

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 192**

51 Int. Cl.:  
**G21C 13/00** (2006.01)  
**A62B 11/00** (2006.01)  
**G21F 9/02** (2006.01)  
**F24F 3/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08170609 .5**  
96 Fecha de presentación: **03.12.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2071249**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.06.2009**

54 Título: **Sistema de filtrado de aire para zona de habitabilidad de un reactor nuclear**

30 Prioridad:  
**14.12.2007 US 957099**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**10.10.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**10.10.2012**

73 Titular/es:  
**GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY AMERICAS LLC  
3901 CASTLE HAYNE ROAD  
WILMINGTON, NC 28401, US**

72 Inventor/es:  
**Austin, Jr., Ralph G. y  
Suiva, Michael**

74 Agente/Representante:  
**Carpintero López, Mario**

ES 2 388 192 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Sistema de filtrado de aire para zona de habitabilidad de un reactor nuclear

**Campo**

5 Las presentes enseñanzas se refieren a sistemas y procedimientos para proporcionar aire filtrado a una zona de habitabilidad de unas instalaciones de un reactor nuclear.

**Antecedentes**

El documento JP 58190835 da a conocer un dispositivo ventilador de acondicionamiento de aire para la cámara central de control de una planta de energía nuclear.

10 Las siguientes declaraciones de esta sección meramente proporcionan información de antecedentes relacionada con la presente divulgación y pueden no constituir técnica anterior.

15 Las plantas de energía nuclear requieren sistemas de emergencia para proporcionar "aire limpio" a zonas de habitabilidad de salas de control de la planta (CRHA) en caso de un incidente radiológico y/o tóxico, es decir, la liberación o la fuga accidentales de contaminantes radiactivos y/o tóxicos, gas o humo. Típicamente, se implementan sistemas de almacenamiento de aire presurizado para proporcionar aire limpio y seguro, es decir, aire libre de contaminantes radiactivos y tóxicos, para la habitabilidad de emergencia en la sala de control principal en tales situaciones. Tales sistemas conocidos de almacenamiento de aire presurizado requieren el almacenamiento de grandes tanques de aire presurizado y la instalación de tuberías, conducciones, válvulas, reguladores, instrumentación y controles operativos asociados. Además, deben instalarse sistemas y equipos para evitar la presurización excesiva durante la operación de tales sistemas conocidos de almacenamiento de aire presurizado. Así, los sistemas conocidos de almacenamiento de aire presurizado pueden ser problemáticos de diseñar, caros de instalar, implementar y operar, y problemáticos de mantener.

25 Además, los diseños de subsistemas conocidos de climatización de la zona de habitabilidad de la sala de control utilizan típicamente una aspiración comercial estándar a través de unidades de gestión del aire (AHU) tipo para hacer circular y acondicionar el aire, es decir, calentar y enfriar el aire dentro de la CRHA. Más en particular, la disposición de tales diseños requiere típicamente que se instalen externamente a la CRHA una o más AHU y ventiladores de retorno/extractores. Por ejemplo, a menudo se sitúan una o más AHU y ventiladores de retorno/extractores en una habitación de equipos mecánicos que está separada de la CRHA. La utilización de AHU y ventiladores externos necesita la instalación de una gran cantidad de canalizaciones aisladas que deben ser guiadas desde el exterior de la CRHA al interior de la CRHA. Tal guiado de las canalizaciones desde el exterior de la CRHA puede ser problemático para satisfacer los requisitos de seguridad relativos a la "infiltración" de aire contaminado radiactivo desde el exterior de la RCHR durante un incidente radiológico y/o tóxico.

**Resumen**

35 Según la reivindicación 1, se proporciona un sistema para proporcionar aire sustancialmente libre de contaminantes radiactivos y tóxicos a una zona de habitabilidad de un reactor nuclear. En diversas realizaciones, el sistema puede incluir al menos una unidad de emergencia de filtrado de aire estructurada y operable para proporcionar aire libre de contaminantes radiactivos y tóxicos a la zona de habitabilidad. El sistema puede incluir, además, al menos una fuente de alimentación con energía almacenada estructurada y operable para proporcionar potencia operativa a cada unidad de emergencia de filtrado de aire.

40 En diversas realizaciones adicionales, el sistema puede incluir al menos una fuente de alimentación con energía almacenada y un par de unidades redundantes de emergencia de filtrado de aire, estando estructurada y siendo operable cada una para proporcionar aire libre de contaminantes radiactivos y tóxicos a la zona de habitabilidad. Cada sistema de emergencia de filtrado de aire puede incluir un alojamiento conectado a una fuente de aire exterior a través de una canalización de entrada y a la zona de habitabilidad a través de una canalización de salida, un tren de filtros que incluye una pluralidad de filtros de aire, y un par de conjuntos redundantes de ventiladores. Cada conjunto de ventiladores es operable, por medio de la fuente de alimentación con energía almacenada, para generar un flujo de aire desde la fuente de aire exterior al interior de la zona de habitabilidad aspirando aire desde la canalización de entrada, obligando al aire a atravesar el tren de filtros para separar por filtración contaminantes radiactivos y/o tóxicos, y obligando al aire filtrado a atravesar la canalización de salida hacia el interior de la zona de habitabilidad. Cada conjunto de ventiladores incluye un motor que está situado dentro del flujo de aire para calentar y secar el flujo de aire.

55 Según otro aspecto, se proporciona un procedimiento para proporcionar aire sustancialmente libre de contaminantes radiactivos y tóxicos a una zona de habitabilidad de una sala de control de un reactor nuclear. En diversas realizaciones, el procedimiento incluye desactivar un subsistema de suministro de aire fresco cuando se liberan desde el reactor nuclear contaminantes radiactivos y/o tóxicos, estando estructurado y siendo operable el subsistema de suministro de aire fresco para proporcionar un aire de reabastecimiento a la zona de habitabilidad

durante la operación normal del reactor nuclear. El procedimiento puede incluir, además, proporcionar energía eléctrica desde al menos una fuente de alimentación con energía almacenada a al menos una de un par de unidades redundantes de emergencia de filtrado de aire cuando se liberan del reactor nuclear contaminantes radiactivos y/o tóxicos. El procedimiento puede incluir, además, generar un flujo de aire desde una fuente de aire exterior, a través de al menos una unidad de emergencia de filtrado de aire y al interior de la zona de habitabilidad utilizando la energía eléctrica de la al menos una fuente de alimentación con energía almacenada para operar un motor respectivo de al menos uno de un par de conjuntos redundantes de ventiladores incluidos en cada unidad de emergencia de filtrado de aire. Cada motor puede estar situado dentro del flujo de aire y ser operable para hacer girar un ventilador del respectivo conjunto de ventiladores para generar el flujo de aire. El procedimiento puede incluir, además, filtrar el flujo de aire para eliminar contaminantes radiactivos y/o tóxicos del mismo aspirando aire de la fuente de aire exterior al interior de la al menos una unidad de emergencia de filtrado de aire a través de una canalización de entrada de la respectiva unidad de emergencia de filtrado de aire. El aire es entonces obligado a atravesar un tren de filtros de la respectiva unidad de emergencia de filtrado de aire para separar por filtración los contaminantes radiactivos y/o tóxicos, y el aire filtrado es obligado entonces a atravesar la canalización de salida de la respectiva unidad de emergencia de filtrado de aire hacia el interior de la zona de habitabilidad. Además, el procedimiento también puede incluir calentar y secar el flujo de aire utilizando el calor generado por la operación del respectivo motor situado dentro del flujo de aire.

Se harán evidentes áreas adicionales de aplicabilidad de las presentes enseñanzas a partir de la descripción proporcionada en el presente documento. Debería entenderse que la descripción y los ejemplos específicos están pensados con fines de ilustración únicamente

### **Dibujos**

Los dibujos descritos en el presente documento son únicamente con fines de ilustración, y no se pretende que limiten el alcance de las presentes enseñanzas en modo alguno.

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de filtrado y acondicionamiento de aire (AFC) para una zona de habitabilidad de unas instalaciones de un reactor nuclear según diversas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 2 es un diagrama de bloques de un subsistema de filtrado y acondicionamiento de aire de las operaciones normales del sistema de AFC mostrado en la Figura 1 según diversas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un subsistema de filtrado de emergencia del sistema de AFC mostrado en la Figura 1 según diversas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 4 es un diagrama de bloques en corte transversal de una unidad de emergencia de filtrado de aire que incluye el subsistema de filtrado de emergencia mostrado en la Figura 3 según diversas realizaciones de la presente divulgación.

### **Descripción detallada**

La siguiente descripción es de naturaleza puramente ejemplar y de ninguna manera se pretende que limite las presentes enseñanzas, su aplicación o sus usos. En toda esta memoria, se usarán números de referencia semejantes para referirse a elementos semejantes.

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema 10 de filtrado y acondicionamiento de aire (AFC) para una zona 14 de habitabilidad de unas instalaciones de un reactor nuclear según diversas realizaciones de la presente divulgación. La zona 14 de habitabilidad puede ser cualquier zona, habitación o edificio de unas instalaciones de un reactor nuclear, tal como una planta de energía nuclear, que esté construida para ser ocupada por seres humanos. Por ejemplo, en diversas realizaciones, la zona 14 de habitabilidad puede ser una sala de control de una planta de energía de reactores nucleares que esté estructurada y equipada para ser ocupada por una pluralidad de empleados de la planta para controlar la operación de la planta. El sistema 10 de AFC está estructurado y es operable para generar un flujo de aire dentro de la zona 14 de habitabilidad que proporciona aire seguro y respirable a los ocupantes de la zona 14 de habitabilidad. Más en particular, tal como se describe en lo que sigue, durante la operación normal de las instalaciones del reactor nuclear, el sistema 10 de AFC hace circular el aire dentro de la zona de habitabilidad que es filtrado para eliminar diversos particulados medioambientales no radiactivos y no tóxicos, como polvo, suciedad, polen, etc., y acondicionado, es decir, calentado y/o enfriado, hasta una temperatura deseada. Además, tal como se describe en lo que sigue, durante el transcurso de un incidente nuclear y/o tóxico, el sistema 10 de AFC sella o aísla la zona de habitabilidad de la infiltración de aire contaminado con materia y particulados radiactivos y/o tóxicos y hace circular aire dentro de la zona de habitabilidad que está filtrado para eliminar tales materia y particulados radiactivos y tóxicos.

