más rápidamente que lo deseado, se añade una cantidad controlada del agente de inhibición a la mezcla líquida para aumentar el tiempo de solidificación hasta que sea el correspondiente a un período de tiempo deseado.

10

15

Se consigue mejorar la mezcla del desecho líquido radiactivo con el agente de fraguado mediante una mezcla en línea de los dos componentes. Esto se consigue bombeando el agente de fraguado con un caudal controlado al interior de una cámara de mezcla, bombeando los líquidos de desecho radiactivos al interior de la cámara de mezcla con un caudal controlado proporcionado al caudal del agente de fraguado, mezclando el desecho líquido y el agente de fraguado en la cámara de mezcla, entregando la mezcla líquida mezclada desde la cámara de mezcla al

20

25

depósito de recepción 23, bombeando el agente de curado líquido al depósito de recepción con la mezcla líquida, permitiendo que el material que está en el depósito de recepción solidifique hasta una dureza deseada, protegiendo el depósito de recepción lleno contra emisión radiactiva no deseada, y transportando el depósito de recepción protegido hasta un lugar para su eliminación.

De preferencia, el bombeo descrito se efectúa mediante bombas volumétricas individuales, en las cuales el caudal de cada una de ellas es determinado por la velocidad a la cual es accionada la misma. Las bombas son entonces accionadas a velocidades variables individualmente, para controlar las proporciones relativas de los líquidos de desecho, del agente de fraguado y del agente de curado que están siendo entregados al depósito de recepción. Se consigue este control sobre las proporciones a través de todo el ciclo de bombeo, y el mismo hace posible ajustar las proporciones en respuesta a la vigilancia de diversas características físicas.

En el transporte de materiales radiactivos, han sido fijadas ciertas normas por las autoridades gubernamentales y otras, para protección contra la sobreexposición a la radiactividad de las personas que estén en las proximidades. Una de tales normas es la conocida como la de Baja Actividad Específica, y la misma especi-

fica la radiactividad máxima que puede emanar de volúmenes y áreas unitarios del material que haya de ser transportado. Como una característica del invento, el presente método hace posible obtener un control preciso sobre los valores de Paja Actividad Específica de la masa solidificada. Para este fin, se añaden a la mezcla líquida materiales de carga no radiactivos, tales como arcillas o lodos, y se mezclan con ella en cantidades suficientes para mantener en todo momento las cantidades deseadas de Baja Actividad Específica. La vigilancia de las cantidades de Baja Actividad Específica se efectúa aguas abajo del área de mezcla, y la adición de los materiales de carga responde a las lecturas del dispositivo encargado de la vigilancia. Cuando se mantienen los valores previamente establecidos de Baja Actividad Específica, la masa resultante no tendrá que ser encerrada en un envase del tipo B para su transporte, con la consiguiente economía neta en cuanto al peso a transportar.

En la figura 1 de los dibujos se ha ilustrado una realización preferida del aparato utilizado en el sistema del presente invento en una instalación típica accesible a un sistema de reactor nuclear. El aparato en cuestión incluye el depósito de suministro 21, el depósito de catalizador 22, el depósito de recepción 23 y los medios de bomba 24 destinados para conexión al sistema de reac-

tor nuclear, para recibir del mismo los líquidos que contienen material de desecho radiactivo, los cuales han de ser solidificados para su eliminación subsiguiente.

5 De acuerdo con el invento, un solo tipo de depósito, denominado también ~~una~~ camisa para desechos, sirve para varias capacidades. El agente de fraguado licuado es transportado al sitio en que se ha de usar en esos depósitos. Los depósitos se usan además para proporcionar el depósito de suministro 21 y, una vez vacíos, proporcionan el depósito de recepción 23. Cuando se ha llenado el depósito de recepción 23 y ha solidificado la masa contenida, el depósito se convierte entonces en un recipiente para la masa durante las fases de transporte y de eliminación.

10 Como se ha ilustrado aquí, las camisas 27 para desechos están colocadas dentro de protecciones radiactivas, tales como barriles 28 de plomo en la estación de recepción de material de desecho radiactivo. Las camisas 27 para desechos son retenidas en los barriles de plomo durante las operaciones subsiguientes, incluida la de transporte al lugar en el que se efectúa la eliminación, y luego son retiradas de los barriles 28 para enterrarlas.

15 Las camisas para desechos llenas que llegan son muy pesadas, y ese peso está aumentado por el peso de los barriles de plomo 28. El necesario movimiento horizontal

de las camisas 27 llenas y de los barriles 28 de un lugar a otro, tanto en las áreas de almacenamiento como en las de tratamiento, se efectúa mediante el uso de bandejas (flotantes sobre un cojín) de aire. Este método de movimiento de materiales hace que, en efecto, "floten" las camisas y los barriles sobre una película delgada que elimina el rozamiento, o cojín de aire. La bandeja auto-orientable de aire es estable de por sí, y en su diseño está implícita la seguridad debido a que la película de flotación jamás excede de algunas centésimas de milímetro. La fuerza horizontal requerida para mover un barril de 13.600 kg. es menor de 18 kg, permitiendo una colocación exacta y segura de incluso los barriles más pesados por solamente uno o dos hombres. Además, en el caso improbable de derramamiento de material radiactivo, la bandeja de aire es usualmente descontaminada mucho más fácilmente que lo serían los vehículos de ruedas capaces de mover y transportar los barriles de plomo para transporte.

Como se ha ilustrado en la figura 1 de los dibujos, se puede disponer un depósito de suministro de reserva 21a parte en una área de almacenamiento conveniente y ser movido subsiguientemente, mediante una bandeja de aire 29, a la posición deseada para conexión al sistema de bombeo 24. Cuando este depósito queda vacío, se introduce en un barril de plomo 28 y se mueve a posición para

recibir los diversos materiales procedentes de los medios de bombeo. Desde esta posición, la camisa llena y el barril son movidos a una estación de mezcla adyacente, cuando se desee, y se deja que solidifique la masa. El barril y la camisa ~~enterrada~~ que contiene el material solidificado son luego movidos a un puesto de retirada, donde el barril puede ser recogido por una grúa 31 y depositado sobre una unidad de transporte adecuada, tal como un remolque 32 de camión. El barril 28 cargado es luego movido al interior de la unidad de transporte sobre una bandeja de aire similar 29, la cual sirve además para retirar el barril cargado cuando éste llega al lugar de eliminación. En esta posición, la camisa para desechos llena con el material de desecho radiactivo solidificado es retirada del barril y enterrada o eliminada de otro modo, de la manera usual. Con este sistema de movimiento es práctico utilizar depósitos relativamente grandes, por ejemplo de una capacidad de aproximadamente 1.416 litros. Estos depósitos se han ilustrado aquí como de forma cilíndrica y de pie sobre un extremo.

De acuerdo con el presente invento, los medios de bomba incluyen bombas volumétricas individuales para el agente de fraguado, el agente de curado y desecho líquido radiactivo, estando formada cada una de estas bombas para variar la cantidad que es bombeada de acuerdo

con la velocidad a la cual es accionada la bomba. Preferiblemente, estas bombas son del tipo rotativo de cavidad progresiva, estando equipada cada bomba con su motor de accionamiento eléctrico individual de modo que el control de la velocidad del motor de accionamiento controlará exactamente la salida de la bomba.

Se ha comprobado que las bombas de cavidad progresiva del tipo ilustrado en la figura 14 de los dibujos son especialmente adecuadas para uso en el sistema del presente invento. Como se ha ilustrado en la figura 14, estas bombas incluyen un rotor 36 helicoidal alargado que gira en un estator 37, estando formados el rotor y el estator de modo que queden definidas entre ellos una serie de cavidades 38 que se mueven desde un extremo del conjunto de bomba al otro, para obligar a que pase a su través el material que está siendo bombeado. Cuando la bomba no está en funcionamiento, el flujo a su través queda obturado, y cuando se hace funcionar la bomba en sentido inverso el flujo simplemente invierte su sentido con igual rendimiento.

Como se ha ilustrado en la figura 14, el rotor 37 está contenido dentro de un miembro 39 de manguito apoyado en un alojamiento 41, siendo accionado el rotor a través de un prensa-estopas usual 42 mediante un eje de accionamiento 43 y acoplamiento 44 desde un motor eléc-

trico 46.

La bomba de la figura 14 tiene una gran capacidad de bombeo de diversos líquidos y pastas altamente corrosivos, que contienen una diversidad de partículas de diferentes tamaños, durezas, abrasividad, etc. Estas bombas son también susceptibles de funcionar con buen rendimiento a presiones relativamente bajas, haciendo posible mantener las presiones dentro del sistema de bombeo en un valor bajo, por ejemplo de aproximadamente $1,0 \text{ kg/cm}^2$, reduciéndose de nuevo mucho el peligro de roturas y derramamientos accidentales.

Preferiblemente, las bombas volumétricas van montadas juntas en una unidad de bomba como la ilustrada en las figuras 5 a 7 de los dibujos. Como en ellas se ha ilustrado, los diversos componentes están montado sobre una plataforma 47, e incluyen una bomba 48 para desechos radiactivos, una bomba 49 para agente de fraguado, una bomba 51 de deshidratar, y una bomba 52 para agente de curado. Cada una de estas bombas es accionada por su propio motor eléctrico 53, 54, 55 y 56, respectivamente. Se han previsto colectores adecuados para interconectar las bombas de la manera que se describirá.

En la unidad de bombeo ilustrada en las figuras 5 a 7 de los dibujos, la tubería de entrada 57 para la bomba 48 está destinada para conexión a una fuente de líqui-

do que contiene material de desecho radiactivo, la tubería de entrada 58 a la bomba 49 está destinada para conexión al depósito 21 de suministro de agente de fraguado, la tubería 59 que conduce a la bomba 51 está destinada para conexión a una fuente de material de desecho radiactivo similar a una pasta, y la tubería de entrada 61 a la bomba 52 está destinada para conexión al depósito de catalizador 22.

La tubería de salida 62 de la bomba 48, y la tubería de salida 63 de la bomba 49, están conectadas entre sí para combinar el material de desecho líquido que ha de ser solidificado con el agente de fraguado.

De acuerdo con el presente invento, el material de desecho radiactivo líquido y el agente de fraguado son entremezclados a fondo juntos por los medios de mezclar 26, los cuales consisten aquí en una mezcladora en línea accionada mecánicamente. Esta mezcladora puede verse mejor en la figura 15 de los dibujos, y como en ella se ha ilustrado incluye una cámara de mezclado 64, donde el material de desecho líquido y el agente de fraguado líquido son entremezclados a fondo mediante agitadores 66 del tipo de rodetes giratorios accionados por un motor eléctrico 67 en posición superior. La mezcla líquida procedente de los medios de mezclado 26 es bombeada a una tubería de salida 68 destinada para conexión a una conducción que va

al depósito de recepción 23.

El agente de curado es suministrado desde la bomba 52 a través de la tubería de salida 69, destinada para conexión a una conducción que va al depósito de recepción 23.

5

El agente de curado procedente de la conducción 69 puede ser añadido a la mezcla líquida procedente de la conducción 68 mientras esta última está en el depósito de recepción. No obstante, se prefiere añadir el agente de curado líquido a la mezcla líquida justamente antes de su entrada al depósito de recepción 23. Como puede verse en las figuras 8 a 10 de los dibujos, esto se ha conseguido aquí mediante un dispositivo de premezclado, el cual incluye un racor 71 sujeto a una cubierta 70 de tapón y que pasa a través de ella, destinado para colocación en la abertura que comunica con el interior del depósito de recepción 23. El racor 71 comunica con la conducción 68 de descarga de los medios de mezclar, de modo que la mezcla líquida procedente de estos pasará a través del racor 71 y caerá dentro del depósito de recepción 23. Un tubo de inyección 72 está montado en relación coaxial en el racor 71 y tiene una parte superior 73 formada para conexión a la salida desde la bomba 52 de agente de curado.

10

15

20

25

Al salir el agente de curado por el extremo in-

5
10
ferior del tubo inyector 72, choca con un deflector cónico. 74 apoyado en el soporte 76 en relación de espaciado por debajo del extremo inferior del racor 71. El extremo inferior del tubo 72 está mantenido en posición coaxial en el racor 71 por un miembro 77 de estrella formado con una pluralidad de perforaciones 78, a través de las cuales pasa la mezcla líquida. Una serie de deflectores 79 se proyectan hacia arriba desde el miembro de placa inferior 81 del soporte 76 y sirven para ayudar a premezclar el agente de curado con la mezcla líquida al entrar ésta en el depósito de recepción 23.

15
20
La bomba 51 está destinada especialmente para proporcionar la deshidratación de las pastas de glóbulos de resina de intercambio de iones gastados y similares, como anteriormente se ha descrito. Debido a la capacidad de las bombas descritas para producir flujos igualmente apropiados en uno u otro sentido, se puede utilizar la única bomba 51 para efectuar la operación de deshidratación. Como se ha ilustrado aquí, la tubería de salida normal 82 está destinada para conexión, a través de una válvula 83, al interior del depósito de recepción 23.

25
En una forma del invento, la bomba 51 recibe pasta a través de la tubería 59 y la bomba, a través de la tubería 82 y de la válvula 83, al depósito de recepción 23. En este se permite que sedimenten los glóbulos

de resina y se invierte la bomba 51 para bombear el componente líquido desde el depósito de recepción y, a través de conexiones adecuadas, a la tubería de admisión 57 de la bomba 48 para desechos radiactivos. Cuando se desea añadir la pasta de glóbulos de resina a los otros materiales de desecho radiactivos líquidos, se cierra la válvula 83 y se abre la válvula 84 para comunicar la tubería 82 con los medios de mezclado 26. Un soporte 86 en la plataforma 47 proporciona un montaje para cualesquiera controles e indicadores deseados, véanse las figuras 6 y 7.

En la figura 4 de los dibujos se ilustran las relaciones mutuas entre los diversos componentes en un sistema típico construido de acuerdo con el presente invento. Como se ha ilustrado en ella, los medios de bomba 24 son esencialmente similares a los ilustrados en las figuras 5 a 7 de los dibujos, excepto en que se ha eliminado la conexión proporcionada por la válvula 84. Medios de colector 87 interconectan las bombas con los demás componentes del sistema, de una manera que permite una diversidad de modos de funcionamiento, proporcionando así flexibilidad para hacer frente a los diversos tipos de materiales de desecho radiactivos y a una diversidad de situaciones que pueden producirse.

