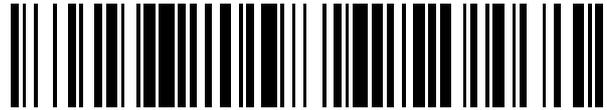


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 586 684**

51 Int. Cl.:

**F03G 7/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2012 E 12855578 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.05.2016 EP 2812569**

54 Título: **Planta de Conversión de Energía Térmica**

30 Prioridad:

**08.12.2011 US 201161568175 P**

**09.08.2012 US 201261681151 P**

**08.10.2012 US 201261711200 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**18.10.2016**

73 Titular/es:

**PAYA DIAZ, GASPAR, PABLO (100.0%)**

**39-09 56th Street 2nd Floor**

**Woodside, NY 11377, US**

72 Inventor/es:

**PAYA DIAZ, GASPAR, PABLO**

74 Agente/Representante:

**ARIZTI ACHA, Monica**

**ES 2 586 684 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).

Planta de Conversión de Energía Térmica

**DESCRIPCIÓN**

CAMPO DE LA TÉCNICA

La presente invención se refiere a plantas de conversión de energía térmica para la producción de energía.

5 ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

a) Plantas Térmicas Convencionales de Generación de Energía Eléctrica:

Hay muchos tipos de plantas térmicas convencionales para la generación de energía eléctrica, la mayoría de las cuales convierten energía térmica en energía eléctrica, mediante la moción de un fluido que activa un sistema mecánico. Las fuentes principales de energía eléctrica convierten la energía térmica generada por la quema de carbón o gas, o por la fisión nuclear, en vapor sobrecalentado – fluido de trabajo -, el cual activa una turbina mediante su energía mecánica, activando a su vez dicha turbina un generador.

b) Fuentes Alternativas para la Generación de Energía Eléctrica:

Hay otras fuentes renovables de energía alternativas que son bien conocidas, en contraste con la energía generada por la combustión de combustibles fósiles, a partir de las cuales es posible también generar electricidad, como por ejemplo serían: la radiación solar captada mediante paneles fotovoltaicos; el viento mediante aeroturbinas; el calor almacenado en el interior de la Tierra mediante plantas geotérmicas; o el agua de lluvia cuando desciende por ríos o es acumulada en presas mediante plantas hidroeléctricas; energía maremotérmica mediante plantas de conversión de energía térmica oceánica – CETO; olas, mareas y corrientes oceánicas mediante turbinas hidráulicas de reacción y plataformas flotantes por ejemplo. También ha sido propuesto un sistema de circuito cerrado con fluido férrico para la activación de una turbina de generación de energía eléctrica. En dichos sistemas, el fluido férrico, el cual sufre grandes cambios en sus propiedades magnéticas con los cambios de temperatura, es calentado y enfriado en distintos puntos del circuito cerrado, de manera que mediante un electroimán se puede producir un efecto de auto-bombeo que puede ser usado para activar una turbina. Hay varios dispositivos en el estado de la técnica que hacen referencia a este sistema. Por ejemplo, un generador de fluido férrico para la generación de energía eléctrica es descrito en la patente americana U.S. Pat. No. 4,064,409, con título "Ferofluidic Electrical Generator", por Charles M. Redman, y también está descrito en la aplicación de patente americana U.S. 2006/0110262 A1, titulada "Device Of Micro Loop Thermosyphon For Ferofluid Power Generator", por Li-Chieh.

Para una mejor comprensión de algunos aspectos de esta memoria descriptiva, las plantas de conversión de energía térmica oceánica – CETO, serán descritas con mayor detalle a continuación:

La Tierra recibe 174 petavatios (PW) de radiación solar (insolación) en la alta atmosfera. Aproximadamente el 30% de dicha radiación es reflejada hacia el espacio, mientras que el resto es absorbida por las nubes, los océanos y los continentes. La superficie de la Tierra, los océanos y la atmósfera absorben radiación solar, y esto produce un aumento en su temperatura. La luz solar absorbida por los océanos y los continentes mantiene la superficie de la tierra en una temperatura media de 14 °C. El total de radiación solar absorbida por la atmósfera terrestre, océanos y continentes es aproximadamente de 3,850,000 exajulios (EJ) por año. La cantidad de energía solar que llega a la superficie de nuestro planeta es tan grande, que la radiación recibida en un año equivale al doble del total de energía que se podría nunca obtener de todas las reservas no renovables que la Tierra tiene de carbón, petróleo, y gas natural combinadas. Los mares tropicales circundan la Tierra en una banda ecuatorial entre el trópico de Cáncer (23.5°latitud Norte) y el trópico de Capricornio (23.5° latitud Sur). La mayor parte de dicha radiación solar incide sobre los trópicos, al estar el Sol alineado sobre ellos durante todo el año. La temperatura promedio del agua de estos mares tropicales es superior a los 20°C (68°F) y se mantiene relativamente constante a lo largo de todo el año.

Las plantas de conversión de energía térmica oceánica – CETO, fueron descritas por primera vez en 1881 por el científico francés A. d' Arsonval, en un intento de producir energía eléctrica mediante el uso de una fuente esencialmente inagotable de energía (el Sol), una extensa fuente de calor (la capa superficial de los océanos), y un gran sumidero térmico (las profundidades de los océanos). Un planta típica de conversión de energía térmica oceánica – CETO, tal y como es descrita en la literatura moderna, comprende un sistema formado por un circuito termodinámico cerrado, a través del cual un fluido de trabajo (por ejemplo amoníaco), que evapora a la temperatura de la superficie oceánica, circula desde un evaporador hasta una turbina, desde la turbina a un condensador, y desde el condensador de vuelta al evaporador para repetir el ciclo. El fluido de trabajo entra en el evaporador en estado líquido, donde evapora al estar sumergido el evaporador en agua templada extraída de la superficie del mar. El fluido de trabajo evaporado pasa entonces a la turbina donde entrega su energía, accionando la turbina un generador eléctrico. El fluido

de trabajo que sale de la turbina entra después en el condensador, que es mantenido a baja temperatura mediante agua fría de las profundidades marinas. En el condensador es donde el fluido de trabajo licua. El fluido de trabajo licuado es bombeado al evaporador para repetir el ciclo.

5 Diferentes ejemplos de plantas de conversión de energía térmica oceánica – CETO son descritos en: Kenneth M. Urquhart US 1,952,520; Mr. Georges Claude y Mr. Paul Boucherot US 2,006,985 (Claude era un estudiante de d' Arsonval, siendo Claude quien construyó la primera planta CETO en Cuba, en el año 1930, siendo dicha planta capaz de producir 22 kW de electricidad con una turbina de baja presión); Leon Nisolle US 2,595,164; James H. Anderson y J. Hilbert Anderson Jr. US 3,312,054; Clarence Zener US 3,805,515; George T. Daniello US 3,896,622; Lester J. Owens US 4,087,975 otorgada al National Aeronautics and Space Administration - NASA de USA. Y más recientemente en:  
10 Robert James Howard y otros US 8,117,843.

Más información sobre plantas CETO pueden encontrarse en un artículo titulado "Engineering Aspects of OTEC Systems", de Lloyd C. Trimble, publicado por la 'Society of Naval Architects and Marine Engineers' en el 'Proceedings of the Spring Meeting' en San Francisco, California, durante Mayo 25-27 de 1977. Prototipos de plantas CETO para generación eléctrica han sido construidos en Hawaii y Nauru, para demostrar su factibilidad. Sin embargo, y hasta la fecha, no se ha construido ninguna planta CETO a gran escala para la producción de energía eléctrica.  
15

Hay otros métodos de conversión de energía eléctrica para la generación de energía que no han sido construidos a nivel comercial, pero que han sido extensivamente considerados y estudiados por más de un siglo, dónde la energía hidráulica generada por el ciclo natural de la lluvia, es de alguna manera imitado. En esos métodos la energía es obtenida a partir del movimiento por convección de un fluido de trabajo a través de un circuito abierto o cerrado; donde dicho fluido de trabajo evapora en un evaporador dispuesto en un nivel inferior, tras ganar calor de una fuente calorífica; ascendiendo dicho fluido de trabajo evaporado a un nivel superior a través de un conducto ascendente, incrementando así su energía potencial; condensado después dicho fluido de trabajo en un condensador dispuesto en un nivel superior en dicho circuito, tras entregar calor a un sumidero térmico; a continuación el fluido de trabajo en estado líquido desciende a través de un conducto descendente mediante la fuerza de la gravedad, accionando un aparato de extracción de energía que se encuentra conectado a dicho conducto descendente, el cual suele ser un mecanismo rotatorio, como por ejemplo una turbina, que a su vez acciona un generador eléctrico; regresando dicho fluido de trabajo en estado líquido al medio ambiente cuando se trata de un circuito abierto, o de nuevo al nivel inferior de dicho circuito cuando se trata de un circuito cerrado, reiniciando así el ciclo.  
20  
25

Algunos de estos métodos están descritos en las siguientes patentes, citadas cronológicamente: Thomas M. Miller US 196,759; Ernst Wiefel DE 361,473; Hans J. Nelson US 1,544,029; Edward A. Agnew US 2,636,129; Walter A. Hubbard US 3,140,986; Nicolai T. Hermansen US 3,338,797; William M. Wells US 3,375,664 donde esta invención fue realizada durante, o bajo, contrato, con número W-7405-ENG-48, con el United States Atomic Energy Commission; Hebert C. Kelly, Jr. US 3,414,481; Werner Foppe DE 2,362,138; Sidney A. Parker US 3,953,971; Robert E. Morey US 4,095,429; Lorenzo A. Pommier US 4,187,686; Seiyo Tanaka US 4,192,145; Emmanuel Bliamptis US 4,244,189; Moe, Per, H. WO 81/03360; Wayne Bailey US 4,255,933; Claude J. Falconer US 4,280,328; Joseph Iozzi US 4,306,416; Melvin H. Brown US 4,318,275; Gene S. Kira y otros US 4,382,365; Derrick A. Smith US 4,391,100; Gamal E. Nasser US 4,760,706; Pierre Brossard US 5,488,828; Walter T. Charlton US 6,434,942; Sánchez Gómez US 6,651,434; Anthony Russo US 8,042 338.  
30  
35

Discusión sobre el estado de la técnica:

40 Todas las plantas térmicas convencionales de generación de energía eléctrica operan bajo eficiencias menores del 50%, usando grandes diferencias de temperatura entre la fuente de calor (originado por la quema de combustibles fósiles o reacciones de fisión nuclear) y el sumidero de calor (la atmosfera, y el agua de un río o el mar). Para optimizar la eficiencia de la planta, altas diferencias de temperatura entre la fuente de calor y el sumidero térmico son necesarias, lo que a su vez genera grandes cantidades de calor residual que es vertido en el medio ambiente, lo que puede acabar dañando dicho medio ambiente.  
45

El Sol y el viento no son fuentes de energía constantes. No hay radiación solar durante las noches y esta disminuye notablemente en los días nublados, siendo pocas las horas de mayor radiación solar, cerca del mediodía. El viento es no predecible y nunca fluye constante. Todos estos factores obligan a generar un exceso de energía que tiene que ser almacenado para poder ser utilizado cuando es necesaria, como por ejemplo sería mediante el bombeo de agua a una presa situada en un nivel más alto, y liberar dicha agua almacenada cuando es necesaria para generar energía mediante turbinas hidráulicas.  
50

Las plantas geotérmicas necesitan un rango elevado de temperatura para poder funcionar, de más de 100 grados celsius en plantas convencionales, y de más de 50 grados celsius en plantas de ciclo binario, siendo en este último caso la eficiencia térmica inferior al 15%. Por otro lado, las áreas geográficas dónde es posible conseguir esas altas

temperaturas cerca de la superficie terrestre son limitadas en el mundo. Aunque la energía geotérmica es sostenible a nivel global, la extracción de calor geotérmico ha de ser monitorizada para evitar su agotamiento a nivel local. [Rybach, Ladislaus "Geothermal Sustainability", Oregon Institute of Technology - ISSN 0276-1084]. Durante décadas, perforaciones independientes redujeron la temperatura local y los niveles de agua hasta que un nuevo equilibrio es alcanzado mediante flujos naturales. Los tres yacimientos más antiguos, Larderello, Wairakei, y The Geysers han reducido su producción respecto a sus máximos por el agotamiento local de sus recursos; calor geotérmico y agua, fueron extraídos, en proporciones desconocidas, más deprisa de lo que fueron naturalmente repuestos.

A pesar de que la energía hidráulica es mucho más estable en producir electricidad que otras fuentes naturales de energía renovables, la escasez de precipitaciones puede disminuir el nivel de las presas y ríos, reduciendo significativamente la cantidad de energía que se puede producir. Por otro lado, la construcción de presas, como la construcción de canales entre ríos y embalses, altera notablemente los ecosistemas.

Hasta la fecha, las plantas de conversión de energía térmica oceánica – CETO construidas, no han sido capaces de producir cantidades significantes de energía, comparadas con plantas nucleares o plantas térmicas convencionales. En contraste con las plantas térmicas tradicionales en las plantas CETO el gradiente térmico entre la fuente de calor (agua cálida de la superficie del mar) y el sumidero térmico (agua fría de las profundidades marinas) es muy pequeño, lo cual reduce significativamente la potencia de la planta CETO cuando un fluido de trabajo es vaporizado para accionar una turbina de vapor. Por ejemplo, en el caso de usar amoníaco como fluido de trabajo en una planta CETO de circuito cerrado, situada en entre los trópicos, la presión de vapor del amoníaco a 25°C es de aproximadamente 9.5 Bares, mientras que a 5°C condensa a una presión menor de 5.5 Bares, presión equivalente a la obtenida al fondo de una columna de agua de unos 40 metros de alto. Las primeras plantas CETO tenían una eficiencia general entre el 1% y el 3 %, siendo la eficiencia máxima teórica entre un 6 % y un 7 %. Los diseños que actualmente se están estudiando operarán cerca de la eficiencia máxima teórica, pero a pesar de que la fuente de calor, agua del mar, es gratis, esta tiene un costo de obtención relativo a su bombeo. También hay un coste al bombear agua marina por encima del nivel del mar, para accionar la planta cuando está flotando sobre el nivel del mar, o cuando está situada en tierra firme, como ocurre con la planta CETO situada en la isla de Hawaii.

Los generadores de ferrofluidos pueden trabajar evaporizando por completo el fluido de trabajo, que es donde las nano-partículas ferromagnéticas están suspendidas, o evaporando sólo una parte del mismo en la unidad térmica de absorción produciendo burbujas, para generar un proceso de auto-bombeo, pero las nano partículas ferromagnéticas se mantienen sólidas. Diferencias importantes en temperatura son necesarias para conseguir los efectos de auto-bombeo y flotabilidad, donde el factor más importante para el proceso de generación es la velocidad del fluido, dada la naturaleza del generador magnético, no siendo importante la distancia entre el condensador y la unidades de absorción térmica, especialmente en los microcircuitos termosifónicos de ferro-fluidos para la generación de energía, donde es ciertamente muy pequeña. Aun así, el medio usado en el primer generador de ferro-fluido citado - U.S. Pat. No. 4,064,409 – es un ferro-fluido que comprende magnetita de menos de 100 angstroms de diámetro, cuya temperatura de Curie está por encima de los 550 grados Celsius, de manera que el generador citado generador de ferro-fluido requiere una temperatura de trabajo muy elevada para permitir que el flujo magnético cambia significativamente, consumiendo así comparativamente grandes cantidades de energía; mientras que la escala para el segundo generador de ferro-fluido - U.S. 2006/0110262 A1 – es una micro-escala, relacionada con microcircuitos y las pequeñas cantidades de energía en ellos generadas. Más aún, los generadores de ferro-fluidos descritos no reutilizan el calor absorbido por las unidades térmicas, pasándolo directamente a la atmósfera que los envuelve, o al sumidero térmico mediante el condensador, desechándolo del sistema, sin reutilizarlo.

Los métodos de producir energía mediante el flujo por convección de un fluido de trabajo a través de un circuito abierto o cerrado, donde el sistema de la energía hidroeléctrica obtenido del ciclo de la lluvia en la Naturaleza es de alguna manera imitado, no ha sido aún construido a escala comercial, a pesar de la enorme necesidad de nuevas fuentes de energía y de que el método en sí mismo fue probado válido, tal y como el Sr. Anthony Russo demostró mientras trabajaba bajo contrato del gobierno de los Estados Unidos en Sandia National Laboratories en 1973; un análisis de dicho sistema está comprendido en un documento interno del laboratorio de Sandia titulado: SAND 74-0259.

Sin embargo, cada una de estas referencias tiene una o más de las siguientes desventajas:

una proporción muy baja entre la energía producida y las dimensiones y coste de la planta cuando son comparadas con las actuales plantas térmicas de generación eléctrica;

el uso de fluidos de trabajo peligrosos, como por ejemplo cuando se usan gases explosivos como propano o etano, o sustancias tóxicas como mercurio;

## ES 2 586 684 T3

el uso de fluidos de trabajo de con un alto valor de calor específico y de calor latente de evaporación, como por ejemplo el agua cuando es propuesta como fluido de trabajo, la cual necesita importantes cantidades de energía térmica para evaporarse a condiciones estándar de presión y temperatura;

5 el uso de fluidos de trabajo que tienen un punto de ebullición en condiciones estándar de presión por encima de la temperatura de la fuente de calor, lo que obliga al sistema a trabajar en condiciones de vacío, lo que a su vez reduce enormemente la densidad de la columna de gas que asciende desde el evaporador;

el uso de un fluido de trabajo con una baja masa molecular, incluso más baja que el aire, lo que reduce notablemente la densidad de la columna de gas que asciende desde el evaporador, y la densidad de la columna de fluido de trabajo condensado que desciende desde el condensador hacia el aparato de extracción de energía;

10 la necesidad de colocar el evaporador y el condensador en el lugar o al nivel de la fuente de calor y el sumidero térmico respectivamente, lo que reduce la posibilidad de ubicar el sistema en un lugar más conveniente;

15 la transferencia directa de calor entre el fluido de trabajo y la fuente de calor y el sumidero térmico, a través del evaporador y el condensador respectivamente, sin reutilizar o reciclar dicho calor en el circuito, que en el caso de usar agua cálida de la superficie del mar, o energía geotérmica como fuente calorífica, puede alterar notablemente el ecosistema o producir un agotamiento de la fuente de calor;

el uso de fuentes de calor renovables no constantes sin utilizar acumuladores de calor, lo que reduce o detiene la producción de energía en el sistema cuando la fuente de calor disminuye, como por ejemplo cuando se usa el viento o la radiación solar, lo cual reduce la producción del sistema durante los días de poco viento o durante las horas de baja radiación solar, no pudiendo funcionar durante las noches.

20 El uso de una mezcla de dos o más fluidos de trabajo diferentes de forma simultánea en el circuito termodinámico, para adecuar el sistema a variaciones de temperatura en la fuente de calor y en el sumidero térmico, lo que reduce la eficiencia del sistema, ya que cada fluido de trabajo funciona de manera óptima bajo un conjunto particular de condiciones a una temperatura dada;

25 La reducción de temperatura en el fluido de trabajo evaporado mientras asciende por el conducto ascendente, lo que hace que el fluido de trabajo evaporado condense cuando la presión en el conducto ascendente es mayor que la presión de vapor de dicho fluido de trabajo a una temperatura menor dada, lo que resulta en una reducción de la capacidad de generar energía por el sistema;

30 El uso de la presión de vapor de la columna ascendente de fluido de trabajo evaporado para activar una turbina de gas/vapor en la parte superior de dicho conducto ascendente, lo cual reduce notablemente la presión en el condensador, lo que a su vez reduce significativamente el punto de ebullición del fluido de trabajo en dicho condensador, siendo entonces necesaria una menor temperatura para su condensación; y

35 Además, ninguno de los documentos descritos especifica la altura límite a la que el condensador ha de ser dispuesto con relación a la presión a la que el fluido de trabajo evaporado emerge de la parte superior del conducto ascendente, y la temperatura a la cual dicho fluido de trabajo condensa en dicho condensador. Para condensar el fluido de trabajo evaporado en el condensador a una temperatura dada, será necesario alcanzar una presión mínima dentro del condensador. Esta presión mínima dentro del condensador puede ser obtenida de tres maneras diferentes, dependiendo del método usado: a.) en un circuito cerrado siendo ejercida por el fluido de trabajo evaporado que sale del conducto ascendente; b.) mediante un mecanismo, como un compresor, en un circuito cerrado o abierto; c.) en un sistema abierto siendo ejercida por el medio natural que le rodea, como por ejemplo sería mediante la presión atmosférica. Si el primer método es aplicado, el condensador no puede estar posicionado más allá de una altura dada del evaporador, porque la presión y densidad de una columna de fluido de trabajo evaporado disminuye con la altura. Y si el segundo método es aplicado, la energía extra necesaria para accionar el compresor, haría más razonable el colocar el condensador a una altura inferior donde la presión necesaria pudiera ser conseguida directamente de la columna ascendente de fluido de trabajo evaporado, en vez de ser conseguida mediante medios mecánicos. Para justificar mi segunda aseveración referiré a la siguiente ecuación física que permite estimar el trabajo necesario para comprimir un gas a temperatura constante (en un proceso isotérmico):

$$W=n*R*T*Ln (V_f/V_i )$$

45 donde 'n' es el número de moles, 'R' es una constante (8.31 J/mol·K), 'T' es la temperatura en grados Kelvin, 'Vf' es el volumen final y 'Vi' es el volumen inicial. Mediante esta ecuación se podrá ver que el trabajo realizado por un gas que se expande dentro del conducto ascendente (que obliga al gas que está por encima a ascender), es el mismo que el

trabajo hecho por un compresor para comprimir este gas (despreciando el valor de eficiencia del compresor, y el aporte de calor producido por las fricciones y resistencias de su mecanismo y piezas internas).

La presente descripción aborda los problemas descritos anteriormente.

#### BREVE SUMARIO DE LA INVENCION

- 5 Una planta de conversión de energía térmica, que comprende un circuito termodinámico cerrado, que a su vez comprende un fluido de trabajo a presión; un evaporador situado en su nivel más bajo; un conducto ascendente ensanchable conectado a dicho evaporador; un condensador conectado a la salida superior del conducto ascendente ensanchable; un conducto descendente que conecta de vuelta el condensador con el evaporador, cerrando el circuito; y al menos un aparato de extracción de energía conectado a dicho conducto descendente. El fluido de trabajo en estado  
10 líquido evapora en el evaporador, desde donde asciende, a temperatura constante, a través del conducto ascendente ensanchable hasta el condensador, donde el fluido de trabajo evaporado es condensado, desde donde desciende a causa de la gravedad a través del conducto descendente, activando el aparato de extracción de energía, fluyendo a continuación de regreso al evaporador, completando así un proceso de auto-bombeo, reiniciando el ciclo.

#### BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

- 15 La FIGURA 1A es una tabla de valores que muestra la variación de presión para tres gases diferentes bajo temperatura constante.

La FIGURA 1B es la representación gráfica de los valores de la tabla I de la FIGURA 1A.

La FIGURA 1C es una tabla que muestra diferentes valores de presión de vapor bajo diferentes temperaturas para el hexafluoruro de azufre, formulado SF<sub>6</sub>

- 20 La FIGURA 1D es la representación gráfica de los valores de la tabla II de la FIGURA 1C.

La FIGURA 2A es una ilustración esquemática que muestra el esquema básico de la planta de conversión de energía térmica, de acuerdo con la presente descripción.

- 25 La FIGURA 2B es una ilustración esquemática del detalle V1 de la FIGURA 2A, que representa como el fluido de trabajo evaporado asciende a través de una sección inferior del conducto ascendente ensanchable, de acuerdo con la presente descripción.

La FIGURA 2C es una ilustración esquemática del detalle V2 de la FIGURA 2A, que representa como el fluido de trabajo evaporado asciende a través de una sección superior del conducto ascendente ensanchable, de acuerdo con la presente descripción.

- 30 La FIGURA 2D es una ilustración esquemática del detalle V3 de la FIGURA 2A, que representa el fluido de trabajo en estado líquido fluyendo a través del conducto descendente, de acuerdo con la presente descripción.

La FIGURA 2E es una ilustración esquemática del detalle V1 de la FIGURA 2A, que representa como el fluido de trabajo evaporado se mezcla con un gas de presión en una sección inferior del conducto ascendente ensanchable, cuando un gas de presión es dispuesto en dicho conducto ascendente ensanchable, de acuerdo con la presente descripción.

- 35 La FIGURA 2F es una ilustración esquemática del detalle V2 de la FIGURA 2A, que representa como el fluido de trabajo evaporado se mezcla con un gas de presión en una sección superior del conducto ascendente ensanchable, cuando un gas de presión es dispuesto en dicho conducto ascendente ensanchable, de acuerdo con la presente descripción.

- 40 La FIGURA 3A es un diagrama de bloque donde se ilustra una transferencia directa de calor desde el evaporador y el condensador del circuito termodinámico cerrado con la fuente de calor y el sumidero térmico respectivamente, de acuerdo con un primer modelo esquemático de operación de la presente descripción.

- 45 La FIGURA 3B es un diagrama de bloque donde a través de un circuito térmico el calor es devuelto desde el condensador hasta el evaporador, para su reciclado, rectificando el circuito térmico su temperatura mediante transferencia directa de calor con la fuente de calor y el sumidero térmico, de acuerdo con un segundo modelo esquemático de operación de la presente descripción.

La FIGURA 3C es un diagrama de bloque donde se representa una transferencia indirecta de calor entre el evaporador y la fuente de calor a través de un circuito térmico auxiliar de calentamiento, y entre el condensador y el sumidero térmico a través a través de un circuito térmico auxiliar de enfriamiento, de acuerdo con un tercer modelo esquemático de operación de la presente descripción.

5 La FIGURA 3D es un diagrama de bloque donde a través de un circuito térmico el calor es devuelto desde el condensador hasta el evaporador, para su reciclado, dándose una transferencia indirecta de calor entre el circuito térmico y la fuente de calor a través de un circuito térmico auxiliar de calentamiento; y entre el circuito térmico y el sumidero térmico a través de un circuito térmico auxiliar de enfriamiento, de acuerdo con un cuarto modelo esquemático de operación de la presente descripción.

10 La FIGURA 3E es una ilustración esquemática donde a través de un circuito térmico el calor es devuelto desde el condensador hasta el evaporador, para su reciclado, rectificando el circuito térmico su temperatura mediante una bomba de calor, a través de la cual calor es también conducido desde una fuente de calor hasta el circuito térmico, de acuerdo con un quinto modelo esquemático de operación de la presente descripción.

15 La FIGURA 3F es una ilustración esquemática que muestra el detalle V4 de las FIGURAS 3B, 3D y 3E, donde el fluido térmico está representado fluyendo a través del circuito térmico, de acuerdo con de la presente descripción.

La FIGURA 3G es una ilustración esquemática que muestra el detalle V5 de las FIGURAS 3C y 3D, donde el fluido térmico auxiliar de calentamiento está representado fluyendo a través del circuito térmico auxiliar de calentamiento, de acuerdo con de la presente descripción.

20 La FIGURA 3H es una ilustración esquemática que muestra el detalle V6 de las FIGURAS 3C y 3D, donde el fluido térmico auxiliar de enfriamiento está representado fluyendo a través del circuito térmico auxiliar de enfriamiento, de acuerdo con de la presente descripción.

La FIGURA 3I es una ilustración esquemática que muestra el detalle V7 de la FIGURA 3E, donde el fluido de trabajo de la bomba de calor es mostrado fluyendo a través de dicha bomba de calor, de acuerdo con de la presente descripción.

25 La FIGURA 4A es una ilustración esquemática que muestra el esquema básico de la invención de acuerdo a un modo de realización en el que el aparato para la extracción de energía es una turbina de reacción, y en el que a través de un circuito térmico calor es devuelto desde el condensador hasta el evaporador, para su reciclado.

30 La FIGURA 4B es una ilustración esquemática que muestra el esquema básico de la invención de acuerdo a un modo de realización en el que el aparato para la extracción de energía es una turbina de acción, y en el que a través de un circuito térmico calor es devuelto desde el condensador hasta el evaporador, para su reciclado.

La FIGURA 5A es una ilustración esquemática que muestra un primer modo de realización.