En general, el sistema 10 de AFC incluye un subsistema 18 de filtrado y acondicionamiento del aire de operaciones normales (NOAFC) y un subsistema 22 de filtrado de emergencia (EF). El subsistema 18 de NOAFC está estructura y es operable durante condiciones operativas cotidianas normales de la instalación del reactor nuclear, para acondicionar y generar un flujo de aire dentro de la zona 14 de habitabilidad. Más específicamente, el subsistema 18 de NOAFC está estructurado y es operable para hacer circular aire dentro de la zona 14 de habitabilidad que es

filtrado para eliminar diversos particulados medioambientales no radiactivos y no tóxicos, como polvo, suciedad, polen, etc., y acondicionado, es decir, calentado y/o enfriado, hasta una temperatura deseada. El subsistema 22 de EF está estructura y es operable para proporcionar aire seguro respirable a la zona 14 de habitabilidad durante un incidente radiológico y/o tóxico. Más específicamente, el subsistema 22 de EF es operable durante un incidente nuclear y/o tóxico para proporcionar un flujo de aire dentro de la zona de habitabilidad que es filtrado para que esté sustancialmente libre de material, materia, particulados, gas, etc., radiológicos y/o tóxicos peligrosos y perjudiciales.

El subsistema 18 de NOAFC incluye un subsistema 26 de recirculación y acondicionamiento y un subsistema 30 de sustitución de aire. El subsistema 26 de recirculación y acondicionamiento está estructurado y es operable para generar y acondicionar un flujo de aire de recirculación dentro de la zona 14 de habitabilidad sin ningún conducto, es decir, canalización, que penetre el límite exterior de la de la zona 14 de habitabilidad. El límite exterior de la zona 14 de habitabilidad, según se usa en el presente documento, se define como la estructura compuesta de las paredes, el techo y el suelo que rodea la zona 14 de habitabilidad. Así, no hay ninguna abertura en el límite exterior para la entrada o la salida de canalizaciones del subsistema 26 de recirculación y acondicionamiento a través de la cual aire inseguro, es decir, aire contaminado con materia radiactiva y/o tóxica, pueda infiltrarse en la zona de habitabilidad durante un incidente radiológico y/o tóxico. Según se usa en el presente documento, un incidente radiológico y/o tóxico se define como un incidente en el cual se liberan o se fuguen al aire un material, materia, particulados, gas, etc., radiológicos y/o tóxicos peligrosos y perjudiciales de un reactor nuclear de la instalación del reactor nuclear.

El subsistema 30 de sustitución de aire está estructurado y es operable para funcionar en combinación con el subsistema 26 de recirculación y acondicionamiento durante condiciones operativas cotidianas normales de la instalación del reactor nuclear. En particular, el subsistema de sustitución de aire está estructurado y es operable para proporcionar a la zona de habitabilidad aire de sustitución, filtrado para eliminar diversos particulados medioambientales no radiactivos y no tóxicos, como polvo, suciedad, polen, etc. Así, durante condiciones operativas cotidianas normales de la instalación del reactor nuclear, el subsistema 26 de recirculación y acondicionamiento y un subsistema 30 de sustitución de aire operan en combinación, proporcionando a los ocupantes de la zona 14 de habitabilidad aire acondicionado filtrado para eliminar particulados medioambientales no radiactivos y no tóxicos.

Con referencia ahora a la Figura 2, la zona 14 de habitabilidad se construye incluyendo una cámara superior 34 de aire y una cámara inferior 38 de aire. En diversas realizaciones, la cámara superior 34 de aire está formada entre un falso techo 42 situado, por ejemplo colgado, dentro de la zona 14 de habitabilidad y un techo 46 de la zona 14 de habitabilidad. De modo similar, en diversas realizaciones, la cámara inferior 38 de aire está formada entre un falso suelo elevado 50 situado dentro de la zona 14 de habitabilidad y un suelo 54 de la zona 14 de habitabilidad. El espacio dentro de la zona 14 de habitabilidad que se encuentra entre el falso techo 42 y el falso suelo 50 será denominado en el presente documento espacio 58 de los ocupantes. El falso techo 42 incluye una pluralidad de orificios 62 de ventilación que permiten que el aire del interior del espacio 58 de los ocupantes fluya a la cámara superior 34 de aire. Además, el falso suelo 50 incluye una pluralidad de rejillas 66 de ventilación que permiten que el aire del interior de la cámara inferior 38 de aire fluya al espacio 58 de los ocupantes.

Tal como se ha descrito en lo que antecede, el subsistema 18 de NOAFC incluye el subsistema 26 de recirculación y acondicionamiento y el subsistema 30 de sustitución de aire. El subsistema 26 de recirculación y acondicionamiento y el subsistema 30 de sustitución de aire operan en combinación para generar un flujo de aire acondicionado y filtrado dentro de la zona 14 de habitabilidad durante la operación normal de la instalación del reactor nuclear.

El subsistema 26 de recirculación y acondicionamiento incluye una o más unidades 70 de gestión del aire de recirculación situadas dentro de la zona 14 de habitabilidad. Es decir, las una o más unidades 70 de gestión del aire de recirculación están físicamente situadas e instaladas dentro de los confines del límite exterior de la zona 14 de habitabilidad. En diversas realizaciones, la o las unidades 70 de gestión del aire de recirculación están situadas dentro del espacio 58 de los ocupantes. En diversas realizaciones, tal como se ilustra en la Figura 2, el subsistema 26 de recirculación y acondicionamiento puede incluir un par de unidades redundantes 70 de gestión del aire de recirculación. Las unidades redundantes 70 de gestión del aire de recirculación están implementadas de tal manera que si una unidad 70 de gestión del aire de recirculación falla o se vuelve inoperable, la segunda unidad 70 de gestión del aire de recirculación estará operable para generar el flujo de aire acondicionado y filtrado dentro de la zona 14 de habitabilidad, tal como se describe en lo que sigue. En diversas realizaciones, cada unidad 70 de gestión del aire de recirculación incluye una entrada 74 de aire, una salida 78 de aire, al menos un filtro 82 y un ventilador o aventador 86. El ventilador 86 es operable para aspirar aire a la respectiva unidad 70 de gestión del aire de recirculación, a través de la entrada 74, hacer pasar el aire a través del o los filtros 82 y obligar al aire filtrado a salir a través de la salida 78.

Cada unidad 70 de gestión del aire de recirculación tiene conexión de fluido con la cámara superior 34 de aire a través de una pila o un conducto 90 de aire de entrada que está conectado en un primer extremo a la entrada 74 de la respectiva unidad de gestión del aire de recirculación. Un segundo extremo opuesto de cada pila o conducto 90 de aire de entrada se extiende atravesando el falso techo 42 y termina dentro de la cámara superior 34 de aire. Así, puede fluir aire desde el interior de la cámara superior 34 de aire, a través de cada pila o conducto 90 de aire de entrada, y al interior de la respectiva unidad 70 de gestión del aire de recirculación. Además, cada unidad 70 de gestión del aire de recirculación tiene conexión de fluido con la cámara inferior 38 de aire, de tal modo que pueda

fluir aire desde el interior de cada unidad 70 de gestión del aire de recirculación a la cámara inferior de aire a través de la respectiva salida 78 de aire. En diversas realizaciones, la salida 78 de aire de cada unidad 70 de gestión del aire de recirculación está situada en una parte inferior de la respectiva unidad 70 de gestión del aire de recirculación, de tal modo que cada salida 78 de aire tenga una conexión de fluido con la cámara inferior 38 de aire al situar cada salida 78 de aire sobre un respectivo orificio o una respectiva abertura 94 de salida en el falso suelo 50. Sin embargo, en diversas realizaciones adicionales, cada salida 78 de aire puede tener conexión de fluido con la cámara inferior 38 de aire a través de cualquier medio adecuado de conducto de aire, tal como una canalización adecuada, mangueras o tuberías de aire conectadas entre la respectiva salida 78 de aire y un respectivo orificio 94 de salida.

Así, cada unidad 70 de gestión del aire de recirculación es operable, por medio del respectivo ventilador 86, para generar un flujo forzado de aire a través de la respectiva unidad 70 de gestión del aire de recirculación aspirando aire desde la cámara superior 34 de aire a través de la respectiva pila o el respectivo conducto 90 de entrada de aire y la entrada 74, haciendo pasar el aire a través del filtro o de los filtros 82 y forzando al aire a salir hacia el interior de la cámara inferior 38 de aire a través de la respectiva salida 78 de aire. Más en particular, aspirando aire de la cámara superior 34 de aire y forzando al aire a entrar en la cámara inferior 38 de aire, la operación de una o más unidades cualesquiera 70 de gestión del aire de recirculación creará un flujo de aire de recirculación a través de la zona 14 de habitabilidad o dentro de la misma. Es decir, la operación de una o más unidades cualesquiera 70 de gestión del aire de recirculación aspirará aire de la cámara superior 34 de aire y forzará aire al interior de la cámara inferior 38 de aire, que hará circular y recircular el aire procedente de la cámara inferior 38 de aire, a través del espacio 58 de los ocupantes y al interior de la cámara superior 34 de aire, a través de los orificios y las rejillas 62 y 66 de ventilación. Así, la operación de una o más unidades cualesquiera 70 de gestión del aire de recirculación generará un flujo de aire de recirculación dentro de la zona 14 de habitabilidad sin aberturas en el límite exterior de la zona de habitabilidad para la entrada o la salida de la canalización que transporta aire del subsistema 26 de recirculación y acondicionamiento a través de las cuales aire poco seguro o peligroso pueda infiltrarse en la zona 14 de habitabilidad durante un incidente radiológico y/o tóxico.