En el funcionamiento normal, la bomba 48 es su-

5 ministrada con concentrado de desechos del evaporador (conocidos corrientemente como "colas") a través de la válvula 88. Estas colas del evaporador están bastante concentradas y consisten en suspensiones y soluciones acuosas de una diversidad de productos químicos. La bomba 49 transfiere el agente de fraguado líquido desde el depósito de suministro 21 a través de una válvula de control 89, y las bombas 48 y 49 descargan dentro de los medios de mezclado 26, desde donde la mezcla líquida pasa a través de la válvula de control 91 y del dispositivo 71 de premezclado, al depósito de recepción 23.

10

15 Cuando se desea añadir glóbulos de resina gastados, pre-recubrimiento de filtro usado, y similares, se ponen en juego otros elementos de los medios de colector 87. En un modo de funcionamiento, se abren las válvulas de control 92 y 93 para suministrar el pre-recubrimiento usado o la pasta de glóbulos de resina usada a la entrada 57 de la bomba 48, con o sin colas del evaporador, dependiendo del estado de abierta o cerrada de la válvula 88.

20 En otro modo de funcionamiento se abren las válvulas 92 y 94 y se añade la pasta a la mezcla líquida que va dirigida hacia el dispositivo de premezclado 71.

25 La estructura descrita proporciona además un modo de deshidratar la pasta, diferente al anteriormente descrito. En este modo, con las bombas 48 y 49 inoperantes,

se suministra pasta a través de las válvulas 92 y 94 y al depósito de recepción 23, donde los componentes sólidos son separados de los componentes líquidos para efectuar la deshidratación. El agua del separador es bombeada desde el depósito 23 por la bomba 51 y hecha retornar a los depósitos de almacenamiento de pre-recubrimiento de filtro usado o de glóbulos de resina gastados (no representados), o bien es hecha retornar al sistema de concentrado de desechos del evaporador, dependiendo del estado de abiertas o cerradas de las válvulas de control 93, 94 y 96. Una conducción de derivación, hecha operante por la válvula de control 97, hace posible mantener las colas del evaporador en circulación en todo momento, de modo que se eviten diversos problemas que pueden plantearse cuando se deje que el material líquido concentrado permanezca estancado en las tuberías.

La entrada del agente de fraguado líquido en el sistema, procedente del depósito de suministro 21, es controlada por la válvula 89 o bien, como alternativa, se puede añadir directamente el agente de fraguado líquido a través de la válvula 98 al pre-recubrimiento usado o a la pasta de glóbulos de resina gastados, pasando directamente al depósito de recepción 23, a través de la válvula 94, o bien puede añadirse a través de las válvulas 98 y 94 a la mezcla líquida que pasa desde los medios de mez-

clado 26 al depósito de recepción 23.

El agente de curado líquido es movido por la bomba 52 desde el depósito de catalizador 22 al interior del dispositivo de premezclado 71 de la manera anteriormente descrita.

El componente del sistema ilustrado en la figura 4 está destinado a ser controlado desde lugares alejados, para evitar los peligros de la radiactividad. Para este fin, las válvulas de control 88-98 son del tipo de solenoide, destinadas a ser controladas por corriente eléctrica suministrada desde un lugar distante. Los motores 53-56 de las bombas y el motor para los medios de mezclado 26 comprenden motores eléctricos y, por consiguiente, son también susceptibles de funcionamiento mediante el suministro de corriente eléctrica desde lugares alejados.

Como una característica del invento, hay previstos enclavamientos de seguridad para evitar derramamientos peligrosos de material radiactivo y en el sistema están incorporados contadores de radiactividad y receptores de presencia de líquido adecuados para proporcionar información constante a partir de la cual el operario puede controlar la apertura y el cierre de las válvulas 88-98 y la velocidad de rotación de los motores 53-56 de las bombas y del motor para los medios de mezcla-

do 26, para conseguir las proporciones deseadas de los diversos materiales que entran en el depósito de recepción 23.

5 Típicamente, y como se ha ilustrado aquí, hay incorporado un receptor de presencia de líquido en el rebosadero y tubería de aireación 102 del depósito de recepción 23. En el depósito de recepción 23 hay situado un receptor de nivel de líquido 103 para que el operario pueda conocer cuando se está aproximando el depósito al estado deseado de lleno. Uno o más contadores 104 de radiactividad están situados alrededor del exterior del barril 28, para proporcionar información en cuanto a la radiación de la superficie del barril.

10 Detectores de nivel de líquido 206 y 207 están situados en el depósito 22 de catalizador para informar al operario acerca de cuándo se está quedando bajo el suministro y cuándo se ha agotado el suministro. Detectores de nivel de líquido similares 208 y 209 están introducidos en el depósito 21 de suministro de agente de fraguado para proporcionar una información similar.

15 Hay previsto convenientemente enclavamientos de seguridad automáticos en el sistema descrito por disponerse de receptores 101, 103, 207 y 208 que cortan la alimentación de energía eléctrica a la bomba y a los motores de mezclador cuando el depósito de recepción 23

está lleno o rebosa, o bien cuando los depósitos 21 ó 22 están vacíos. Por supuesto, cuando los riesgos de la radiactividad son relativamente bajos, se puede controlar manualmente el funcionamiento de las válvulas de control 88-98, la velocidad de los motores 53-56 de las bombas individuales y la velocidad del motor para los medios de mezclado 26. En tal caso, los enclavamientos de seguridad descritos siguen siendo valiosos para evitar derramamientos accidentales.

En la figura 11 de los dibujos se ilustra una forma modificada del sistema del presente invento y su relación con un panel de control típico 106. Como en ella se ha ilustrado, el sistema de bombeo 24 es también similar, en general, al de la unidad ilustrada en las figuras 5 a 7 de los dibujos, con ciertas conexiones adicionales para los fines de este sistema. Las adiciones y las modificaciones sobre el sistema de la figura 4 proporcionan posibilidades y modo de funcionamiento adicionales.

En el sistema de la figura 11, los concentrados o "coles" del evaporador de líquido son mantenidos en un depósito de almacenamiento 107 y son hechos circular a través de válvulas de control 108 y 109 a la bomba 48, desde donde los concentrados pasan ya sea a los medios de mezclado 24 ó ya sea, a través de una conducción de derivación 105, a la bomba 51. La descarga de la bomba 51

pasa a través de las válvulas de control 109 y 111, en su retorno al depósito 107 de almacenamiento de concentrado del evaporador, creando así un sistema de circulación.

5 Las pastas de pre-recubrimiento usado y de resina gastada son almacenadas en los depósitos 112 y 113, respectivamente. Estas pastas son suministradas a través de la válvula de control 114 para descarga a un depósito de recepción 23. Las válvulas de control 116 y 117 proporcionan recirculación de las pastas, de vuelta a través de los depósitos 112 y 113. En la operación de deshidratación, el sistema de la figura 11 proporciona un depósito de recepción separado 23A, en el cual se efectúa convenientemente la deshidratación. La pasta de resina fluye al depósito 23A de la manera descrita en lo que antecede, y el componente de agua separado es hecho circular por la bomba 51 a través de una válvula de control 116, de las válvulas de control 109 y 111 y de la válvula de control 117, a un depósito 118 de almacenamiento de agua recuperada. Desde el depósito 118 el agua recuperada es
10
15
20
25 suministrada a partes deseadas del sistema, a través de una válvula de control 119 que comunica con la válvula de control 109, una válvula de control 121 que comunica con la bomba 48, la válvula de control 122 que comunica con la bomba 51 y la válvula de control 123 destinada a proporcionar agua recuperada a un depósito 124 de lubrica-

ción de bomba, desde donde puede suministrarse la lubricación de bomba al sistema a través de una válvula de control 126. Una válvula de control de derivación 127 hace posible añadir pastas desde los depósitos 112 y 113 al sistema de agua recuperada.

En el panel de control ilustrado en la figura 11 de los dibujos, los indicadores 131 y 132 señalan al operador cuándo el depósito 21 de suministro de agente de fraguado está bajo o vacío, según es detectado por perceptores 133 y 134, respectivamente. Indicadores similares 136 y 137 informan al operario acerca de cuándo el depósito 22 de suministro de catalizador está bajo o vacío, según es detectado por perceptores 138 y 139. Medidores 141 y 142 indican el caudal del agente de fraguado y del agente de curado, respectivamente, al depósito de recepción 23, según es detectado por indicadores de flujo 143, en la salida de la bomba 49, y 144 en la salida de la bomba 52. En respuesta a las lecturas que son recibidas desde los indicadores de flujo 143 y 144, son manipulados controles de suministro de energía eléctrica 146 y 147 para conseguir las proporciones deseadas de agente de fraguado y de agente de curado en todo momento durante el ciclo de funcionamiento.

Medidores 148 y 149 indican igualmente el caudal del concentrado del evaporador y del agua recuperada,

según es determinado por los indicadores de caudal 151 en la salida de la bomba 48 y 152 en la entrada de la bomba 51. Se han previsto controles de suministro de energía eléctrica 153 y 154 para ajustar los caudales en respuesta a las lecturas de los medidores 148 y 149.

Se han previsto indicadores de nivel de líquido 156 y 157 para poner de manifiesto las cantidades de pasta que hay en los depósitos 112 y 113, según son determinadas por los perceptores de nivel de líquido 158 y 159, respectivamente. Se proporciona aquí vigilancia de los valores de radiactividad mediante monitores de radiación de la superficie 161 y 162 montados en los barriles de plomo que rodean a los depósitos de recepción 23 y 23A. Estos monitores accionan un indicador visible 163 cuando se rebasan los límites de radiación de la superficie, de modo que puede ser accionado el control 164 para cerrar las diversas válvulas y cortar la alimentación de la energía eléctrica a los motores de las bombas, produciéndose así una parada de emergencia. Se proporciona continua vigilancia de los niveles de radiación en las superficies de los barriles mediante los detectores 161 y 162, y los niveles de radiación detectados son indicados en el medidor 166.

Se ha previsto una versatilidad adicional del sistema mediante válvulas de control adicionales 167, 168,

169, 170 y 171, las cuales permiten interconexiones entre los diversos sistemas, para conseguir otros modos alternativos de funcionamiento. En el panel de control 106 están previstos tales controles adicionales en la medida en que puedan desearse. Como un ejemplo, otra capacidad del sistema de la figura 11 es la de poder lavar los medios de colector 87 para evitar el endurecimiento de cualquiera de los diversos materiales, especialmente del agente de fraguado, cuando el sistema está inactivo. Esto se logra bombeando agua recuperada del depósito 115, o bien agua nueva desde una fuente exterior, a través de la válvula de control 109, la conducción de derivación 105 y la ramificación 165 a la bomba 49. Desde aquí, el agua de lavado pasa a través de los medios de mezclado 143 y sigue, entrando en los depósitos de recepción 23 y 23A. Debido a la propensión a la captación de agua que tienen los materiales usados, el agua de lavado se mezcla simplemente con la mezcla líquida en los depósitos de recepción y participa en la solidificación.

Como una característica del presente invento, se han previsto medios para situar materiales sólidos de radiactividad relativamente alta en la parte central del depósito de recepción 27, en posición para ser encapsulados y protegidos por la mezcla líquida de radiactividad más baja bombeada al depósito de recepción. Como

se ha ilustrado en la Figura 12 de los dibujos, estos medios incluyen pies derechos 172 y 173, lo suficientemente resistentes como para retener los sólidos de alta radiactividad en posición durante el llenado del depósito de recepción 23 con la mezcla líquida. Cuando los sólidos de alta radiactividad son glóbulos de resina deshidratados o similares, se monta un recipiente perforado 174 en la posición central sobre los pies derechos 172 y 173. La pasta de resina es alimentada al cesto 174 a través de un tubo 176, el cual puede ser retirado del depósito 23 cuando se ha completado la deshidratación, o bien puede dejarse en el depósito para ser rodeado y encapsulado por la mezcla líquida solidificada.

Las perforaciones en el cesto 174, las cuales pueden estar constituidas por una malla adecuada, son lo suficientemente pequeñas como para retener los glóbulos de plástico, al tiempo que permiten que el componente de agua de la pasta caiga sobre el fondo del depósito 23. Este componente de agua es retirado a través de la tubería 177 por la bomba 51 de deshidratación. Cuando ha sido retirada del depósito 23 la cantidad deseada del agua recuperada, se hace funcionar el sistema para bombear la mezcla líquida de material de desecho líquido radiactivo, de agente de fraguado y de agente

de acurado al depósito 23, donde la misma rodeará y encapsulará a los globulos de resina, siendo la mezcla tal que penetra a través del cesto 174 y solidifica los glóbulos de resina que hay dentro del mismo.

5 Cuando se hace funcionar el sistema del presente invento en un modo en el cual los glóbulos de resina, o material en partículas similar, han de ser distribuidos uniformemente por toda la masa, se monta, de modo
10 desmontable, un motor de mezclado 179 en la parte superior del depósito 23 de la manera ilustrada en las Figuras 1 y 13. El motor de mezclado 179 acciona a un conjunto batidor o agitador 181 para agitar el contenido del depósito 23 durante la adición de la mezcla líquida y hasta que la mezcla empieza a endurecer y solidificar.
15 En este punto se desaplica el motor de mezclado 179 del batidor 181 por medio de un acoplamiento 182 que puede soltarse, y se deja el batidor 181 en la masa en solidificación.

20 Cuando se desea encapsular sólidos de más alta radiactividad, tales como los núcleos de filtro 183, en el área central de la masa solidificada, se puede introducir una camisa 27 para desechos en un barril 28 de plomo y situarse en una posición conveniente para la carga, tal como se ha representado en la esquina superior derecha de la Figura 1. Los núcleos de filtro 183,
25

u otras piezas sólidas, son dejados caer en posición, y la camisa para desechos protegida es entonces movida sobre una bandeja de aire 29 a posición para recibir la mezcla líquida desde los medios de bomba 24. A través del barril 28 de plomo hay montados, de modo desmontable, 5 perceptores 184 del nivel de líquido, para detectar el nivel de líquido a medida que va avanzando el llenado.

De lo que antecede se verá que el sistema para 10 eliminar materiales de desecho radiactivos líquidos del presente invento posee numerosas características ventajosas, aportando un funcionamiento seguro y eficaz en una diversidad de modos en condiciones de funcionamiento peligrosas y difíciles, al tiempo que proporciona un control continuo sobre las diversas funciones y 15 sobre la masa solidificada resultante de desechos radiactivos, habilitando de manera segura y eficaz diversos enclavamientos y operaciones de seguridad para solidificar y encapsular los diversos materiales de desecho radiac- 20 tivos en forma en que son fácilmente eliminables, proporcionando una protección eficaz para el ambiente circundante.