La FIGURA 5B es una ilustración esquemática que muestra el detalle V8 de la FIGURA 5A, donde se representa una sección del conducto ascendente ensanchable, que muestra el fluido de trabajo evaporado ascendiendo a través de dicho conducto ascendente.

35 La FIGURA 5C es una vista en desde arriba del primer modo de realización.

La FIGURA 5D es una vista lateral del primer modo de realización.

Las FIGURAS. 5E, 5F y 5G son una vista tridimensional en perspectiva de la cápsula flotante según las secciones I-I' y V-V'.

40 La FIGURA 5H es una vista tridimensional en perspectiva de la cápsula sumergible de la turbina y generador según las secciones II-II', III-III', y V-V'.

La FIGURA 5I es una vista tridimensional en perspectiva de la cápsula sumergible del evaporador según las secciones IV-IV' y V-V'.

La FIGURA 5J es una ilustración tridimensional esquemática que muestra un modo de operación del evaporador.

La FIGURA 5K es una ilustración tridimensional esquemática que muestra un modo de operación del condensador.

La FIGURA 6A es ilustración esquemática que muestra un segundo modo de realización.

La FIGURA 6B es una ilustración esquemática del detalle V9 de la FIGURA 6A, donde es mostrada una sección del conducto ascendente, que muestra el fluido de trabajo evaporado ascendiendo a través del conducto ascendente ensanchable, mientras se mezcla con el gas auxiliar de presión.

5 La FIGURA 6C es una ilustración esquemática del detalle V10 de la FIGURA 6A, que muestra la cubierta externa de la cápsula sumergible resistente a altas presiones que desciende verticalmente y que contiene el conducto ascendente ensanchable, y la cápsula sumergible resistente a altas presiones que contiene el evaporador.

La FIGURA 6D es una ilustración esquemática del detalle V11 de la FIGURA 6A, que muestra la cubierta externa de los conductos descendentes.

10 La FIGURA 6E es una ilustración esquemática de la bomba de calor del segundo modo de realización de la invención.

La FIGURA 6F es una vista desde arriba del segundo modo de realización de la invención.

La FIGURA 6G es una vista lateral del segundo modo de realización de la invención.

15 La FIGURA 6H es una vista tridimensional en perspectiva de la cubierta externa de la cápsula sumergible resistente a altas presiones que desciende verticalmente, según las secciones VI-VI', y VII-VII'.

La FIGURA 7A es una ilustración esquemática que muestra un tercer modo de realización de la invención.

La FIGURA 7B es una vista tridimensional en perspectiva del tercer modo de realización de la invención.

La FIGURA 8A es una ilustración esquemática que muestra un cuarto modo de realización de la invención.

20 La FIGURA 8B es una ilustración esquemática que muestra la estación del gas auxiliar del cuarto modo de realización.

La FIGURA 8C es una vista tridimensional en perspectiva del cuarto modo de realización de la invención.

La FIGURA 9A es una ilustración esquemática que muestra un quinto modo de realización de la invención.

La FIGURA 9B es una ilustración esquemática que muestra un primer escenario para el quinto modo de realización de la invención.

25 La FIGURA 9C es una ilustración esquemática que muestra un segundo escenario para el quinto modo de realización de la invención.

La FIGURA 9D es una ilustración esquemática que muestra un tercer escenario para el quinto modo de realización de la invención.

30 La FIGURA 9E es una vista tridimensional en perspectiva del primer escenario del quinto modo de realización de la invención.

La FIGURA 9F es una vista tridimensional en perspectiva del tercer escenario del quinto modo de realización de la invención.

La FIGURA 10A es una ilustración esquemática que muestra un sexto modo de realización de la invención.

La FIGURA 10B es una vista tridimensional en perspectiva del sexto modo de realización de la invención.

35 La FIGURA 11A es una ilustración esquemática que muestra un séptimo modo de realización de la invención.

La FIGURA 11B es una vista tridimensional en perspectiva del séptimo modo de realización de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

En la siguiente descripción, un cierto número de modos de realización de la invención son descritos con gran detalle, con carácter ilustrativo y no limitante, con referencia a las Figuras que acompañan. Las mismas referencias numéricas son utilizadas para los mismos elementos en los diferentes dibujos y modos de realización de la invención. El material contenido en esta descripción, tal como detalles de la construcción y elementos, es incluido tan solo para ayudar a una mejor comprensión. Así pues, es evidente que la presente aplicación puede realizarse sin esos elementos particulares. Igualmente, funciones y procesos constructivos de ordinario conocidos, no son descritos en detalle, porque ello empañaría la descripción detallada de la invención con detalles innecesarios.

Introducción descriptiva a algunos conceptos y fórmulas físicas:

Fórmula de la ley barométrica:

$$[P = P_0 * e^{-mgy/TK_B}]$$

permite conocer como varía la presión en una columna de gas entre distintas alturas, a temperatura constante, donde: 'P' es la presión final en Bares; 'P0' es la presión inicial en Bares; 'e' es una constante - 2.71828...; 'm' es la masa molecular del gas en Kg; 'g' es la aceleración de la gravedad - 9.08665 m/s<sup>2</sup>; 'y' es la altura en metros (m); 'KB' es la constante de Boltzmann (1.38 x 10<sup>-23</sup> J/K); 'T' es la temperatura en grados Kelvin (K).

Estimación de la densidad mediante la fórmula de la ley barométrica:

$$[D = D_0 * e^{-mgy/TK_B}]$$

la fórmula de la ley barométrica adaptada para conocer la variación de la densidad en una columna de gas entre distintas alturas, bajo temperatura constante, donde: 'D' es la densidad final en kilogramos por metro cúbico (Kg/m<sup>3</sup>), 'D0' es la densidad inicial en Kg/m<sup>3</sup>, 'e' es una constante - 2.71828...; 'm' es la masa molecular del gas en Kg; 'g' es la aceleración de la gravedad - 9.08665 m/s<sup>2</sup>; 'y' es la altura en metros (m); 'KB' es la constante de Boltzmann (1.38 x 10<sup>-23</sup> J/K); 'T' es la temperatura en grados Kelvin (K).

Presión:

$$[P = P_0 + d * g * y]$$

en física se define presión como fuerza por unidad de área, lo que significa que es la fuerza que actúa sobre una superficie dividida por el área sobre la que actúa. 'P' es la presión final en Pascales (Pa), 'P0' es la presión inicial en Pascales (Pa), 'd' es la densidad en kilogramos por metro cúbico (Kg/m<sup>3</sup>), 'g' es la aceleración de la gravedad: 9.08665 m/s<sup>2</sup>; 'y' es la altura en metros.

Potencia con relación a la presión:

$$[P_w = P * Q]$$

en física, se define potencia como la cantidad de trabajo que se efectúa por unidad de tiempo o la cantidad de energía que es transformada. 'Pw' es potencia medida en Vatios (W), 'P' es la presión medida en Pascales (Pa), y 'Q' es la tasa de flujo volumétrico, medida en metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s).

La FIGURA 1A es una tabla de datos (Tabla I) donde se representan las variaciones de la presión con la altura, para dos valores de presión inicial 'P0' (21.08 Bares y 37.13 Bares) con dos valores de temperatura constantes (20°C y 45°C) para tres gases distintos: hexafluoruro de azufre, formulado SF6; helio, formulado He; y nitrógeno, formulado N2. La FIGURA 1B representa los valores de dicha tabla gráficamente.

La FIGURA 1C es una tabla de valores (Tabla II) con valores de presión de vapor para el hexafluoruro de azufre, SF6, a diferentes temperaturas. La FIGURA 1D representa los valores de dicha tabla gráficamente.

La FIGURA 2A es una ilustración esquemática que muestra el esquema básico de la planta de conversión de energía térmica de la presente memoria descriptiva, donde se ilustra un circuito termodinámico cerrado 10, que comprende: un fluido de trabajo a presión, que alterna la fase líquida con la gaseosa en dicho circuito termodinámico 10; un evaporador 20 dispuesto al nivel más bajo de dicho circuito termodinámico 10; un conducto ascendente ensanchable 40 conectado a dicho evaporador 20, donde el diámetro inicial inferior, d0, es más pequeño que el diámetro final superior, d1; un grupo de dos condensadores 30 dispuestos a una altura superior respecto del evaporador 20, que están conectados a la salida superior de dicho conducto ascendente 40; un conducto descendente 90 que conecta de vuelta los condensadores 30 con el evaporador 20, cerrando el circuito; y un aparato de extracción de energía 50 conectado a dicho conducto descendente 90.

El número de condensadores 30 y evaporadores 20 que se pueden instalar en el circuito térmico cerrado 10 es opcional, siendo posible tener instalados una única unidad o múltiples unidades, dependiendo del modo de realización preferido. En la presente descripción, el número de condensadores 30 y de evaporadores 20 dispuestos en el circuito térmico cerrado 10 variará de un modo de realización a otro.

5

Con referencia a la FIGURA 2A, H1 representa la altura entre el nivel L0, que es la nivel en el cual el fluido de trabajo líquido evapora en el evaporador 20 con una temperatura de T1, y el nivel L1 de la salida superior del conducto ascendente ensanchable 40; H2 representa la altura entre dicho nivel L0 y el nivel L2 que es el nivel en el cual el fluido de trabajo evaporado condensa en el condensador 30 con una temperatura de T0; y H3 representa la altura entre dicho nivel L2 y el nivel L3 del aparato de extracción de energía 50, donde el fluido de trabajo líquido llega con una temperatura de T0.

10

El fluido de trabajo será un gas o compuesto de elevada masa molar, con una elevada densidad en estado líquido. Para la presente descripción hexafluoruro de azufre, formulado SF6, es propuesto como fluido de trabajo, por su nula peligrosidad, no siendo un gas tóxico o inflamable, que tiene un peso molecular muy elevado, alta densidad en estado líquido, y baja viscosidad. Sus características son: peso molecular: 146.05 g/mol; densidad en estado gaseoso: 6.07 kg/m<sup>3</sup> (a 1 Bar de presión y 20°C de temperatura); densidad en estado líquido: 1,523.3 Kg/m<sup>3</sup> (a 15 Bares de presión y 15°C de temperatura); presión de vapor: 14.47 Bares de presión a 5°C de temperatura y 21.08 Bares de presión a 20°C de temperatura; y una muy baja viscosidad, 0.277 centipoises - cP a 25°C (notablemente inferior a la viscosidad del agua 0.894 centipoises - cP a 25°C.). Igualmente, cualquier otro gas de elevado peso molecular puede ser utilizado como fluido de trabajo, como por ejemplo el Hexafluoroetano, que es un gas no inflamable y no tóxico, formulado C2F6, también conocido como R-116 y que tiene una masa molar de 138.02 g/mol.

15

20

El modo de operación es como sigue (con referencia a las FIGURAS 2A, 2B, 2C, 2D, 2E y 2F): El fluido de trabajo entra en estado líquido 12 en el evaporador 20 donde evapora al nivel L0 tras aumentar su temperatura hasta T1; a continuación el fluido de trabajo evaporado 11 sale del evaporador 20 y asciende a través del conducto ascendente ensanchable 40 hasta el condensador 30 a temperatura constante de T1 (detalles V1 y V2, representados en las FIGURAS 2B, 2C y 2E, 2F); entonces el fluido de trabajo evaporado 11 sale del conducto ascendente ensanchable al nivel L1, con una temperatura de T1, entrando en el condensador 30, donde condensa al nivel L2 tras reducir su temperatura hasta T0; después el fluido de trabajo en estado líquido 12 sale del condensador 30 y cae por efecto de la gravedad, a temperatura constante de T0, a través del conducto descendente 90 (detalle V3, mostrado en la FIGURA 2D), accionando el aparato de extracción de energía 50; tras ello, el fluido de trabajo en estado líquido 12 fluye desde el aparato de extracción de energía 50 de vuelta al evaporador 20, completando un proceso de auto-bombeo, reiniciando el ciclo.

25

30

35

Distintos tipos de aparatos de extracción de energía 50 pueden ser utilizados en diferentes modos de aplicación de la invención. Debido a la amplia utilización de las turbinas en el estado de la técnica, una turbina será el aparato de extracción de energía elegido para los diferentes modos de aplicación de la invención en la presente memoria descriptiva. Debido a que el principal uso de las turbinas es en plantas hidroeléctricas, cierto tipo de investigación y desarrollo será necesario para obtener un diseño óptimo de turbina para otros tipos de fluidos distintos del agua. En la FIGURA 2A se muestra una turbina de reacción 51 como aparato de extracción de energía, la cual está conectada a un generador eléctrico 60, que es accionado por la rotación de dicha turbina 51, lo cual genera electricidad que es transmitida a través de un cable de transmisión de corriente eléctrica 61.

40

45

50

55

En algunos modos de realización preferida de la invención, un gas de presión 41 puede ser opcionalmente dispuesto en el conducto ascendente ensanchable 40, teniendo dicho gas de presión 41 una masa molar mucho menor que la del fluido de trabajo. El gas de presión 41 no condensa en el condensador. Un ejemplo óptimo de gas de presión sería el helio, por sus cualidades como gas noble monoatómico con una masa atómica muy baja, que tiene el punto de ebullición más bajo de todos los elementos, y una solubilidad extremadamente baja. Sus propiedades son: Peso molecular: 4.0026 g/mol; densidad gaseosa: 0.169 kg/m<sup>3</sup> (a 1 bar de presión y 15°C de temperatura). El nitrógeno es otra buena opción como gas de presión auxiliar por su baja masa molecular de 28.0134 g/mol, baja reactividad química, y su alta abundancia en la atmósfera, lo cual lo hace un gran candidato desde un punto de vista comercial. Ambos gases de presión propuestos, el helio y el nitrógeno, tienen una masa molar que es menos de la mitad de los dos fluidos de trabajo propuestos, el hexafluoruro de azufre y el Hexafluoroetano.

60

Refiérase a la FIGURAS 2E y 2F donde los detalles V1 y V2 de la FIGURA 2A son de nuevo representados, siendo ilustrado en este caso como el fluido de trabajo evaporado 11 se mezcla con el gas de presión 41 en el conducto ascendente ensanchable 40 en dos niveles diferentes. A causa de la menor masa molecular del gas de presión 41, la distribución del fluido de trabajo evaporado 11 y del gas de presión 41 dentro del conducto ascendente ensanchable 40 no será igual con la altura, dándose, al ser más pesado, una mayor concentración del fluido de trabajo evaporado 11 a niveles inferiores que del gas de presión 41 (FIGURA 2E), y viceversa a niveles superiores (FIGURA 2F).

Para un fluido de trabajo evaporado 11 dado (FIGURAS 2B y 2C), o para una combinación dada de un fluido de trabajo evaporado 11 y un gas de presión 41 (FIGURAS 2E y 2F), con la ayuda de la ley barométrica, y en base a sus

masas molares particulares y bajo una temperatura dada, será posible hacer una estimación a grueso modo de la variación que con la altura (H1 y H2) se produce en la presión P0 y densidad D0 iniciales obtenidas al nivel L0 en el evaporador 20, y estimar la presión P1 y densidad D1 obtenidas al nivel L1 en la salida superior del conducto ascendente ensanchable 40, y la presión P2 y densidad D2 finales obtenidas al nivel L2 de los condensadores 30. Pero como la ley barométrica (al igual que otras fórmulas como la de los gases ideales) es una fórmula para gases en condiciones de temperatura y presión cercanas a los valores estándar, y por las condiciones de presión a las que se encuentra el fluido de trabajo 11, o la mezcla del fluido de trabajo evaporado 11 y el gas de presión 41, en el conducto ascendente ensanchable 40, será necesario realizar experimentos hasta que los valores exactos de presión (P1 y P2) y densidad (D1 y D2) en los niveles L1 (H1) y L2 (H2) puedan ser con certeza conocidos.

Refiérase de nuevo a las FIGURAS 2A, 2B, 2C, 2E y 2F. Para asegurar un flujo óptimo de fluido de trabajo a través del circuito termodinámico 10, el conducto ascendente ensancha con la altura en la misma proporción en que el fluido de trabajo evaporado 11 pierde densidad (FIGURA 2B y 2C), o su porcentaje en su mezcla con el gas de presión 41 disminuye (FIGURAS 2E y 2F), de manera que la masa final de fluido de trabajo evaporado que sale por la salida superior del conducto ascendente 40 al nivel L1, será la misma que la masa de fluido de trabajo que, al nivel L0, evapora en el evaporador 20.

Refiérase de nuevo a las FIGURAS 2A, 2B, 2C, 2E y 2F. Con referencia a la ley barométrica, la presión inicial 'P0' es la presión P0 a la que el fluido de trabajo evapora al nivel L0 del evaporador 20 y con la que fluye dentro del conducto ascendente ensanchable 40. La presión final 'P' es la presión P2 ejercida por el fluido de trabajo evaporado 11, o por la mezcla de fluido de trabajo evaporado 11 y el gas de presión 41 (dependiendo del modo de realización), al nivel L2 de los condensadores 30. Para una temperatura dada T0 en los condensadores 30, el fluido de trabajo evaporado 11 condensará cuando el valor de la presión P2 sea igual o mayor que el valor de la presión de vapor de dicho fluido de trabajo a dicha temperatura T0.

Refiérase otra vez a las FIGURAS 2A, 2E y 2F. Cuando se usa un gas de presión 41 en el conducto ascendente ensanchable, a causa de la menor masa molar de dicho gas de presión 41, su disminución de densidad con la altura será significativamente menor que para el fluido de trabajo evaporado 11 que es mucho más pesado, el cual tiene una mayor masa molar. De esta manera, con una mezcla formada por un fluido de trabajo evaporado 11 y un gas de presión 41 notablemente más ligero en el conducto ascendente ensanchable 40, será posible conseguir una altura H2 mucho mayor entre el nivel L0 (en el evaporador 20) y el nivel L2 (en los condensadores), que si tan solo un mucho más pesado fluido de trabajo evaporado 11 estuviera en el conducto ascendente ensanchable 40.

El circuito termodinámico cerrado 10 propuesto en la presente memoria descriptiva es capaz de generar grandes cantidades de energía eléctrica a partir de fuentes de calor y sumideros térmicos naturales, en los que la diferencia de temperatura entre ellos es muy pequeña (gradiente), lo cual les hace inviables de ser utilizados en plantas térmicas convencionales de generación de energía (a causa del pequeño gradiente de temperatura), y capaces de producir muy poca energía en plantas térmicas no convencionales, como en las plantas de conversión de energía térmica oceánica – CETO que están comprendidas en el actual estado de la técnica. Por ejemplo, es posible usar agua marina superficial cálida de los océanos tropicales (que normalmente excede los 20°C durante todo el año) como fuente de calor para evaporar hexafluoruro de azufre en el evaporador a 20°C; y agua marina de las profundidades oceánicas (típicamente con una temperatura inferior a los 5°C) para condensar dicho fluido de trabajo en el condensador 30 a 5°C. En estas condiciones, el hexafluoruro de azufre, SF6, evaporará con una presión de vapor de 21.08 bares (P0) a 20°C (T1) al nivel L0 del evaporador 20, y condensará al nivel L2 en el condensador 30 bajo una presión (P2) igual o mayor a 14.47 bares, que es la presión de vapor del hexafluoruro de azufre a 5°C (T0) (FIGURAS 1C y 1D). Para ello, y partiendo de la fórmula de la ley barométrica, la diferencia en altura H2 entre el nivel L0 en el evaporador 20 y el nivel L2 en el condensador 30 no debería de ser mayor de 550 metros, que es la altura (H2) aproximada en la que una columna de hexafluoruro de azufre evaporado (con una presión de vapor de 21.08 bares en su base) ejerce una presión cercana a los 15 bares en el nivel L2 del condensador 30 (FIGURAS 1A y 1B).

Por otro lado, si un gas de presión 41 mucho más ligero es mezclado con dicho hexafluoruro de azufre (el fluido de trabajo evaporado 11) en el conducto ascendente ensanchable 40, y para las mismas condiciones de evaporación y condensación previamente descritas, dicha diferencia en altura H2 puede ser de hasta 2.500 metros si nitrógeno, formulado N2, es usado como gas de presión 41 (altura a la cual su presión será ligeramente mayor a la requerida de 15 bares; FIGURAS 1A y 1 B); y de varios miles de metros más (que para el nitrógeno) si helio, símbolo He, es usado como gas de presión 41 (FIGURAS 1A y 1B).

Refiérase de nuevo a la FIGURA 2A. La presión P3 ejercida por la columna descendente del fluido de trabajo líquido 12 (detalle V3, ilustrado en la FIGURA 2D) al nivel L3 del aparato de extracción de energía 50, será la suma de la presión P2, que es la presión que el fluido de trabajo evaporado 11, o que la mezcla de fluido de trabajo evaporado 11 y el gas de presión 41, ejercen sobre el fluido de trabajo condensado 12 al nivel L2 en el condensador 30, más el peso de dicha columna descendente de fluido de trabajo líquido 12, que con una altura H3 está comprendida entre el nivel L2 en los condensadores 30 y el nivel L3 del aparato de extracción de energía 50.

Mediante la fórmula de potencia descrita es posible calcular la capacidad de potencia bruta ('Pw') del sistema mediante la multiplicación de la presión P3 ('P') por la tasa de flujo volumétrico ('Q'). La densidad en la columna descendente de fluido de trabajo líquido 12 incrementa a mayor profundidad, ya que la presión aumenta por el incremento de peso, al aumentar la altura de la columna de fluido de trabajo líquido. A continuación se indican algunos valores de densidad para el hexafluoruro de azufre a 5°C, bajo diferentes presiones (medidas en bares): 1.523,3 Kg/m<sup>3</sup> a 15 bares; 1.629 Kg/m<sup>3</sup> a 100 bares; 1.704 Kg/m<sup>3</sup> a 200 bares; y 1.759 Kg/m<sup>3</sup> a 300 bares.

El gas de presión 41 será de ayuda también para conseguir la mayor presión P2 posible en el condensador 30, lo que a su vez aumentará la presión P3 en el nivel L3 del aparato de extracción de energía 50.

Cuando en funcionamiento, y a pesar del uso de materiales de aislamiento térmico, la planta de conversión de energía térmica inevitablemente intercambiará calor con el medio ambiente, de manera que los componentes de la planta que tienen una temperatura superior a la del medio ambiente (por ejemplo el evaporador 20, y el conducto ascendente ensanchable 40) entregarán calor al medio ambiente más frío que les rodea; y los componentes de la planta más fríos que el medio ambiente (como por ejemplo el condensador 30, o el conducto descendente 90) ganarán calor del medio ambiente más cálido que les rodea. Debido a las grandes dimensiones de la planta de conversión de energía térmica, las diferentes partes de la planta son expuestas a diferentes ambientes y temperaturas. Para corregir dichas pérdidas o aumentos de calor en la planta de conversión de energía térmica, el circuito termodinámico cerrado intercambiará calor con una fuente de calor y un sumidero térmico. Dicho intercambio de calor puede ser realizado de forma directa (FIGURA 3A) o indirecta. Distintos sistemas son propuestos en esta memoria descriptiva para un intercambio indirecto de calor entre el circuito termodinámico cerrado y la fuente de calor y el sumidero térmico; por ejemplo: a través de un circuito térmico (FIGURA 3B); a través de un circuito auxiliar de calentamiento y de un circuito auxiliar de enfriamiento (FIGURA 3C); a través de la combinación de un circuito térmico con un circuito auxiliar de calentamiento y un circuito auxiliar de enfriamiento (FIGURA 3D); y a través de un circuito térmico y una bomba de calor (FIGURA 3E). Estos sistemas propuestos pueden ser combinados en otras formas distintas en diferentes modos de realización de la invención, no mostrados en la presente memoria descriptiva.

Refiera a la FIGURA 3A que muestra un primer ejemplo esquemático de realización de la invención, donde se da una transferencia directa de calor 31 entre una fuente de calor y el evaporador 20 del circuito termodinámico cerrado 10, y entre el condensador 30 y un sumidero térmico, lo cual puede obtenerse por ejemplo, disponiendo en contacto directo el evaporador 20 con la fuente de calor (por ejemplo, agua cálida de la superficie de un mar tropical o un horno de gas o carbón), y el condensador 30 en contacto directo con un sumidero térmico (agua fría de las profundidades marinas o aire frío de la atmósfera, por ejemplo).

Refiera a las FIGURAS 3B y 3F donde se ilustra un segundo ejemplo esquemático de realización de la invención, donde por medio de un fluido de trabajo 71 (detalle V4, mostrado en la FIGURA 3F) que fluye a través de un circuito térmico 70 por la acción de una bomba 75, calor es conducido de vuelta desde el condensador 30 al evaporador 20 para su reciclado, rectificando dicho fluido térmico 71 su temperatura mediante transferencia directa de calor 31 desde una fuente de calor por medio de una unidad de calentamiento 73, que está en contacto directo con dicha fuente de calor; y por transferencia directa de calor a un sumidero térmico a través de una unidad de enfriamiento 74, que está en contacto directo con dicho sumidero térmico. El uso de un circuito térmico es preferido para evitar el agotamiento de fuentes de calor natural y renovable, y para reducir la tasa de calor transferido al medio ambiente (polución térmica) cuando se usan sumideros térmicos naturales y renovables. El circuito térmico será explicado con mayor detalle in FIGURAS 4A y 4B.

Refiera a la FIGURA 3C que muestra un tercer ejemplo esquemático de realización de la invención, donde se da una transferencia de calor 31 indirecta desde la fuente de calor al evaporador 20, a través de un circuito térmico auxiliar de calentamiento 703; y una transferencia indirecta de calor 31 desde el condensador 30 hasta el sumidero térmico a través de un circuito térmico auxiliar de enfriamiento 704. El circuito térmico auxiliar de calentamiento 703 comprende: un fluido térmico auxiliar de calentamiento 721 (detalle V5, ilustrado en la FIGURA 3G); al menos una bomba 761; al menos una unidad auxiliar de calentamiento 733, en contacto directo con la fuente de calor; al menos un tubo que conecta la unidad auxiliar de calentamiento 733 con el evaporador 20 del circuito térmico cerrado 10; y al menos un tubo que conecta el evaporador 20 de vuelta con la unidad auxiliar de calentamiento 733, cerrando el circuito; donde el fluido térmico auxiliar de calentamiento 721 fluye a través del circuito térmico auxiliar de calentamiento 703 por la acción de la bomba 761, conduciendo calor 31 desde la fuente de calor hasta el evaporador 20. El circuito térmico auxiliar de enfriamiento 704 comprende: un fluido térmico auxiliar de enfriamiento 722 (detalle V6, ilustrado en la FIGURA 3H); al menos una bomba 762; al menos una unidad auxiliar de enfriamiento 744, en contacto directo con el sumidero térmico; al menos un tubo que conecta la unidad auxiliar de enfriamiento 744 con el condensador 30 del circuito térmico cerrado 10; y al menos un tubo que conecta el condensador 30 de vuelta con la unidad auxiliar de enfriamiento 744, cerrando el circuito; donde el fluido térmico auxiliar de enfriamiento 722 fluye a través del circuito térmico auxiliar de enfriamiento 704 por la acción de la bomba 762, conduciendo calor 31 desde el condensador 30 hasta el sumidero térmico mediante la unidad auxiliar de enfriamiento 744.

Refiérase a las FIGURAS 3D, 3F, 3G y 3H, la cuales ilustran una cuarta forma de realización de la invención, donde, se da una combinación del circuito térmico 70 ilustrado en la FIGURA 3B y los circuitos térmicos auxiliares de calentamiento 703 y enfriamiento 704 ilustrados en la FIGURA 3C. Como en el segundo ejemplo esquemático de operación, mediante el fluido térmico 71 (detalle V4, representado en la FIGURA 3F) que fluye a través del circuito térmico 70, el calor 31 es conducido de vuelta desde el condensador 30 hasta el evaporador 20 para su reciclado, pero rectificando en este cuarto ejemplo esquemático dicho fluido térmico 71 su temperatura mediante un intercambio indirecto de calor 31 con la fuente de calor y el sumidero térmico, mediante los circuitos térmicos auxiliares de calentamiento 703 y enfriamiento 704, respectivamente. Para ello, y como en el tercer modo de realización, el fluido térmico auxiliar de calentamiento 721 (detalle V5, representado en la FIGURA 3G) fluye a través del circuito térmico auxiliar de calentamiento 703 por acción de la bomba 761, transfiriendo calor 31 desde la fuente de calor a la unidad de calentamiento 73, donde el fluido térmico 71 aumenta su temperatura. Por otro lado el fluido térmico auxiliar de enfriamiento 722 (detalle V6, representado en la FIGURA 3H) fluye por acción de la bomba 762 a través del circuito térmico auxiliar de enfriamiento 704 transfiriendo el calor 31 obtenido del fluido térmico 71 en la unidad de enfriamiento 74 al sumidero térmico.