Tal como se ha descrito en lo que antecede, cuando se obliga al aire a atravesar cada una de las respectivas unidades 70 de gestión del aire de recirculación, se hace pasar al aire a través de los uno o más filtros 82. En diversas realizaciones, el o los filtros 82 pueden ser cualquier filtro o tren de filtros adecuados para eliminar diversos particulados medioambientales no radiactivos y no tóxicos, como polvo, suciedad, polen, etc., del flujo de aire de recirculación dentro de la zona 14 de habitabilidad. Además, en diversas realizaciones, cada una de las unidades 70 de gestión del aire de recirculación puede incluir un elemento calentador 98, por ejemplo un serpentín eléctrico de calefacción. Cada elemento calentador 98 es operable para calentar el flujo de aire de recirculación dentro de la zona 14 de habitabilidad hasta una temperatura deseada calentando el flujo de aire forzado a través de cada una de las respectivas unidades 70 de gestión del aire de recirculación.

Además, en diversas realizaciones, el subsistema 26 de recirculación y acondicionamiento puede incluir un tanque 102 de almacenamiento térmico de refrigerante helado que tiene conexión de fluido con un serpentín refrigerante 106 de cada una de las respectivas unidades 70 de gestión del aire de recirculación. En diversas realizaciones, el tanque 102 de almacenamiento térmico de refrigerante helado está situado remotamente con respecto a la zona 14 de habitabilidad. Por ejemplo, en diversas implementaciones, el tanque 102 de almacenamiento térmico de refrigerante helado está situado en una habitación 116A de equipos de servicio que está separada de la zona 14 de habitabilidad. Generalmente, el tanque 102 de almacenamiento térmico de refrigerante helado está estructurado y es operable para retener y enfriar una cantidad de refrigerante, por ejemplo agua u otro refrigerante adecuado, que es bombeado a través de los serpentines refrigerantes 106 de la unidad de gestión del aire de recirculación para enfriar el flujo de aire de recirculación dentro de la zona 14 de habitabilidad hasta una temperatura deseada, enfriando el flujo de aire forzado a través de cada una de las respectivas unidades 70 de gestión del aire de recirculación. Más en particular, el serpentín refrigerante 106 de cada una de las unidades 70 de gestión del aire de recirculación tiene conexión de fluido con el tanque 102 de almacenamiento térmico de refrigerante helado a través de la tubería 110 de refrigerante helado y de la tubería 114 de refrigerante de retorno.

Hay conectadas bombas refrigerantes 118 en línea con la tubería 110 de refrigerante helado para bombear refrigerante helado desde el tanque 102 de almacenamiento térmico de refrigerante helado hasta los respectivos serpentines refrigeradores 106 de la o las unidades 70 de gestión del aire de recirculación. A continuación se hace que el refrigerante helado circule a través del serpentín o de los serpentines refrigeradores 106 y es devuelto al tanque 102 de almacenamiento térmico de refrigerante helado a través de la tubería 114 de refrigerante de retorno. Cuando, según se ha descrito en lo que antecede, el flujo de aire forzado circula a través de las una o más unidades 70 de gestión del aire de recirculación, el o los respectivos serpentines refrigeradores 106 y el refrigerante helado que fluye a través de los mismos extraen el calor del aire que está siendo forzado al interior de la cámara inferior 38 de aire. Así, el flujo de aire de recirculación a través de la zona 14 de habitabilidad y dentro de la misma es refrigerado hasta una temperatura deseada.

Pasando ahora al subsistema 30 de sustitución de aire del subsistema 18 de NOAFC, generalmente el subsistema 30 de sustitución de aire proporciona aire filtrado de sustitución a la zona 14 de habitabilidad. La operación del subsistema 26 de recirculación y acondicionamiento, tal como se ha descrito en lo que antecede, crea una presión positiva dentro de la zona 14 de habitabilidad. La presión positiva forzarán al aire del interior de la zona 14 de

habitabilidad a salir de la zona 14 de habitabilidad cuando se crean aberturas dentro del límite exterior de la zona de habitabilidad. Por ejemplo, una puerta abierta, tomas eléctricas no tapadas, etc., presentarán aberturas dentro del límite exterior a través de las cuales puede infiltrarse aire desde fuera de la zona 14 de habitabilidad. Así, la presión positiva impide que el aire de fuerza de la zona 14 de habitabilidad se infiltre, o entre, en la zona 14 de habitabilidad a través de tales aberturas. Para mantener la presión positiva dentro de la zona 14 de habitabilidad, el subsistema 30 de sustitución de aire fuerza al aire al interior de la cámara superior 34 de aire y/o de la cámara inferior de aire de la zona 14 de habitabilidad. Aunque la Figura 2 ilustra el flujo de aire de sustitución siendo forzado al interior de la cámara superior 34 de aire, debería entender que el flujo de aire de sustitución puede ser forzado, de manera similar, al interior de la cámara inferior 38 de aire y seguir dentro del alcance de la presente divulgación.

En diversas realizaciones, el subsistema 30 de sustitución de aire está situado remotamente con respecto a la zona 14 de habitabilidad. Por ejemplo, en diversas implementaciones, el subsistema 30 de sustitución de aire está situado en una habitación 116B de equipos de servicio que está separada de la zona 14 de habitabilidad. Debería entenderse que, aunque las habitaciones 116A y 116B de equipos de servicio están ilustradas como habitaciones de equipos separadas, en diversas realizaciones las 116A y 116B de equipos de servicio pueden ser una única habitación 116 de equipos de servicio en la que pueden estar situados el tanque 102 de almacenamiento térmico de refrigerante helado, el subsistema 30 de sustitución de aire y diversos otros equipos, sistemas y subsistemas descritos en el presente documento.

El subsistema 30 de sustitución de aire incluye una o más unidades 122 de gestión del aire de sustitución que generan un flujo de aire de sustitución para el interior de las cámaras de aire superior y/o inferior 34 y/o 38. En particular, cada unidad 122 de gestión del aire de sustitución incluye una entrada 126 de aire, una salida 130 de aire, al menos un filtro 134 y un ventilador o aventador 138. El o los filtros 134 de la unidad de gestión del aire de sustitución pueden ser filtros cualesquiera adecuados para eliminar diversos particulados medioambientales no radiactivos y no tóxicos, como polvo, suciedad, polen, etc., del flujo de aire de sustitución que se fuerza al interior de las cámaras de aire superior y/o inferior 34 y/o 38 de zona 14 de habitabilidad.

El ventilador 138 es operable para aspirar aire al interior de la respectiva unidad 122 de gestión del aire de sustitución, a través de la entrada 126, hacer pasar el aire a través del o los filtros 134 y obligar al aire filtrado a atravesar la salida 130. Más específicamente, cada unidad 122 de gestión del aire de sustitución aspira aire de un entorno fuera de la zona 14 de habitabilidad y obliga al aire al interior de las cámaras de aire superior y/o inferior 34 y/o 38 a través de un conducto 142, por ejemplo una canalización, que transporta aire de sustitución. La canalización 142 de aire de sustitución está conectada a la salida 130 de cada unidad 122 de gestión del aire de sustitución, se extiende a través del límite exterior de la zona de habitabilidad, y termina dentro de las cámaras de aire superior y/o inferior 34 y/o 38. En consecuencia, cada ventilador 126 de una unidad de gestión del aire de sustitución es operable para aspirar aire al interior de la unidad 122 de gestión del aire de sustitución desde un entorno fuera de la zona 14 de habitabilidad, hacer pasar el aire a través del respectivo filtro o de los respectivos filtros 134 y obligar al aire filtrado a entrar en la cámara superior 34 de aire y/o en la cámara inferior 38 de aire de la zona de habitabilidad a través de la canalización 142 de aire de sustitución. Tal como se ha descrito en lo que antecede, forzar el aire al interior de al menos una de las cámaras de aire superior e inferior 34 y 38 crea y mantiene una presión positiva dentro de la zona 14 de habitabilidad que evitará que el aire exterior a la zona 14 de habitabilidad se infiltre o entre en la zona 14 de habitabilidad a través de diversas aberturas en el límite exterior de la zona de habitabilidad.

En diversas realizaciones, el subsistema 30 de sustitución de aire incluye, además, un par de compuertas 146 de aislamiento dentro de la canalización 142 que transporta aire de sustitución. Las compuertas 146 de aislamiento están estructuradas y son operables para proporcionar un cierre hermético dentro de la canalización 142 que transporta aire de sustitución, de forma que no pueda fluir aire al interior ni desde las cámaras de aire superior y/o inferior 34 y 38 de la zona de habitabilidad, a través de la canalización 142 que transporta aire de sustitución, durante un incidente radiológico y/o tóxico. Más en particular, en diversas realizaciones las compuertas 146 de aislamiento están situadas dentro de la canalización 142 de aire de sustitución de forma sustancial inmediatamente adyacentes al límite exterior de la zona 14 de habitabilidad, de forma que hay muy poco tramo, si es que lo hay, de la canalización 142 de aire de sustitución que se extienda entre las compuertas 146 de aislamiento y el exterior del límite exterior de la zona de habitabilidad. Esto limita la cantidad de aire, por ejemplo aire contaminado o peligroso, que sale dentro de la canalización 142 de aire de sustitución entre las compuertas 146 de aislamiento y el exterior del límite exterior de la zona de habitabilidad que pueda fluir al interior de la zona 14 de habitabilidad una vez que se hayan cerrado las compuertas 146 de aislamiento.