REIVINDICACIONES

5

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

10

1ª.- Un método para eliminar líquidos de desecho que contienen material radiactivo, caracterizado por que se mezclan tales líquidos de desecho con un líquido que contiene un agente de fraguado capaz de solidificar dichos líquidos de desecho convirtiéndolos en una masa endurecida autoportante al mezclarse con un agente de curado, se coloca la mezcla líquida resultante en un recipiente, se añade a dicha mezcla líquida una cantidad proporcionada de un agente de curado capaz de endurecer dicha mezcla líquida convirtiéndola en una masa endurecida autoportante, se agita dicha mezcla mientras se añade dicho agente de curado, se retiene dicha mezcla en dicho recipiente hasta que solidifique dicha mezcla y se entierre dicho recipiente y la mezcla solidificada para su eliminación.

15

20

25

15.9.75

2ª.- Un método según la reivindicación 1ª y en el cual dichos líquidos de desecho contienen agua, caracterizado porque dicho agente de fraguado es un material capaz de absorber agua al solidificar.

5 3ª.- Un método según la reivindicación 2ª caracterizado porque se controlan las proporciones de dicha agua, de dicho agente de fraguado y de dicho agente de curado para dar un tiempo de curado y un endurecimiento deseados de dicha mezcla.

10 4ª.- Un método según las reivindicaciones 1ª, 2ª o 3ª, caracterizado porque dicho agente de fraguado es un polímero extensible por adición de agua.

15 5ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 4ª, caracterizado porque dicho agente de fraguado es una suspensión de partículas parcialmente polimerizadas en agua.

6ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el citado agente de fraguado es una urea formaldehído.

20 7ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque dichos líquidos de desecho incluyen "colas" de evaporador de reactor.

25 8ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque dichos me-

teriales radiactivos incluyen glóbulos de resina de intercambio de iones gastados procedentes de reactores nucleares.

5 9ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los glóbulos de resina de intercambio de iones gastados radiactivos deshidratados se añaden a dicho recipiente además de dicho agente de curado.

10 10ª.- Un método según la reivindicación 8ª, caracterizado porque dichos glóbulos de resina de intercambio de iones radiactivos deshidratados son concentrados en el área central de dicho recipiente mientras solidifica dicha mezcla.

15 11ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque se añade material de carga no radiactivo adicional a dicha mezcla líquida para diluir la mezcla endurecida hasta que tenga recuentos de la Más Baja Actividad deseada.

20 12ª.- Un método según la reivindicación 11ª, caracterizado porque se añade dicho material de relleno en forma de una pasta acuosa.

25 13ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque dicho agente de fregado tiene afinidad para el agua, de modo que absorbe agua de dichos líquidos de desecho, y dicha mez-

cla suelta agua libre mientras solidifica, actuando dicho agente de fraguado y dicho agente de curado para absorber dicha agua libre mientras solidifican los mismos.

5 14ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque dicha mezcla de líquidos de desecho o el agente de fraguado se contrae separándose de dicho recipiente al solidificarse, para dejar un espacio anular, y se añaden cantidades adicionales de agente de fraguado y de agente de curado que son no radiactivos, para proporcionar un efecto de protección adicional por encapsulación.

10 15ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque se añade una cantidad controlada de un agente de inhibición a dicha mezcla líquida para ajustar el tiempo de solidificación de la misma a un periodo de tiempo deseado.

15 16ª.- Un método según la reivindicación 15ª, caracterizado porque dicho agente de inhibición es ácido etiléndiaminotetracético, disódico.

20 17ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque dicha solidificación es acelerada mediante calor y dichos líquidos de desecho radiactivos están a temperaturas elevadas, tales que hacen que dicha mezcla líquida sea calentada lo suficiente como para hacer que la misma solidifique más

25

rápídemente de lo deseado, y se añade una cantidad controlada de un agente de inhibición a dicha mezcla líquida para aumentar el tiempo de solidificación hasta un periodo de tiempo deseado.

5 18ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por las operaciones de transportar un líquido que contiene dicho agente de fraguado a un lado de un reactor en un depósito de suministro, bombear dicho líquido con un caudal controlado desde dicho depósito a una cámara de mezclado, bombear
10 líquidos de desecho que contienen material radiactivo desde el reactor a dicha cámara de mezclado con un caudal controlado proporcionado al caudal de dicho líquido que contiene agente de fraguado, para proporcionar una relación de cantidades deseada, mezclar dichos líquidos de desecho con dicho líquido que contiene agente de fraguado en dicha cámara de mezclado, entregar la mezcla líquida desde dicha cámara de mezclado a un depósito de recepción similar a dicho depósito de suministro, bombear un
15 agente de curado líquido para que interactúe con dicha mezcla líquida de modo que haga que dicha mezcla líquida solidifique hasta una dureza deseada dentro de dicho depósito de recepción, proteger el depósito de recepción lleno contra una emisión radiactiva no deseada, y transportar el depósito de recepción protegido a un lugar pa-
20
25

ra su eliminación.

5 19ª.- Un método según la reivindicación 18ª, caracterizado porque dicho bombeo de dichos líquidos de desecho y de dichos agentes de fraguado y de curado se efectúa mediante bombas volumétricas individuales, con lo que se determina el caudal de cada uno por la velocidad a la cual es accionada cada bomba correspondiente, y dichas bombas son accionadas a velocidades variables individualmente para controlar las proporciones relativas de dichos líquidos de desecho y de dichos agentes de fraguado y de curado que están siendo entregados a dicho depósito de recepción.

15 20ª.- Un método según la reivindicación 18ª, o la reivindicación 19ª, caracterizado porque primeramente se bombea a dicho depósito de recepción una pasta acuosa de glóbulos de resina de intercambio de iones gastados radiactivos, dichos glóbulos de resina son deshidratados retirando para ello el componente de agua de dicha pasta acuosa, y dicha mezcla líquida y el agente de curado son luego bombeados a dicho depósito de recepción para rodear y encapsular a dichos glóbulos de resina deshidratados.

20 21ª.- Un método según la reivindicación 20ª, caracterizado porque dicha mezcla líquida y el agente de curado y los glóbulos de resina deshidratados son agita-

25

dos juntos en dicho depósito de recepción mientras solidifica dicha mezcla líquida.

5 22ª.- Un método según las reivindicaciones 20ª o 21ª, caracterizado porque dicha agua separada de dicha pasta de glóbulos de resina es añadida a dicha mezcla líquida antes de bombear esta última a dicho depósito de recepción.

10 23ª.- Un método según las reivindicaciones 20ª, 21ª ó 22ª, caracterizado porque los glóbulos de resina deshidratados tienen un nivel de radiactividad específico más alto que el de dicha mezcla líquida, y dichos glóbulos de resina deshidratados son retenidos en posición centrada en dicho depósito de recepción al solidificar dicha mezcla líquida.

15 24ª.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones 18ª a 23ª, caracterizado porque dichos materiales sólidos radiactivos incluyen componentes de filtro.

20 25ª.- Un método según la reivindicación 19ª, caracterizado porque dichas bombas individuales bloquean el flujo del material que bombean cuando no son accionadas, de modo que se evite la contaminación recíproca y la solidificación no deseada de dicha mezcla líquida antes de la entrada en dicho depósito de recepción.

25 26ª.- Un método según cualquiera de las reivin-

dicaciones 18ª a 25ª, caracterizado porque se bombea una cantidad limitada de agua de lavado a través del sistema al ser completado el llenado de dicho depósito de recepción, para evitar una solidificación no deseada de dicho agente de fraguado en el sistema.

5

27ª.- Un aparato para uso en la realización del método según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 26ª, caracterizado por un depósito de suministro destinado a contener un agente de fraguado en forma líquida, un depósito de catalizador destinado a contener un agente de curado en forma líquida, un depósito de recepción destinado a contener material de desecho radiactivo solidificado, una bomba destinada para conexión a dichos depósitos y a una fuente de líquido que contiene material de desecho radiactivo, estando formada dicha bomba para bombear cantidades proporcionadas de dicho agente de fraguado y de dicho agente de curado y de desecho líquido radiactivo dentro de dicho depósito de recepción, y un dispositivo de mezclar asociado con dicha bomba y formado para entremezclar dicho agente de fraguado y dicho desecho líquido radiactivo antes de su entrega a dicho depósito de recepción.

10

15

20

25

28ª.- Un aparato según la reivindicación 27ª, caracterizado porque dicho depósito de suministro está formado para constituir un depósito de recepción cuando

dicho agente de fraguado ha sido bombeado desde el mismo.

29ª.- Un aparato según las reivindicaciones 27ª o 28ª, caracterizado porque hay montada, de modo desmontable, una protección contra la emisión de radiactividad para rodear dicho depósito de recepción.

30ª.- Un aparato según la reivindicación 29ª, caracterizado porque dicha protección es un barril de plomo de forma cilíndrica de pie sobre un extremo y formado para proteger el ambiente circundante durante el transporte del depósito de recepción lleno.

31ª.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 27ª a 30ª, caracterizado porque dicho depósito de recepción es de forma cilíndrica, de pie sobre un extremo, y tiene una capacidad de aproximadamente 1.416 litros.

32ª.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 27ª a 31ª, caracterizado porque dicha bomba es de tipo volumétrico y proporciona una acción de mezclado de los materiales bombeados por la misma.

33ª.- Un aparato según las reivindicaciones 27ª a 32ª, caracterizado porque dicha bomba incluye bombas volumétricas individuales para dicho agente de fraguado y para dicho agente de curado y para dicho desecho líquido radiactivo, estando formada cada una de dichas bombas pe-

ra variar la cantidad que es bombeada por la misma según sea la velocidad a la cual es accionada, y un accionamiento para dichas bombas operante para accionar cada una de dichas bombas a una velocidad deseada para ajustar selectivamente las proporciones relativas de los materiales que son bombeados.

34ª.- Un aparato según la reivindicación 33ª, caracterizado porque dicho accionamiento incluye un control de la velocidad que regula la velocidad a la cual es accionada cada una de dichas bombas, pudiendo ser hecho funcionar dicho control de la velocidad mientras dichas bombas están siendo accionadas para variar independientemente la velocidad de cada bomba, de modo que se proporcione regulación selectiva de las proporciones de los materiales bombeados por dichas bombas.

35ª.- Un aparato según las reivindicaciones 33ª o 34ª, caracterizado porque dichas bombas comprenden bombas rotativas de cavidad progresiva.

36ª.- Un aparato según la reivindicación 35ª, caracterizado porque dichas bombas incluyen un rotor helicoidal alargado que coopera con un estator que tiene una cavidad helicoidal alargada para proporcionar dicho bombeo volumétrico.

37ª.- Un aparato según la reivindicación 36ª, caracterizado porque dicho rotor está formado de acero

inoxidable y dicho estator está formado de un material flexiblemente elástico.

5 38ª.- Un aparato según la reivindicación 37ª, caracterizado porque dicho estator está formado de un caucho sintético de butilo.

10 39ª.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 27ª a 38ª, caracterizado por un mezclador para efectuar el mezclado de dicho agente de fraguado y de dicha pasta de material de desecho radiactivo antes de la entrega a dicho depósito de recepción.

15 40ª.- Un aparato según la reivindicación 39ª, caracterizado porque dicho mezclador está formado con un miembro accionado mecánicamente giratorio en una cámara de mezclado situada aguas abajo de dicha bomba.

20 41ª.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 27ª a 40ª, caracterizado porque dicho agente de curado es introducido en el flujo del agente de fraguado y el desecho líquido radiactivo mezclados, en dicho depósito de recepción.

25 42ª.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 27ª a 41ª, caracterizado porque dicha bomba está además destinada para conexión a una reserva de agua y está formada para bombear cantidades proporcionales de agua desde la misma con dicho desecho líquido radiactivo y dichos agentes de fraguado y de curado al interior de

dicho depósito de recepción.

43ª.- Un aparato según la reivindicación 42ª, caracterizado porque dicha bomba está además destinada para bombear selectivamente dicho líquido de desecho que contiene materiales radiactivos, al interior de dicho depósito de recepción para separación en el mismo en componentes líquido y sólido, y para bombear dicho componente líquido desde dicho depósito de recepción antes de bombear dichas cantidades proporcionales de agua y de desecho líquido radiactivo y de agentes de fraguado y de curado, al interior de dicho depósito de recepción.

44ª.- Un aparato según la reivindicación 43ª, caracterizado porque dicho componente sólido consiste sustancialmente en glóbulos de resina de intercambio de iones gastados y dicho componente líquido consiste sustancialmente en agua.

45ª.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 27ª a 44ª, caracterizado porque dicha bomba incluye una bomba volumétrica individual para dicha agua, formada para variar la cantidad que está siendo bombeada por la misma de acuerdo con la velocidad a la cual es accionada, y un accionamiento para dichas bombas formado para accionar cada una de dichas bombas a una velocidad deseada, para ajustar selectivamente las proporciones relativas de los materiales que están siendo bombeados.

46ª.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 27ª a 45ª, caracterizado por un dispositivo para contener y encerrar material de radiactividad relativamente más alta en la parte central de dicho depósito de recepción en posición para ser rodeado por dicha cantidad proporcionada de dichos agentes de fraguado y de curado y de desecho líquido radiactivo bombeados al depósito de recepción.

47ª.- Un aparato según la reivindicación 46ª, caracterizado porque dicho dispositivo comprende un depósito de contención separado más pequeño que dicho depósito de recepción, y un apoyo en dicho depósito de recepción formado para apoyar dicho depósito de contención en posición centrada en dicho depósito de recepción y en relación de espejado con el mismo, con lo que los materiales líquidos que llenan dicho depósito de recepción rodearán y protegerán a dicho depósito de contención.

48ª.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 27ª a 47ª, caracterizado por un dispositivo operante para bombear agua adicional a través de dicho sistema y a dicho depósito de recepción, a fin de retirar y de impedir la solidificación de dicho desecho líquido radiactivo y de dichos agentes de fraguado y de curado dentro del sistema.

49ª.- Un aparato según cualquiera de las reivin-

dicaciones 27ª a 48ª, caracterizado porque dicha bomba está además destinada para conexión a una fuente de material de carga sustancialmente inerte en el aspecto radiactivo y está formada para bombear una cantidad proporcionada de tal material de carga al interior de dicho depósito de recepción con dicho desecho líquido radiactivo y dichos agentes de fraguado y de curado.

50ª.- Un aparato según la reivindicación 49ª, caracterizado porque dicha bomba está formada para proporcionar control constante sobre las proporciones relativas de dicho material de carga y de dicho desecho líquido radiactivo y dichos agentes de fraguado y de curado, a medida que se va desarrollando dicho bombeo.