Distintos dispositivos pueden ser utilizados como unidades de calentamiento 73 o enfriamiento 74, como por ejemplo, intercambiadores de calor y bombas de calor, ejemplo de unidades de calentamiento pueden ser hornos de combustión de carbón o gas, y reactores nucleares (como será ilustrado a continuación en varios modos de realización preferida). Igualmente, torres de enfriamiento pueden ser utilizadas como unidades de enfriamiento (como será igualmente ilustrado a los siguientes modos de realización preferida)... Son conocidas muchas clases de intercambiadores de calor en el actual estado de la técnica, como por ejemplo los construidos a partir de placas o tubos, que permiten un intercambio de calor entre el fluido de trabajo, el fluido térmico 71, y entre los fluidos térmicos auxiliares de calentamiento 721 y enfriamiento 722 con la fuente de calor y el sumidero térmico sin que se produzca un contacto físico entre fluidos (siendo el calor transferido a través de las paredes de los tubos y las placas). Por otro lado, son conocidos muchos tipos de bombas de calor en el actual estado de la técnica, como por ejemplo bombas de calor de compresión y absorción.

Refiérase a las FIGURAS 3E y 3I que ilustran un quinto ejemplo esquemático de realización de la invención, donde al igual que fue ilustrado en el segundo ejemplo esquemático, mediante un fluido térmico 71 (detalle V4, representado en la FIGURA 3F) que fluye a través del circuito térmico 70, el calor 31 es conducido de vuelta desde el condensador 30 hasta el evaporador 20 para su reciclado, rectificando en este caso dicho fluido térmico 71 su temperatura mediante una bomba de calor de compresión 80, donde por medio del fluido de trabajo 88 de la bomba de calor (detalle V7, representado en la FIGURA 3I) el calor 31 es conducido desde el fluido térmico frío que sale del evaporador 20 hasta el fluido térmico caliente que sale del condensador 30. Una fuente de calor proveerá el calor 31 extra necesario para recuperar el calor que el sistema entrega (transfiere) al medioambiente.

En este quinto ejemplo esquemático de realización de la invención, la bomba de calor 80 realiza al mismo tiempo las funciones de unidad de calentamiento 73 y unidad de enfriamiento 74 para el circuito térmico 70. Dependiendo de la temperatura a la que el fluido térmico frío (que sale del evaporador 20) llega a la bomba de calor 80, el fluido interno de trabajo 88 de dicha bomba de calor 80 extraerá más o menos calor 31 de dicho fluido térmico frío a través del evaporador 81 de la bomba de calor 80, funcionando en este caso dicho fluido térmico frío como una fuente de calor para el sistema, pasando dicho calor 31 extraído al fluido térmico caliente que emerge del condensador 30 a través del condensador 82 de la bomba de calor, funcionando en este caso dicho fluido térmico caliente como sumidero térmico. Por lo tanto el evaporador 81 de la bomba de calor 80 de compresión, funcionará como la unidad de enfriamiento 74 del circuito térmico 70, mientras que el condensador 82 de dicha bomba de calor 80 funcionara como la unidad de calentamiento 73.

Las bombas de calor son dispositivos bien conocidos en el estado de la técnica que transfieren calor desde una fuente de calor, a menor temperatura, hasta a un 'sumidero térmico', que está a mayor temperatura. Muchas de estas bombas de calor operan con un coeficiente de operación, COP, por encima de 3, lo cual es usado para describir el ratio de calor útil transferido con relación al trabajo añadido. En contraste a cuando se utilizan intercambiadores de calor convencionales como unidades de calentamiento, cuando se usan bombas de calor será posible calentar el fluido de trabajo a una temperatura mayor que la de la fuente de calor. Mayores temperaturas producirán mayores presiones de vapor en el fluido de trabajo que evapora en el evaporador 20, lo cual incrementará la densidad y presión de dicho fluido de trabajo evaporado 11 a lo largo de todo el conducto ascendente ensanchable 40, siendo posible de esta manera alcanzar mayores alturas (H1 y H2, FIGURA 2A) en el circuito termodinámico cerrado 10.

El uso del descrito circuito térmico 70, de los circuitos térmicos auxiliares de calentamiento 703 y enfriamiento 704, o de una combinación de los mismos, permitirá instalar el circuito termodinámico cerrado 10 lejos de la fuente de calor y del sumidero térmico, ya que el calor puede ser transportado grandes distancias por el fluido térmico 71, o por el fluido térmico auxiliar de calentamiento (721) o enfriamiento (722) desde dicha fuente de calor hasta el circuito termodinámico cerrado 10, y desde dicho circuito termodinámico cerrado 10 hasta el sumidero térmico. Igualmente, el uso de dichos circuitos térmicos (70, 703, 704) permitirá que el fluido de trabajo fluya de forma constante a través del circuito termodinámico cerrado, a pesar de las variaciones en la temperatura de la fuente de calor y del sumidero térmico, ya

que la transferencia de calor entre los fluidos de trabajo y la fuente de calor y el sumidero térmico puede ser regulada mediante las unidades de calentamiento (73, 733) y enfriamiento (74, 744).

5 En las FIGURAS 4A y 4B se ilustra en detalle el esquema de una planta de conversión de energía térmica donde a través de un circuito térmico 70 calor es conducido desde los condensadores 30 hasta el evaporador 20 para su reciclado, como fue descrito en los dibujos esquemáticos ilustrados en las FIGURAS 3B, 3D y 3E. El circuito térmico 70 comprende: un fluido térmico; una bomba 75; una unidad de calentamiento 73; una unidad de enfriamiento 74; un tubo 931 que conecta la unidad de calentamiento 73 con el evaporador 20; un tubo 941 que conecta el evaporador 20 con la  
10 unidad de enfriamiento 74; un tubo 942 que conecta la unidad de enfriamiento 74 con el condensador 30; y un tubo 932 que conecta el condensador 30 con la unidad de calentamiento 73, cerrando el circuito térmico 70. El modo de funcionamiento es como sigue: El fluido térmico fluye a través del circuito térmico 70 por la acción de la bomba 75, entrando en la unidad de calentamiento 73 donde incrementa su temperatura de  $T1-m$  a  $T1+n$ , pasando después al evaporador 20; en el evaporador 20 el fluido de trabajo líquido evapora al nivel L0 tras ganar calor del fluido térmico, al incrementar dicho fluido de trabajo su temperatura hasta  $T1$ , mientras que el fluido térmico disminuye su temperatura de  $T1+n$  a  $T0+p$ , tras ello el fluido de trabajo evaporado emerge del evaporador 20 y asciende a través del conducto ascendente ensanchable 40 hasta los condensadores 30 a temperatura constante  $T1$ ; el fluido térmico sale del evaporador 20 y entra en la unidad de enfriamiento 74 donde reduce su temperatura de  $T0+p$  a  $T0-q$ , fluyendo después hasta los condensadores 30; en los condensadores 30 el fluido de trabajo evaporado condensa tras entregar calor al fluido térmico, disminuyendo su temperatura a  $T0$ , mientras que el fluido térmico incrementa su temperatura de  $T0-q$  a  $T1-m$ ; desde los condensadores 30 el fluido térmico fluye de vuelta hasta la unidad de calentamiento 73, cerrando el circuito térmico 70; entonces el fluido de trabajo líquido 12 cae por efecto de la gravedad a temperatura constante de  $T0$  a través del conducto descendente 90, activando el aparato de extracción de energía 50, desde donde el fluido de trabajo líquido fluye de vuelta hasta el evaporador 20, completando así un proceso de auto-bombeo, reiniciando el ciclo.

25 La FIGURA 4A representa el esquema básico donde el aparato de extracción de energía 50 es una turbina de reacción 51, siendo activadas estas turbinas por el fluido que cambia de presión al atravesar el rodete, entregando así su energía; y la FIGURA 4B representa el esquema básico donde el aparato de extracción de energía 50 es una turbina de acción 52, donde antes de interactuar con los álabes de la turbina, la presión del fluido es convertida en energía cinética por un inyector dirigido hacia los álabes de la turbina, sin que se produzca cambio de presión alguna del fluido en los álabes, empujando el chorro de fluido los álabes curvados de la turbina lo cual cambia la dirección del chorro. La tercera ley de Newton describe la transferencia de energía para las turbinas de reacción, y la segunda ley de Newton para las turbinas de acción.

35 En ambos modos de realización de la invención, tanto la turbina de reacción 51 como la turbina de acción 52, están conectados a un generador eléctrico 60 que es activado con la rotación de la turbina, generando electricidad que es transmitida por un cable de transmisión de corriente eléctrica 61. Para largas distancias dicha transmisión puede realizarse mediante corriente continua de alta tensión (HVDC).

40 En la FIGURA 4A, H4 representa la altura entre el nivel L3 de la turbina, y el nivel L0 del evaporador 20 (que es el nivel en el que el fluido de trabajo líquido evapora en el evaporador 20), para modos de realización preferida en los que la turbina seleccionada es una turbina de reacción 51; mientras que en la FIGURA 4B, H4 representa la altura entre el nivel L4, que es el nivel en el que el fluido de trabajo líquido es recogido en la carcasa de la turbina 52 (tras actuar sobre los álabes de la turbina de acción) y el nivel L0 del evaporador 20.

45 La anteriormente mencionada presión inicial  $P0$  al nivel L0 del evaporador 20, que es la presión a la que el fluido de trabajo evaporado sale por la parte superior del evaporador 20, empujará también hacia atrás la columna de fluido de trabajo líquido que fluye desde la turbina hasta el evaporador 20; junto a la presión  $P0$ , la viscosidad del fluido de trabajo líquido 12 producirá una fricción con la cara interna de las tuberías, y con la cara interna de los placas o tubos del evaporador 20, que resultará en una resistencia al flujo de fluido de trabajo líquido 12 en el evaporador 20.

50 Refiera de nuevo a la FIGURA 4A, donde en un modelo de realización preferida la turbina es una turbina de reacción 51, que está herméticamente encerrada. Para poder vencer la presión inicial  $P0$  en la parte superior del evaporador 20, y las resistencias de la fricción por la viscosidad, la turbina de reacción está dispuesta a un nivel L3 más alto que el nivel L0 en el que el fluido de trabajo líquido evapora en el evaporador 20, con una diferencia en altura H4 que creará una columna de fluido de trabajo líquido descendente que está contenida entre dichos niveles, L3 y L0, y que debido a la gravedad produce una presión  $P4$  sobre el fluido de trabajo líquido contenido por debajo del nivel L0, que permitirá vencer la resistencia producidas por la presión inicial  $P0$  y las fricciones producidas por la viscosidad, ayudando así a que el fluido de trabajo líquido fluya en el evaporador 20.

60 En otros modelos de realización preferida la turbina de reacción 51 puede ser diseñada para dejar una cantidad de presión  $P3$  residual en el flujo que sale de la turbina que ayudará a vencer dicha presión inicial  $P0$  y las resistencias por la viscosidad y las fricciones, lo que permitirá colocar la turbina de reacción 51 a un nivel (L3) cercano o igual al nivel L0.

Refiera de nuevo a la FIGURA 4B, donde la turbina en este modelo de realización preferida es una turbina de impulso 52, que igualmente está herméticamente encerrada, y dispuesta en un nivel L3 más elevado que el evaporador 20, donde parte del chorro de fluido de trabajo líquido que fluye por los inyectores evaporará en la carcasa de la turbina 520 tras impactar sobre los álabes de la turbina, con una temperatura cercana a T0 y una presión cercana a P2 como en los condensadores 30. Tras accionar la turbina, el fluido de trabajo líquido es recogido en el nivel L4 en la carcasa de la turbina 520, a un altura H4 mayor que la del nivel L0, que como en el ejemplo de la turbina de reacción 51, creará una columna descendente de fluido de trabajo líquido que estará contenida entre dichos niveles, L4 y L0, que igualmente por gravedad producirá una presión P4 sobre el fluido de trabajo líquido contenido por debajo del nivel L0, que añadido a la presión aproximada P2 del fluido de trabajo evaporado contenido en la carcasa de la turbina 520, permitirá vencer la presión inicial P0, al igual que las resistencias por fricción y viscosidad, ayudando al fluido de trabajo líquido a fluir en el evaporador 20.

En las FIGURAS 4A y 4B, el circuito termodinámico cerrado 10 y el circuito térmico 70 están provistos con dispositivos de medición y control de temperatura 211, flujo 212 y presión 213 del fluido de trabajo y del fluido térmico. La información obtenida por los dispositivos de medición y control es enviada mediante un circuito de transmisión de datos 203, que puede igualmente ser inalámbrico (no mostrado en las Figuras), a una unidad central de procesamiento 200, CPU, que permite que la planta pueda ser operada de manera automática, o de manera manual, conectando dicha unidad de procesamiento 200 a un panel de control 202.

Refiera a las FIGURAS 5A, 5B, 5C, 5D-1, 5D-2, 5E, 5F, 5G, 5H, 5I, 5J y 5K que ilustran un primer modelo de realización preferida de la invención, donde la planta de conversión de energía térmica está dispuesta en una plataforma flotante. Este primer modelo de realización preferida ha sido diseñado para mares tropicales cálidos, donde el agua cálida de la superficie tiene una diferencia notable de temperatura con el agua fría de las profundidades, donde el agua cálida de la superficie del mar 83 será la fuente de calor, y el agua fría de las profundidades marinas 84 será el sumidero térmico.

Este primer ejemplo de realización preferida está provisto con un circuito térmico 70 a través del cual el circuito termodinámico cerrado 10 gana calor del agua cálida de la superficie del mar 83 (fuente de calor), y a través del cual entrega calor al agua fría de las profundidades marinas 84 (sumidero térmico). Las unidades de calentamiento 73 y enfriamiento 74 del circuito térmico 70 son del tipo intercambiadores de calor de placas, en los que los fluidos están expuestos a una mayor superficie de contacto que en los intercambiadores de calor convencionales, lo que mejora la transferencia de calor.

El fluido térmico será agua desmineralizada, por su baja viscosidad, su abundante presencia natural, nula toxicidad, y buena conductividad térmica, 0.58 k - W/(m·K) a 25°C. Aditivos alguicidas y anticorrosión pueden ser añadidos al agua desmineralizada para asegurar su buen funcionamiento en el circuito térmico 70. Cualquier otro fluido con buena conductividad térmica, y baja viscosidad, puede ser utilizado también.

La plataforma flotante está compuesta por una cápsula flotante 103 en la que están dispuestos cuatro condensadores 30, cuatro unidades de calentamiento 73 y cuatro unidades de enfriamiento 74, ocho bombas 75 para el bombeo de fluido térmico a través del circuito térmico 70, cuatro bombas 783 para la toma de agua cálida de la superficie del mar 83, y cuatro bombas 784 para la toma de agua fría de las profundidades del mar 84. Igualmente la cápsula flotante contiene la unidad de procesamiento central, CPU 200, que está conectada a un panel de control, CP 202 a través del cual la planta de conversión de energía térmica flotante puede ser manualmente operada.

La cápsula flotante 103 está conectada a través de una junta flexible 107 con una cápsula sumergible resistente a altas presiones que desciende verticalmente 104 y que contiene el conducto ascendente ensanchable 40. El extremo inferior de dicha cápsula sumergible vertical 104 está conectado a una cápsula sumergible resistente a altas presiones 102 que contiene el evaporador 20. En este primer ejemplo de realización preferida de la invención la cápsula 102 del evaporador 20 se encuentra suspendida de la cápsula flotante 103 mediante cuerdas de fibra sintética de alta resistencia 106 para hacer más ligera la plataforma flotante. En otros modelos de realización preferida las cuerdas de fibra sintética pueden ser substituidas por cadenas o cables de acero; o por una estructura rígida, por ejemplo, hecha con metal y hormigón. Dos tubos descendentes 90 térmicamente aislados conectan los condensadores 30 con el evaporador 20, cerrando el circuito. Dos cápsulas sumergibles resistentes a altas presiones 105 están conectadas a los conductos descendentes 90, en un nivel superior al del evaporador 20 pero inferior al de los condensadores 30, conteniendo cada cápsula sumergible una turbina de reacción 51 que está conectada a un generador eléctrico 60. En este modelo de realización preferida todas las cápsulas están provistas de una capa de aislante térmico 101 que reduce el intercambio de calor entre la planta y el medio ambiente.

La cápsula flotante 103 contiene también cuatro filtros externos 771, que funcionan como tomas de agua marina cálida de la superficie del mar 83, estando cada uno de ellos conectado mediante un tubo 993 a una bomba de agua 783 que inyecta dicha agua cálida de la superficie del mar 83 en un segundo filtro 781 antes de entrar en las unidades de calentamiento 73. En las unidades de calentamiento 73, el agua cálida filtrada de la superficie del mar 83 entrega calor al fluido térmico a través de las placas del intercambiador de calor, el cual fluye desde los condensadores 30 hasta

5 dicho unidad de calentamiento 73 a través del circuito térmico 70 por acción de las ocho bombas 75. El agua de mar es  
 10 doblemente filtrada antes de entrar en los intercambiadores de calor para evitar que partículas de gran tamaño e  
 impurezas puedan obstruir el flujo entre las placas de dichos intercambiadores de calor (73 y 74). Tras entregar calor al  
 fluido térmico en las unidades de calentamiento 73, el agua cálida de la superficie del mar 83 regresa al mar a través de  
 una tubería 934 y un conjunto de seis salidas 981 que están dispuestas en la parte inferior de la cápsula flotante 103.  
 Cada una de dichas salidas está provista con una válvula motorizada 991 de accionamiento eléctrico que es operada  
 por la unidad central de procesamiento, CPU 200, que regula el flujo que emerge por las mismas, creando una fuerza o  
 impulso variable, como componente del sistema de posición dinámica, DP 205 que será explicado después. La  
 temperatura del agua superficial de mar que sale de las unidades de calentamiento 73 es ligeramente inferior a la  
 temperatura del agua de mar más superficial 83. Para evitar mezclar el agua de mar que sale algo más fría con el agua  
 de mar más cálida de la superficie, las salidas 981 están dispuestas en la base de la cápsula flotante 103, donde la capa  
 de agua de mar circundante tiene una temperatura ligeramente inferior que el agua de mar más superficial.

15 Tras salir de las unidades de calentamiento 73, el fluido térmico cálido 711 fluye hacia abajo hasta el evaporador 20 a  
 través de un conjunto de tubos 931 dispuestos en la capa térmica aislante 101 de la cápsula sumergible resistente a  
 altas presiones que desciende verticalmente 104, rodeando la pared exterior del conducto ascendente ensanchable 40  
 (detalle V8, ilustrado en la FIGURA 5B).

20 Por otro lado, el fluido térmico frío 712 que sale del evaporador 20 fluye hacia arriba hasta la unidad de enfriamiento  
 74 donde entrega calor a agua fría de las profundidades marinas 84 que fluye a través de dos tuberías térmicamente  
 aisladas 943, por la acción de cuatro bombas de agua 784. Antes de entrar en las unidades de enfriamiento 74 el agua  
 fría marina de las profundidades 84 es igualmente doblemente filtrada mediante un primer filtro 722 y un segundo  
 conjunto de filtros 782. Tras salir de las unidades de enfriamiento 74 el fluido térmico frío 712 fluye hacia los  
 25 condensadores 30, donde gana calor del fluido de trabajo evaporado 11 que entra en dichos condensadores 30 desde el  
 conducto ascendente ensanchable 40, enfriando y condensando el mismo. Entonces el fluido térmico sale de los  
 condensadores 30 fluyendo de vuelta, a través de un grupo de tuberías 932, hasta las unidades de calentamiento 73,  
 cerrando el circuito y reiniciando el ciclo. El agua fría de mar que sale de las unidades de enfriamiento 74 es recogida en  
 una tubería común 944 que está conectada a una unidad de control de flujo, compuesta de un grupo de seis válvulas  
 motorizadas 992 de accionamiento eléctrico, que reparten el flujo de la tubería común 944 entre seis tubos individuales  
 30 945 que descienden en paralelo junto a la cápsula sumergible resistente a altas presiones 104 que también desciende  
 verticalmente, desde la base de la cápsula flotante 103 hasta la cápsula sumergible que contiene el evaporador 20,  
 siendo dichas válvulas 992 igualmente operadas por la unidad central de procesamiento, CPU 200, como parte del  
 sistema de posicionamiento dinámico, DP 205. Tras pasar por las unidades de enfriamiento 74, el agua fría de las  
 profundidades ha aumentado ligeramente su temperatura en comparación con el agua de las profundidades marinas 84  
 que está más fría, por ello las salidas 982 están dispuestas a un nivel superior al nivel donde el agua de las  
 35 profundidades marinas 84 fue tomada, en el cual la capa de agua tiene una temperatura ligeramente superior.

40 Un sistema de posicionamiento dinámico, DP, es un sistema de control computarizado, comprendido en el estado de  
 la técnica, que permite a un barco mantener su posición y dirección de avance mediante el uso de sus hélices y  
 propulsores. Una combinación de sensores de posición, sensores de viento, sensores de movimiento y girocompases,  
 proveen información a un computador relacionadas con la posición del barco y la magnitud y dirección de las influencias  
 medioambientales que afectan a su posición. En este modo de realización preferida las hélices y propulsores son  
 sustituidos por las bombas de agua utilizadas para inyectar agua de mar superficial y de las profundidades en el  
 sistema, y el flujo saliente será utilizado como chorro de propulsión. El sistema dinámico de posicionamiento, DP 205, a  
 45 partir de la información obtenida por el medidor de corrientes 204 y la estación meteorológica 206, controlará el flujo de  
 agua de mar que fluye a través de las salidas (981, 982), incrementando, disminuyendo o censando el flujo a través de  
 cada una de ellas, propulsando la cápsula flotante 103 y la cápsula sumergible 102 del evaporador 20 en una dirección  
 u otra.

50 Dentro del conducto ascendente ensanchable 40 hay dispuesto un grupo de tuberías térmicas 96 cuya función es  
 mantener la temperatura constante dentro del conducto ascendente ensanchable 40, y reemplazar el calor que, a pesar  
 de la capa de aislamiento térmico 101, pueda transferirse desde dicho conducto ascendente 40 hacia el agua fría  
 profunda de mar que rodea la cápsula sumergible vertical 104. Cada una de las tuberías térmicas 96 es de doble pared,  
 a través de las cuales fluye fluido térmico cálido 711 en direcciones opuestas. Refiérase a la FIGURA 5B donde se  
 describe el detalle V8 (de la FIGURA 5A) del conducto ascendente ensanchable 40, donde se muestra como la pared  
 55 interna 962 de la tubería térmica 96 termina antes de llegar a la parte inferior de la pared exterior 961, de manera que  
 cuando el fluido térmico cálido 711 alcanza el fondo de la tubería térmica 96, este regresa arriba fluyendo por el otro  
 lado. Para optimizar la distribución de calor en el interior del conducto ascendente ensanchable 40, en la mitad de las  
 tuberías térmicas 96 el fluido térmico 711 fluirá hacia abajo por la parte exterior de la tubería térmica 96 (fluyendo por el  
 espacio que hay entre la pared exterior 961 y la pared interior 962), fluyendo de vuelta hacia arriba por dentro de la  
 pared interior 962; siendo lo opuesto dispuesto para la otra mitad de las tuberías térmicas 96. El fluido térmico cálido  
 60 711 es conducido desde el circuito térmico 70 hasta las tuberías térmicas 96 mediante un circuito térmico auxiliar 706.

El fluido de trabajo líquido 12 de dos condensadores 30 es recogido por un tubo descendente resistente a altas presiones térmicamente aislado 90, que conduce el fluido de trabajo líquido 12 hacia abajo desde los condensadores 30 de vuelta hasta el evaporador 20, pasando por una turbina de reacción 51. Cada uno de los tubos descendentes 90 está equipado con un grupo de válvulas resistentes a altas presiones 910 que divide el tubo en secciones, que funcionan como controladores de flujo, que cuando son cerradas interrumpen el flujo de la columna descendente del fluido de trabajo líquido 12 para prevenir el vertido en el medio ambiente de dicho fluido de trabajo líquido 12 en caso de una fisura o rotura accidental del tubo descendente 90. El fluido de trabajo líquido 12 desciende como una columna de líquido a través de los tubos descendentes por efecto de la gravedad, incrementando su densidad con la profundidad. Las turbinas de reacción 51 son activadas mediante la energía potencial de la columna de fluido de trabajo líquido 12 que llega a ellas con una gran presión, lo que a su vez activa los generadores eléctricos 60, siendo la energía eléctrica generada transmitida a una red eléctrica mediante un cable de transmisión de corriente eléctrica 61.

Para asegurar una transferencia óptima de calor entre el fluido térmico y el agua cálida 83 y fría 84 del mar en la unidad de calentamiento 73 y en la unidad de enfriamiento 74, la unidad central de procesamiento, CPU 200 actuará sobre las bombas (783, 784) que inyectan dicha agua cálida 83 y fría 84 del mar en dichas unidades de calentamiento 73 y enfriamiento 74, aumentando o disminuyendo el flujo, lo que a su vez incrementará o disminuirá la cantidad de calor transferido entre el fluido térmico y agua cálida 83 y fría 84 del mar a través de dichas unidades de calentamiento 73 y enfriamiento 74.

Refiera a las FIGURAS 5J y 5K, que representan una ilustración tridimensional que muestra el modo de funcionamiento del evaporador 20 y del condensador 30 respectivamente. En la FIGURA 5J el fluido de trabajo líquido 12 llega al evaporador 20 por su parte inferior y asciende ganando calor del fluido térmico cálido 711 descendente, que fluye hacia abajo entre las placas paralelas 21; tras ganar el calor necesario el fluido de trabajo líquido evapora y sale del evaporador 20, ascendiendo evaporado 11 a través del conducto ascendente 40. El condensador 30 mostrado en la FIGURA 5K trabaja de forma opuesta, donde el fluido térmico frío 712 llega al condensador 30 por su parte inferior, mientras que el fluido de trabajo evaporado 11 entra por su parte superior y sale en estado líquido 12 por su parte inferior, tras entregar calor al fluido térmico frío 712 ascendente. Dado que en ambos, el evaporador 20 y el condensador 30, los fluidos cálidos y fríos fluyen en direcciones opuestas, un extremo del intercambiador de calor estará más caliente que el otro. El evaporador 20 y condensador 30 propuestos en este modo de realización preferida está hechos de placas paralelas ya que el área para intercambio de calor es más grande, lo que mejora notablemente la transferencia de calor entre fluidos, estando dichas placas hechas de una aleación de aluminio y zinc por su alta resistencia, gran resistencia a la corrosión, y alto grado de conductividad térmica; teniendo también las aleaciones de aluminio la cualidad de ser notablemente más ligeras que el acero.

Las placas 21 están provistas de unos resaltes longitudinales 22, dispuestos de manera que al alinear las placas los resaltes 22 quedan alineados también uno frente al otro, aportando un refuerzo adicional, proveyendo a su vez de un pequeño espacio de unos pocos milímetros entre placas a través del cual el fluido de trabajo y el fluido térmico fluyen en direcciones opuestas, transfiriéndose el calor entre dichos fluidos sin que dé ningún tipo de contacto físico. Excepto para las entradas y salidas de los fluidos de trabajo y térmico, los extremos de las placas 21 estarán soldados para evitar fugas debidas a las enormes presiones a las que la planta trabaja.