Tal como se ilustra en la Figura 2, en diversas realizaciones, el subsistema 30 de sustitución de aire puede incluir un par de unidades 122 de gestión del aire de sustitución. Las unidades redundantes 122 de gestión del aire de sustitución están implementadas de tal modo que si una unidad 122 de gestión del aire de sustitución falla o se vuelve inoperable, la segunda unidad 122 de gestión del aire de recirculación estará operable para generar el flujo de aire de sustitución al interior de la cámara superior 34 de aire de la zona de habitabilidad, tal como se describe en lo que sigue.

Además, en diversas realizaciones, el subsistema 26 de recirculación y acondicionamiento puede incluir una o más fuentes 150 de alimentación con energía almacenada. La o las fuentes 150 de alimentación con energía almacenada

pueden ser cualquier fuente pasiva adecuada de energía eléctrica almacenada, tal como un grupo de baterías de corriente continua (CC). La o las fuentes 150 de alimentación con energía almacenada están estructuradas y son operables para proporcionar energía eléctrica a la o las unidades 70 de gestión del aire de recirculación y/o a las bombas 118 del tanque de almacenamiento térmico de refrigerante helado en ausencia de una fuente de energía constante, tal como cualquier generador remoto o en las propias instalaciones, o la empresa de suministro de energía eléctrica. Por ejemplo, en el supuesto caso de que ocurriera un incidente radiológico y/o tóxico, puede desconectarse o terminarse el suministro de energía constante a la o las unidades 70 de gestión del aire de recirculación, a un suministro de reabastecimiento de refrigerante al tanque 102 de almacenamiento térmico de refrigerante helado y a las bombas 118 del tanque de almacenamiento térmico de refrigerante helado. En tales casos, la o las fuentes 150 de alimentación con energía almacenada se conectarían automáticamente para proporcionar energía para operar la o las unidades 70 de gestión del aire de recirculación y/o las bombas 118 del tanque de almacenamiento térmico de refrigerante helado durante un tiempo limitado, por ejemplo 1 hora, 2 horas, 3 horas, 4 horas, 1 día, 2 días, 3 días, 4 días, etc.

En diversas realizaciones, el subsistema 26 de recirculación y acondicionamiento puede incluir una pluralidad de fuentes 150 de alimentación con energía almacenada, de modo que cada unidad 70 de gestión del aire de recirculación y/o las bombas 118 del tanque de almacenamiento térmico de refrigerante helado estén eléctricamente conectadas a una respectiva fuente de las fuentes 150 de alimentación con energía almacenada. Así, cada una de las unidades 70 de gestión del aire de recirculación y/o de las bombas 118 del tanque de almacenamiento térmico de refrigerante helado estaría alimentada por una fuente 150 de alimentación con energía almacenada separada e independiente en ausencia de una fuente constante de energía. De forma alternativa, en diversas realizaciones, el subsistema 26 de recirculación y acondicionamiento puede incluir una única fuente 150 de alimentación con energía almacenada configurada para proporcionar energía eléctrica a cada una de la o las unidades 70 de gestión del aire de recirculación y/o a las bombas 118 del tanque de almacenamiento térmico de refrigerante helado en ausencia de una fuente constante de energía. O, además, también en otras realizaciones, el subsistema 26 de recirculación y acondicionamiento puede incluir una primera fuente 150 de alimentación con energía almacenada configurada para proporcionar energía eléctrica a cada una de la o las unidades 70 de gestión del aire de recirculación y una segunda fuente 150 de alimentación con energía almacenada configurada para proporcionar energía eléctrica a las bombas 118 del tanque de almacenamiento térmico de refrigerante helado en ausencia de una fuente constante de energía.

Con referencia de nuevo a la Figura 1, en diversas realizaciones, el subsistema 26 de recirculación y acondicionamiento puede incluir un subsistema 154 de evacuación de humos. El subsistema 154 de evacuación de humos incluye un ventilador 158 de evacuación de humos que está situado fuera de la zona 14 de habitabilidad y que tiene conexión de fluido con la cámara superior 34 de aire a través del conducto o la canalización 162 de evacuación de humos, que se extiende a través del límite exterior de la zona de habitabilidad. Además, el subsistema 154 de evacuación de humos incluye el conducto o la canalización 166 de entrada de evacuación de humos, que proporciona una conexión de fluido de un acceso 170 de aire exterior con la cámara inferior 38 de aire a través de la canalización 166 de entrada de evacuación de humos. El subsistema 154 de evacuación de humos está estructurado y es operable para evacuar rápidamente y sustituir el aire del interior de la zona 14 de habitabilidad. Por ejemplo, en el supuesto caso de que la zona de habitabilidad se llenase de humo debido a un accidente o un incendio en la instalación del reactor nuclear o dentro de la zona 14 de habitabilidad, puede activarse el subsistema 154 de evacuación de humos para evacuar rápidamente el humo al entorno fuera de la zona 14 de habitabilidad, a través del ventilador 158 y la canalización 162 de salida. De forma sustancialmente simultánea, se aspirará aire de sustitución desde fuera de la zona 14 de habitabilidad al interior de la zona 14 de habitabilidad, por medio del ventilador 158 y de la canalización 166 de entrada.

Además, en diversas implementaciones el subsistema 154 de evacuación de humos incluye adicionalmente un par de compuertas 174 de aislamiento de entrada dentro de la canalización 166 de entrada de evacuación de humos. Las compuertas 174 de aislamiento de entrada están estructuradas y son operables para proporcionar un cierre sustancialmente hermético dentro de la canalización 166 de entrada de evacuación de humos, de tal modo que no pueda fluir aire al interior ni desde la zona 14 de habitabilidad a través de la canalización 166 de entrada de evacuación de humos durante un incidente radiológico y/o tóxico. Más en particular, las compuertas 174 de aislamiento de entrada están situadas dentro de la canalización 166 de entrada de evacuación de humos de forma sustancial inmediatamente adyacentes al límite exterior de la zona 14 de habitabilidad, de forma que hay muy poco tramo, si es que lo hay, de la canalización 166 de entrada que se extienda entre las compuertas 174 de entrada y el exterior del límite exterior de la zona de habitabilidad. Esto limita la cantidad de aire, por ejemplo aire contaminado o peligroso, que sale dentro de la canalización 166 de entrada entre las compuertas 174 de aislamiento de entrada y el exterior del límite exterior de la zona de habitabilidad que pueda fluir al interior o desde la zona 14 de habitabilidad una vez que se hayan cerrado las compuertas 174 de aislamiento de entrada.

Además, en diversas implementaciones, el subsistema 154 de evacuación de humos incluye un par de compuertas 178 de aislamiento de salida dentro de la canalización 162 de salida de evacuación de humos. Las compuertas 178 de aislamiento de salida están estructuradas y son operables para proporcionar un cierre sustancialmente hermético dentro de la canalización 162 de salida de evacuación de humos, de tal modo que no pueda fluir aire al interior ni desde la zona 14 de habitabilidad a través de la canalización 162 de salida de evacuación de humos durante un incidente radiológico y/o tóxico. Más en particular, las compuertas 178 de aislamiento de salida están situadas

dentro de la canalización 162 de salida de evacuación de humos de forma sustancial inmediatamente adyacentes al límite exterior de la zona 14 de habitabilidad, de forma que hay muy poco tramo, si es que lo hay, de la canalización 162 de salida que se extienda entre las compuertas 178 de salida y el exterior del límite exterior de la zona de habitabilidad. Esto limita la cantidad de aire, por ejemplo aire contaminado o peligroso, que sale dentro de la canalización 162 de salida entre las compuertas 178 de aislamiento de salida y el exterior del límite exterior de la zona de habitabilidad que pueda fluir al interior o desde la zona 14 de habitabilidad una vez que se hayan cerrado las compuertas 178 de aislamiento de salida.

Con referencia ahora a la Figura 3, tal como se ha descrito en lo que antecede, el subsistema 22 de filtrado de emergencia (EF) está estructurado y es operable para proporcionar aire a la zona 14 de habitabilidad que está sustancialmente libre de contaminantes radiactivos y/o tóxicos durante un incidente radiológico y/o tóxico. El subsistema 22 de EF incluye una o más unidades 182 de emergencia de filtrado de aire (EAFU). En diversas realizaciones, tal como se ilustra en la Figura 3, el subsistema 22 de EF puede incluir dos o más EAFU redundantes 182. Las EAFU redundantes 182 están implementadas de tal forma que si una EAFU 182 falla o se vuelve inoperable, una segunda EAFU 182 estará operable, y así sucesivamente, para proporcionar aire a la zona 14 de habitabilidad que está sustancialmente libre de contaminantes radiactivos y/o tóxicos durante un incidente radiológico y/o tóxico. Aunque el subsistema 22 de EF puede incluir una única EAFU 182 y seguir dentro del alcance de la presente divulgación, en el presente documento se describirá, por claridad y simplicidad, que el subsistema 22 de EF incluye dos o más EAFU redundantes 182.