51ª.- Un aparato según las reivindicaciones 49ª o 50ª, caracterizado porque dicho material de carga es alimentado en forma de pasta, y dicho dispositivo de mezclar está formado para entremezclar dicho material de relleno con dicho agente de fraguado y dicho desecho líquido radiactivo, antes de la entrega a dicho depósito de recepción.

52ª.- Un aparato según las reivindicaciones 27ª a 51ª, caracterizado por una bomba volumétrica individual para dicha pasta de relleno, estando formada dicha bomba para variar la cantidad que es bombeada por la misma de acuerdo con la velocidad a la cual es accionada, y un ac-

cionamiento para dichas bombas formado para accionar cada una de dichas bombas a una velocidad deseada, para ajustar selectivamente las proporciones relativas de los materiales que están siendo bombeados.

5

53ª.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 27ª a 52ª, caracterizado por un dispositivo de mezclar que puede ser montado, de modo desmontable, sobre dicho depósito de recepción y que tiene un elemento agitador accionado por motor que se extiende dentro del mismo para agitar la mezcla de desecho líquido radiactivo y de dichos agentes de fraguado y de curado mientras solidifica la mezcla, pudiendo ser soltado dicho elemento agitador de dicho dispositivo de mezclar para permitir así la retirada de este último desde dicho depósito de recepción después de haber solidificado dicha mezcla y de haber inmovilizado a dicho elemento agitador.

10

15

20

54ª.- Un aparato según la reivindicación 27ª, caracterizado porque dicha bomba está constituida por una bomba de suministro de agente de fraguado destinada para conexión operante con el depósito de suministro, una bomba para desechos radiactivos destinada para conexión operante con el depósito de suministro, una bomba para desechos radiactivos destinada para conexión operante con una fuente del líquido que contiene material de desecho radiactivo, y una bomba de suministro de agente de curado

25

destinada para conexión operante con el depósito de catalizador, y hay conectado un colector para recibir los materiales bombeados por dichas bombas y destinado para conexión al depósito de recepción, estando formado dicho colector para entremezclar los materiales recibidos desde dichas bombas y descargar la mezcla dentro del depósito de recepción.

55ª.- Un aparato según la reivindicación 54ª, caracterizado porque cada una de dichas bombas es accionada por un motor separado.

56ª.- Un aparato según la reivindicación 55ª, caracterizado porque el caudal de cada bomba depende de la velocidad a la cual es accionada la bomba.

57ª.- Un aparato según las reivindicaciones 54ª, 55ª o 56ª, caracterizado porque cada una de dichas bombas es de un tipo volumétrico en que la entrega desde la bomba a dicho colector es función de la velocidad a la cual es accionada la bomba.

58ª.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 54ª a 57ª, caracterizado porque cada una de dichas bombas es de un tipo volumétrico rotativo que proporcione una descarga relativamente exenta de pulsaciones y en la cual el caudal de entrega es función de su velocidad de rotación.

59ª.- Un aparato según cualquiera de las reivin-

dicaciones 54ª a 58ª, caracterizado porque cada una de dichas bombas es de un tipo de cavidad progresiva helicoidal, capaz de bombear una amplia gama de materiales en forma líquida y en forma de pasta.

5

60ª.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 54ª a 59ª, caracterizado porque dicha bomba para desechos radiactivos tiene un estator elástico y un rotor no elástico.

10

61ª.- Un aparato según la reivindicación 60ª, caracterizado porque dicho estator elástico está formado de un caucho sintético de hutilo y dicho rotor está formado de acero inoxidable.

15

62ª.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 54ª a 61ª, caracterizado por un mezclador mecánico interpuesto en dicho colector y formado para mezclar un material relativamente no radiactivo con dicho líquido que contiene material de desecho radiactivo y dicho agente de fraguado, para controlar la actividad específica de la mezcla descargada al interior de dicho depósito de recepción.

20

63ª.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 54ª a 62ª, caracterizado por una bomba de deshidratar destinada para conexión operante por un extremo a una reserva de pasta de agua y partículas de materiales de tratamiento de agua radiactivos y por el otro

25

extremo al depósito de recepción, siendo dicha bomba de deshidratar reversible para bombear la pasta al depósito de recepción para separación del agua y para bombear para deshidratación tal agua fuera del depósito de recepción.

5
64ª.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 54ª a 63ª, caracterizado porque dichas bombas están interconectadas y hay previsto un sistema valvular para conectar selectivamente diferentes bombas a dichos depósitos y a la fuente de líquido que contiene material de desecho radiactivo, de modo que se proporcionan modos alternativos de funcionamiento.

10
65ª.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 54ª a 64ª, caracterizado por un sistema de control conectado a dichos depósitos y a dicho colector, siendo operante dicho control para hacer funcionar a los diversos elementos de dicho sistema en un orden deseado desde un lugar alejado.

15
20
25
66ª.- Un aparato según la reivindicación 65ª, caracterizado porque dicho sistema de control incluye detectores de radiactividad para determinar niveles de actividad específica en una pluralidad de posiciones en dicho sistema, y dicho sistema de control es sensible a tales niveles de actividad específica para limitar los mismos a lecturas predeterminadas.

5

67^a.- Un aparato según la reivindicación 65^a o la reivindicación 66^a, caracterizado porque se ha previsto un control para hacer funcionar selectivamente dicho sistema valvular en un orden deseado desde una posición elejada de dicho sistema.

10

68^a.- Un aparato según la reivindicación 67^a, caracterizado porque dicho control incluye receptores de presencia de líquido conectados a dichos depósitos, y dicho control es sensible a dichos receptores para evitar llenados excesivos y derramamientos accidentales.

15

69^a.- Un aparato según la reivindicación 68^a, caracterizado porque dicho control está formado para parar dicho sistema en respuesta a la detección de una condición anómala por dichos receptores.

20

70^a.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 27^a a 69^a, caracterizado porque se han previsto bandejas de sire para desplazar uno de dichos depósitos de suministro vacío a una posición adecuada para el uso del mismo como dicho depósito de recepción y para retirar el depósito de recepción lleno a una posición diferente.

25

71^a.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 27^a a 70^a, caracterizado porque dicho depósito de catalizador está formado con un revestimiento oscuro contra el cual son fácilmente visibles los cristales

blancos no disueltos, con lo que se puede mantener en el mismo una solución de agua saturada sustituyendo para ello el agua tomada del mismo y el agente de curado cristalino blanco siempre que se haga visible el fondo oscuro del depósito de curado.

72ª.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 27ª a 71ª, caracterizado por un depósito de contención para almacenar líquidos que contienen materiales de desecho radiactivos.

73ª.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 27ª a 72ª, caracterizado por una protección para transporte en forma de barril de plomo formado para encerrar dicho depósito de recepción y evitar emisiones radiactivas no deseadas durante el llenado y la transferencia, estando formado dicho barril de plomo para la retirada y la eliminación final del depósito de recepción lleno en un lugar en el que se entierra.

74ª.- Un método y un aparato para eliminar líquidos de desecho que contienen material radiactivo.

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

Esta Memoria consta de sesenta y cuatro hojas
escritas a máquina por una sola cara.

Madrid 24 SET. 1975

P. A.
Alberto de Eizaburu
Por Poder. 1975/09/24
Ark

15.9.75
MTR.

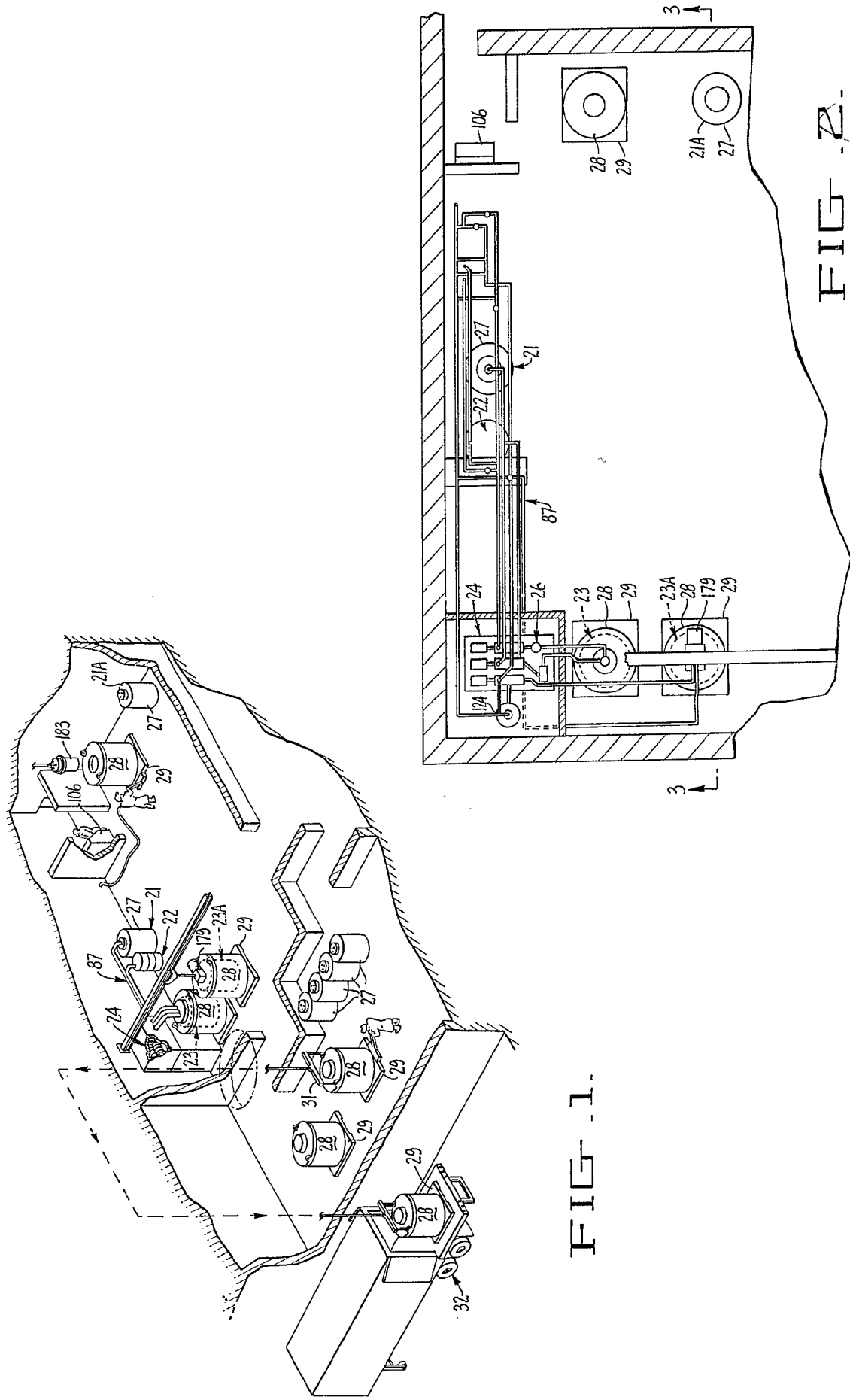


FIG. 1.

FIG. 2.

W. A. L.

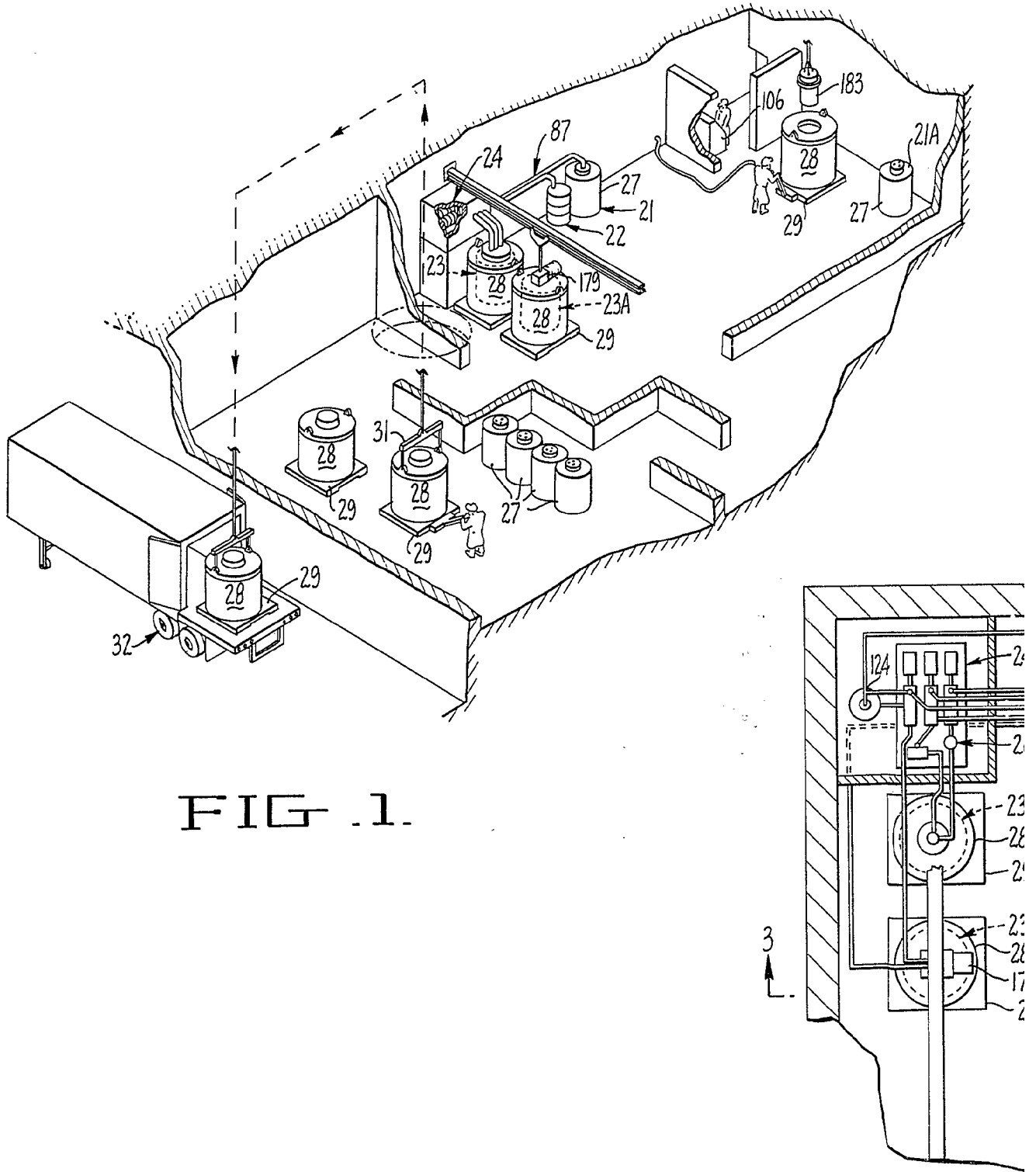


FIG. 1.