Refiera a las FIGURAS 6A, 6B, 6C, 6D-1, 6D-2, 6D-3, 6E, 6F, 6G y 6H que ilustran un segundo modo de realización preferida de la invención, donde, como en el primer modo de realización, la planta de conversión de energía térmica está dispuesta sobre una plataforma flotante. Este segundo modo de realización no ha sido diseñado únicamente para mares cálidos, sino que también para cualquier otro mar donde el agua de la superficie no tiene una diferencia notable de temperatura con el agua fría de las profundidades (como ocurre en los mares fríos). En este segundo modo de realización, un gas de presión 41 ha sido incluido en el conducto ascendente ensanchable 40 (FIGURA 6B). Las unidades de calentamiento 73 y enfriamiento 74 son el condensador 82 y el evaporador 81 de una bomba de calor por compresión 80 (FIGURA 6E). El fluido de trabajo de este segundo modo de realización evapora en el evaporador 20 a una temperatura superior que la del agua del mar 85 (fuente de calor), de la cual el fluido térmico gana calor a través de la bomba de calor 80, recuperando así el calor transferido desde el circuito térmico termodinámico cerrado 10 hasta el medioambiente. Ya que el uso de la bomba de calor en este segundo modo de realización permite al sistema trabajar a temperaturas más altas, el fluido de trabajo evaporará en el evaporador 20 a una temperatura cercana a su temperatura crítica, obteniendo igualmente una presión de vapor cercana a su presión crítica en dicho evaporador 20, lo cual permite conseguir mayores alturas en el circuito termodinámico, que las obtenidas en el primer modo de realización.

Como en el primer modo de realización, la plataforma flotante comprende una cápsula flotante 103 en la que en este segundo modo de realización están dispuestos cuatro condensadores 30; cuatro bombas de calor 80; cuatro bombas 75 para el bombeo del fluido térmico a través del circuito térmico 70; cuatro filtros externos 711 conectados a través de tuberías 933 a cuatro filtros internos 781, a través de los cuales agua de mar 85 es doblemente filtrada e inyectada en las bombas de calor 80 mediante cuatro bombas 783; una unidad central de procesamiento, CPU 200, que está conectada a un panel de control, CP 202. Igualmente dicha cápsula flotante 103 está conectada con una cápsula sumergible resistente a altas presiones que desciende verticalmente 104 en la que el conducto ascendente ensanchable 40 está contenido, la cual está a su vez conectada con una cápsula sumergible resistente a altas presiones 102 que

contiene el evaporador 20. En este segundo modo de realización preferida la cápsula sumergible 102 del evaporador 102 está también suspendida de la cápsula flotante 103 mediante cuerdas de fibra sintética de alta resistencia 106, mientras que dos tubos descendientes 90 conectan los condensadores 30 de la plataforma flotante 103 con el evaporador 20.

5

Cuatro cápsulas sumergibles resistentes a altas presiones 105 están conectadas a dichos tubos descendientes 90 a dos niveles diferentes, conteniendo cada una de dichas cápsulas 105 una turbina de reacción 51 conectada a un generador eléctrico 60, siendo la electricidad generada transmitida a una red eléctrica mediante un cable de transmisión de corriente eléctrica 61. Como en el primer modo de realización la cápsula flotante y las cápsulas sumergibles están provistas con una capa de aislante térmico 101 para reducir el intercambio de calor con el medio ambiente.

10

Refiera la a FIGURA 6E donde la bomba de calor 80 está ilustrada con gran detalle. La bomba de calor 80 hace las funciones de unidad de calentamiento 73 y de unidad de enfriamiento 74 para el circuito térmico 70. Dependiendo de la temperatura a la que el fluido térmico frío 712 (que procede del evaporador 20) llega a la bomba de calor 80, el fluido de trabajo interno de dicha bomba de calor 80 extraerá más o menos calor del fluido térmico frío 712 a través de un evaporador auxiliar 811, pasando el calor extraído desde el fluido térmico frío 712 hasta el fluido térmico cálido 711 que fluye desde los condensadores 30, a través del condensador 82 de la bomba de calor. Por lo tanto el evaporador auxiliar 811 hará las veces de la unidad de enfriamiento 74; mientras que el condensador 82 hará las veces de unidad de calentamiento 73. Para ello la unidad central de procesamiento, CPU 200, actuará sobre la válvula 996 que controla el flujo de fluido térmico frío 712 que fluye en la unidad de enfriamiento 74 de la bomba de calor 80, y sobre la válvula interna 999 que regula el flujo del fluido de trabajo de la bomba de calor que fluye desde el condensador 82 hasta el evaporador auxiliar 811 por acción del compresor 89 de la bomba de calor.

15

20

Para este segundo modo de realización han sido escogidas turbinas de reacción 51, pero debido a la gran altura del circuito termodinámico 10 (conseguida mediante el uso del gas de presión 41 en el conducto ascendente ensanchable 40) dos líneas de turbinas han sido dispuestas para evitar un exceso de presión sobre una única línea de turbinas 51 instalada en el nivel inferior.

25

La plataforma flotante de este segundo modo de realización preferida está anclada al lecho marino por medio de un grupo de cuerdas de anclaje sintéticas de gran resistencia 108, mientras que la cápsula flotante es mantenida en posición mediante un sistema de posicionamiento dinámico 205, DP, que como en el primer modo de realización, mediante la información obtenida por el medidor de corriente 204 y la estación meteorológica 206, controlará el flujo de salida de agua de mar a través de las salidas 981 dispuestas en la parte inferior de dicha cápsula flotante 103, incrementando, disminuyendo o censando dicho flujo a través de cada una de ellas, dando a la cápsula flotante 103 movimiento en una dirección u otra.

30

35

Refiera de nuevo a las FIGURAS 6A, 6C, 6D, 6G y 6H. Cuando la plataforma flotante está situada en mares cálidos, la cápsula sumergible resistente a altas presiones que desciende verticalmente 104, así como la cápsula sumergible resistente a las altas presiones 102 del evaporador 20, puede ser provistas de una envoltura externa 971 (detalle V10, ilustrado en la FIGURA 6C) a través del cual fluirá agua cálida de la superficie del mar 83 que proveerá una capa de aislante térmico de agua cálida marina 83 que envolverá las cápsulas sumergibles (102 y 104), que en combinación con las tuberías térmicas internas 96 (detalle V9, ilustrado en las FIGURAS 6B y 6H) del conducto ascendente ensanchable 40, ayudará a reducir la pérdida de calor desde el circuito termodinámico 10 hacia el medioambiente frío de las profundidades marinas que les rodea. Para ello una tubería auxiliar 937 divierte parte del flujo de agua cálida marina filtrada 83, que es tomada del mar por acción de las bombas 783, donde una válvula 997 controlada mediante la unidad de procesamiento central, CPU 200, regula el flujo de agua de mar cálida 83 que pasa hasta dicha tubería 937. Entonces la tubería auxiliar 937 desciende a través de la envoltura externa 971 hasta su nivel más bajo, desde donde el agua de mar cálida emerge a través de una abertura 938, llenando la envoltura externa 971, ascendiendo después a su nivel más alto, donde retorna al mar abierto a través de una amplia abertura 993.

50

Refiera al detalle V11 de la FIGURA 6A, y de las FIGURAS 6G-1, 6G-2, 6G-3. La parte superior y central de los tubos descendientes 90 están también provistas con una envoltura externa (972, 973) a través de la cual fluye agua fría del mar 84, para crear una capa de aislamiento térmico que ayuda a conseguir un mejor aislamiento térmico del fluido de trabajo líquido frío para con el agua cálida de mar que les rodea. El agua fría del mar es primeramente filtrada mediante un filtro 772 dispuesto en las profundidades del mar, y después bombeada hacia arriba mediante una bomba de agua 785 a través de un tubo ascendente 953. La bomba de agua inyecta entonces el agua fría del mar 84 en un segundo tubo 954 que termina en una primera envoltura externa 972 que envuelve la primera porción del tubo descendente 90 que conecta el condensador 30 con el primer nivel de turbinas 51.

55

El agua fría del mar 84 sale entonces de la primera envoltura externa 972 a través de un tercer tubo 955 entrando en una segunda envoltura 973 que envuelve la porción central del tubo descendente 90 que conecta el primer y segundo nivel de turbinas 51, saliendo dicha agua 84 a través de una abertura 994 dispuesta en la parte más baja de la segunda envoltura externa 973, regresando a las profundidades marinas.

60

Refiera a las FIGURAS 7A y 7B donde un tercer modo de realización es ilustrado. En este tercer modo de realización la planta de conversión de energía térmica ha sido dispuesta en una plataforma flotante como en el primer y segundo modo de realización preferida, estando igualmente el evaporador 20 y el conducto ascendente ensanchable 40 dispuestos en cápsulas sumergibles resistentes a las altas presiones (102, 104). La plataforma flotante de este tercer modo de realización preferida está anclada al lecho marino mediante un grupo de cuerdas de anclaje sintéticas de gran resistencia 108. La turbina seleccionada para este tercer modo de realización es igualmente una turbina de reacción 51. El sumidero térmico es agua fría del fondo del mar 84, y la fuente de calor es el calor residual de una planta industrial para el procesamiento de aluminio 310 (fuente de calor artificial). Cualquier otro tipo de planta industrial puede funcionar también.

En este tercer modo de realización preferida, se da una transferencia indirecta de calor entre el circuito termodinámico cerrado 10 y la fuente de calor y sumidero térmico, de manera que a través de una unidad auxiliar de calentamiento 733 calor es conducido desde la planta de procesamiento industrial 310 (fuente de calor) hasta el evaporador 20; y a través de una unidad auxiliar de enfriamiento 704 calor es conducido desde el condensador 30 hasta el agua fría marina de las profundidades 84 (sumidero térmico). En contraste con el primer y segundo modo de realización, en este tercer modo de realización el calor entregado por el fluido de trabajo en los condensadores no es reciclado en el evaporador 20 a través de un fluido térmico. El calor residual de la planta de procesamiento de aluminio 310 es conducido hasta la unidad auxiliar de calentamiento 733 del circuito térmico auxiliar de calentamiento 703 por un fluido térmico externo, que fluye a través de un circuito térmico externo de calentamiento 713 por acción de una bomba 755. Este sistema puede ser preferido cuando la fuente de calor es abundante (como lo es la planta de procesamiento de aluminio 310), y es necesario utilizar un fluido (el fluido térmico externo) con una baja temperatura como refrigerante para la planta de procesamiento industrial.

El circuito térmico auxiliar de calentamiento 703 comprende: una unidad auxiliar de calentamiento 733; un grupo de tubos que conectan dicha unidad auxiliar de calentamiento 733 con el evaporador 20, y el evaporador 20 de vuelta con dicha unidad de calentamiento 733, cerrando el circuito; una bomba 761 conectada a dicho grupo de tuberías; y un fluido térmico auxiliar de calentamiento. Como fue descrito, el fluido externo conduce el calor residual desde la planta de procesamiento de aluminio 310 hasta la unidad auxiliar de calentamiento 733 donde el fluido térmico auxiliar de calentamiento se calienta (enfriándose el fluido térmico externo) antes de entrar en los evaporadores 20. Por otro lado, el circuito térmico de enfriamiento auxiliar 704 comprende: una unidad auxiliar de enfriamiento 744; un grupo de tubos que conecta dicha unidad auxiliar de enfriamiento 744 con los condensadores 30, y los condensadores 30 de vuelta con dichas unidades de enfriamiento auxiliar 744, cerrando el circuito; una bomba 762 conectada a dicho grupo de tubos; y un fluido térmico auxiliar de enfriamiento. A través de la unidad auxiliar de enfriamiento 744 pasa agua fría de las profundidades marinas doblemente filtrada (772, 782), que fluye, por acción de una bomba 784, a través de un circuito abierto que está sumergido por debajo del nivel del mar 830. El agua de mar fría filtrada 84 pasa entonces por la unidad auxiliar de enfriamiento 744 ganando calor del fluido térmico auxiliar de enfriamiento.

Como en los modos de realización antes descritos, un grupo de tuberías térmicas 96 ayudan a mantener una temperatura constante en el interior del conducto ascendente ensanchable 40. A través de dichas tuberías térmicas 96 fluye en este modo de realización fluido térmico auxiliar cálido, el cual es divertido desde el circuito térmico auxiliar de calentamiento 703 hasta dichas tuberías térmicas 96 mediante un circuito auxiliar 706.

Refiérase a las FIGURAS 8A, 8B y 8C donde un cuarto modo de realización es descrito. En este cuarto modo de realización el circuito termodinámico cerrado 10 está ubicado sobre tierra firme, estando los condensadores 30 ubicados sobre una montaña, y los evaporadores 20 en la orilla de un mar cálido. El conducto ascendente ensanchable 40 asciende sobre la ladera de la montaña, conectando el evaporador 20 con el condensador 30. La turbina escogida para este modo de realización de la invención es una turbina de acción 52. En este modo de realización agua cálida de la superficie del mar 83 es la fuente de calor, agua fría de las profundidades marinas 84 es el sumidero térmico. En este cuarto modo de realización, se da una transferencia indirecta de calor también entre el circuito termodinámico cerrado 10 y la fuente de calor y el sumidero térmico, de manera que mediante un circuito térmico auxiliar de calentamiento 703 calor es conducido desde el agua cálida de la superficie del mar 83 (fuente de calor) hasta el evaporador 20; y mediante un circuito térmico auxiliar de enfriamiento 704 calor es conducido desde el condensador 30 hasta el agua fría de las profundidades marinas 84 (sumidero térmico).

El circuito térmico auxiliar de calentamiento 703 comprende: una unidad auxiliar de calentamiento 733; un grupo de tubos que conectan dicha unidad auxiliar de calentamiento 733 con el evaporador 20, creando un circuito cerrado; una bomba 761 conectada a dicho grupo de tuberías; y un fluido térmico auxiliar de calentamiento. Por acción de la bomba 783 agua cálida de la superficie del mar 83 es tomada mediante un filtro flotante 773 que flota a nivel del mar 830; fluyendo dicha agua a través de un circuito abierto (que está sumergido por debajo de dicho nivel del mar 830) que pasa por un segundo filtro 781 antes de entrar en la unidad auxiliar de calentamiento 733, donde da calor al fluido térmico auxiliar de calentamiento. Después el fluido térmico auxiliar de calentamiento cálido fluye a través de dicho circuito térmico auxiliar de calentamiento 703 por acción de la bomba 761 entrando en el evaporador 20. Por otro lado, el circuito térmico auxiliar de enfriamiento 704 comprende: una unidad auxiliar de enfriamiento 744; un grupo de tubos que conecta dicha unidad auxiliar de enfriamiento 744 con los condensadores 30, y los condensadores 30 de vuelta con

dichas unidades de enfriamiento auxiliar 744, cerrando el circuito; una bomba 762 conectada a dicho grupo de tubos; y un fluido térmico auxiliar de enfriamiento. A través de la unidad auxiliar de enfriamiento 744 pasa agua fría de las profundidades marinas 84 doblemente filtrada (772, 782), la cual fluye por acción de la bomba 784, a través de un circuito abierto que está igualmente sumergido bajo el nivel del mar 830. Entonces el agua fría de las profundidades marinas 84 pasa a través de la unidad auxiliar de enfriamiento 744 donde gana calor del fluido térmico auxiliar de enfriamiento, que ha aumentado su temperatura tras ganar calor del fluido de trabajo evaporado en los condensadores 30. Como para con el tercer modo de realización, el calor entregado por el fluido de trabajo evaporado en los condensadores 30 en este ejemplo de realización no es reciclado en el evaporador mediante un circuito térmico, a diferencia de lo mostrado en el primer y segundo modo de realización. Este sistema puede ser preferido cuando la fuente de calor y el sumidero térmico son abundantes, y es conveniente ahorrar costes limitando la dimensión de los condensadores, evaporadores y los intercambiadores de calor. Pero como fue explicado anteriormente, ello puede resultar en una mayor contaminación térmica del medio ambiente.

En este cuarto modo de realización se muestra un ejemplo del proceso de operación de puesta en marcha y parada de la planta de conversión de energía térmica. La operación de puesta en marcha comprende los siguientes pasos (refiérase a las FIGURAS 8A y 8B): En un primer paso el fluido de trabajo está contenido en estado líquido y a presión en un grupo de depósitos 45, y el gas de presión está contenido a presión en un segundo depósito 46 que está conectado a una estación del gas de presión 43. Un primer 921 y segundo 922 grupo de válvulas son operadas para permitir que al fluido de trabajo fluir desde los depósitos 45 hasta un grupo de bombas 757, y desde dicho grupo de bombas 757 hasta los evaporadores 20 a través de un tubo de extensión 911 que está conectado al tubo descendente 90. Simultáneamente el circuito térmico auxiliar de calentamiento 703 comienza a funcionar llevando calor desde el agua salada de la superficie del mar 83 hasta los evaporadores 20. Un tercer grupo de válvulas 923 es operado de manera que parte del fluido térmico auxiliar de calentamiento que fluye a través del circuito térmico de calentamiento 703 es desviado a través de un circuito auxiliar 706 hasta un grupo de tuberías térmicas de doble pared 96, que discurren dentro del conducto ascendente ensanchable 40, para ayudar a mantener una temperatura constante dentro de dicho conducto ascendente ensanchable 40. Un cuarto grupo de válvulas 924 es operado para desviar parte del fluido térmico auxiliar de calentamiento que fluye a través de dicho circuito auxiliar 706 hasta un segundo circuito auxiliar 707, que conecta con la estación del gas de presión 43, donde un quinto grupo de válvulas 925 es operado (FIGURA 8B), permitiendo que el gas de presión contenido en el depósito 46 fluya dentro de una unidad de calentamiento para dicho gas 731, donde dicho gas de presión gana calor del previamente citado fluido térmico auxiliar de calentamiento que fluye a través de dicho segundo circuito auxiliar 707 hasta dicha estación del gas auxiliar 43.

Durante este primer paso el circuito térmico auxiliar de enfriamiento 704 no opera.

Una vez el conducto ascendente ensanchable 40 ha sido llenado con fluido de trabajo evaporado y gas de presión, y la presión y temperatura de operación ha sido conseguida, el segundo paso comienza en el que el circuito térmico de enfriamiento auxiliar 104 es activado haciendo que el fluido de trabajo evaporado condense en los condensadores 30, dando calor dicho fluido de trabajo evaporado al fluido térmico auxiliar de enfriamiento, el cual a su vez pasa ese calor al agua fría de las profundidades marinas 84 en la unidad auxiliar de enfriamiento 744. Entonces el fluido de trabajo líquido desciende desde los condensadores 30 a través del conducto descendente 90, en el que un sexto grupo de válvulas 926 previene que el fluido de trabajo líquido entre en el compartimento de la turbina 520, desviando dicho fluido a través de un tubo descendente auxiliar 912. Un vez el tubo descendente 90 está lleno de fluido de trabajo líquido, el primer 921 y el segundo 922 grupo de válvulas son de nuevo operadas permitiendo que el fluido de trabajo líquido entre de nuevo en los evaporadores 20, interrumpiendo el flujo de fluido de trabajo líquido que fluye desde los depósitos 45 en el circuito termodinámico 10. Simultáneamente el sexto grupo de válvulas 926 es operado de nuevo permitiendo que el fluido de trabajo líquido descienda hasta el compartimento de la turbina 520, actuando sobre la turbina de acción 52, que a su vez accionará el generador eléctrico 60.

Incluso aún después de que el circuito termodinámico 10 ha sido cerrado, y de que no más fluido de trabajo es añadido en dicho circuito termodinámico 10, la estación del gas de presión 43 continuará trabajando para ajustar la cantidad de gas de presión en el conducto ascendente ensanchable 40. A partir de la información obtenida de los dispositivos de medición y control de temperatura 211, flujo 212 y presión 213 del fluido de trabajo y del fluido térmico, dispuestos en el conducto ascendente ensanchable 40, la unidad central de procesamiento, CPU 200, seguirá operando dicha estación del gas de presión 43, regulando la concentración del gas de presión en el conducto ascendente, hasta que un valor de concentración óptimo es conseguido. Para poder extraer el exceso de gas de presión del conducto ascendente ensanchable 40, la estación del gas de presión 43 (refiera de nuevo a la FIGURA 8B) está provista con un primer compresor 752 que extrae una mezcla de fluido de trabajo evaporado y gas de presión del conducto ascendente ensanchable 40, que inyecta dicha mezcla en un primer enfriador de gas 741, donde el fluido de trabajo que está a presión condensa, mientras el gas de presión se mantiene en estado gaseoso. Después el fluido de trabajo enfriado y el gas de presión en estado gaseoso pasarán desde este primer enfriador de gas 741 a un separador vertical 47, donde el fluido de trabajo condensado se separa por gravedad del gas de presión que sigue en estado gaseoso. Una bomba auxiliar 753 conduce el fluido de trabajo condensado desde el separador vertical 47, a través de un tubo auxiliar 913, hasta el tubo descendente 90. Un segundo compresor 754 inyecta el gas de presión enfriado recogido en el separador vertical 47, dentro de un segundo enfriador de gas 742, antes de entrar en el depósito 46. Ambos enfriadores de gas

(741, 742) usan el fluido térmico auxiliar de enfriamiento que tras operar un séptimo grupo de válvulas 927, fluye a través de un tercer circuito auxiliar 708, desde el circuito térmico auxiliar de enfriamiento 104 hasta la estación del gas de presión 43. Una vez la presión y la temperatura del fluido de trabajo evaporado y del gas de presión son óptimas en el conducto ascendente ensanchable 40, la estación de gas de presión dejará de operar, terminando de esta manera el tercer paso de la operación de puesta en marcha.

La operación de parada consiste en un grupo de operaciones simultáneas que detendrán el flujo de fluido de trabajo a través del circuito termodinámico 10 (el número asignado a las válvulas es el mismo que para la operación de puesta en marcha): El primer 921 y segundo 922 grupo de válvulas será ahora operado para permitir al el fluido de trabajo líquido fluir desde el tubo descendente 90 y los evaporadores 20 hasta las bombas 757, y desde las bombas 757 de vueltas a los depósitos 45. El sexto grupo de válvulas 926 que rodea el compartimento de la turbina 520 es operado para divertir el flujo de fluido de trabajo líquido desde el tubo descendente 90 hasta el tubo descendente auxiliar 912, previendo que el fluido de trabajo líquido actúe sobre la turbina de acción 52. El tercer 923 y cuarto grupo de válvulas 924 son operados de manera que el fluido térmico auxiliar de calentamiento fluya sólo desde la unidad auxiliar de calentamiento 733 hasta el primer circuito auxiliar 706, y desde este hasta las tuberías térmicas 96 del conducto ascendente ensanchable 40, y hasta la estación del gas de presión 43 a través del segundo circuito auxiliar 707, sin que pase dicho fluido térmico auxiliar de calentamiento a través de los evaporadores 20. Un octavo grupo de válvulas 928 divierte parte del fluido térmico auxiliar de enfriamiento que fluye a través del circuito térmico auxiliar de enfriamiento 704 hasta los evaporadores 20, para condensar el fluido de trabajo evaporado que pueda haber en ellos. A causa de la constante retirada de fluido de trabajo, la presión interna del circuito termodinámico 10 decrece notablemente. Para mantener la presión necesaria P2 (refiera a las FIGURAS 2A y 4B) para la condensación del fluido de trabajo evaporizado a lo largo de todo el circuito termodinámico cerrado 10, la estación del gas de presión 43 inyectará una cantidad extra de gas de presión en el conducto ascendente ensanchable 40, que permitirá aumentar la presión interna a lo largo de todo el circuito termodinámico 10.

Una vez el fluido de trabajo ha sido retirado, la estación del gas de presión 43 empezará a recuperar el gas de presión del conducto ascendente ensanchable 40, reduciendo su presión interna.

Durante el funcionamiento normal, en el compartimento de la turbina 520 parte del fluido de trabajo líquido que ha actuado sobre la turbina de acción 52 se evaporará a una temperatura alrededor de T0 con una presión alrededor de P2, que es equivalente a la presión obtenida en los condensadores 30, lo que genera una nube de gas a presión en el compartimento de la turbina 520 que ayuda a mantener en estado líquido la mayor parte del fluido de trabajo que, tras actuar sobre la turbina 52 es recogido al nivel más bajo de dicho compartimento de la turbina 520, donde se acumula por gravedad, siendo su nivel constantemente medido y monitorizado 214.

Refiera a las FIGURAS 9A, 9B, 9C, 9D, 9E, y 9F, en las que un quinto modo de realización es ilustrado, donde el evaporador 20, una turbina de reacción 51 y un generador 60 están dispuestos en cápsulas sumergibles resistentes a las altas presiones (102, 105) sobre un lecho marino, mientras que el condensador 30 está dispuesto sobre tierra firme, en la cima de una colina. Este quinto modo de realización ha sido concebido para regiones geográficas donde no hay montañas altas cerca del mar, y es más conveniente disponer la mitad de la planta de conversión de energía térmica bajo el nivel del mar 830, sacando provecho de la profundidad de dicho mar.

En este quinto modo de realización un circuito térmico 70 conduce calor de vuelta desde el condensador 30 hasta el evaporador 20, como fue ilustrado en el primer y segundo modo de realización.

Refiera a las FIGURAS 9B y 9E donde un primer escenario de este quinto modo de realización es ilustrado. En una planta solar 320 un fluido térmico externo 723 (por ejemplo agua) es calentado con radiación solar 321 mediante paneles solares 322. El fluido térmico externo cálido 723 es almacenado a una piscina térmica 323 desde donde fluye a través de un circuito térmico externo de calentamiento 713, que está conectado con la unidad de calentamiento 73, por acción de una bomba 755. El circuito térmico externo de calentamiento 713 está igualmente conectado con una planta de combustión de gas 330, donde el fluido térmico externo 723 gana calor de la combustión de dicho gas en el quemador de gas 331, cuando su temperatura está por debajo de un valor óptimo, lo que puede ocurrir, por ejemplo, por un descenso en la radicación solar debido a cambios estacionales o razones climáticas.

Refiera a la FIGURA 9C donde un segundo escenario es ilustrado, en el que una bomba de calor 801 hace las funciones de la unidad de calentamiento 73, divirtiendo calor desde el fluido externo 723 calentado por el sol hasta el fluido térmico.

Refiera a las FIGURAS 9D y 9F donde un tercer escenario es ilustrado, en el que un fluido térmico auxiliar de calentamiento es calentado en una unidad auxiliar de calentamiento 733 mediante energía geotérmica 341 mediante una planta geotérmica 340. El fluido térmico auxiliar de calentamiento fluye a través de un circuito térmico auxiliar de calentamiento 703 por acción de una bomba 761, entregando dicho calor al fluido térmico en la unidad de calentamiento 73.

Refiera a las FIGURAS 10A y 10B donde un sexto modo de realización es ilustrado. En este sexto modo de realización el circuito termodinámico 10 está dispuesto sobre tierra firme, estando el condensador dispuesto sobre una montaña, y el evaporador 20 en la orilla de un río o lago. El conducto ascendente ensanchable 40 asciende sobre la ladera de la montaña, conectando el evaporador 20 con el condensador 30. En este sexto modo de realización un circuito térmico 70 conduce de vuelta calor desde el condensador 30 hasta el evaporador 20, como fue descrito en el primer, segundo y quinto modo de realización. En este modo de realización una planta nuclear 350 será la fuente de calor, y el agua fría de un río o lago 86 el sumidero térmico. El reactor 351 de la central nuclear funcionará como unidad de calentamiento 73, ganando el fluido térmico calor directamente de las reacciones nucleares. El agua 86 del río o del lago es doblemente filtrada (772, 782) antes de fluir dentro de la unidad de enfriamiento 74, por acción de la bomba 786, siendo la unidad de enfriamiento 74 de este modo de realización igualmente del tipo intercambiador de calor de placas. Cuando se usa el agua de un río como sumidero térmico será deseable hacerlo en ríos muy grandes, de gran caudal, y cerca de su desembocadura, para evitar polución térmica de sus aguas. Un lago artificial, hecho de agua divertida de un río, puede ser usado como sumidero térmico, para así proteger el medio ambiente.

Refiera a las FIGURAS 11A y 11B donde un séptimo modo de realización es ilustrado, en el que el circuito termodinámico 10 ha sido dispuesto en tierra firme, estando los condensadores 30 dispuestos en una torre 109, mientras que el evaporador 20, la turbina 51 y el generador 60 están dispuestos bajo tierra. El conducto ascendente 40 está dispuesto de forma vertical conectando el evaporador 20 con el condensador 30. En este modo de realización una planta de combustión de carbón 360 será la fuente de calor y la atmósfera el sumidero térmico, habiendo sido concebido este séptimo modo de realización para áreas geográficas frías del interior. El evaporador 20 puede ser colocado en una mina de carbón abandonada, para utilizar mejor recursos existentes.