En diversas implementaciones las EAFU 182 están situadas de forma remota con respecto a la zona 14 de habitabilidad. Por ejemplo, las EAFU 182 pueden estar situadas en una habitación 116 de equipos de servicio, por ejemplo la habitación 116A de equipos, que esté separada de la zona 14 de habitabilidad. Cada EAFU 182 está estructurada y es operable para proporcionar aire libre de contaminantes radiactivos y tóxicos a la zona de habitabilidad.

Con referencia también a la Figura 4, cada EAFU 182 incluye un alojamiento 186 conectado con una fuente 190 de aire exterior a través de un conducto o una canalización 194 de aire de entrada y con la zona 14 de habitabilidad a través de un conducto o una canalización 198 de aire de salida. Además, cada EAFU 182 incluye un tren 202 de filtros (ilustrado de forma óptima en la Figura 4) dentro del alojamiento 186, y al menos un conjunto 206 de ventiladores. Cada conjunto 206 de ventiladores está estructurado y es operable para generar un flujo de aire desde la fuente 190 de aire exterior al interior de la zona 14 de habitabilidad aspirando aire a través de la canalización 194 de entrada, forzando el aire a atravesar el tren 202 de filtros para separar por filtración contaminantes radiactivos y/o tóxicos, y obligando al aire filtrado a atravesar la canalización 198 de salida hacia el interior de las cámaras de aire superior y/o inferior 34 y/o 38 de la zona de habitabilidad.

En diversas realizaciones, tal como se ilustra en la Figura 3, cada EAFU 182 puede incluir dos conjuntos redundantes 206 de ventiladores. Los conjuntos redundantes 206 de ventiladores están implementados de tal modo que si un conjunto 206 de ventiladores falla o se vuelve inoperable, el segundo conjunto 206 de ventiladores estará operable para proporcionar el aire filtrado a la zona 14 de habitabilidad que está sustancialmente libre de contaminantes radiactivos y/o tóxicos. Aunque cada EAFU 182 puede incluir un único conjunto 206 de ventiladores y seguir dentro del alcance de la presente divulgación, en el presente documento se describirá, por claridad y simplicidad, que las EAFU 182 incluyen conjuntos redundantes 206 de ventiladores.

El tren 202 de filtros de cada EAFU 182 incluye una pluralidad de filtros 210 de aire adecuados para eliminar contaminantes radiactivos y tóxicos del flujo de aire generado por medio de la respectiva EAFU 182, a través de los respectivos conjuntos 206 de ventiladores. Por ejemplo, en diversas realizaciones, cada tren 202 de filtros puede incluir un primer filtro 210A de particulados, un segundo filtro 210B de particulados, un filtro 210C con lecho de carbón y un tercer filtro 210D de particulados. El primer filtro 210A de particulados puede ser cualquier filtro adecuado para eliminar las partículas radiactivas y/o tóxicas mayores del flujo de aire cuando el flujo de aire entra en la respectiva EAFU 182, a través de una canalización 194 de entrada. El flujo de aire puede pasar entonces a través del segundo filtro 210B de particulados, por ejemplo un filtro HEPA, para eliminar la mayor parte de las partículas radiactivas y/o tóxicas restantes. El filtro 210C con lecho de carbón puede ser cualquier filtro adecuado para filtrar aromáticamente el flujo de aire, es decir, eliminar cualquier olor poco deseable y/o gases radiactivos del flujo de aire, y el tercer filtro 210D de particulados puede ser cualquier filtro adecuado para eliminar cualquier partícula radiactiva y/o tóxica restante y cualquier polvo de carbón que puedan estar en el flujo de aire tras pasar a través del filtro 210 con lecho de carbón. Así, el flujo de aire que sale de cada EAFU 182 y que es forzado al interior de las cámaras de aire superior y/o inferior 34 y/o 38 de la zona de habitabilidad, a través de la canalización 198 de salida estará libre de partículas radiactivas peligrosas y/o de gases tóxicos.

En diversas realizaciones, el subsistema 22 de EF incluye una o más fuentes 214 de alimentación con energía almacenada. La o las fuentes 214 de alimentación con energía almacenada pueden ser cualquier fuente pasiva adecuada de energía eléctrica almacenada, tal como un grupo de baterías de corriente continua (CC). La o las fuentes 214 de alimentación con energía almacenada están estructuradas y son operables para proporcionar energía eléctrica a las EAFU 182 en ausencia de una fuente de energía constante, tal como cualquier generador remoto o en las propias instalaciones, o la empresa de suministro de energía eléctrica. Por ejemplo, en el supuesto

caso de que ocurriera un incidente radiológico y/o tóxico, puede desconectarse o terminarse el suministro de energía constante a la o las EAFU 182. En tales casos, la o las fuentes 214 de alimentación con energía almacenada se conectarían automáticamente para proporcionar energía para operar la o las EAFU 182, tal como se describe en el presente documento, durante un tiempo limitado, por ejemplo 1 hora, 2 horas, 3 horas, 4 horas, 1 día, 2 días, 3 días, 4 días, 1 semana, 2 semanas, etc.

Según se ilustra en la Figura 3, en diversas realizaciones, el subsistema 26 de recirculación y acondicionamiento puede operar, tal como se describe en lo que antecede, en combinación con el subsistema 22 de EF durante un incidente radiológico y/o tóxico. Por ejemplo, durante un incidente radiológico y/o tóxico, la o las unidades 70 de gestión del aire de recirculación y el tanque 102 de almacenamiento térmico de refrigerante helado, es decir, las bombas 118, pueden operar utilizando la o las fuentes 150 de alimentación con energía almacenada, tal como se ha descrito en lo que antecede, para hacer circular, filtrar y enfriar el aire libre de contaminantes radiactivos y tóxicos dentro de la zona 14 de habitabilidad que está siendo proporcionado por el subsistema 22 de EF. Sin embargo, debería entenderse que la operación del subsistema 22 de EF por sí solo es suficiente para hacer circular el aire libre de contaminantes radiactivos y tóxicos dentro de la zona 14 de habitabilidad, de forma que se proporcione a los ocupantes de la zona 14 de habitabilidad suficiente aire seguro y respirable para sobrevivir con comodidad.

Con referencia en particular a la Figura 4, cada conjunto 206 de ventiladores incluye un motor 218 operable para accionar un circulador 222 de aire, por ejemplo un ventilador, para generar el flujo de aire a través de la respectiva EAFU 182. En diversas realizaciones, cada conjunto 206 de ventiladores está situado en línea con la canalización 194 de entrada, o interno a la misma, de modo que el aire aspirado al interior de la canalización 194 de entrada fluya atravesando y/o rodeando al respectivo motor 218. Al fluir el aire atravesando y/o rodeando al respectivo motor 218, el aire extraerá el calor generado por el respectivo motor 218, aumentando con ello la temperatura del flujo de aire que atraviesa la respectiva EAFU 182. En consecuencia, el calor generado por la operación de cada motor 218 puede ser utilizado para calentar el aire que está siendo forzado al interior de las cámaras de aire superior y/o inferior 34 y/o 38 de la zona de habitabilidad, y, así, calentar el aire que circula dentro de la zona 14 de habitabilidad durante la operación del subsistema 22 de EF. Además, el calor generado por la operación de cada motor 218 puede ser utilizado para secar el aire, es decir, quitar la humedad del aire que está siendo forzado al interior de las cámaras de aire superior y/o inferior 34 y/o 38 de la zona de habitabilidad, y, así, secar el aire que circula dentro de la zona 14 de habitabilidad durante la operación del subsistema 22 de EF.

Con referencia de nuevo a las Figuras 3 y 4, en diversas realizaciones, la canalización 194 de entrada, el tren 202 de filtros y la canalización 198 de salida del subsistema 22 de EF tienen áreas de corte transversal, o diámetros, que están dimensionadas para proporcionar una pérdida de presión muy pequeña entre el aire que fluye por la canalización 194 de entrada y el aire que fluye por la canalización 198 de salida. Por ejemplo, en diversas implementaciones, la canalización 194 de entrada, el tren 202 de filtros y la canalización 198 de salida tienen áreas de corte transversal, o diámetros, que están sobredimensionadas para que sean lo suficientemente grandes para que se produzca un diferencial de presión entre el aire que fluye por la canalización 194 de entrada y el aire que fluye por la canalización 198 de salida entre aproximadamente 250 Pa y 1250 Pa. En particular el tren 202 de filtros y las canalizaciones 194 y 198 de entrada y salida sobredimensionados disminuyen la presión diferencial en los filtros 210. Es decir, el tren 202 de filtros y las canalizaciones 194 y 198 de entrada y salida sobredimensionados reducen la presión requerida de aire necesaria para hacer que el aire atraviese los filtros 210 y reducen las pérdidas internas de la canalización.

Además, el área de corte transversal, o los diámetros, de gran tamaño de la canalización 194 de entrada, el tren 202 de filtros y la canalización 198 de salida permite que el subsistema 22 de EF, es decir, las EAFU 182, proporciones un flujo de aire de presión positiva sustancial a través de la zona 14 de habitabilidad. Por ejemplo, en diversas implementaciones, el área de corte transversal, o los diámetros, de gran tamaño de la canalización 194 de entrada, el tren 202 de filtros y la canalización 198 de salida puede permitir que cada EAFU 182 proporcione un flujo de aire de presión positiva a través de la zona 14 de habitabilidad entre aproximadamente 8500 l/min (litros por minuto) y 14200 l/min.