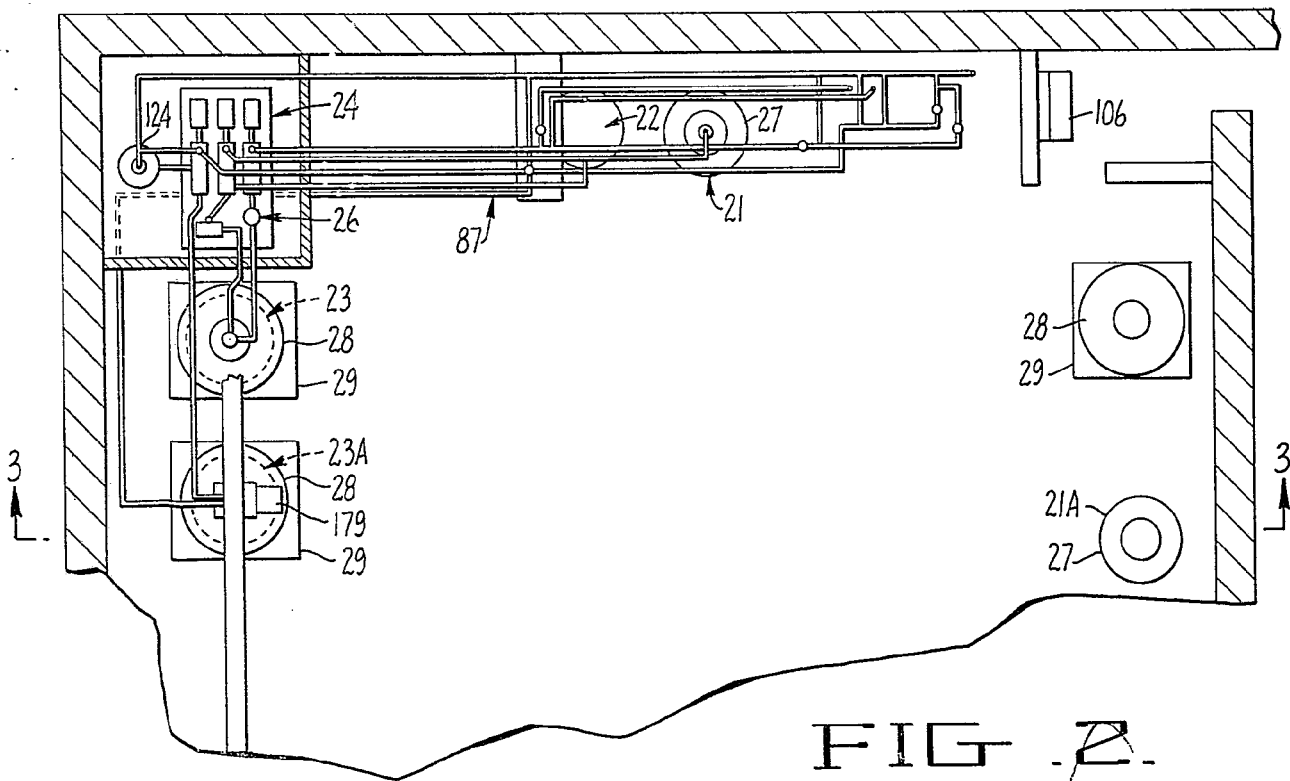
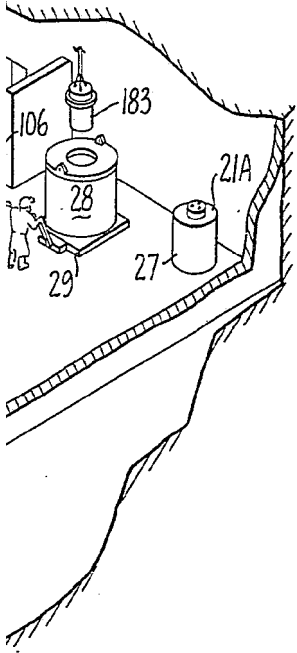


FIG. 2.

Atorio de Engenharia
L. Costa

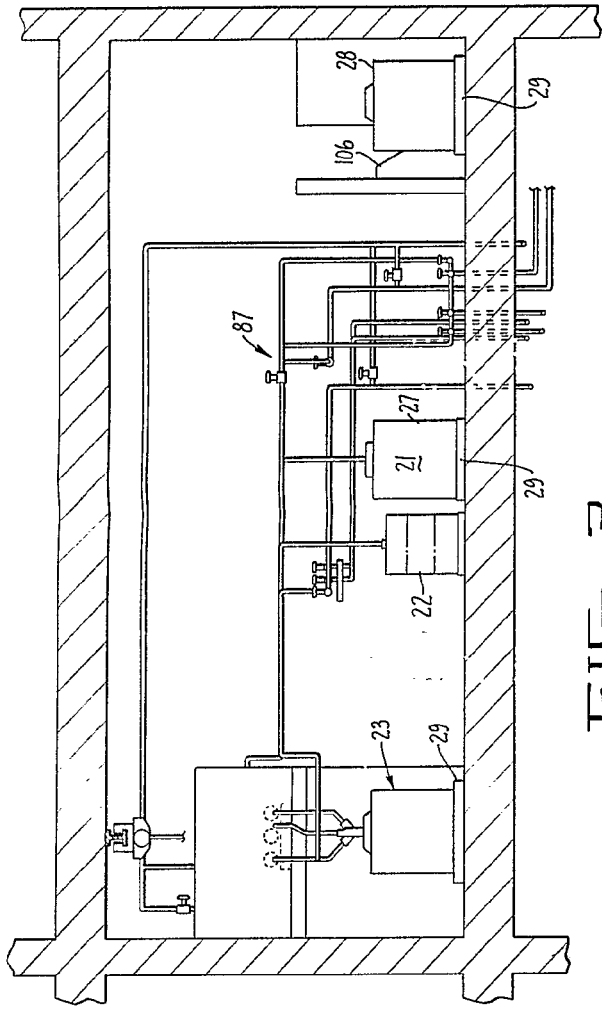
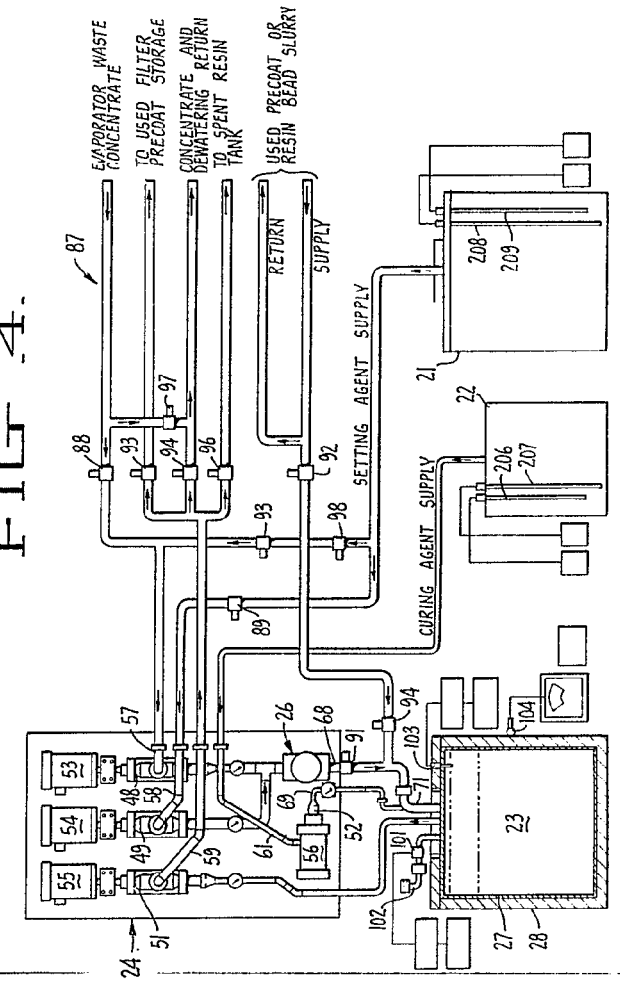


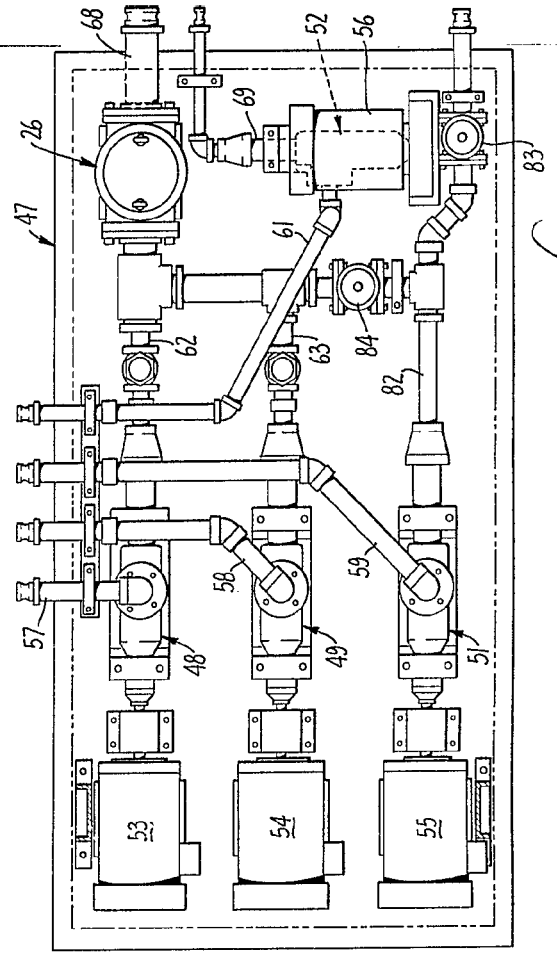
FIG. 3.

FIG. 4.



am

FIG. 5.



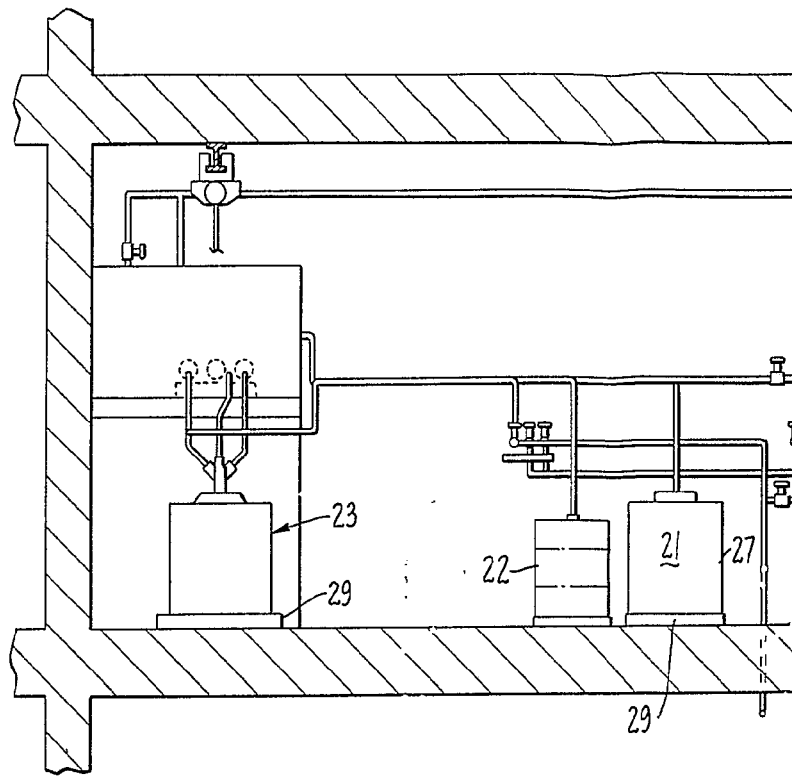
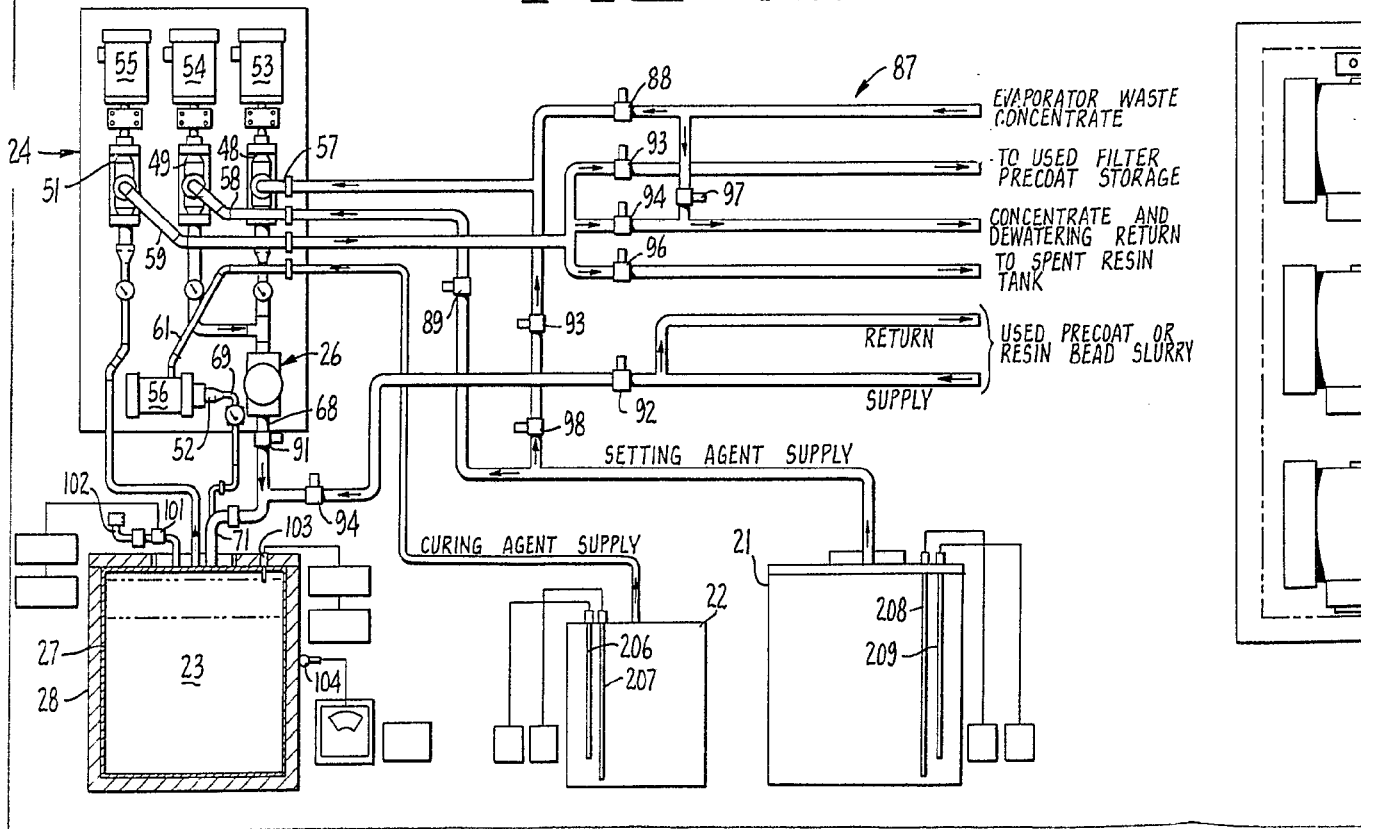


FIG. 3.