En este modo de realización, un circuito térmico 70 conduce calor también de vuelta desde el condensador 30 hasta al evaporador 20, como en el primer, segundo, quinto y sexto modos de realización. Un circuito térmico auxiliar 706 divierte fluido térmico cálido desde dicho circuito térmico 70 en las tuberías térmicas 96 del conducto ascendente ensanchable 40.

El calor de la planta de combustión de carbón 360 es conducido hasta la unidad de calentamiento 73 mediante un fluido térmico externo que fluye a través de un primer circuito térmico externo de calentamiento 713 por acción de una bomba 755. Dos válvulas 998 regulan el flujo del fluido térmico externo que es divertido desde el primer circuito térmico externo de calentamiento 713 hasta un segundo circuito térmico externo de calentamiento 714 que está conectado a una bomba de calor por absorción 802, que trabaja como unidad de enfriamiento 74. En dicha bomba de calor por absorción 802 el fluido térmico da calor a un fluido térmico auxiliar de enfriamiento, el cual fluye a través de un circuito térmico auxiliar de enfriamiento 704, por acción de una bomba 762, desde dicha bomba de calor por absorción 802 hasta una torre de enfriamiento 803 que trabaja como unidad auxiliar de enfriamiento 744, y donde el fluido térmico auxiliar de enfriamiento entrega calor a una atmósfera fría 87.

Como ha sido descrito para los diferentes modos de realización de la presente descripción, la fuente de calor puede ser natural y renovable, por ejemplo: agua cálida de un mar tropical, energía solar, y energía geotérmica; o artificial, por ejemplo: calor residual de una planta de procesamiento industrial, el calor generado en una planta termoeléctrica (por ejemplo: una planta de combustión de gas o carbón, o una central nuclear), fluidos térmicos, etc. El sumidero térmico puede ser natural y renovable también, por ejemplo: agua fría de las profundidades marinas, agua de un río o lago, y la atmósfera fría; o artificial, por ejemplo: cuando se usa un fluido térmico.

En todos los modos de realización, cuando se usa agua de un mar, de un lago o un río como fuente de calor o sumidero térmico, las unidades de calentamiento y enfriamiento deberían de estar dispuestas bajo el nivel de dicho mar, lago o río, para evitar tener que elevar el agua de dicho mar, lago o río.

La energía necesaria para operar las bombas del circuito térmico, así como las bombas de los circuitos térmicos auxiliares, las bombas de calor, los dispositivos de medición y control, la unidad de procesamiento central CPU, el panel de control CP, y otros dispositivos eléctricos y electrónicos auxiliares, pueden ser obtenidas de los generadores eléctricos.

Todas las características descritas en esta especificación (incluyendo cualquiera de las adjuntas reivindicaciones, el abstracto y los dibujos), puede ser sustituida por componentes alternativos que hagan la misma, equivalente o similar función, a menos que se haya indicado expresamente lo contrario. Así pues, salvo que se indique expresamente lo contrario, cada característica descrita es sólo un ejemplo de un grupo genérico de opciones equivalentes o similares.

Los caracteres de referencia correspondientes a los elementos citados en la descripción detallada y los dibujos, se utilizan en conjunción con la citación de ese mismo elemento o grupo de elementos en las reivindicaciones. Los caracteres de referencia numérica se muestran entre paréntesis con el fin de evitar la confusión con otros números o caracteres que aparecen en las reivindicaciones. El uso de caracteres de referencia se ha de considerar sin efecto sobre el alcance de las reivindicaciones, su fin es solo el de ayudar en la comprensión de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Planta de conversión de energía térmica, que comprende un circuito termodinámico cerrado (10), dicho circuito termodinámico cerrado (10) comprende:
- 5 un fluido de trabajo a presión;
- al menos un evaporador (20) en la parte más baja de dicho circuito termodinámico cerrado (10);
- al menos un conducto ascendente ensanchable (40) conectado a dicho evaporador (20), teniendo dicho conducto ascendente ensanchable (40) un diámetro inferior inicial  $d_0$  menor que el diámetro final superior  $d_1$ ;
- 10 al menos un condensador (30) conectado a la parte superior de dicho conducto ascendente ensanchable (40);
- al menos un conducto descendente (90) que conecta el condensador (30) de vuelta con el evaporador (20), cerrando el circuito termodinámico cerrado (10), y
- 15 al menos un aparato de extracción de energía (50) conectado a dicho conducto descendente (90); caracterizado porque el circuito termodinámico está conFigurado de manera que el fluido de trabajo evapora en el evaporador (20) tras aumentar su temperatura a  $T_1$ , después el fluido de trabajo evaporado (11) emerge del evaporador (20) entrando en el conducto ascendente ensanchable (40), ascendiendo a temperatura constante de  $T_1$  hasta el condensador (30); en el condensador (30) el fluido de trabajo evaporado (11) condensa tras reducir su temperatura a  $T_0$ ; después el fluido de
- 20 trabajo líquido (12) sale del condensador (30), cayendo por efecto de la gravedad, a temperatura constante de  $T_0$ , a través del conducto descendente (90), accionado el aparato de extracción de energía (50); tras salir del aparato de extracción de energía (50) el fluido de trabajo líquido (12) entra de nuevo en el evaporador (20), completando un proceso de auto-bombeo, reiniciando el ciclo.
- 25 2. La planta de conversión de energía térmica de la reivindicación 1, donde el fluido de trabajo líquido (12) es calentado en el evaporador (20) mediante transferencia directa de calor (31) desde una fuente de calor a través de dicho evaporador (20), y donde el fluido de trabajo evaporado (11) es enfriado en el condensador (30) mediante transferencia directa de calor (31) hasta un sumidero térmico a través de dicho condensador (30).
- 30 3. La planta de conversión de energía térmica de la reivindicación 1, donde el fluido de trabajo es calentado en el evaporador (20) mediante un circuito térmico (70), y es enfriado en el condensador (30) mediante dicho circuito térmico (70).
- 35 4. La planta de conversión de energía térmica de la reivindicación 3, donde el circuito térmico (70) comprende:
- un fluido térmico (71);
- 40 al menos una bomba (75);
- al menos una unidad de calentamiento (73);
- al menos una unidad de enfriamiento (74);
- al menos un tubo (931) que conecta la unidad de calentamiento (73) con el evaporador (20) del circuito termodinámico cerrado (10);
- 45 al menos un tubo (941) que conecta el evaporador (20) con la unidad de enfriamiento (74);
- al menos un tubo (942) que conecta la unidad de enfriamiento (74) con el condensador (30) del circuito termodinámico cerrado (10); y
- al menos un tubo (932) que conecta dicho condensador (30) con la unidad de calentamiento (73), cerrando el circuito térmico (70);
- 50 donde:
- el circuito térmico está conFigurado de manera que el fluido térmico (71) fluye a través del circuito térmico (70) por acción de la bomba (75), entrando en la unidad de calentamiento (73) donde el fluido térmico (71) aumenta su temperatura de  $T_{1-m}$  a  $T_{1+n}$ ; desde la unidad de calentamiento (73), el fluido térmico (71) fluye hasta el evaporador (20) donde dicho fluido térmico (71) entrega calor (31) al fluido de trabajo líquido (12), aumentando dicho fluido de trabajo líquido (12) su temperatura a  $T_1$ , mientras que el fluido térmico (71) disminuye su temperatura de  $T_{1+n}$  a  $T_{0+p}$ ; desde el evaporador (20) el fluido térmico (71) fluye hasta la unidad de enfriamiento (74) donde el fluido térmico disminuye su temperatura de  $T_{0+p}$  a  $T_{0-q}$ ; desde la unidad de enfriamiento (74) el fluido térmico (71) fluye hasta el condensador (30) donde dicho fluido térmico (71) gana calor (31) del fluido de trabajo evaporado (11) aumentando su temperatura de  $T_{0-q}$  a  $T_{1-m}$ , mientras que el fluido de trabajo evaporado (11) disminuye su temperatura a  $T_0$ ; y desde el condensador (30) el fluido térmico (71) fluye de vuelta hasta la unidad de calentamiento (73), cerrando el circuito térmico (70), reiniciándose el ciclo.
- 55 5. La planta de conversión de energía térmica de la reivindicación 4, donde el fluido térmico (71) aumenta su temperatura en la unidad de calentamiento (73) mediante transferencia directa de calor (31) desde
- 60

una fuente de calor a través de dicha unidad de calentamiento (73), y donde el fluido térmico (71) disminuye su temperatura en la unidad de enfriamiento (74) mediante transferencia directa de calor (31) a un sumidero térmico a través de dicha unidad de enfriamiento (74).

5 6. La planta de conversión de energía térmica de la reivindicación 4, donde el fluido térmico (71) es calentado en la unidad de calentamiento (73) mediante transferencia indirecta de calor (31) desde una fuente de calor mediante un circuito térmico auxiliar de calentamiento (703), y es enfriando en la unidad de enfriamiento (74) mediante transferencia indirecta de calor (31) a un sumidero térmico mediante un circuito térmico auxiliar de enfriamiento (704).

10 7. La planta de conversión de energía térmica de la reivindicación 6, donde, el circuito térmico auxiliar de calentamiento (703) comprende:

un fluido térmico auxiliar de calentamiento (721);

al menos una bomba (761);

15 al menos una unidad auxiliar de calentamiento (733) en contacto con la fuente de calor;

al menos un tubo que conecta la unidad auxiliar de calentamiento (733) con la unidad de calentamiento (73) del circuito térmico (70);

20 al menos un tubo que conecta la unidad de calentamiento (73) del circuito térmico (70) de vuelta con la unidad auxiliar de calentamiento (733), cerrando el circuito;

donde:

el circuito térmico auxiliar de calentamiento (703) está conFigurado de manera que el fluido térmico auxiliar de calentamiento (721) fluye a través del circuito térmico auxiliar de calentamiento (703) por acción de la bomba (761), conduciendo calor (31) desde la unidad auxiliar de calentamiento (733) hasta la unidad de calentamiento (73) del circuito térmico (70); y

25 el circuito térmico auxiliar de enfriamiento (704) comprende:

un fluido térmico auxiliar de enfriamiento (722);

al menos una bomba (762);

al menos una unidad auxiliar de enfriamiento (744) en contacto con el sumidero térmico;

30 al menos un tubo que conecta la unidad auxiliar de enfriamiento (744) con la unidad de enfriamiento (74) del circuito térmico (70);

al menos un tubo que conecta la unidad de enfriamiento (74) del circuito térmico (70) de vuelta con la unidad auxiliar de enfriamiento (744), cerrando el circuito;

donde:

el circuito térmico auxiliar de enfriamiento (704) está conFigurado de manera que el fluido térmico auxiliar de enfriamiento (722) fluye a través del circuito térmico auxiliar de enfriamiento (704) por acción de la bomba (762), conduciendo calor (31) desde la unidad de enfriamiento (74) del circuito térmico (70) hasta la unidad auxiliar de enfriamiento (744).

40 8. La planta de conversión de energía térmica de la reivindicación 4, donde las unidades de calentamiento (73) y enfriamiento (74) son, respectivamente, el condensador (82) y el evaporador (81) de una bomba de calor (80), donde calor es divertido desde el fluido térmico frío (712) que fluye desde el evaporador (20) del circuito termodinámico (10) hasta el fluido térmico cálido (711) que fluye desde el condensador (30) de dicho circuito termodinámico (10).

45 9. La planta de conversión de energía térmica de la reivindicación 1, donde el fluido de trabajo líquido (12) es calentado en el evaporador (20) mediante transferencia indirecta de calor (31) desde una fuente de calor mediante un circuito térmico auxiliar de calentamiento (703), y donde el fluido de trabajo evaporizado (11) es enfriado en el condensador (30) mediante transferencia indirecta de calor (31) a un sumidero térmico mediante un circuito térmico auxiliar de enfriamiento (704).

50 10. La planta de conversión de energía térmica de la reivindicación 9, donde el circuito térmico auxiliar de calentamiento (703) comprende:

un fluido térmico auxiliar de calentamiento (721);

al menos una bomba (761);

55 al menos una unidad auxiliar de calentamiento (733), en contacto con la fuente de calor;

al menos un tubo que conecta la unidad auxiliar de calentamiento (733) con el evaporador (20) del circuito termodinámico cerrado (10);

al menos un tubo que conecta el evaporador (20) del circuito termodinámico cerrado (10) de vuelta con la unidad auxiliar de calentamiento (733), cerrando el circuito;

donde:

el circuito térmico auxiliar de calentamiento (703) está conFigurado de manera que el fluido térmico auxiliar de calentamiento (721) fluye a través del circuito térmico auxiliar de calentamiento (703) por acción de la bomba (761), conduciendo calor (31) desde la unidad auxiliar de calentamiento (733) hasta el evaporador (20); y

el circuito térmico auxiliar de enfriamiento (704) comprende:

un fluido térmico auxiliar de enfriamiento (722);

al menos una bomba (762);

al menos una unidad auxiliar de enfriamiento (744), en contacto con el sumidero térmico;

5 al menos un tubo que conecta la unidad auxiliar de enfriamiento (744) con el condensador (30) del circuito termodinámico cerrado (10);

al menos un tubo que conecta el condensador (30) del circuito termodinámico cerrado (10) de vuelta con la unidad auxiliar de enfriamiento (744), cerrando el circuito;

donde:

10 el circuito térmico auxiliar de enfriamiento (704) está conFigurado de manera que el fluido térmico auxiliar de enfriamiento (722) fluye a través del circuito térmico auxiliar de enfriamiento (704) por acción de la bomba (762), conduciendo calor (31) desde el condensador (30) hasta la unidad auxiliar de enfriamiento (744).

15 11. La planta de conversión de energía térmica de la reivindicación 1, donde un gas de presión (41), con una masa molar mucho menor que la del fluido de trabajo, es añadido en el conducto ascendente ensanchable (40).

20 12. La planta de conversión de energía térmica de la reivindicación 1, donde el conducto ascendente ensanchable (40) está provisto de una fuente de calor (96).

25 13. La planta de conversión de energía térmica de la reivindicación 1, donde dispositivos de medición y control (211) (212) (213) (214) han sido dispuestos en circuito termodinámico cerrado (10).

14. La planta de conversión de energía térmica de la reivindicación 1, donde la planta está dispuesta en una plataforma flotante.

30 15. La planta de conversión de energía térmica de la reivindicación 14, donde la plataforma flotante comprende una cápsula flotante (103) comprendiendo dicha cápsula flotante (103) el condensador (30), y donde un grupo interconectado de cápsulas sumergibles (102) (104) (105) está suspendido desde dicha cápsula flotante (103) mediante cuerdas (106), comprendiendo dicho grupo interconectado de cápsulas sumergibles (102) (104) (105) el evaporador (20), el conducto ascendente (40) y el aparato de extracción de energía (50), y donde un conducto descendente sumergible (90) conecta el condensador (30) con el  
35 evaporador (20).

TABLA I						
ALTURA (METROS)	ESTIMACION DE LA PRESION (BARES) A 20°C			ESTIMACION DE LA PRESION (BARES) A 45°C		
	SF6	He	N2	SF6	He	N2
0	21.08	21.08	21.08	37.13	37.13	37.13
250	18.20	20.99	20.49	32.43	36.99	36.18
500	15.71	20.91	19.92	28.32	36.86	35.25
750	13.56	20.83	19.37	24.73	36.72	34.35
1,000	11.71	20.74	18.83	21.60	36.58	33.46
1,250	10.11	20.66	18.30	18.87	36.45	32.60
1,500	8.73	20.58	17.80	16.42	36.31	31.77
1,750	7.54	20.49	17.30	14.34	36.18	30.96
2,000	6.51	20.41	16.82	12.52	36.04	30.16
2,250	5.62	20.33	16.36	10.98	35.91	29.39
2,500	4.85	20.25	15.90	9.55	35.78	28.64
2,750	4.19	20.17	15.46	8.34	35.65	27.90
3,000	3.61	20.09	15.03	7.29	35.51	27.19
4,000	2.00	19.76	13.43	4.24	34.99	24.50
5,000	1.12	19.45	11.99	2.47	34.48	22.08

FIG. 1A

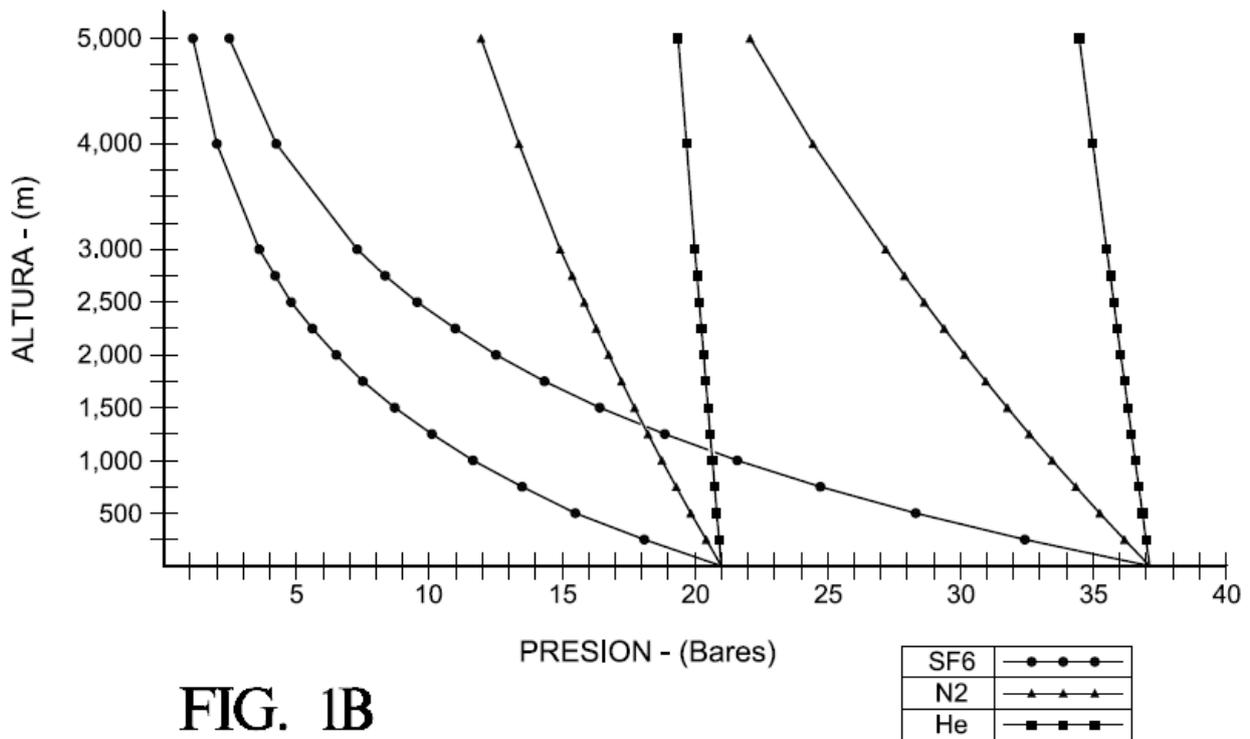
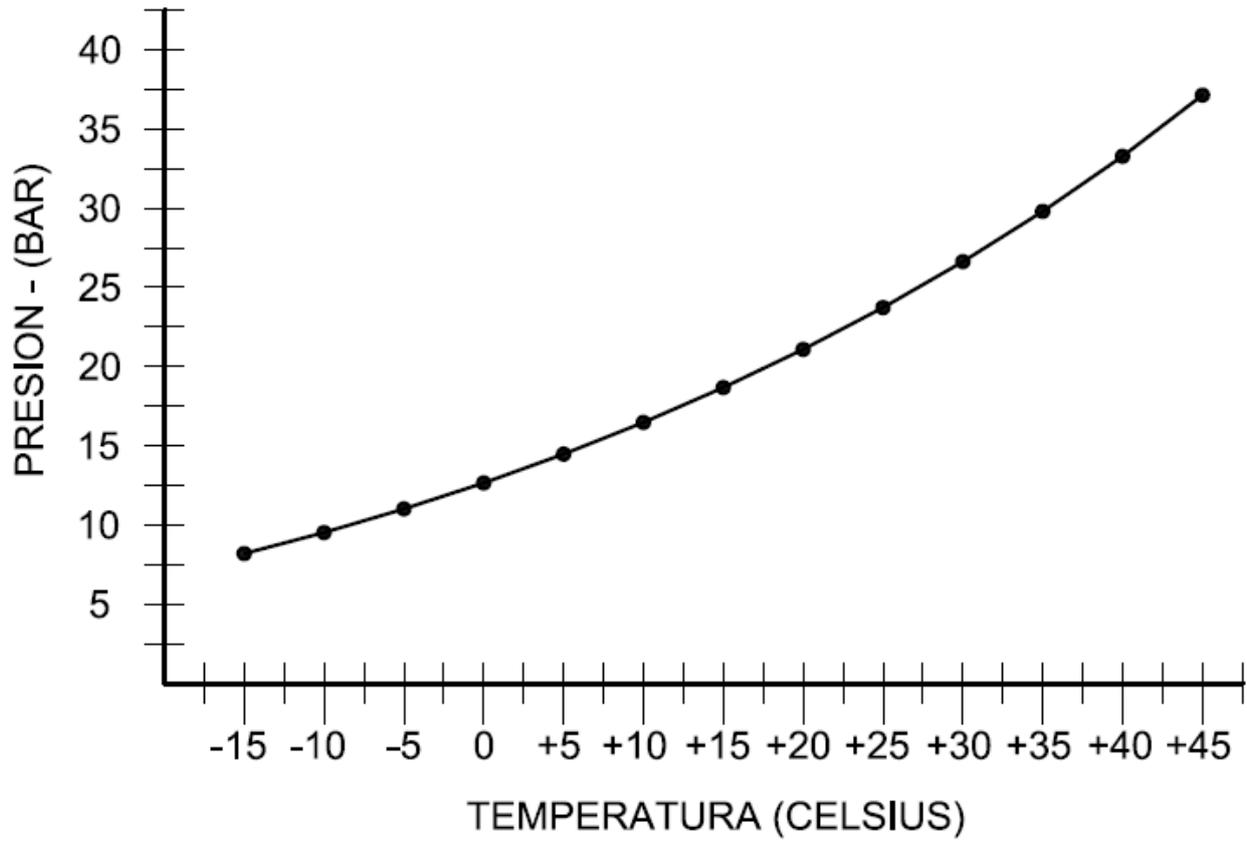


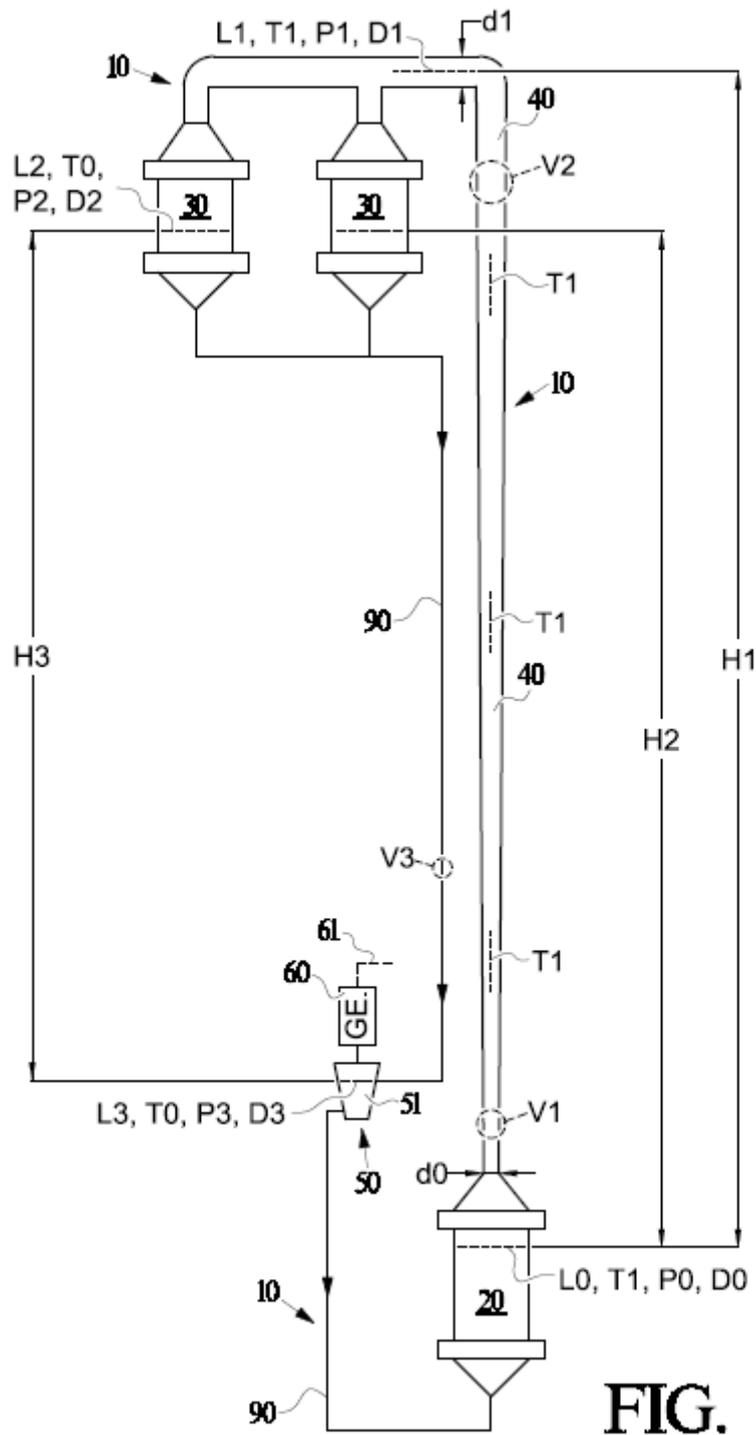
FIG. 1B

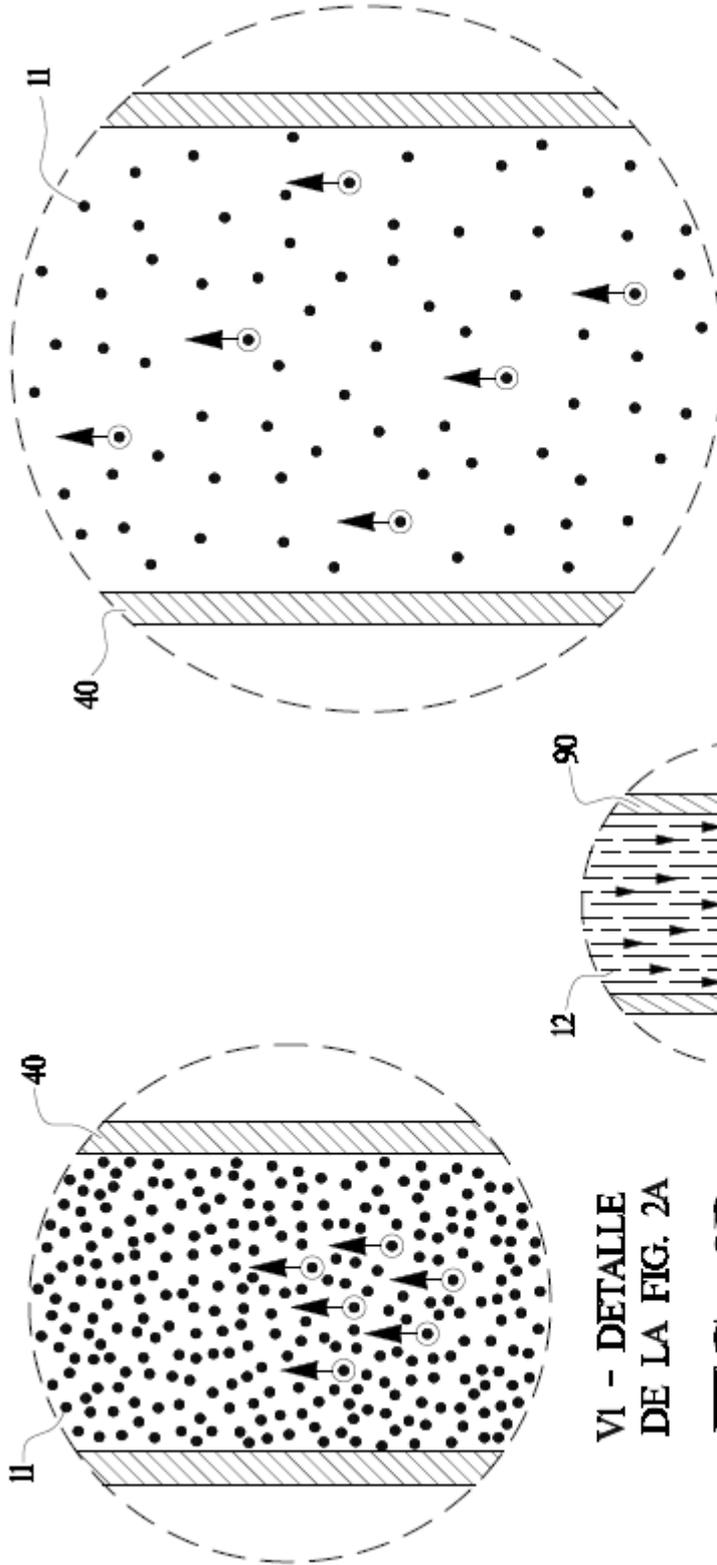
TABLA II	
TEMPERATURA (CELSIUS)	PRESION DE VAPOR (BARES)
+45	37.13
+40	33.27
+35	29.79
+30	26.62
+25	23.72
+20	21.08
+15	18.67
+10	16.47
+5	14.47
0	12.65
-5	11.01
-10	9.52
-15	8.19