Además, tales flujos de aire de presión positiva a través de la zona 14 de habitabilidad, resultantes del sobredimensionamiento del tren 202 de filtros y de la canalización 194 y 198 de entrada y salida, proporcionan una evacuación y una disolución mayores del aire no filtrado que pueda infiltrarse en la zona 14 de habitabilidad. Una evacuación y una disolución mayores del aire no filtrado que se infiltre en la zona 14 de habitabilidad reduce el riesgo que los contaminantes peligrosos del aire no filtrado que se infiltre planteen para los ocupantes de la zona 14 de habitabilidad. Por ejemplo, en diversas realizaciones, el tren 202 de filtros y las canalizaciones 194 y 198 de entrada y salida sobredimensionados proporcionan un flujo de aire de presión positiva a través de la zona 14 de habitabilidad suficiente para evacuar sin peligro y diluir la infiltración de aire no filtrado al interior de la zona de habitabilidad entre aproximadamente 28 l/min y 368 l/min.

Además, la reducción de la presión interna del aire que fluye a través de cada respectiva EAFU 182 y las pérdidas internas del aire que fluye a través de las canalizaciones 194 y 198 de entrada y salida debidas al sobredimensionamiento del tren 202 de filtros y de las canalizaciones 194 y 198 de entrada y salida también dan como resultado un requisito menor de potencia de cada motor 218 respectivo. Es decir, el sobredimensionamiento

del tren 202 de filtros y de las canalizaciones 194 y 198 de entrada y salida, por el que se reduce la caída de presión en el tren 202 de filtros, se traduce directamente en una disminución del requisito de potencia de cada motor 218 del conjunto de ventiladores. Por ejemplo, en diversas realizaciones, cada motor 218 del respectivo conjunto de ventiladores puede tener una potencia nominal entre aproximadamente 370 W y 1490 W, por ejemplo a 1110 W, mientras que produce el diferencial de presión y el flujo de aire de presión positiva a través de la zona 14 de habitabilidad descrita en lo que antecede.

Además, en diversas realizaciones, la fuente 190 de aire está situada en un emplazamiento fijo con respecto a un reactor nuclear de la instalación de reactores nucleares, de modo que se determine que el aire aspirado al interior de las EAFU 182 es muy probable que tenga la menor concentración de contaminantes radiactivos y/o tóxicos durante un incidente radiológico y/o tóxico. Por ejemplo, puede utilizarse un modelado matemático para determinar un emplazamiento óptimo en la instalación del reactor nuclear que sea muy probable que tenga la menor concentración de contaminantes radiactivos y/o tóxicos durante un incidente radiológico y/o tóxico. En consecuencia, en diversas realizaciones, la fuente 190 de aire estará situada en el emplazamiento óptimo predeterminado, de modo que el subsistema 22 de EF opere, como se ha descrito en lo que antecede, filtrando aire que se ha determinado de antemano que es muy probable que tenga las menores concentraciones de contaminantes radiactivos y/o tóxicos durante un incidente radiológico y/o tóxico.

Debería entenderse que, aunque los términos primero, segundo, tercero, etc., pueden ser utilizados en el presente documento para describir diversos elementos, componentes, zonas y/o secciones, estos elementos, componentes, zonas y/o secciones no deberían estar limitados por estos términos. Estos términos pueden ser usados únicamente para distinguir un elemento, componente, zona o sección de otro componente, zona o sección.

Además, los términos espaciales relativos como “debajo”, “abajo”, “inferior”, “encima”, “superior” y similares, pueden ser usados en el presente documento para facilitar la descripción para describir la relación de un elemento o una característica con otro u otros elementos o características, tal como se ilustra en las figuras. Se entenderá que los términos espaciales relativos pueden tener la intención de abarcar diferentes orientaciones del dispositivo en uso o en operación, además de la orientación representada en las figuras. Por ejemplo, si se da la vuelta al dispositivo de las figuras, los elementos descritos “abajo” o “debajo” de otros elementos o características estarían orientados entonces “encima” de los otros elementos o características. Así, el término ejemplar “debajo” puede abarcar tanto una orientación de encima como de debajo. El dispositivo puede ser orientado de otra forma (girado 90 grados o con otras orientaciones) y los descriptores espaciales relativos usados en el presente documento ser interpretados en consecuencia.

Además, la terminología usada en el presente documento es para el fin de describir realizaciones ejemplares particulares únicamente y no se pretende que sea limitante. Tal como se usan aquí, las formas singulares “un”, “una” y “el” y “la” pueden estar pensadas para que también incluyan las formas plurales, a no ser que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá además que los términos “comprende” y/o “comprendiendo”, cuando se usan en la presente memoria, especifican la presencia de características, enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes, etc., especificados, pero no excluyen la presencia o el añadido de uno o más enteros, características, etapas, operaciones, elementos, componentes, grupos, etc., distintos de los mismos.

La descripción del presente documento es de naturaleza meramente ejemplar y, por ello, se pretende que las variaciones que no se aparten de lo esencial de lo que se describe estén dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema (10) para proporcionar aire sustancialmente libre de contaminantes radiactivos y tóxicos a una zona (14) de habitabilidad de un reactor nuclear, comprendiendo dicho sistema (10):

al menos una unidad (182) de emergencia de filtrado de aire estructurada y operable para proporcionar aire libre de contaminantes radiactivos y tóxicos a la zona (14) de habitabilidad; y  
al menos una fuente (214) de alimentación con energía almacenada estructurada y operable para proporcionar potencia operativa a cada unidad (182) de emergencia de filtrado de aire, comprendiendo cada unidad (182) de emergencia de filtrado de aire:

un alojamiento (186) conectado a una fuente (190) de aire exterior a través de una canalización (194) de entrada y a la zona (14) de habitabilidad a través de una canalización (198) de salida;

un tren (202) de filtros dentro del alojamiento (186), incluyendo el tren (202) de filtros una pluralidad de filtros (210) de aire; y

al menos un conjunto (206) de ventiladores operable, por medio de la fuente (214) de alimentación con energía almacenada, para generar un flujo de aire desde la fuente (190) de aire exterior, a través del tren (202) de filtros y al interior de la zona (14) de habitabilidad, incluyendo cada conjunto (206) de ventiladores un motor (218) que está situado dentro del flujo de aire para calentar y secar el flujo de aire, y en el que la canalización (194) de entrada, el tren (202) de filtros y la canalización (198) de salida están dimensionados para proporcionar una pérdida de presión entre el aire que fluye a través de la canalización (194) de entrada y el aire que fluye a través de la canalización (198) de salida entre aproximadamente 250 Pa y 1250 Pa.

2. El sistema de la Reivindicación 1 en el que la canalización (194) de entrada, el tren (202) de filtros y la canalización (198) de salida están dimensionados para proporcionar un flujo de aire de presión positiva a través de la zona (14) de habitabilidad entre aproximadamente 8500 l/min y 14200 l/min.

3. El sistema de la Reivindicación 2 en el que el motor (218) tiene una potencia nominal entre aproximadamente 370 W y 1490 W.

4. El sistema de la Reivindicación 1 en el que la canalización (194) de entrada, el tren (202) de filtros y la canalización (198) de salida están dimensionados para proporcionar un flujo de aire a través de la zona (14) de habitabilidad suficiente para evacuar y diluir el aire que fluye a través de la zona (14) de habitabilidad, de modo que la zona (14) de habitabilidad pueda incurrir en una infiltración de aire no filtrado entre aproximadamente 28 l/min y 368 l/min.

5. El sistema de la Reivindicación 1 en el que la canalización (194) de entrada tiene conexión de fluido con la fuente (190) de aire exterior en una ubicación fija, con respecto al reactor nuclear, en la que se ha determinado que es muy probable que la fuente (190) de aire exterior tenga la menor concentración de contaminantes radiactivos y/o tóxicos cuando se liberan del reactor nuclear contaminantes radiactivos y/o tóxicos.

6. El sistema de la Reivindicación 1 en el que cada tren (202) de filtros comprende:

un primer filtro (210A) de particulados para eliminar del flujo de aire unos primeros contaminantes;  
un segundo filtro (210B) de particulados para eliminar del flujo de aire unos segundos contaminantes, siendo los segundos contaminantes menores que los primeros contaminantes;

al menos un filtro (210C) de carbón para filtrar el flujo de aire de manera aromática; y

un tercer filtro (210D) de particulados para eliminar polvo de carbón del flujo de aire.

7. Un sistema para proporcionar aire sustancialmente libre de contaminantes radiactivos y tóxicos a una zona de habitabilidad de una sala de control de un reactor nuclear, comprendiendo dicho sistema:

al menos una fuente de alimentación con energía almacenada; y

un par de unidades redundantes de emergencia de filtrado de aire, estando estructurada y siendo operable cada una para proporcionar aire libre de contaminantes radiactivos y tóxicos a la zona de habitabilidad, comprendiendo cada sistema de emergencia de filtrado de aire:

un alojamiento conectado a una fuente de aire exterior a través de una canalización de entrada y a la zona de habitabilidad a través de una canalización de salida;

un tren de filtros dentro del alojamiento, incluyendo el tren de filtros una pluralidad de filtros de aire; y

un par de conjuntos redundantes de ventiladores, cada uno de los cuales es operable, por medio de la fuente de alimentación con energía almacenada, para generar un flujo de aire desde la fuente de aire exterior al interior de la zona de habitabilidad aspirando aire desde la canalización de entrada, obligando al aire a atravesar el tren de filtros para separar por filtración contaminantes radiactivos y/o tóxicos, y obligando al aire filtrado a atravesar la canalización de salida hacia el interior de la zona de habitabilidad, incluyendo cada conjunto de ventiladores un motor que está situado dentro del flujo de aire para calentar y secar el flujo de aire, en el que la canalización de entrada, el tren de filtros y la

canalización de salida están dimensionados para proporcionar una pérdida de presión entre el aire que fluye a través de la canalización de entrada y el aire que fluye a través de la canalización de salida de aproximadamente 250 Pa a 1250 Pa.