FIG. 4.



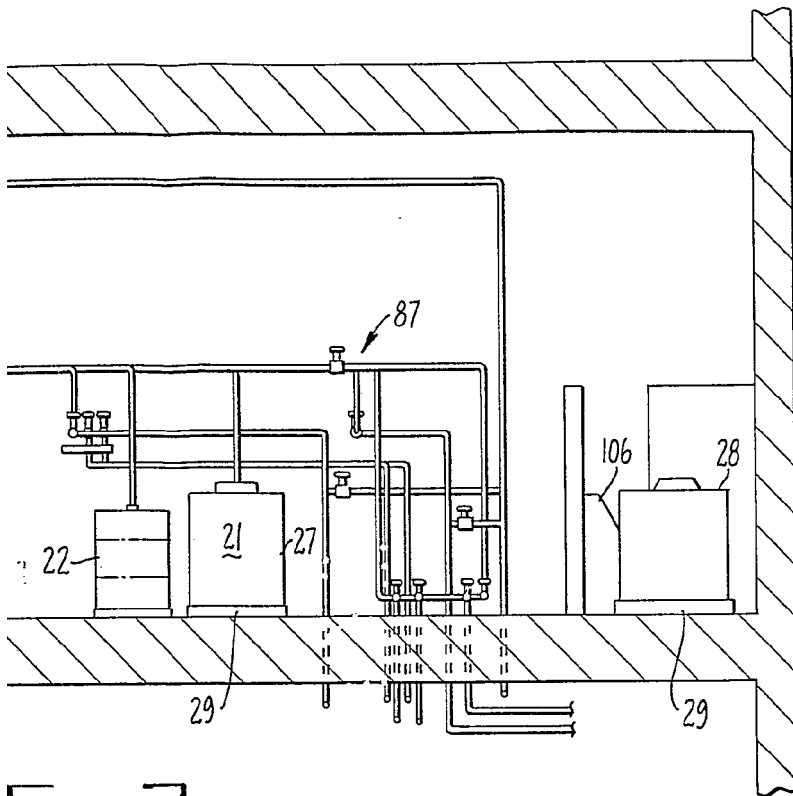


FIG. 3.

VAPORATOR WASTE
 CONCENTRATE
 USED FILTER
 RECOAT STORAGE
 CONCENTRATE AND
 WATERING RETURN
 SPENT RESIN
 WANK
 USED PRECOAT OR
 RESIN BEAD SLURRY

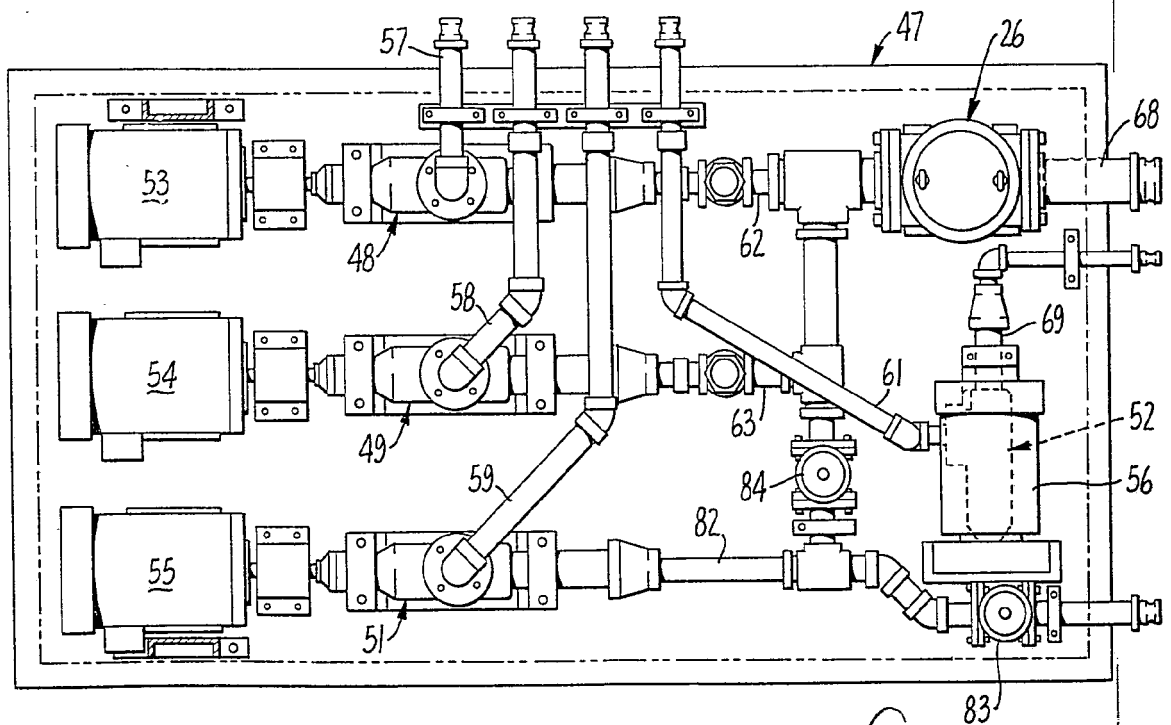


FIG. 5.

Alberto de M...
 Ing.

FIG. 6.

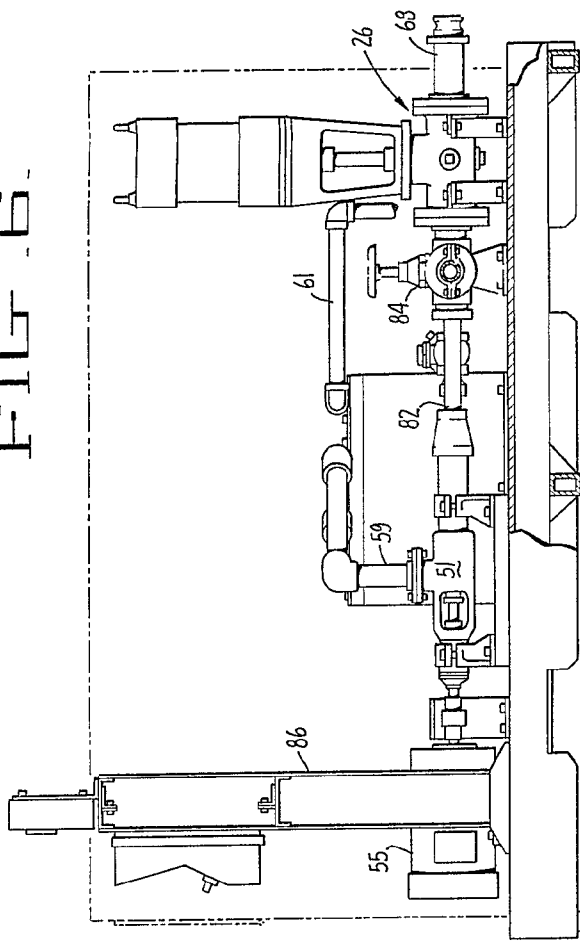


FIG. 7.

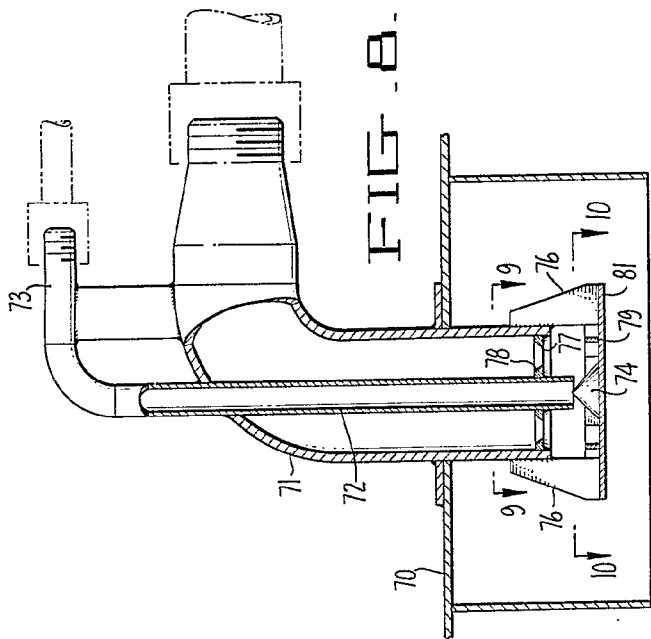
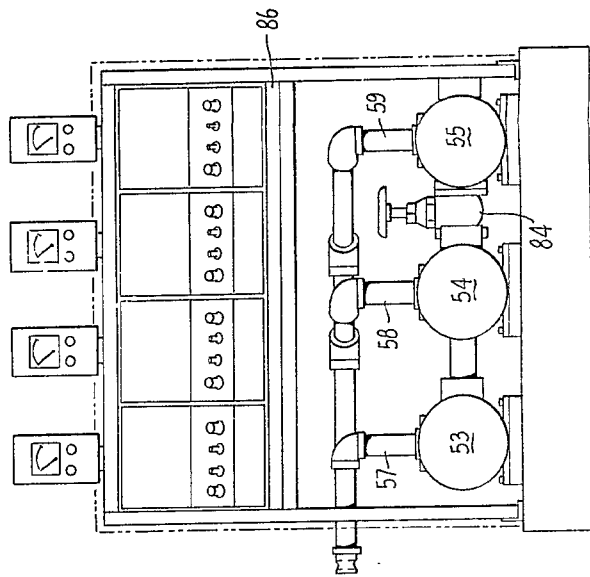


FIG. 8.

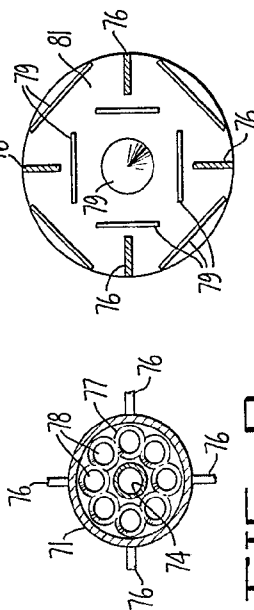


FIG. 9.

FIG. 10.

INVENTOR

FIG. 6.

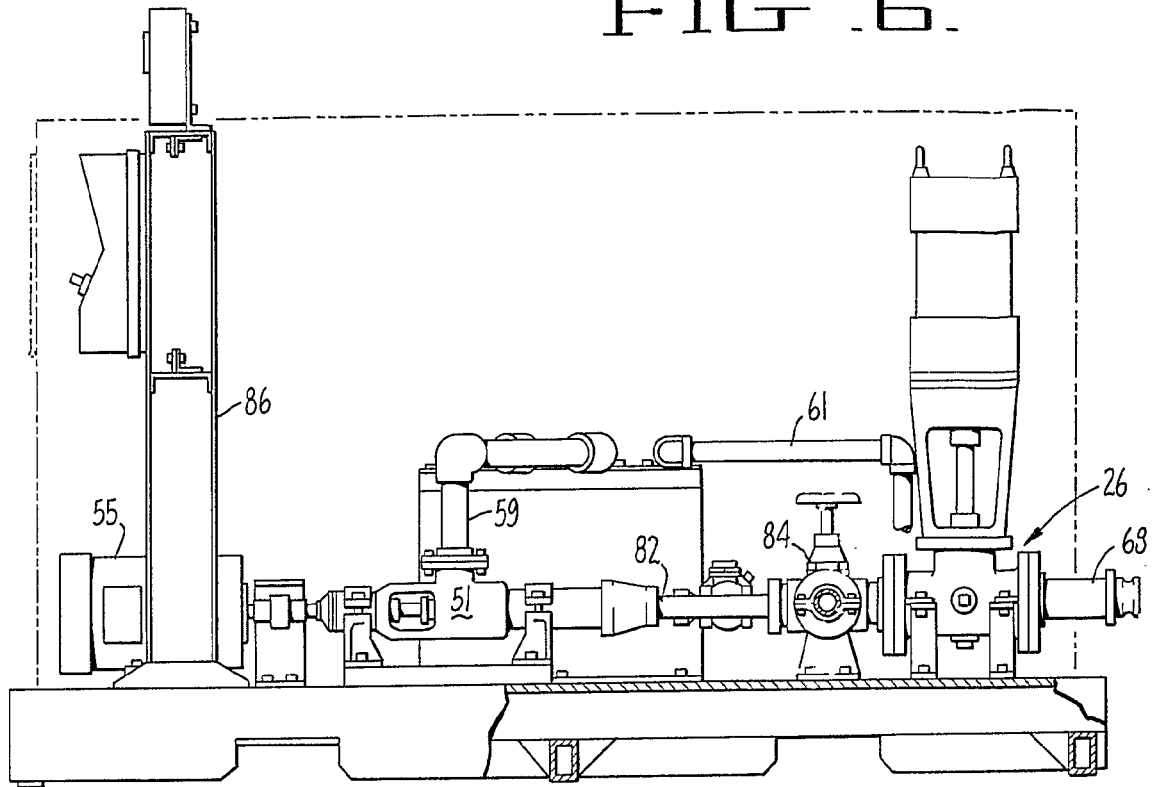
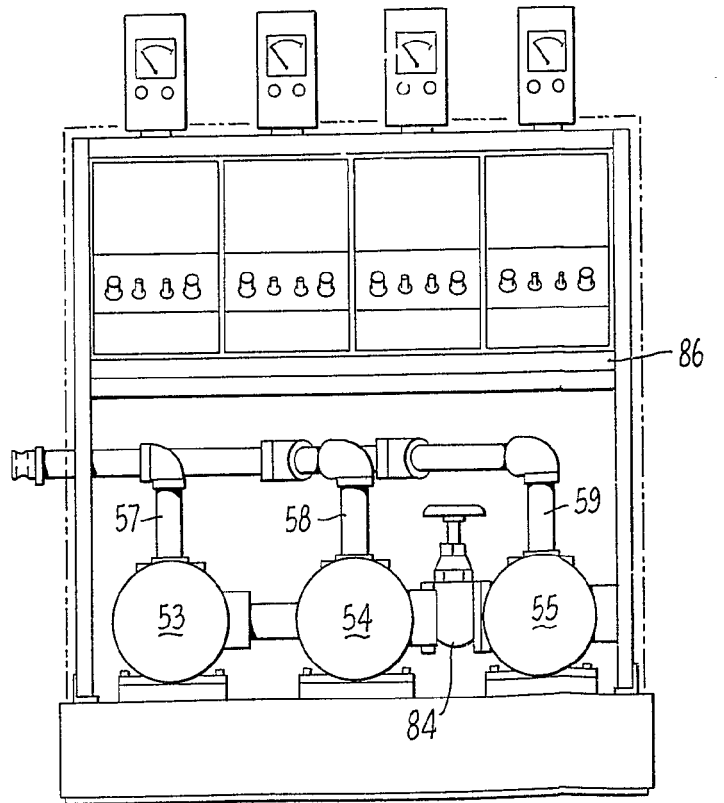


FIG. 7.