FIG. 1C



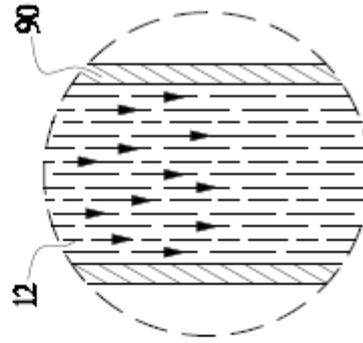
**FIG. 1D**





V1 - DETAILLE  
DE LA FIG. 2A

FIG. 2B

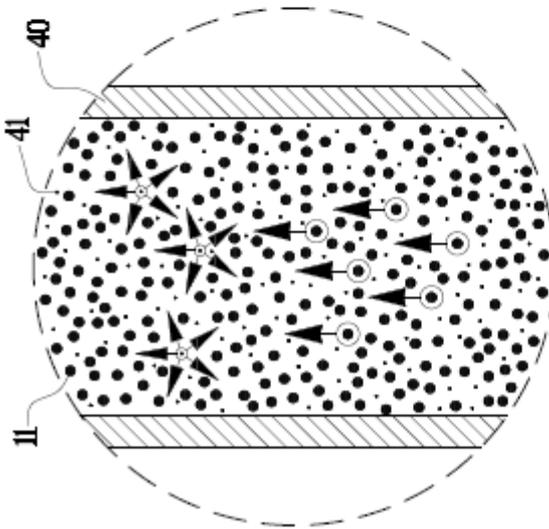


V3 - DETAILLE DE LA FIG. 2A

FIG. 2D

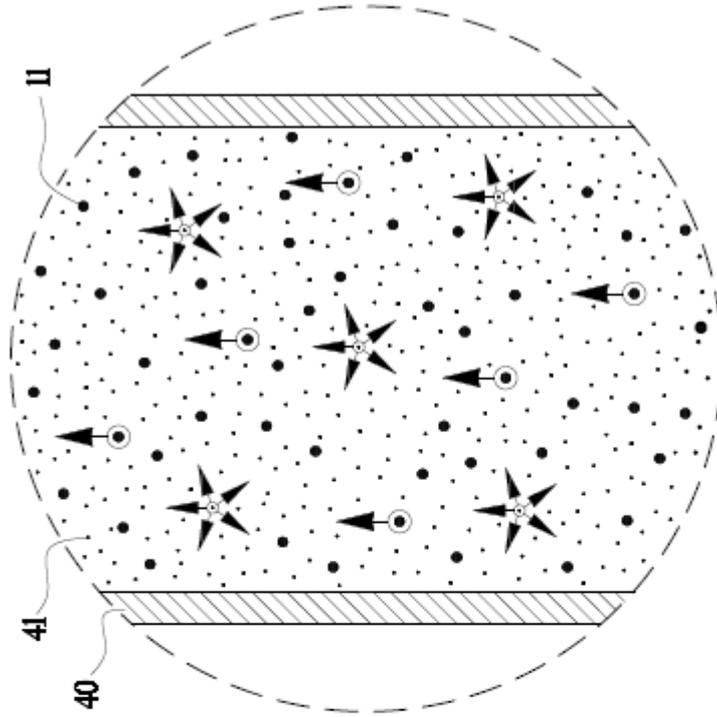
V2 - DETAILLE DE LA FIG. 2A

FIG. 2C



VI - DETAILLE DE LA FIG. 2A

FIG. 2E



V2 - DETAILLE DE LA FIG. 2A

FIG. 2F

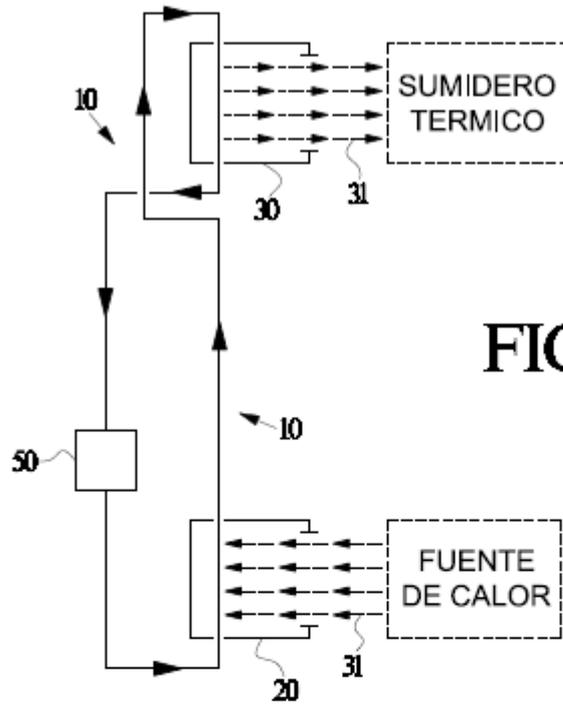


FIG. 3A

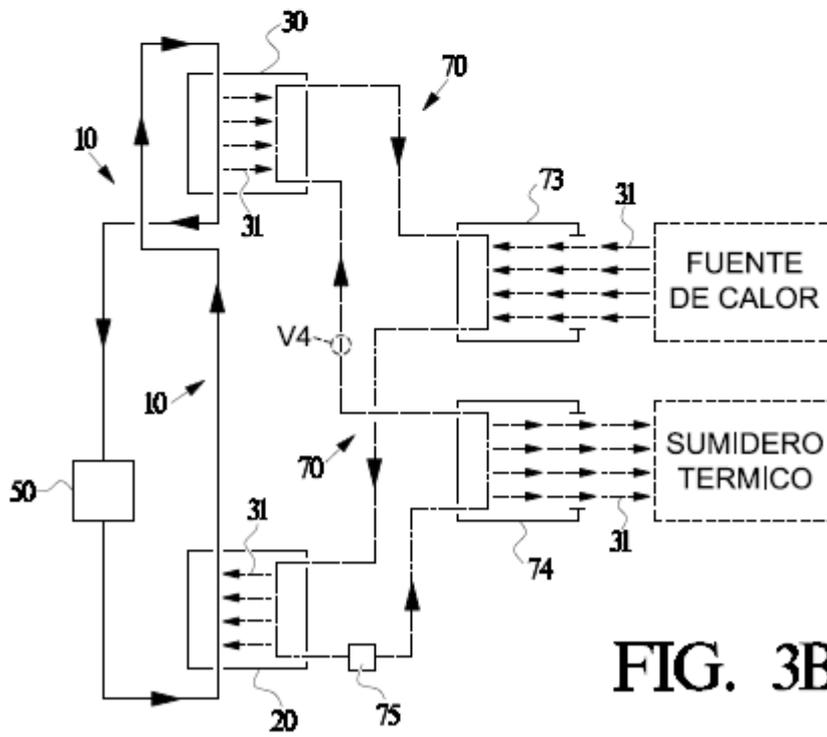


FIG. 3B

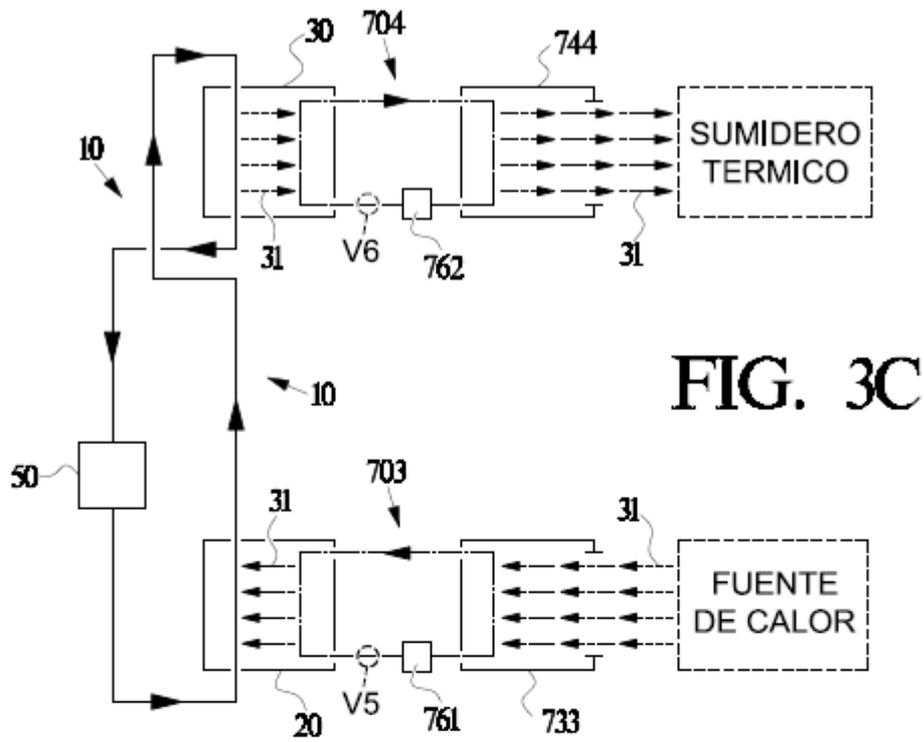


FIG. 3C

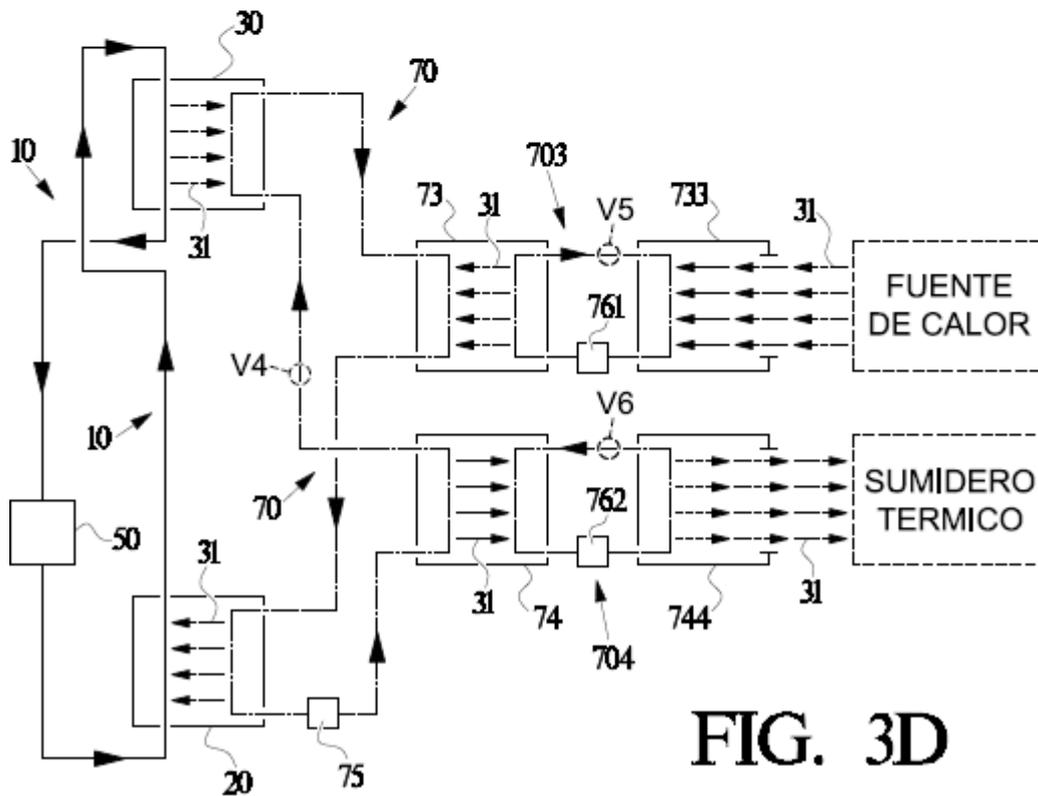


FIG. 3D

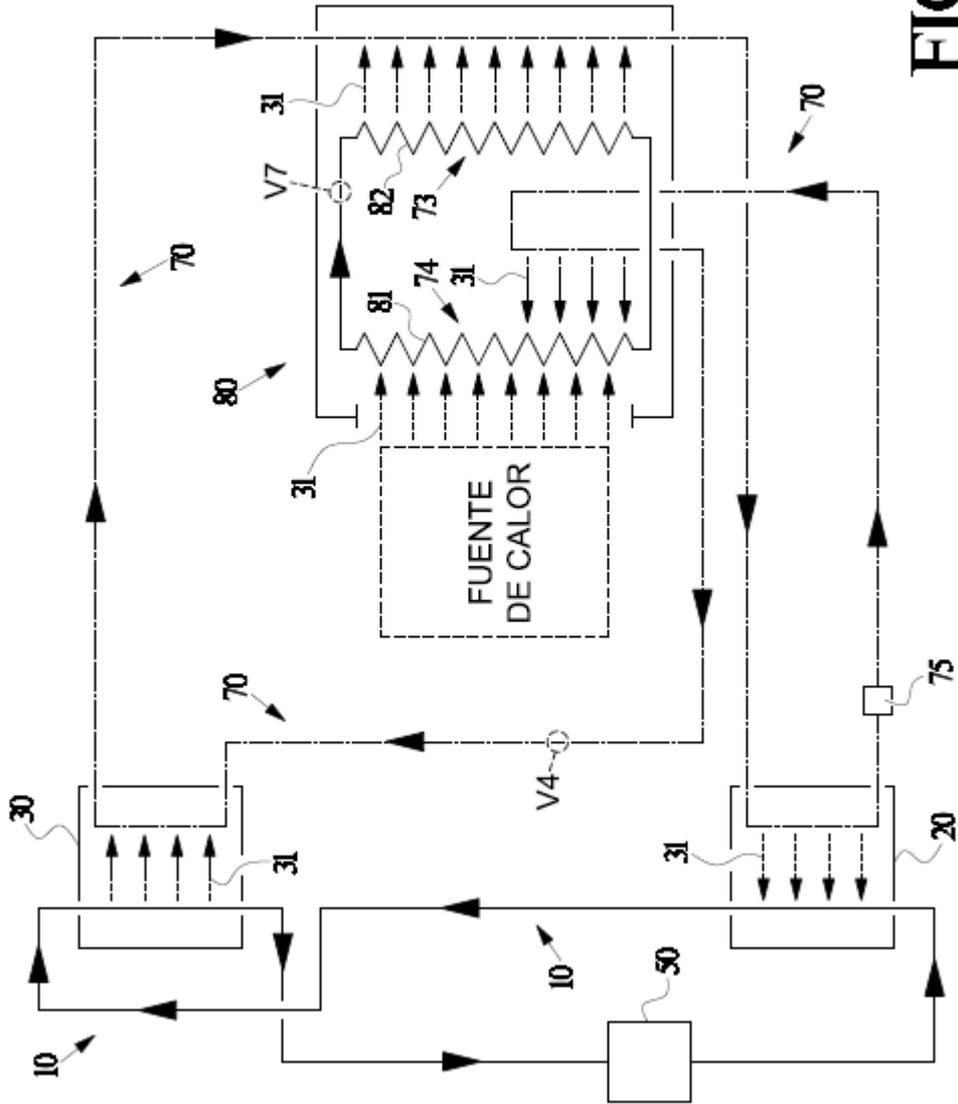
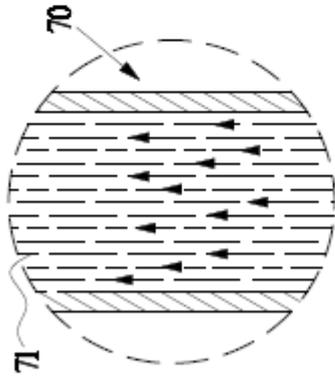
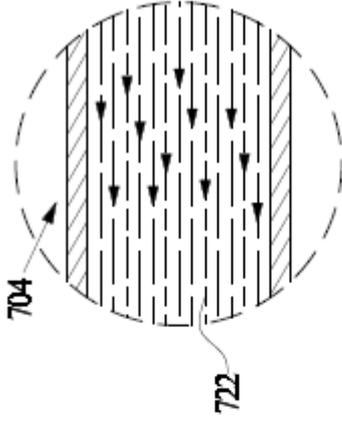


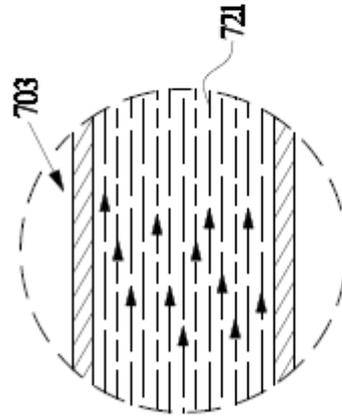
FIG. 3E



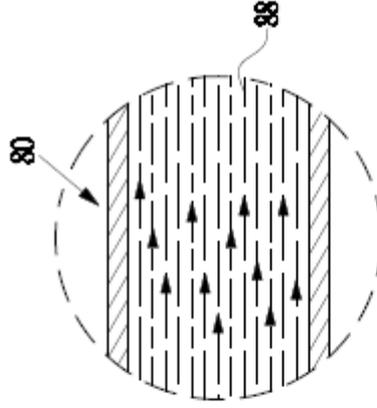
V4 - DETALLE DE LAS FIGS. 3B, 3D Y 3E  
**FIG. 3F**



V6 - DETALLE DE FIGS. 3C Y 3D  
**FIG. 3H**



V5 - DETALLE DE LAS FIGS. 3C Y 3D  
**FIG. 3G**



V7 - DETALLE DE LA FIG. 3E  
**FIG. 3I**

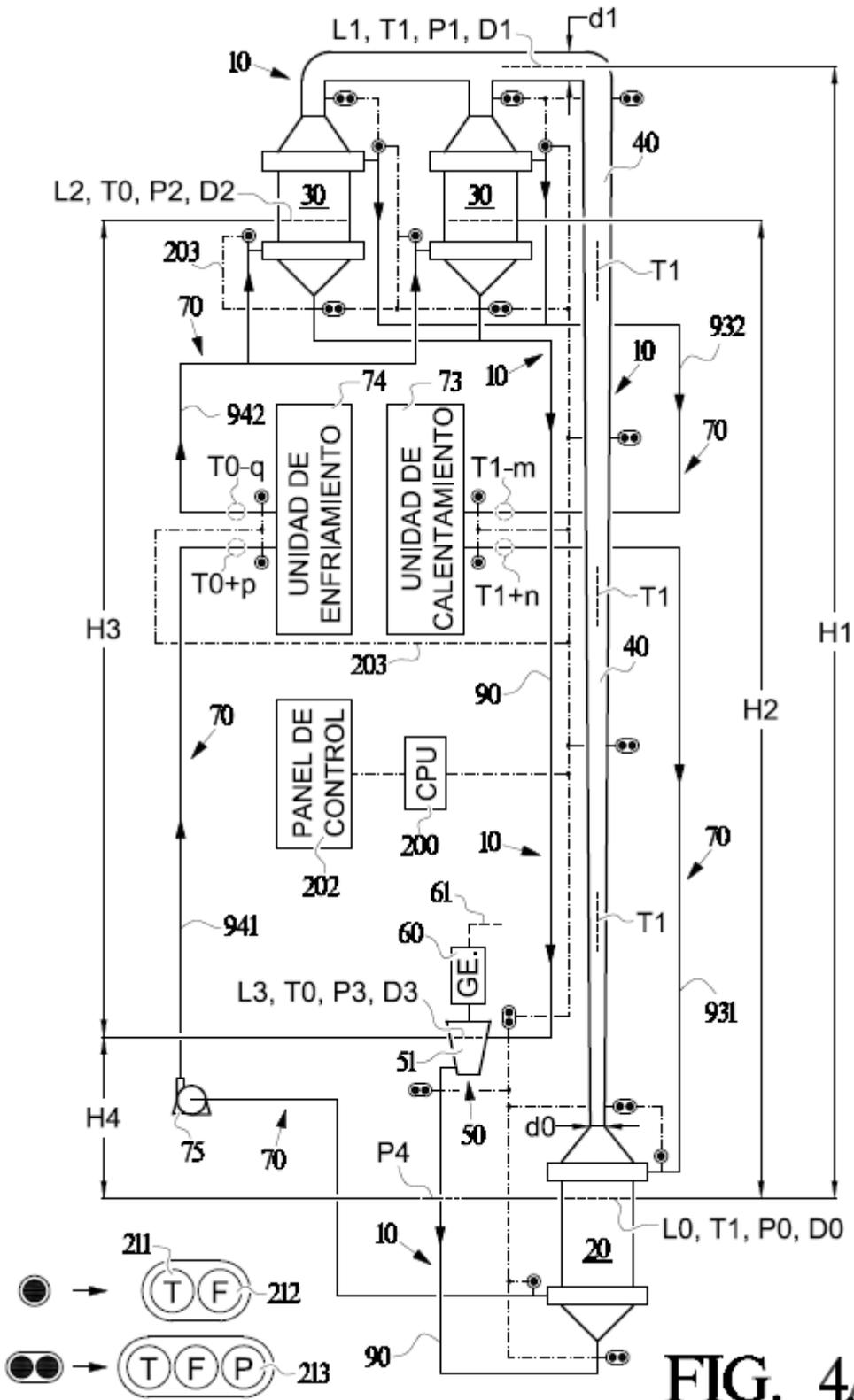
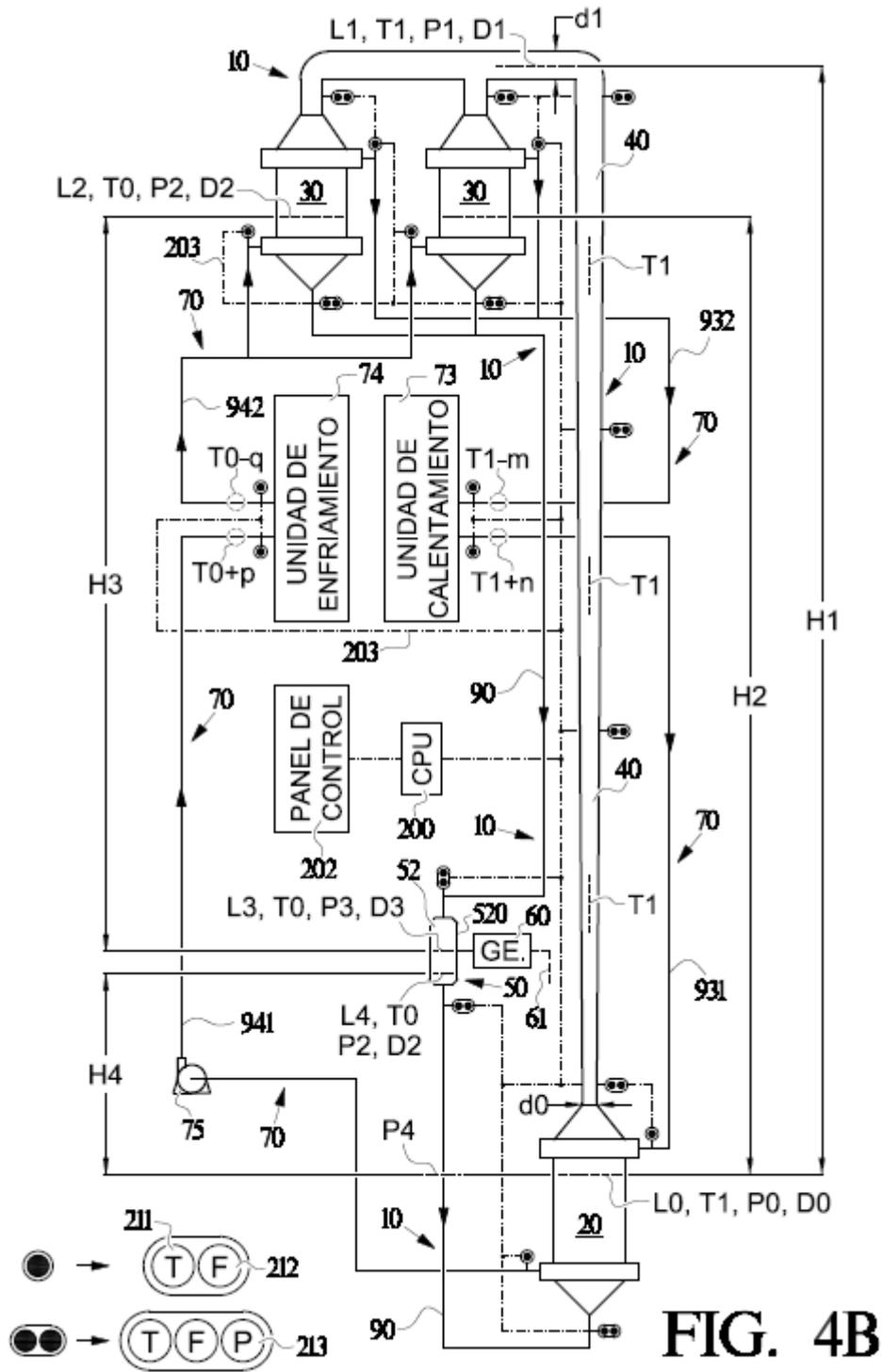