- 5 **8.** Un procedimiento para proporcionar aire sustancialmente libre de contaminantes radiactivos y tóxicos a una zona de habitabilidad de una sala de control de un reactor nuclear, comprendiendo dicho procedimiento:
- desactivar un subsistema de suministro de aire fresco cuando se liberan desde el reactor nuclear contaminantes radiactivos y/o tóxicos, estando estructurado y siendo operable el subsistema de suministro de aire fresco para proporcionar un aire de reabastecimiento a la zona de habitabilidad durante la operación normal del reactor nuclear;
- 10 proporcionar energía eléctrica desde al menos una fuente de alimentación con energía almacenada a al menos una de un par de unidades redundantes de emergencia de filtrado de aire cuando se liberan del reactor nuclear contaminantes radiactivos y/o tóxicos;
- generar un flujo de aire desde una fuente de aire exterior, a través de al menos una unidad de emergencia de filtrado de aire y al interior de la zona de habitabilidad utilizando la energía eléctrica de la al menos una
- 15 fuente de alimentación con energía almacenada para operar un motor respectivo de al menos uno de un par de conjuntos redundantes de ventiladores incluidos en cada unidad de emergencia de filtrado de aire, estando situado cada motor dentro del flujo de aire y siendo operable para hacer girar un ventilador del respectivo conjunto de ventiladores para generar el flujo de aire;
- filtrar el flujo de aire para eliminar contaminantes radiactivos y/o tóxicos del mismo aspirando aire de la
- 20 fuente de aire exterior al interior de la al menos una unidad de emergencia de filtrado de aire a través de una canalización de entrada de la respectiva unidad de emergencia de filtrado de aire, obligando al aire a atravesar un tren de filtros de la respectiva unidad de emergencia de filtrado de aire para separar por filtración los contaminantes radiactivos y/o tóxicos, y obligando al aire filtrado a atravesar la canalización de salida de la respectiva unidad de emergencia de filtrado de aire hacia el interior de la zona de habitabilidad;
- 25 y
- calentar y secar el flujo de aire utilizando el calor generado por la operación del respectivo motor situado dentro del flujo de aire, comprendiendo el filtrado del flujo de aire la utilización de la canalización de entrada, el tren de filtros y la canalización de salida para canalizar y filtrar el flujo de aire, estando dimensionados la canalización de entrada, el tren de filtros y la canalización de salida para proporcionar
- 30 una pérdida de presión entre el aire que fluye a través de la canalización de entrada y el aire que fluye a través de la canalización de salida entre aproximadamente 250 Pa y 1250 Pa.
- 9.** El procedimiento de la Reivindicación 8 en el que la generación del flujo de aire comprende la utilización de la canalización de entrada, el tren de filtros y la canalización de salida para canalizar y filtrar el flujo de aire, estando dimensionados la canalización de entrada, el tren de filtros y la canalización de salida para
- 35 proporcionar un flujo de aire de presión positiva a través de la zona de habitabilidad entre aproximadamente 8500 l/min y 14200 l/min.
- 10.** El procedimiento de la Reivindicación 8 en el que la generación del flujo de aire comprende la utilización de la canalización de entrada, el tren de filtros y la canalización de salida para canalizar y filtrar el flujo de aire, estando dimensionados la canalización de entrada, el tren de filtros y la canalización de salida para
- 40 proporcionar un flujo de aire a través de la zona de habitabilidad suficiente para evacuar y diluir el aire que fluye a través de la zona de habitabilidad, de modo que la zona de habitabilidad pueda incurrir en una infiltración de aire no filtrado entre aproximadamente 28 l/min y 368 l/min.
- 11.** El procedimiento de cualquiera de las Reivindicaciones 8 a 10 en el que la generación del flujo de aire comprende la operación del respectivo motor, teniendo el motor respectivo una potencia nominal entre
- 45 aproximadamente 370 W y 1490 W.