6.

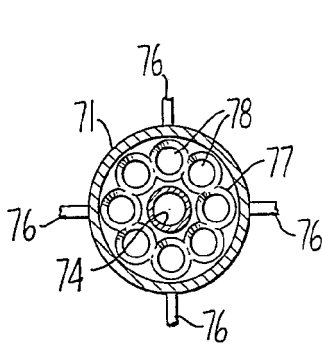
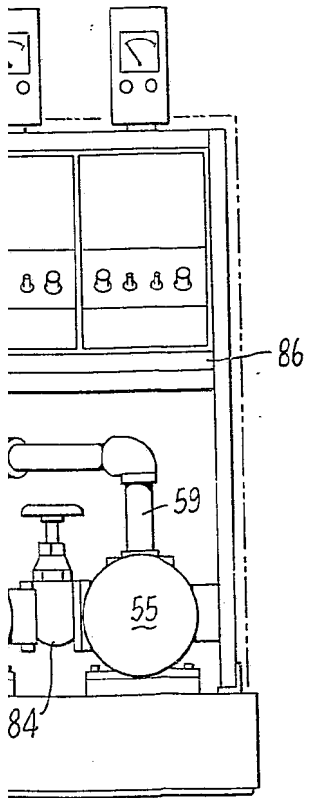
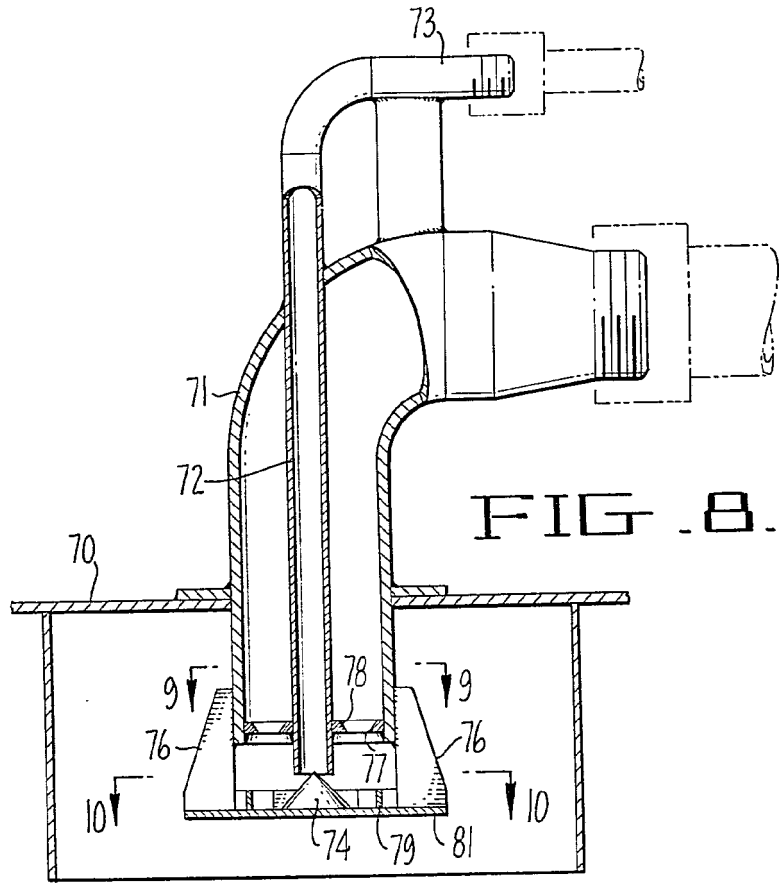
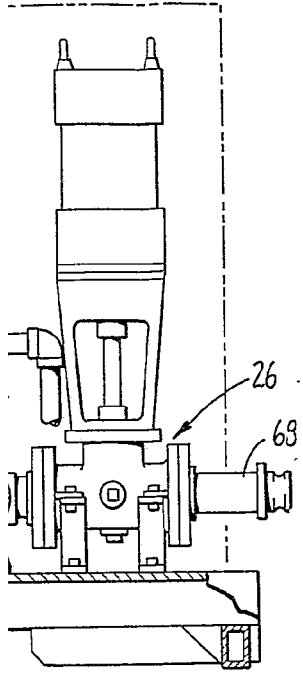


FIG. 9.

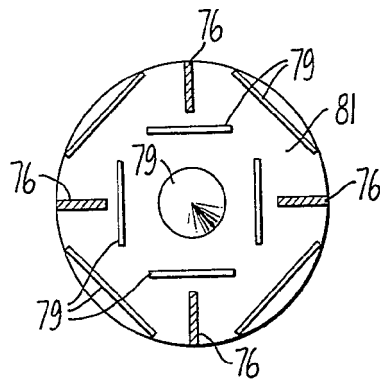


FIG. 10.

Alberic de Luchini
Per il dis.

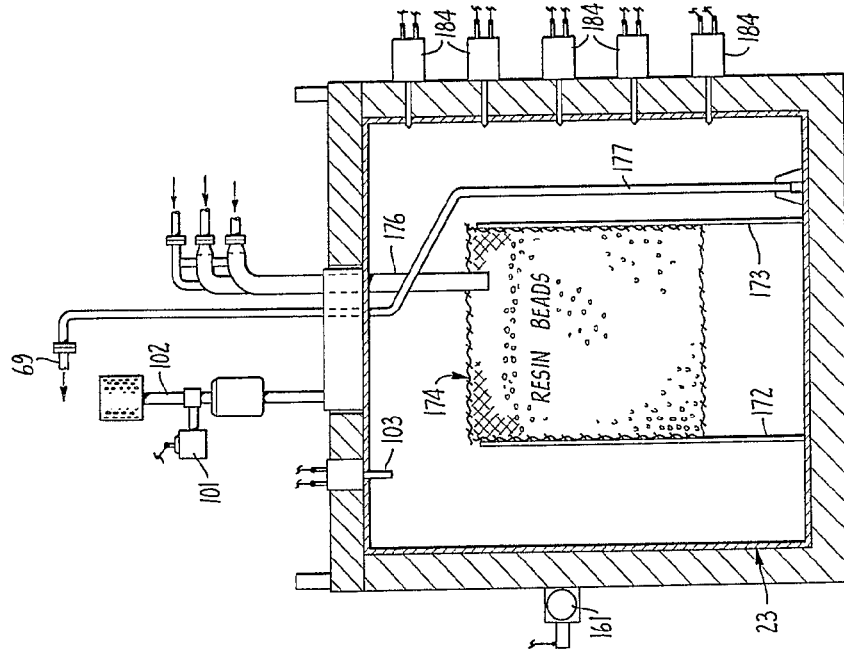


FIG. 12.

Arch

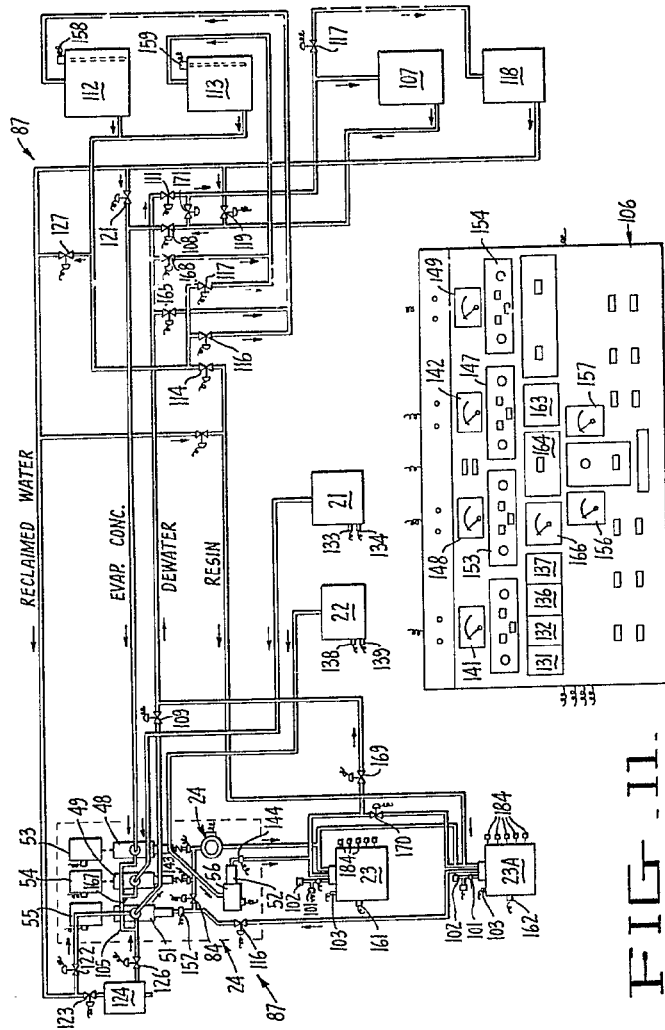


FIG. 11.

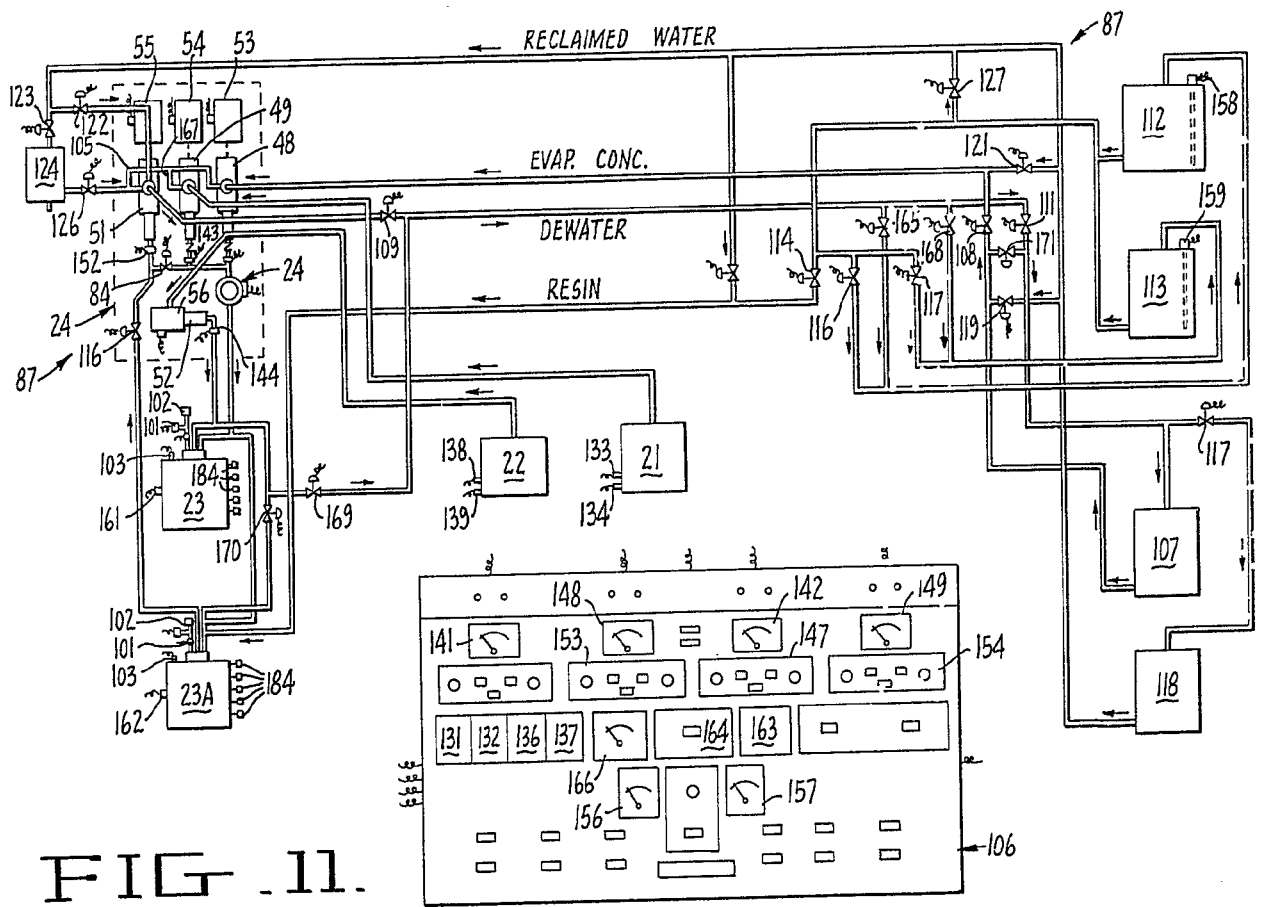


FIG. 11.