FIG. 4A



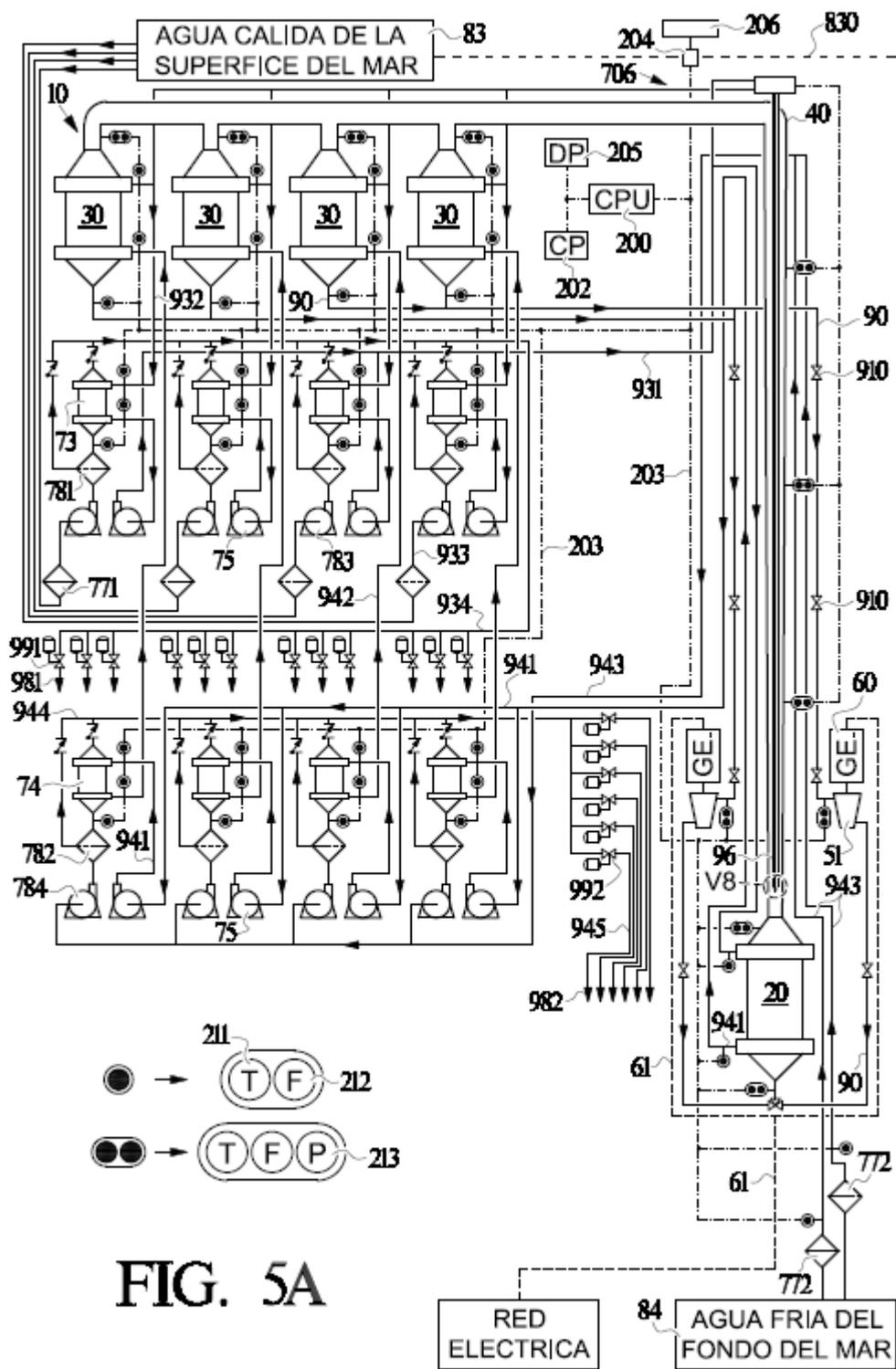
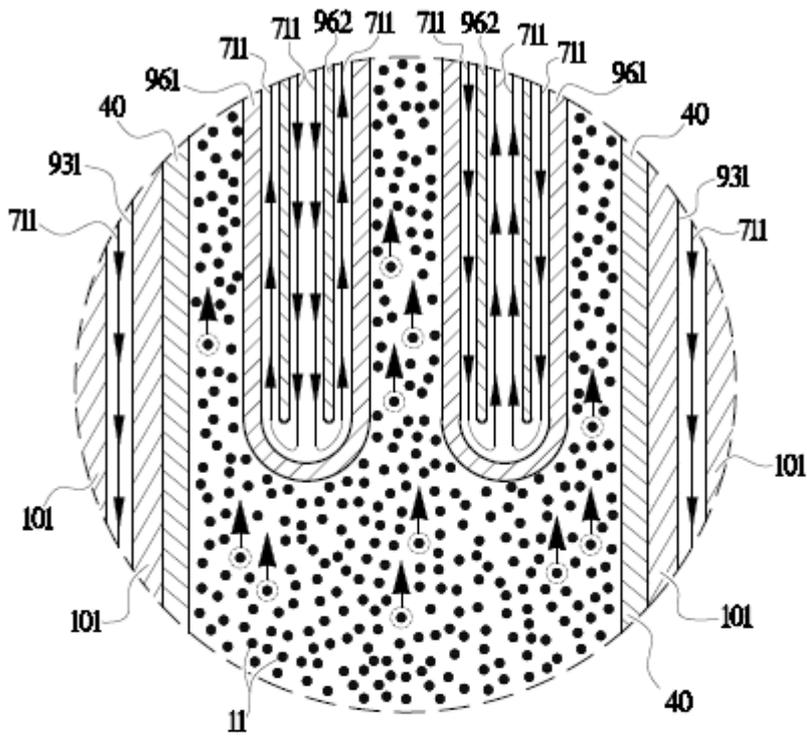


FIG. 5A



V8 - DETALLE DE LA FIG. 5A

FIG. 5B

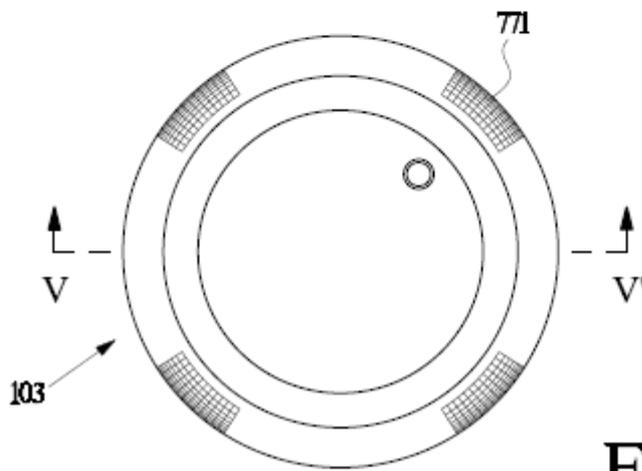
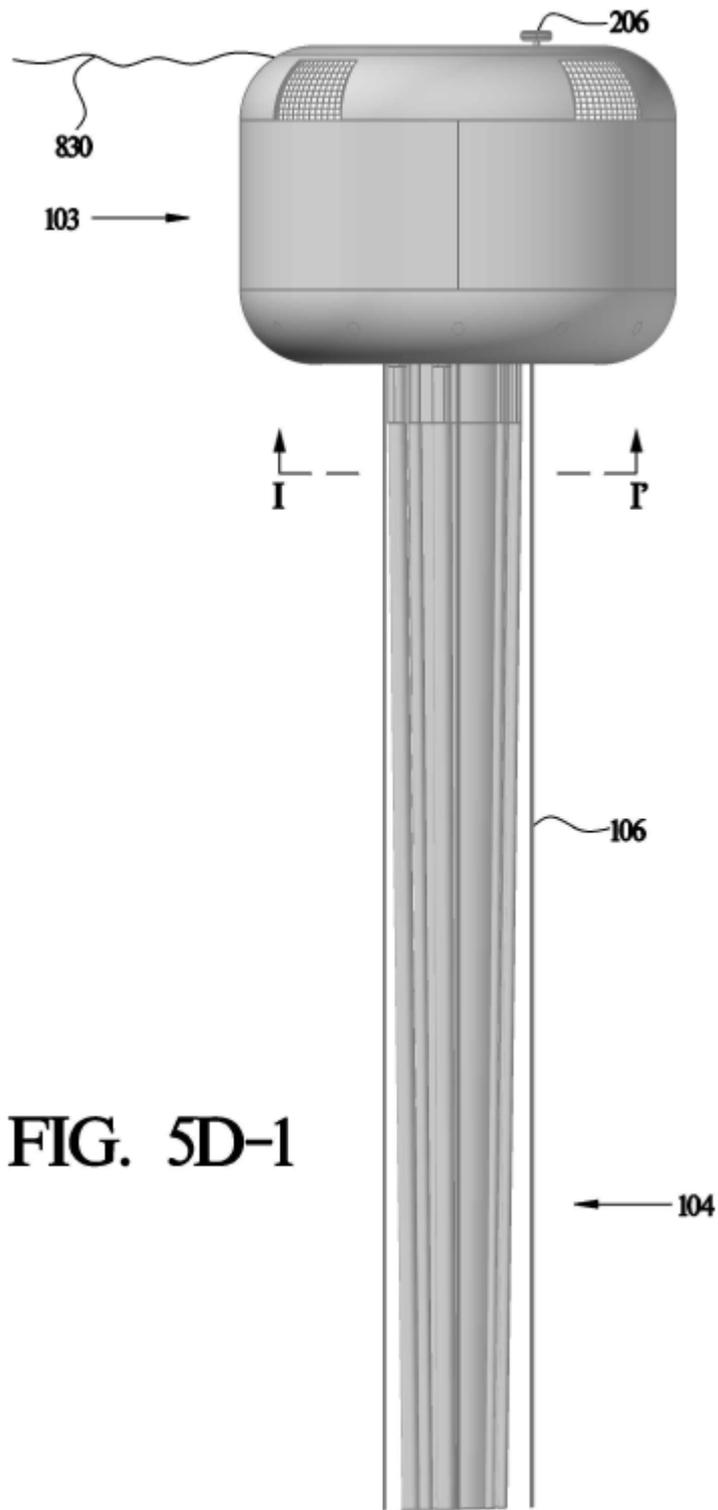


FIG. 5C



**FIG. 5D-1**

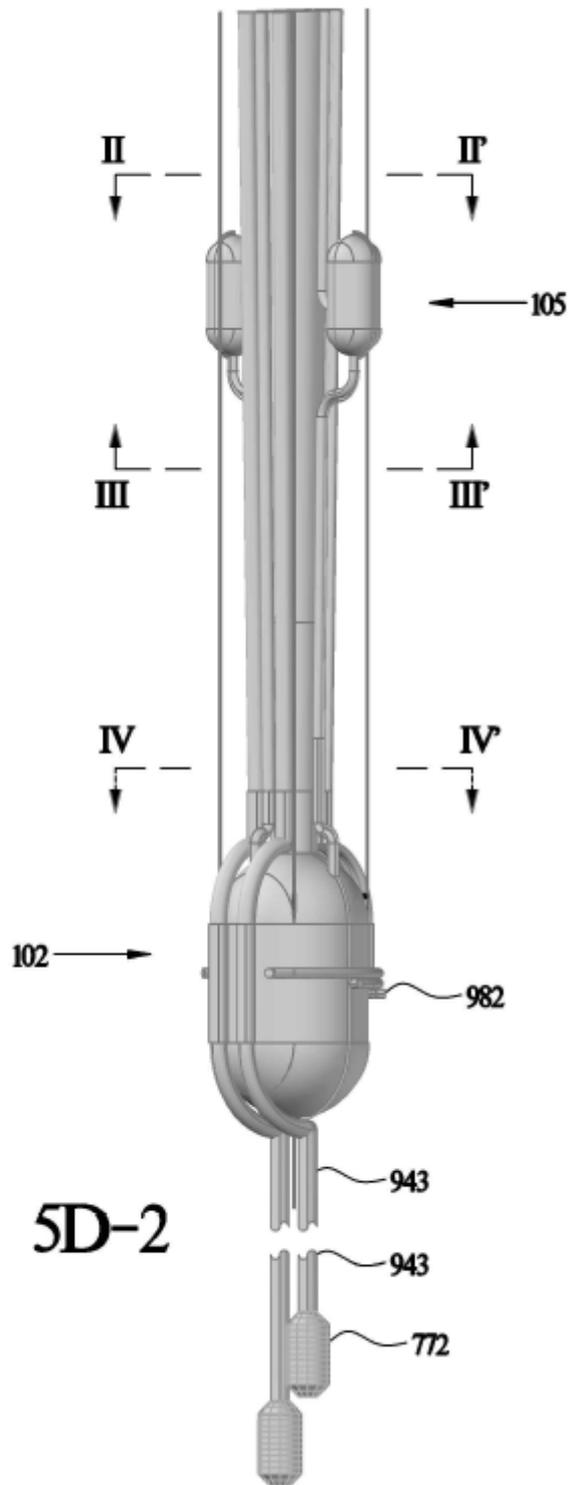


FIG. 5D-2

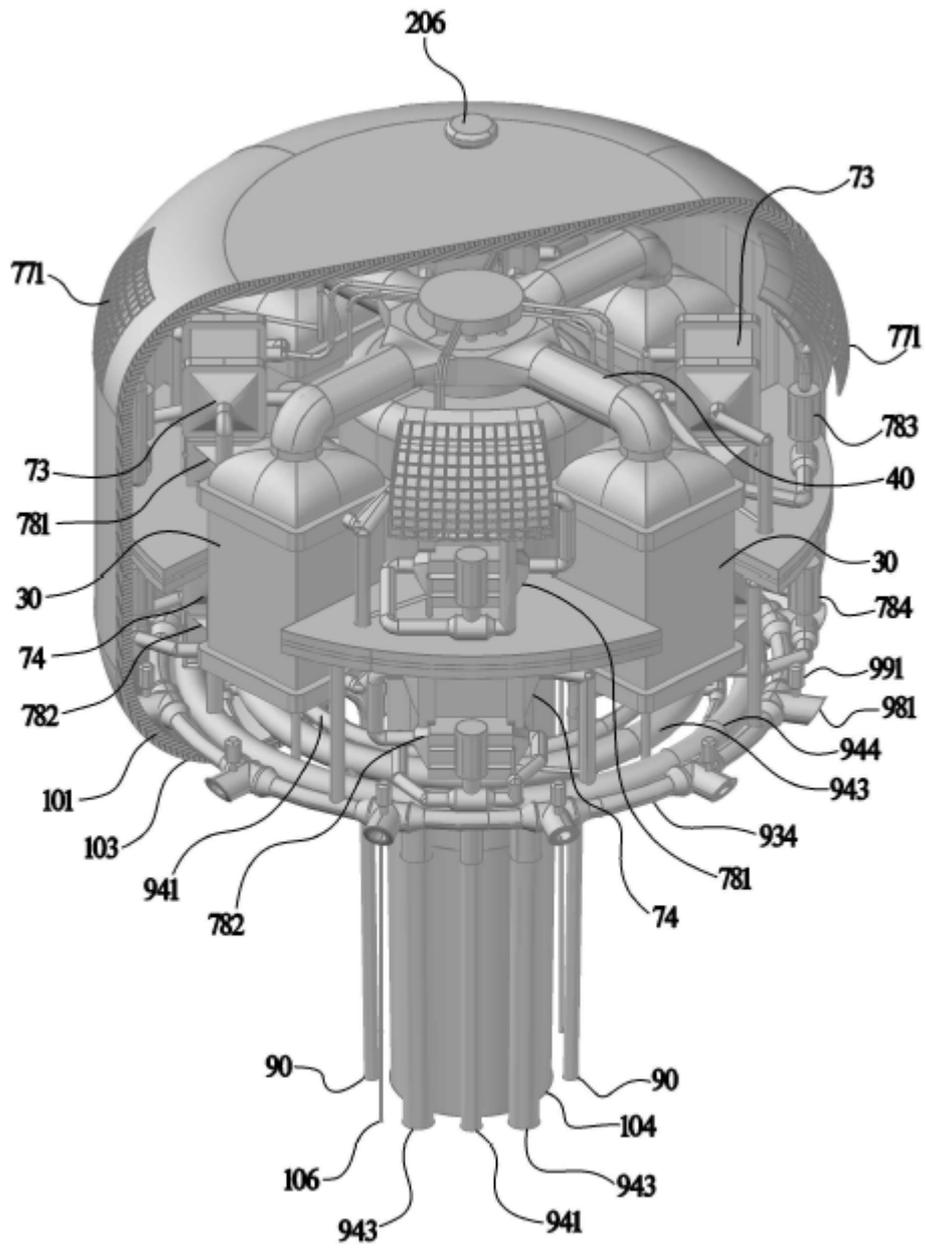
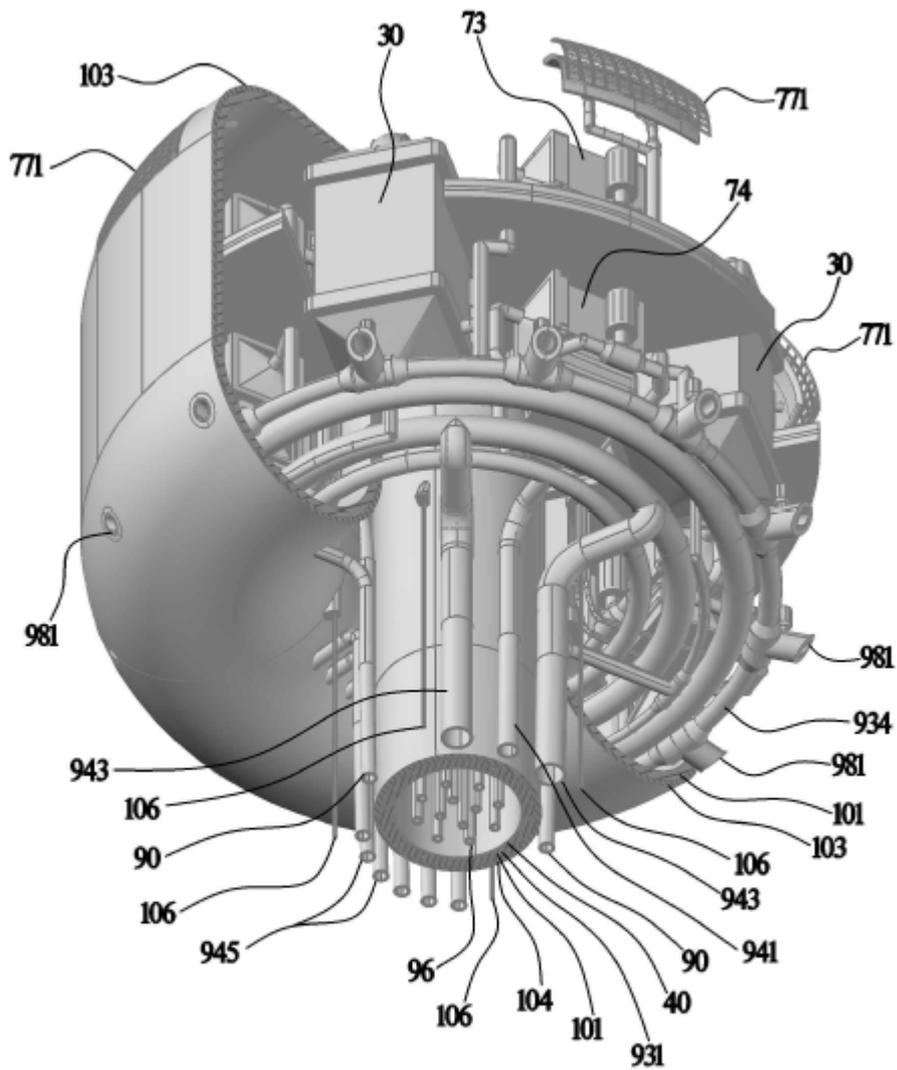
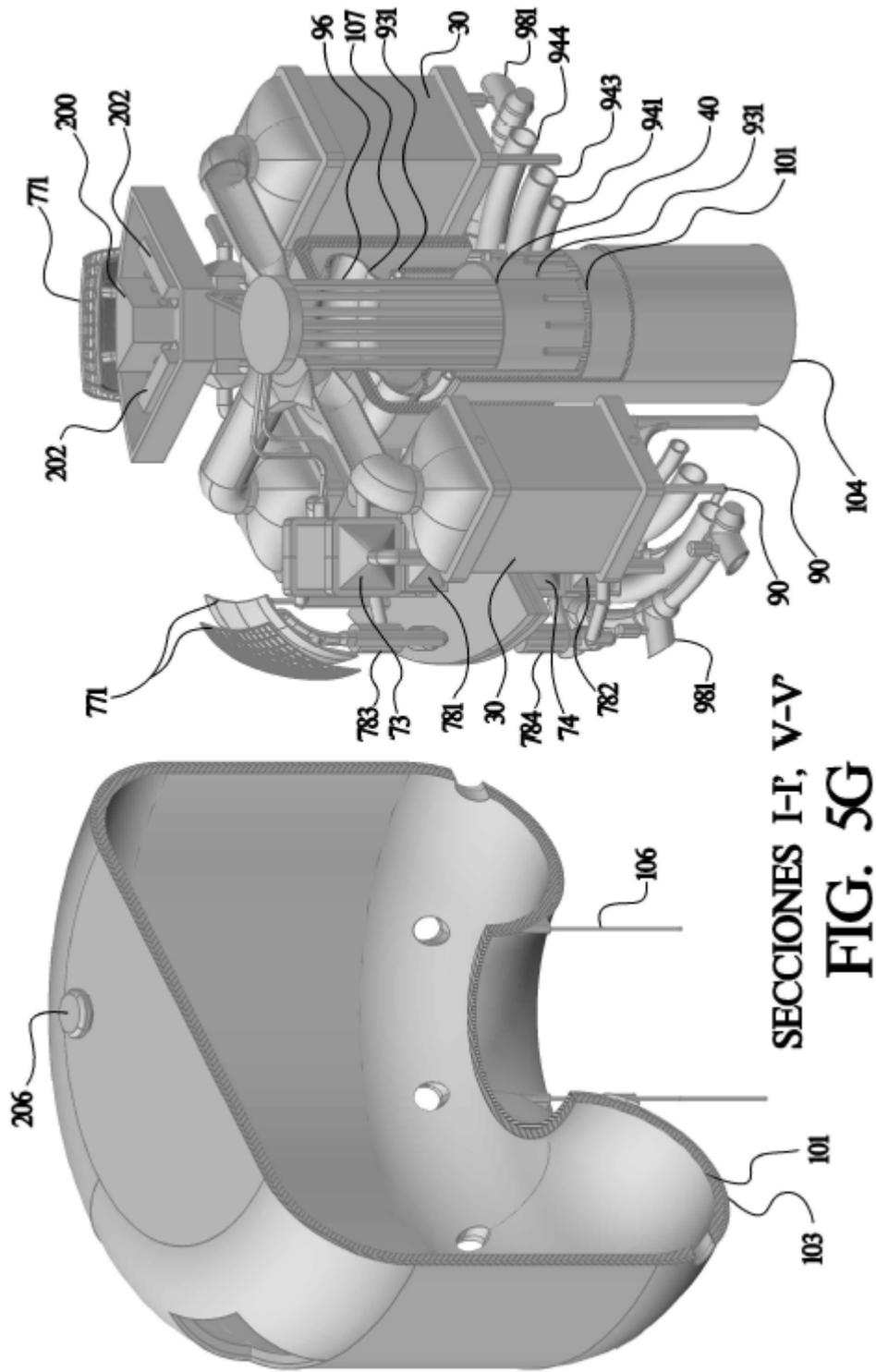


FIG. 5E

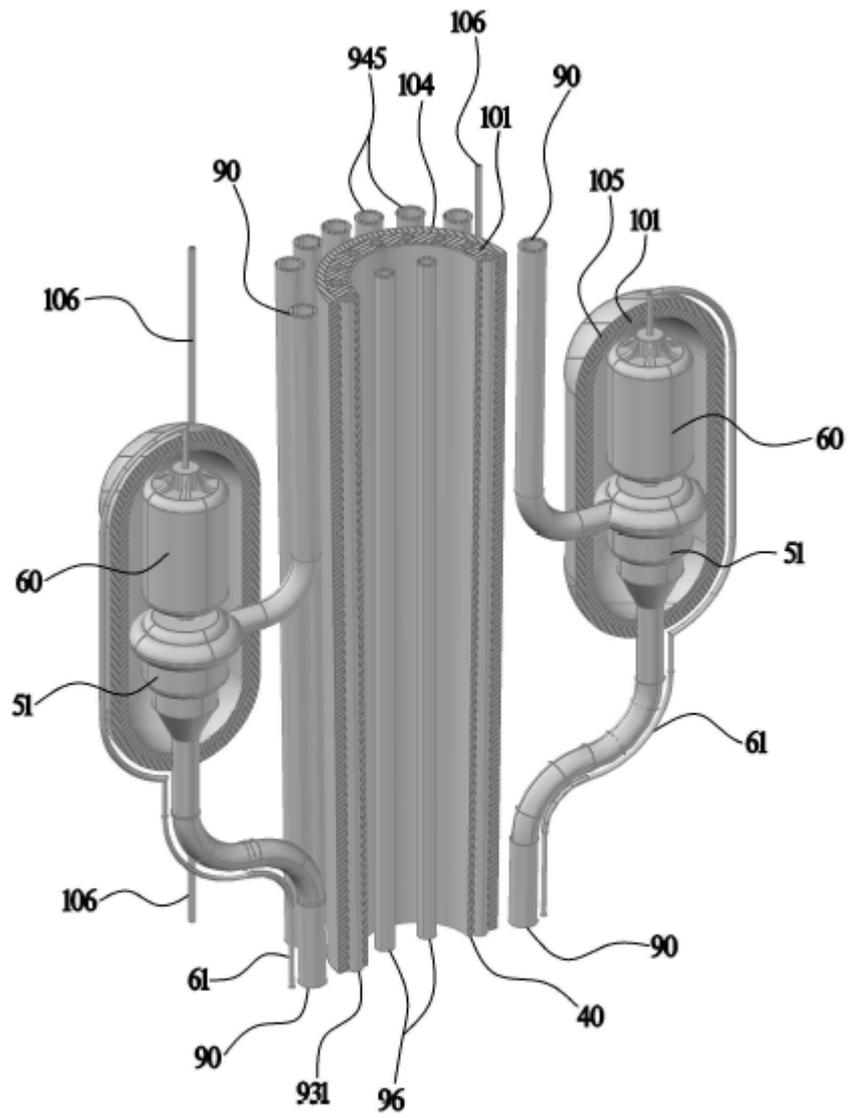
SECCIONES I-I, V-V'



**FIG. 5F**      **SECCIONES I-I', V-V'**



SECCIONES I-I, V-V  
FIG. 5G



SECCIONES II-II', III-III', V-V'