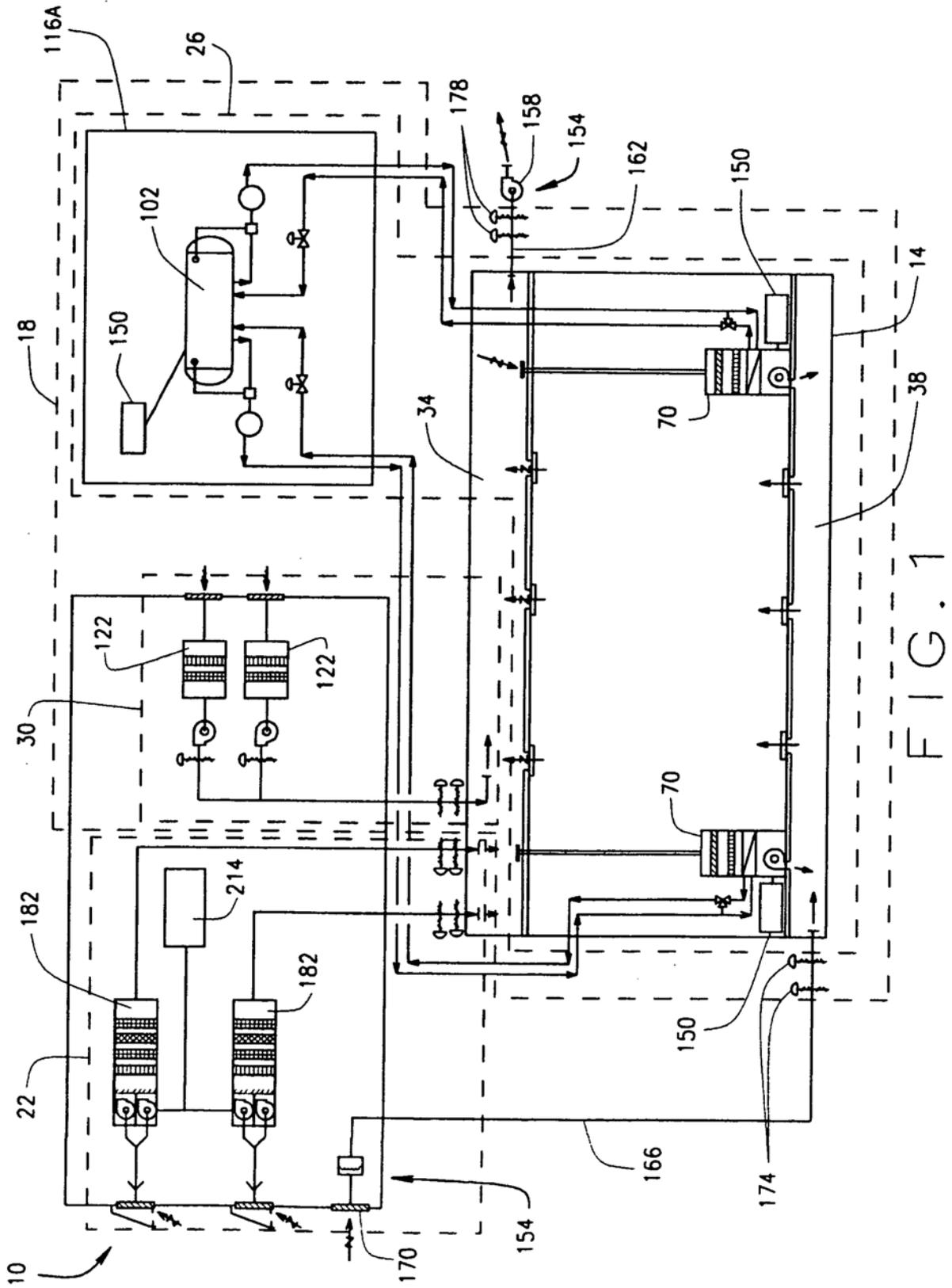


FIG. 1

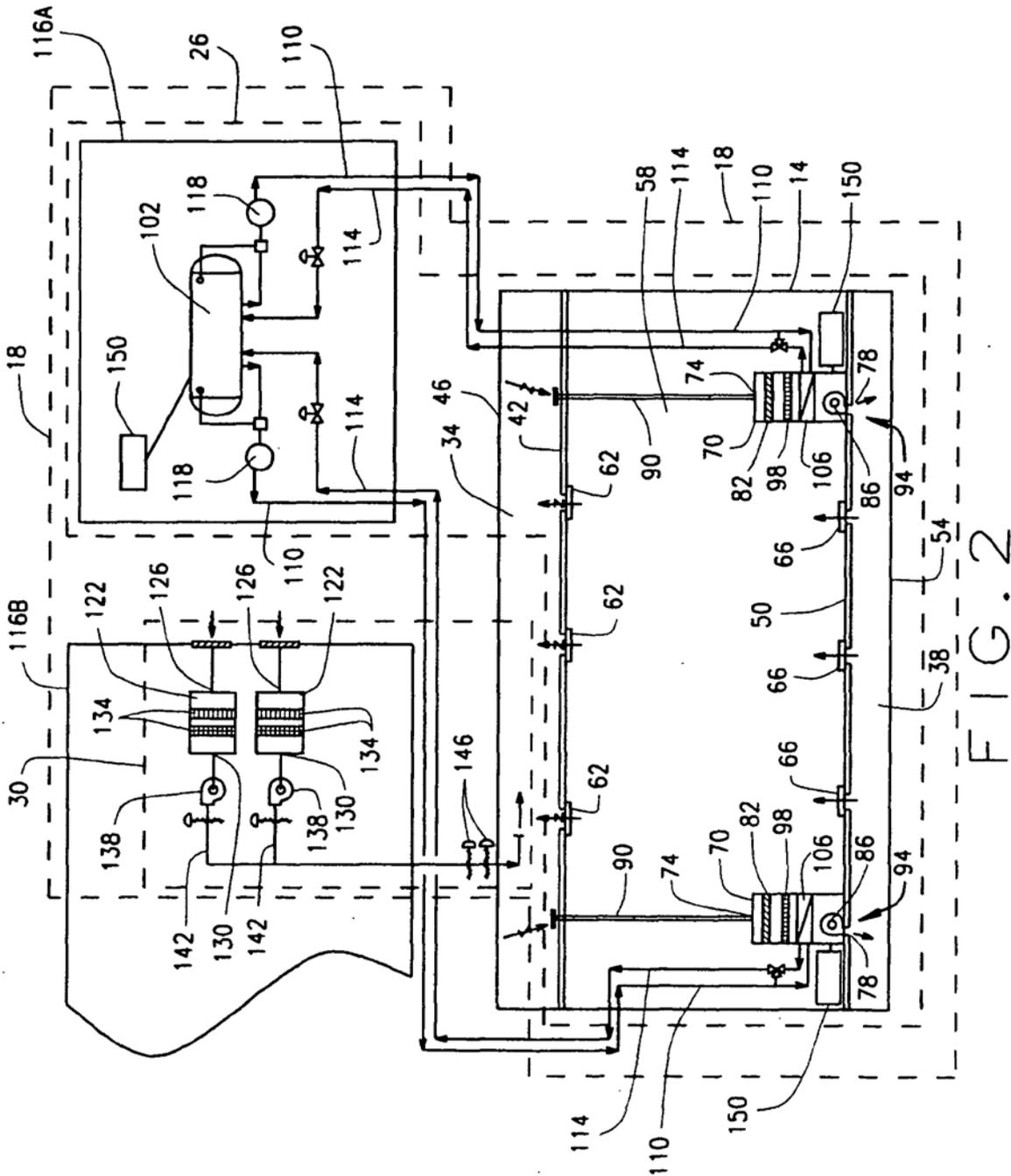


FIG. 2

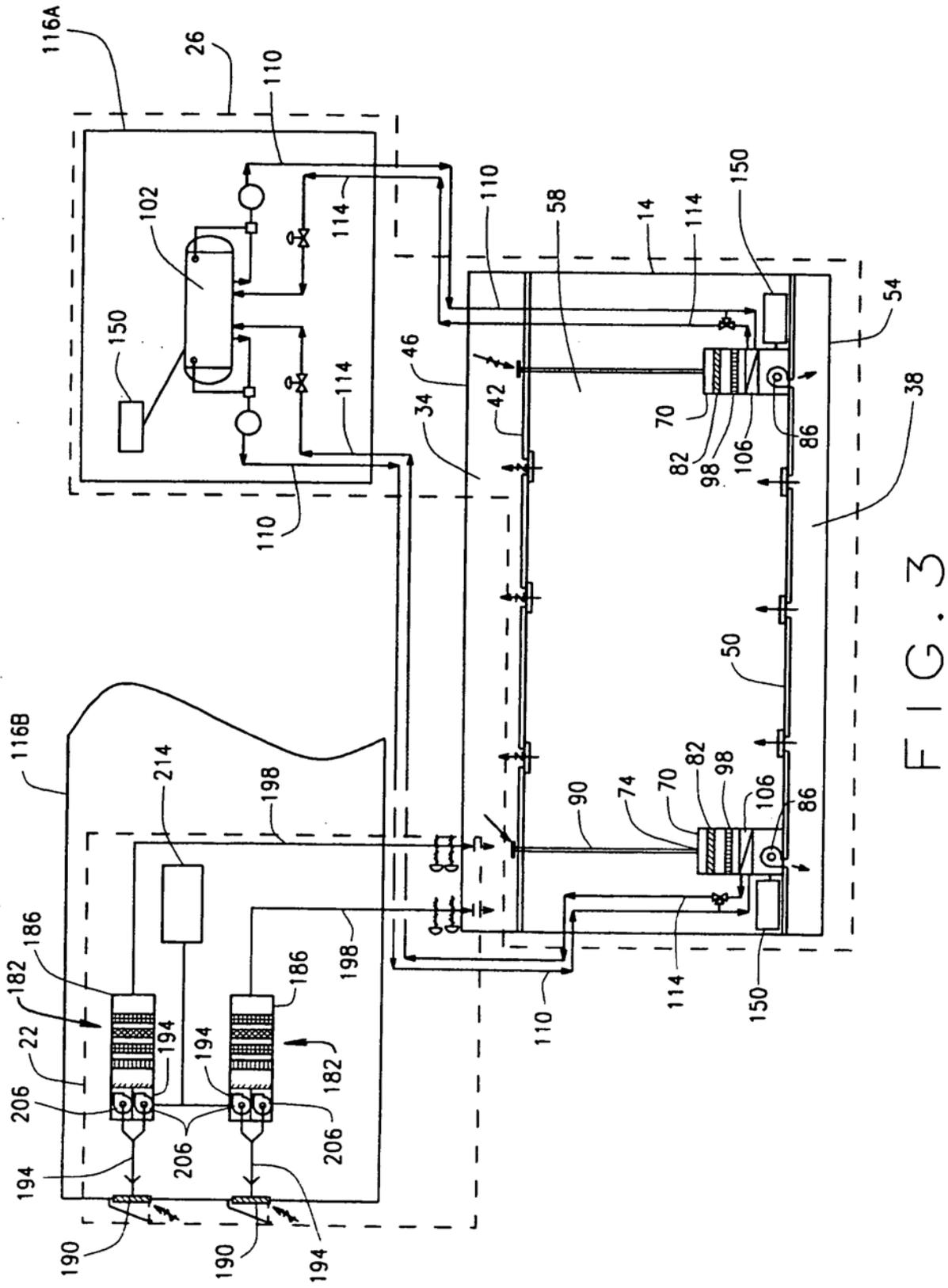


FIG. 3

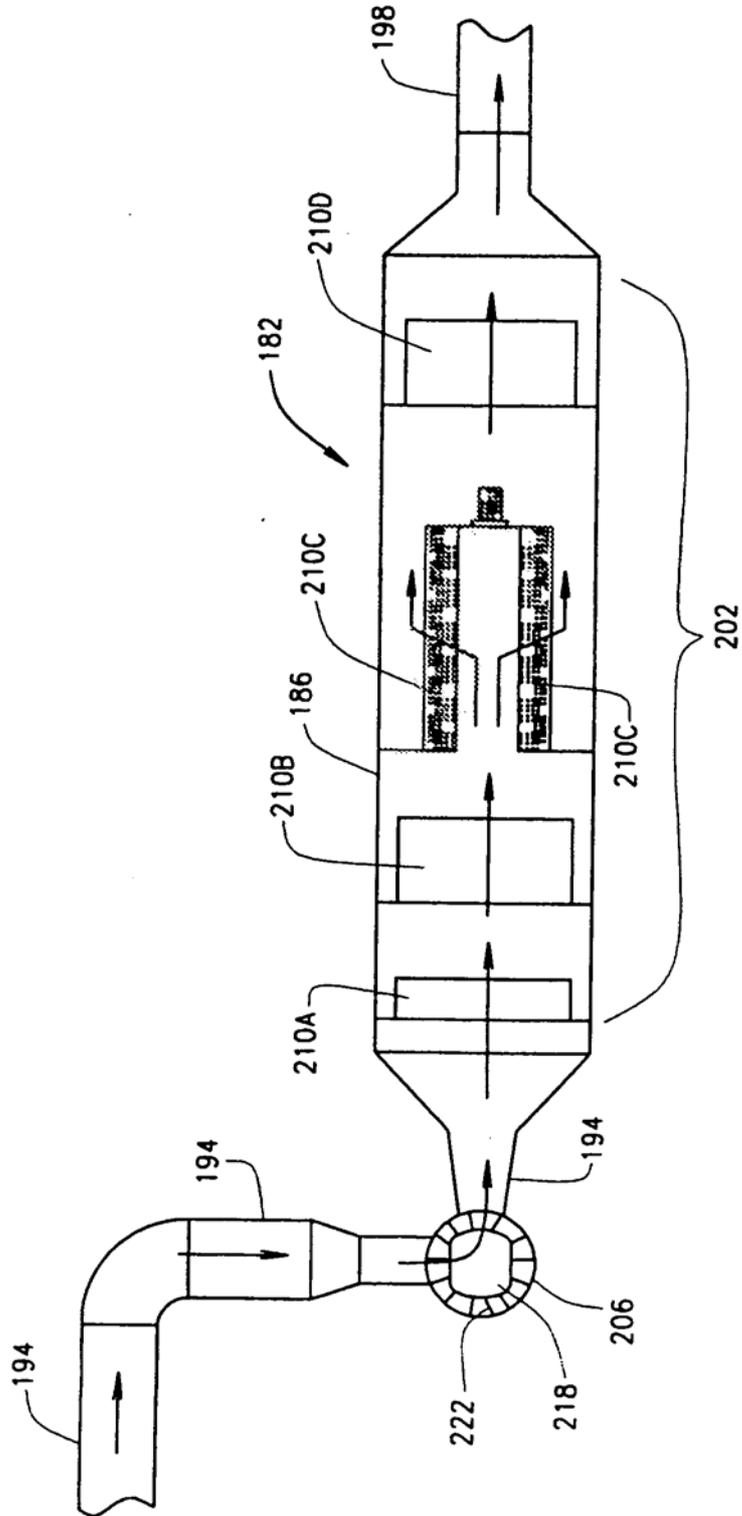


FIG. 4