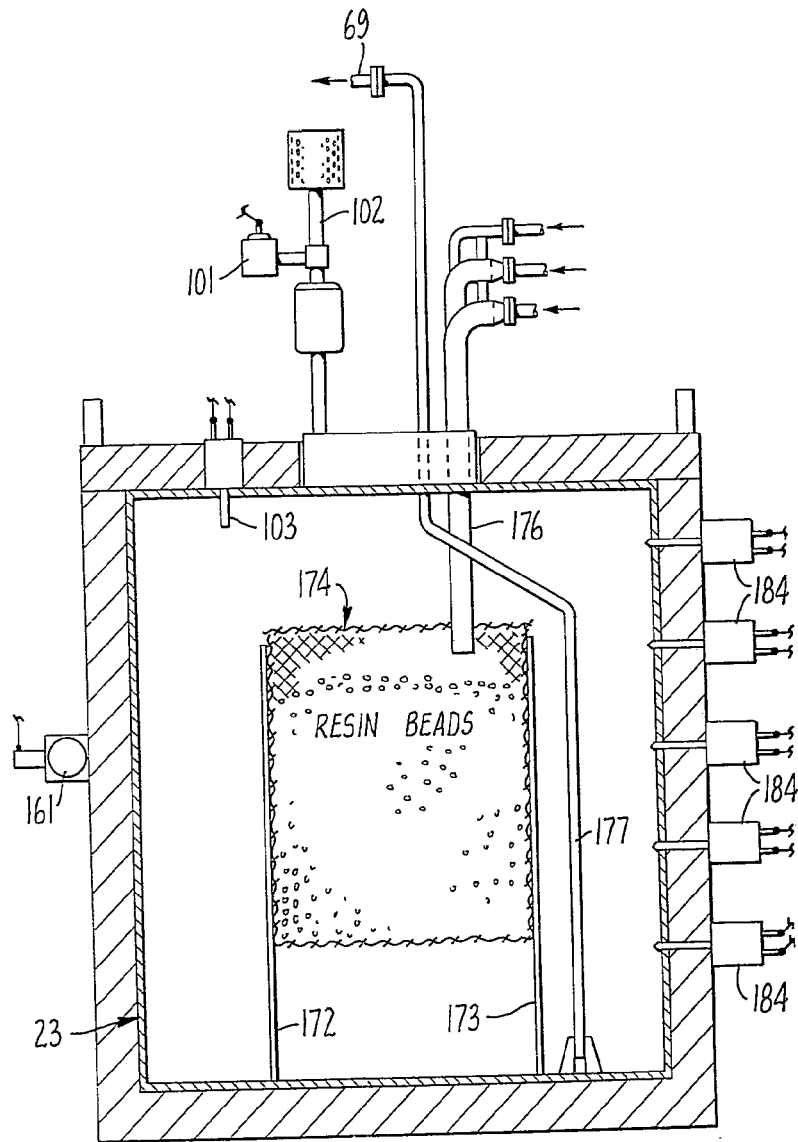
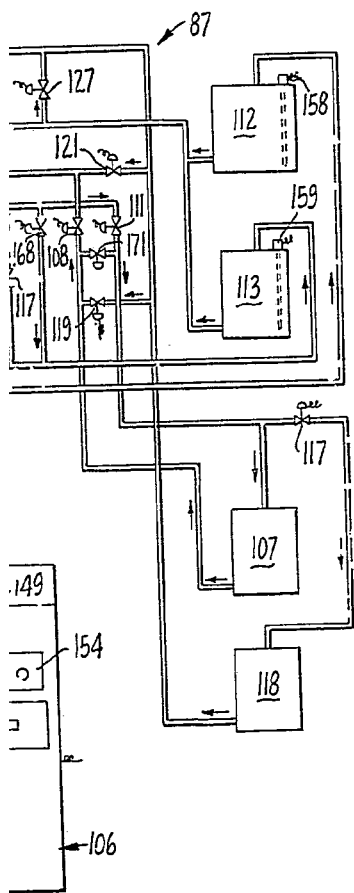


FIG. 12.

Alberto de M...
 S...
Alberto de M...

FIG. 14.

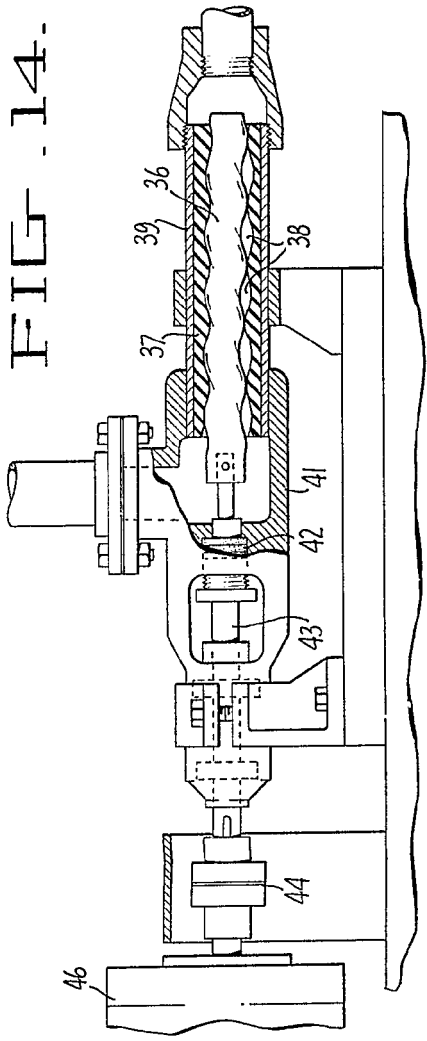


FIG. 15.

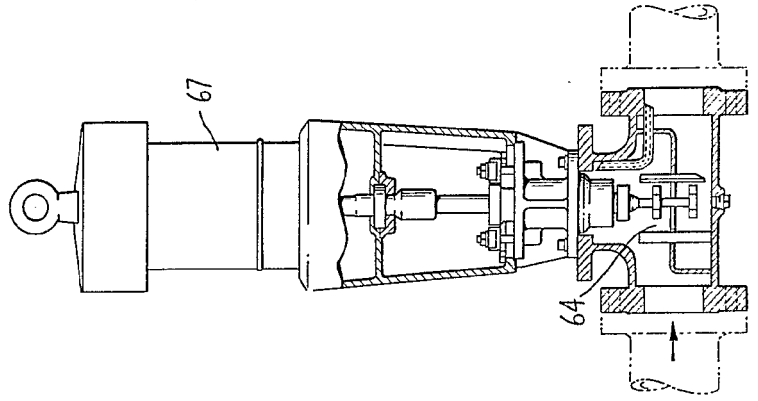
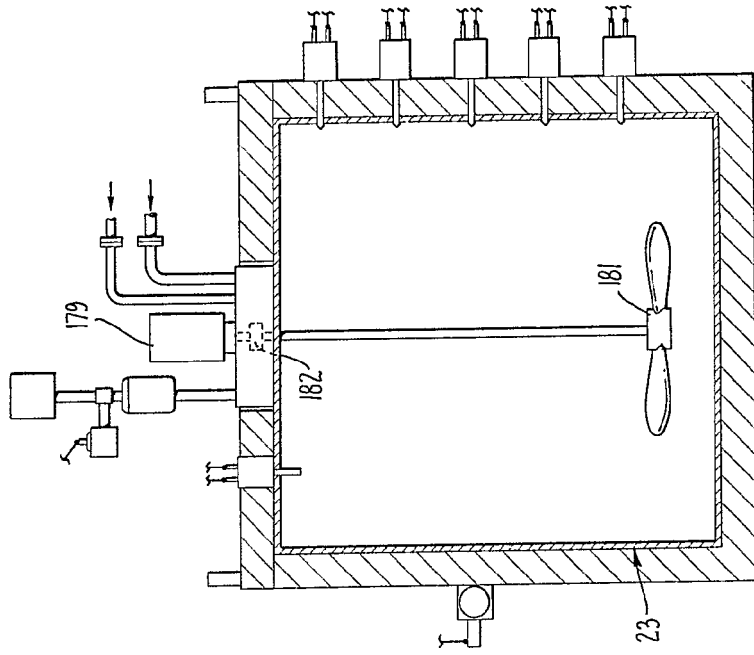


FIG. 13.



Arch

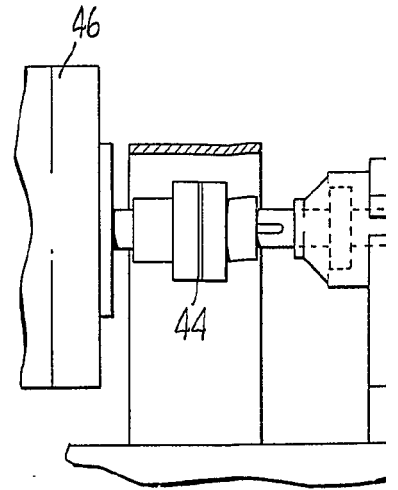
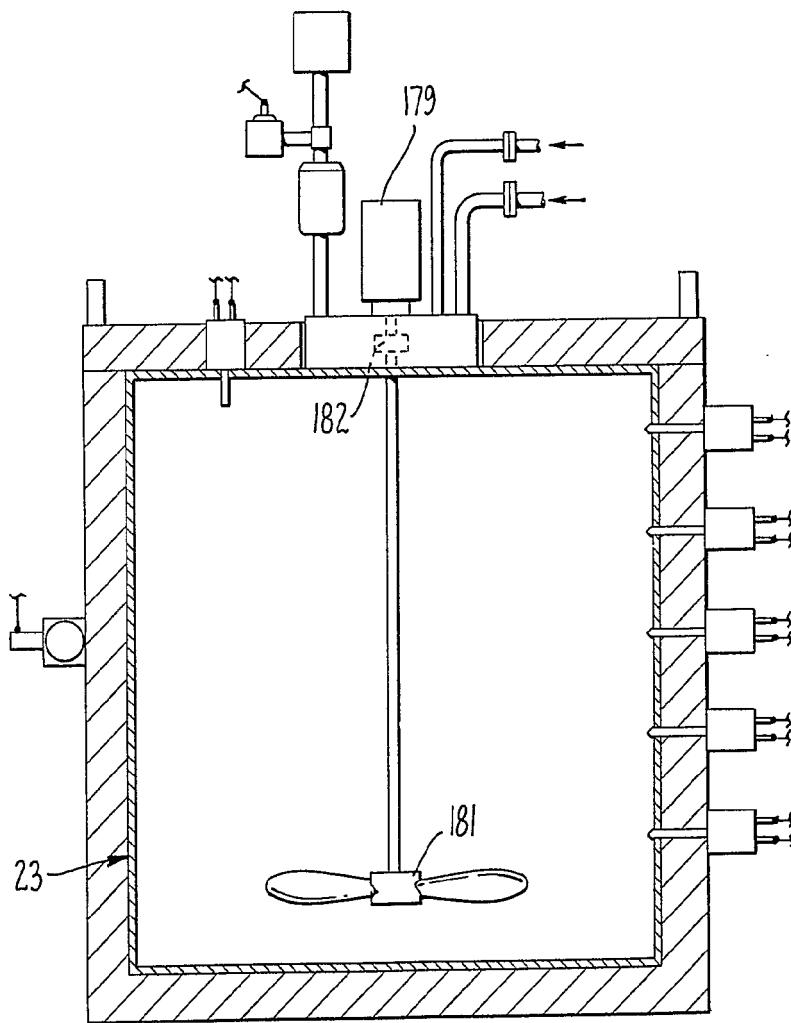


FIG. 13.



FIG. 14.

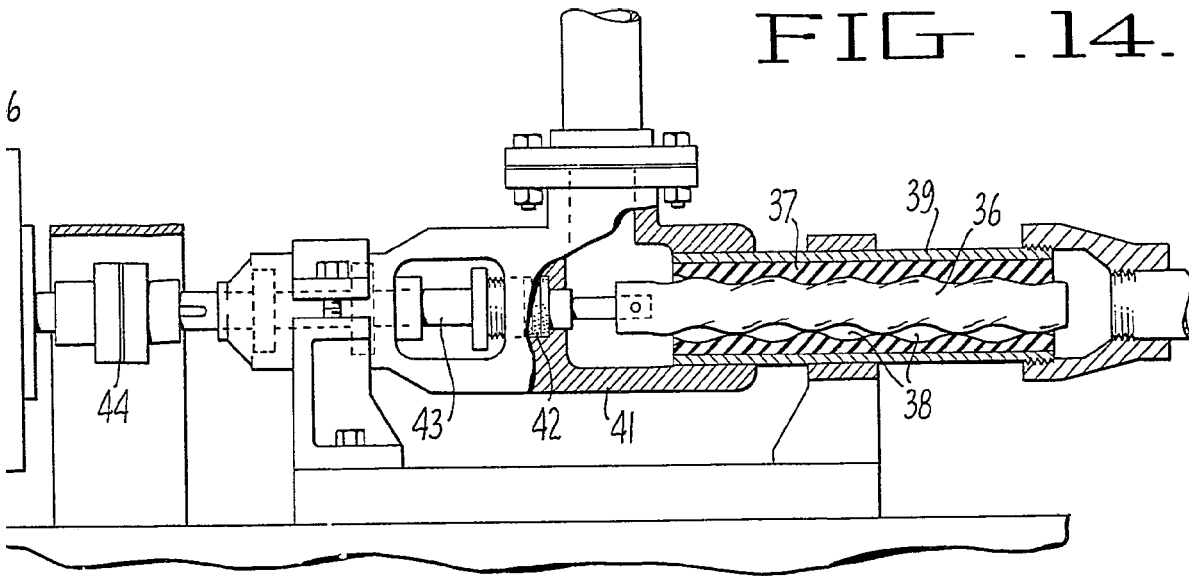
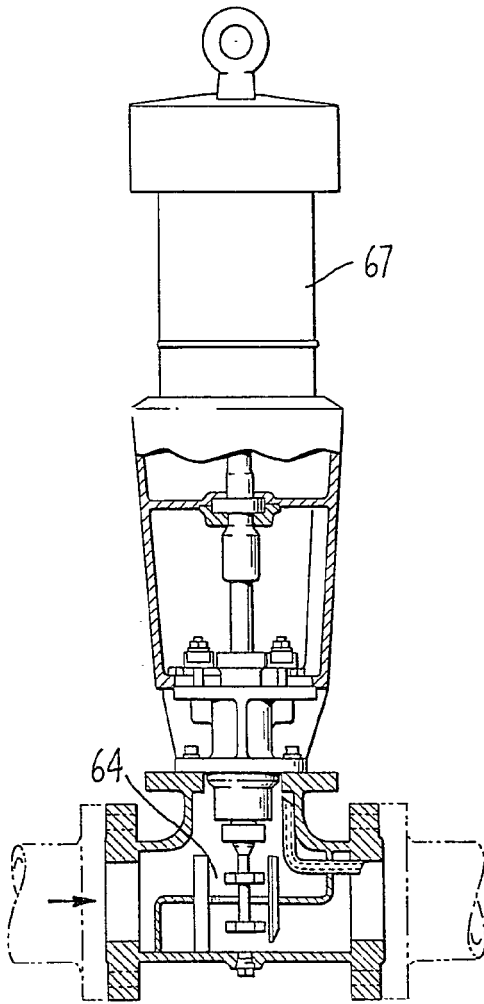


FIG. 15.



Alberto de ...
Inventor.