FIG. 5H

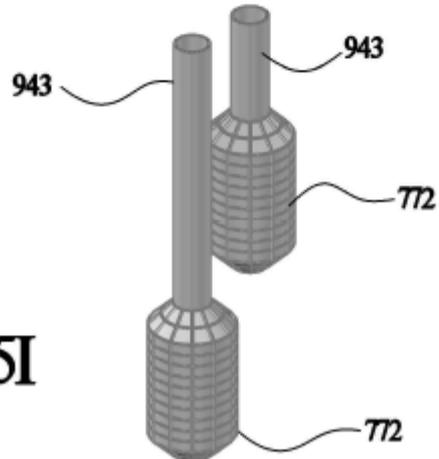
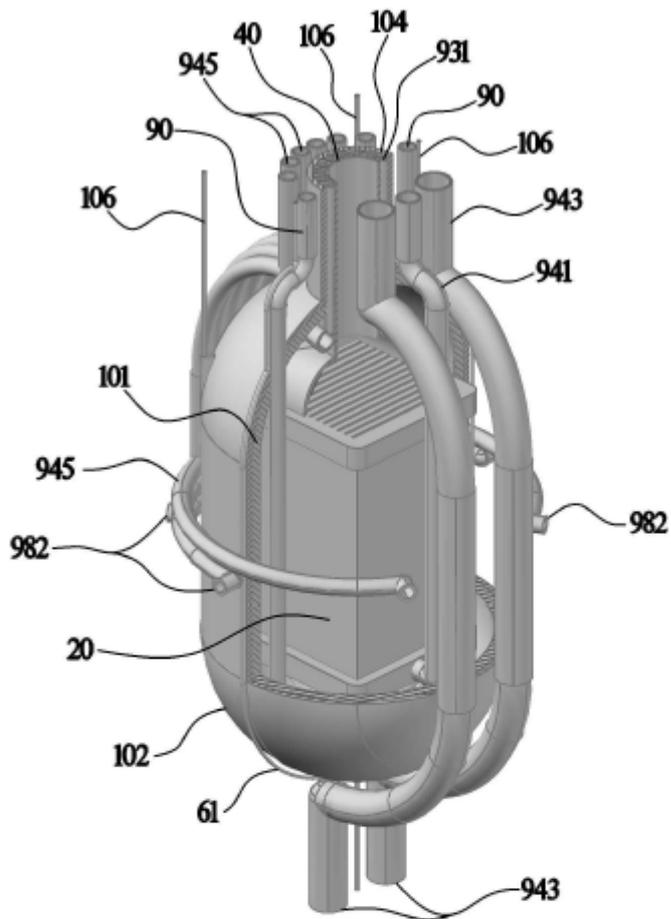
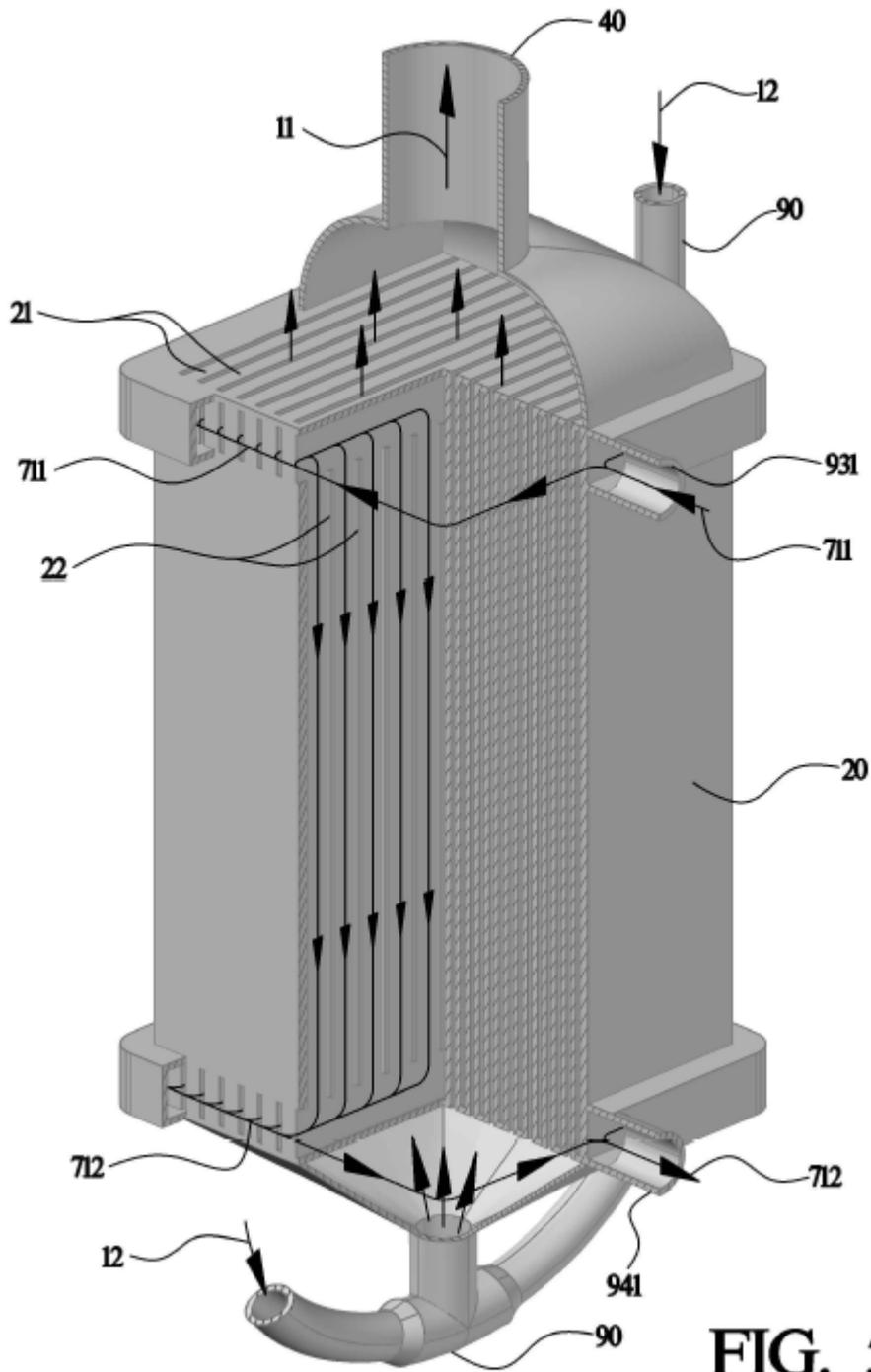


FIG. 5I

IV-IV', V-V'  
SECCIONES



**FIG. 5J**

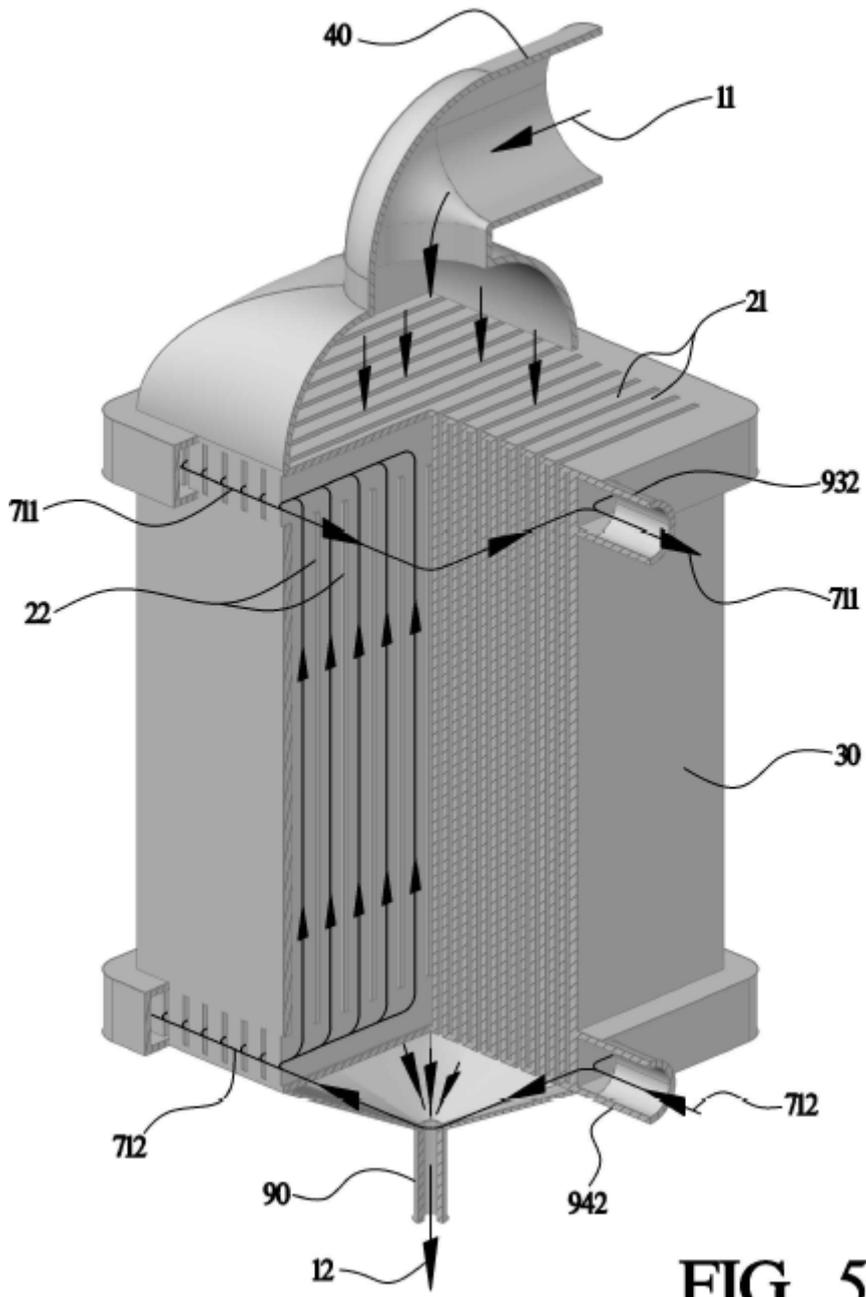


FIG. 5K

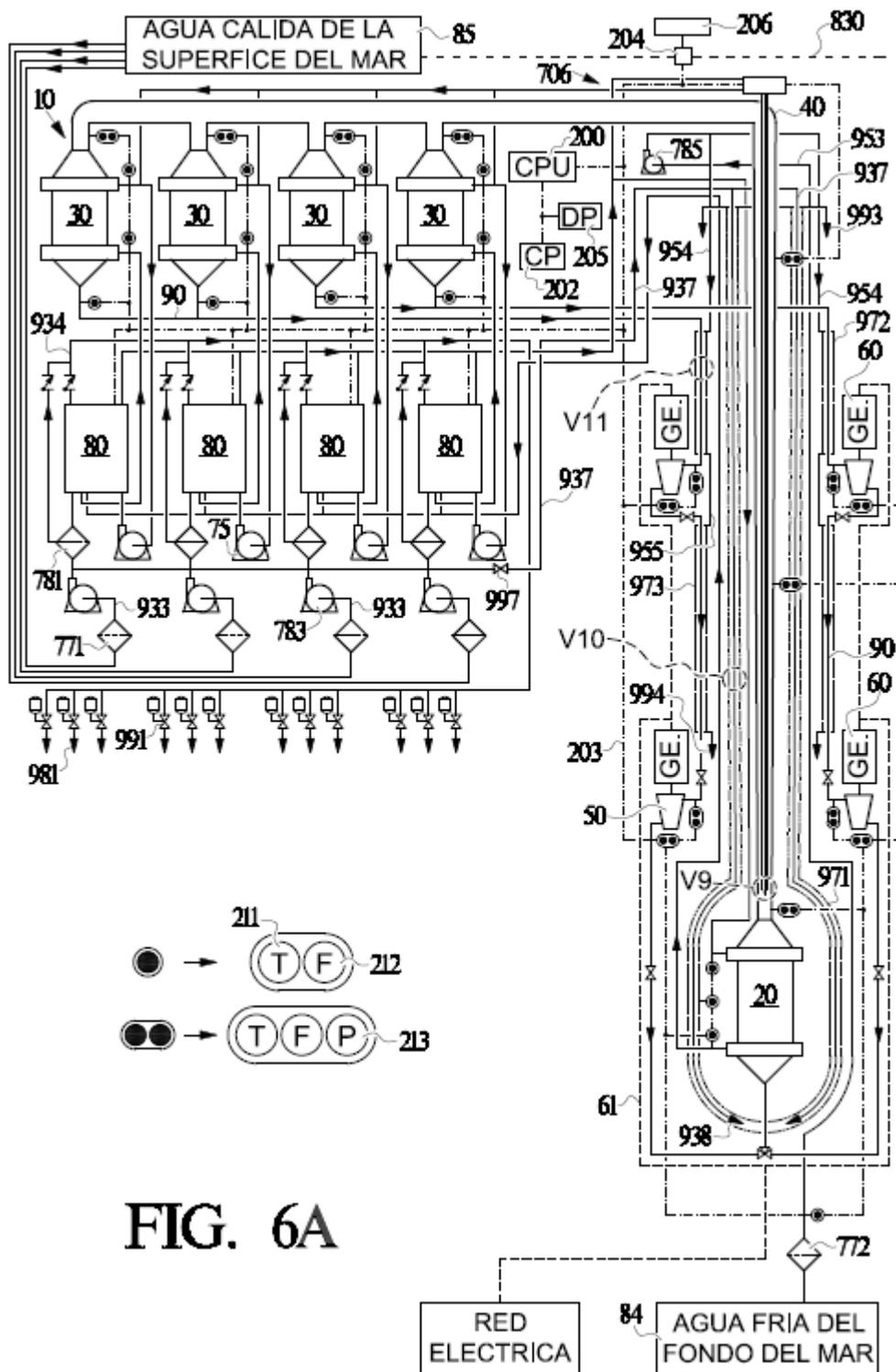
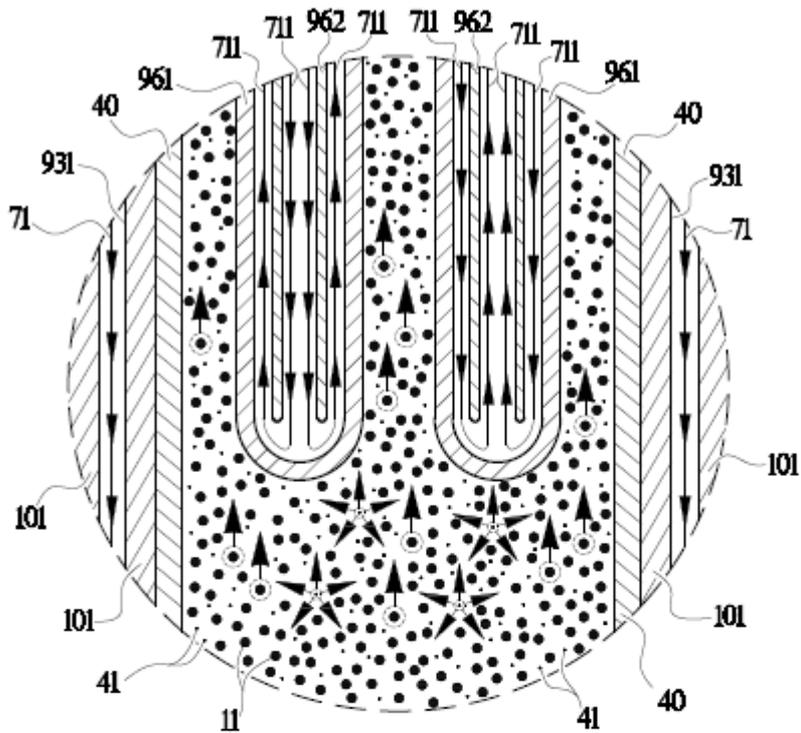


FIG. 6A



V9 - DETALLE DE LA FIG. 6A

FIG. 6B

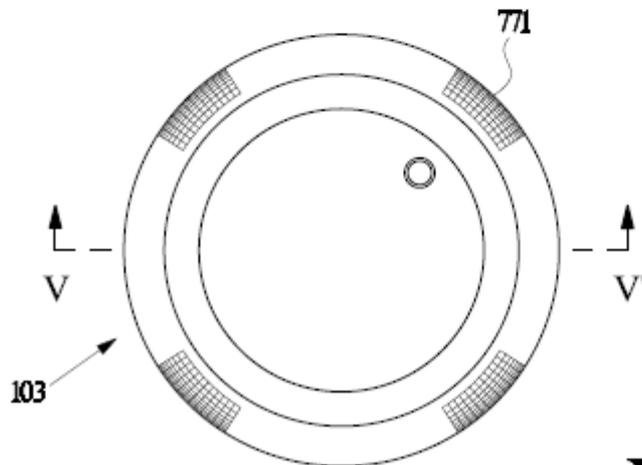


FIG. 6F

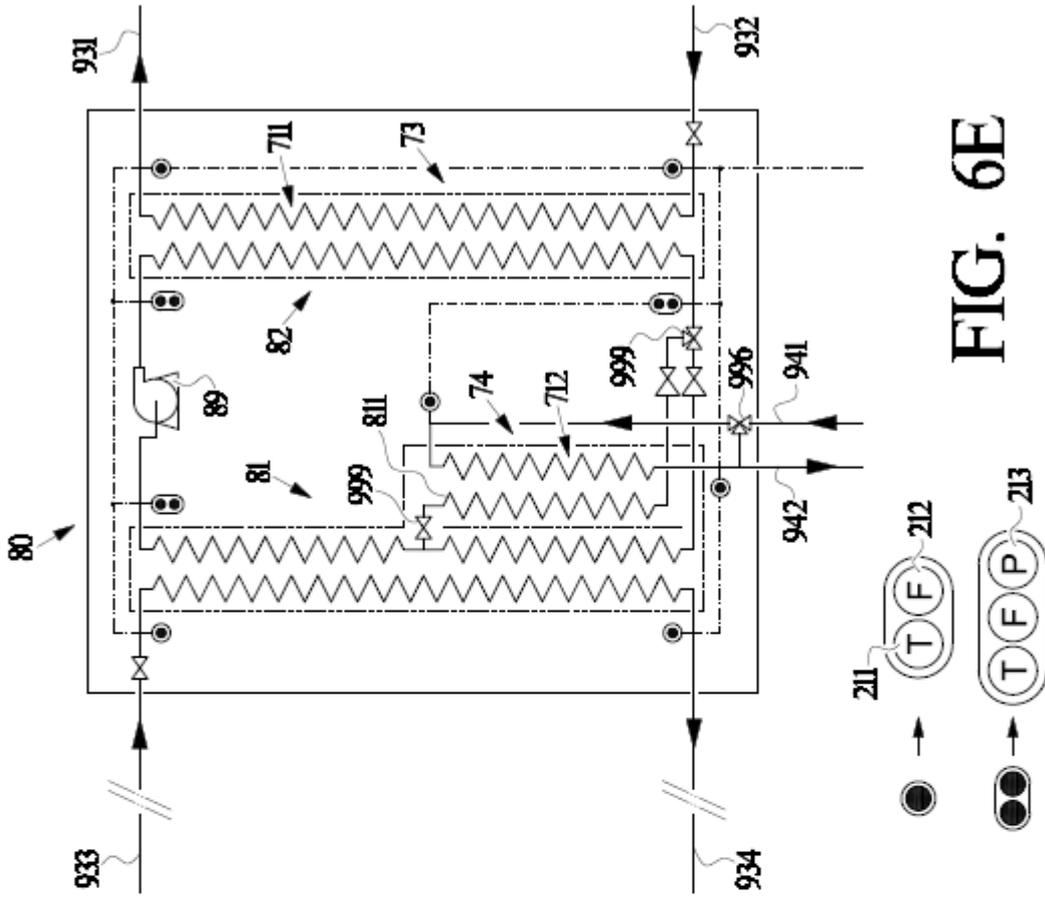
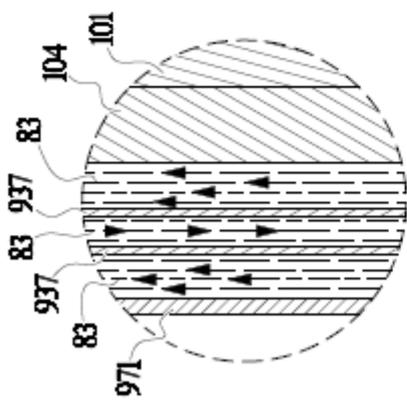
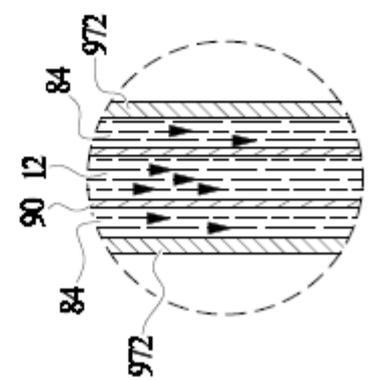


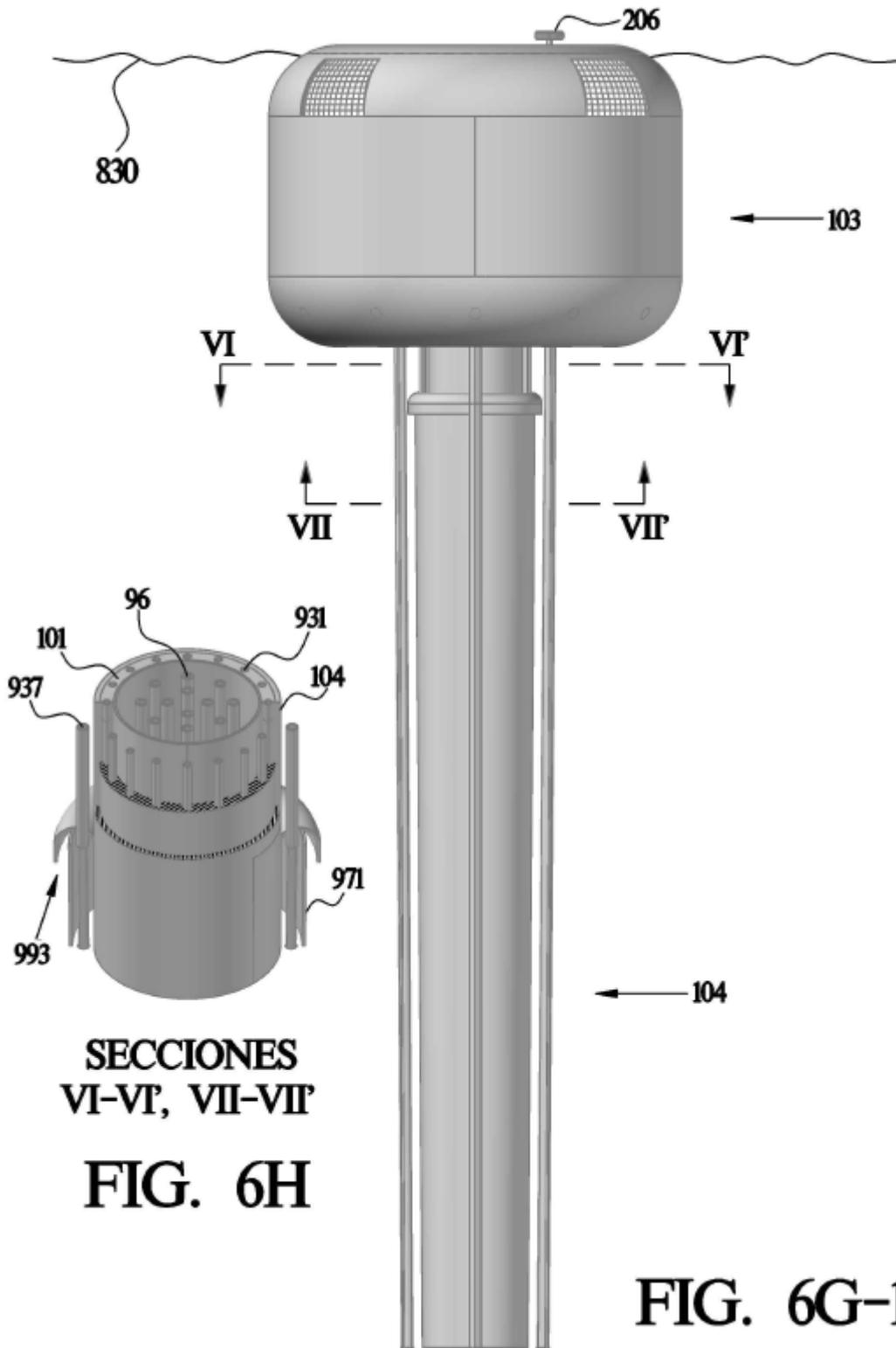
FIG. 6E

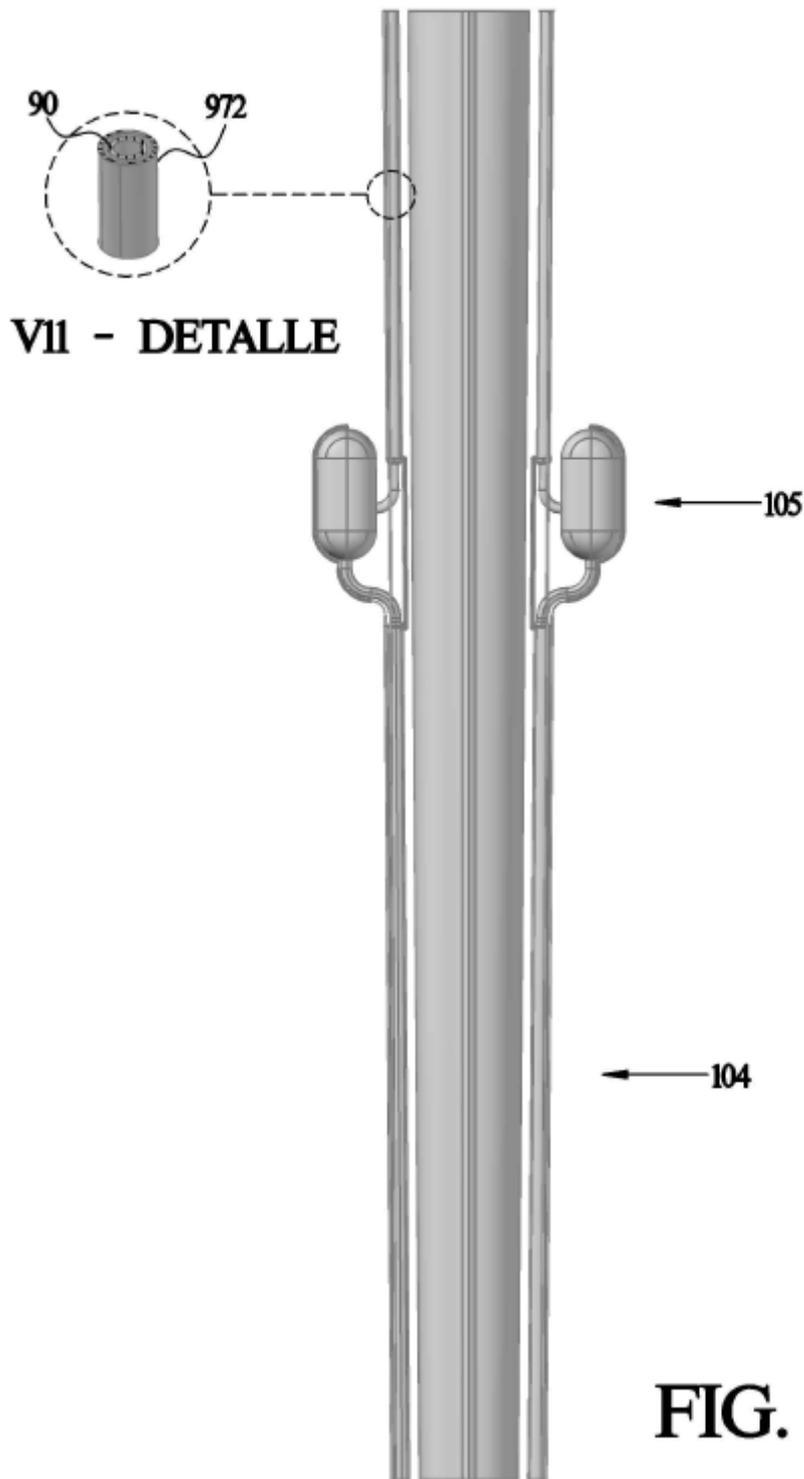


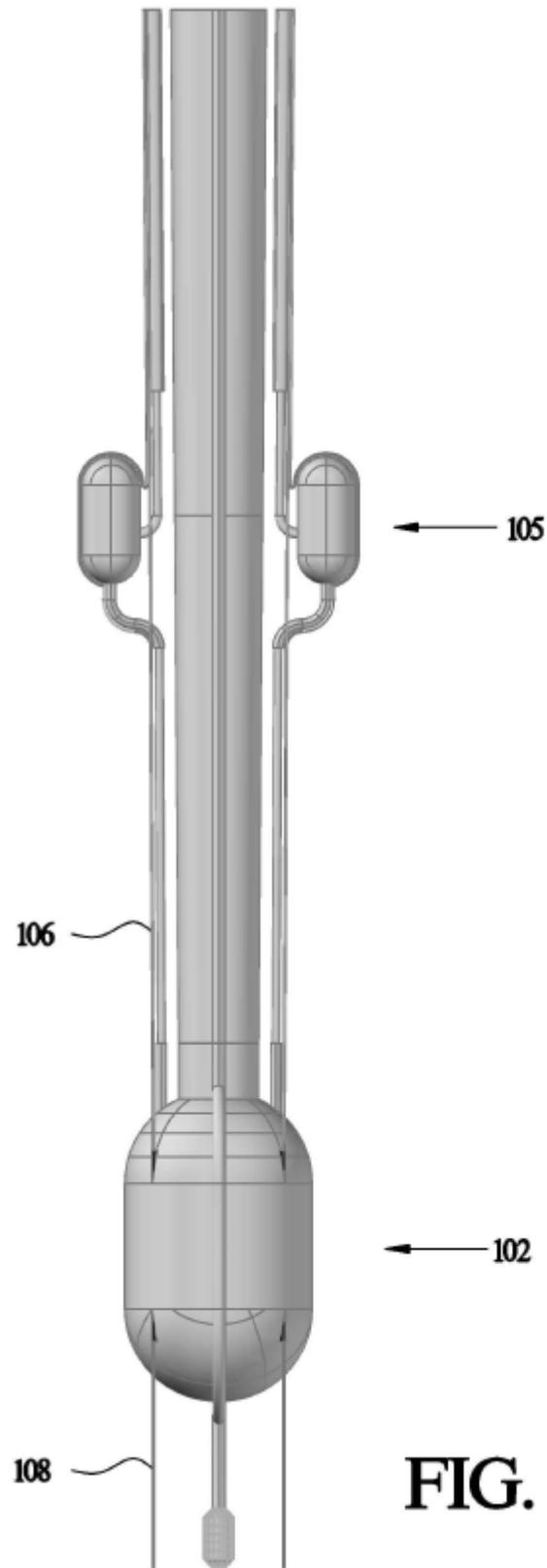
V10 - DETAILLE DE LA FIG. 6A  
FIG. 6C



V11 - DETAILLE DE LA FIG. 6A  
FIG. 6D







**FIG. 6G-3**

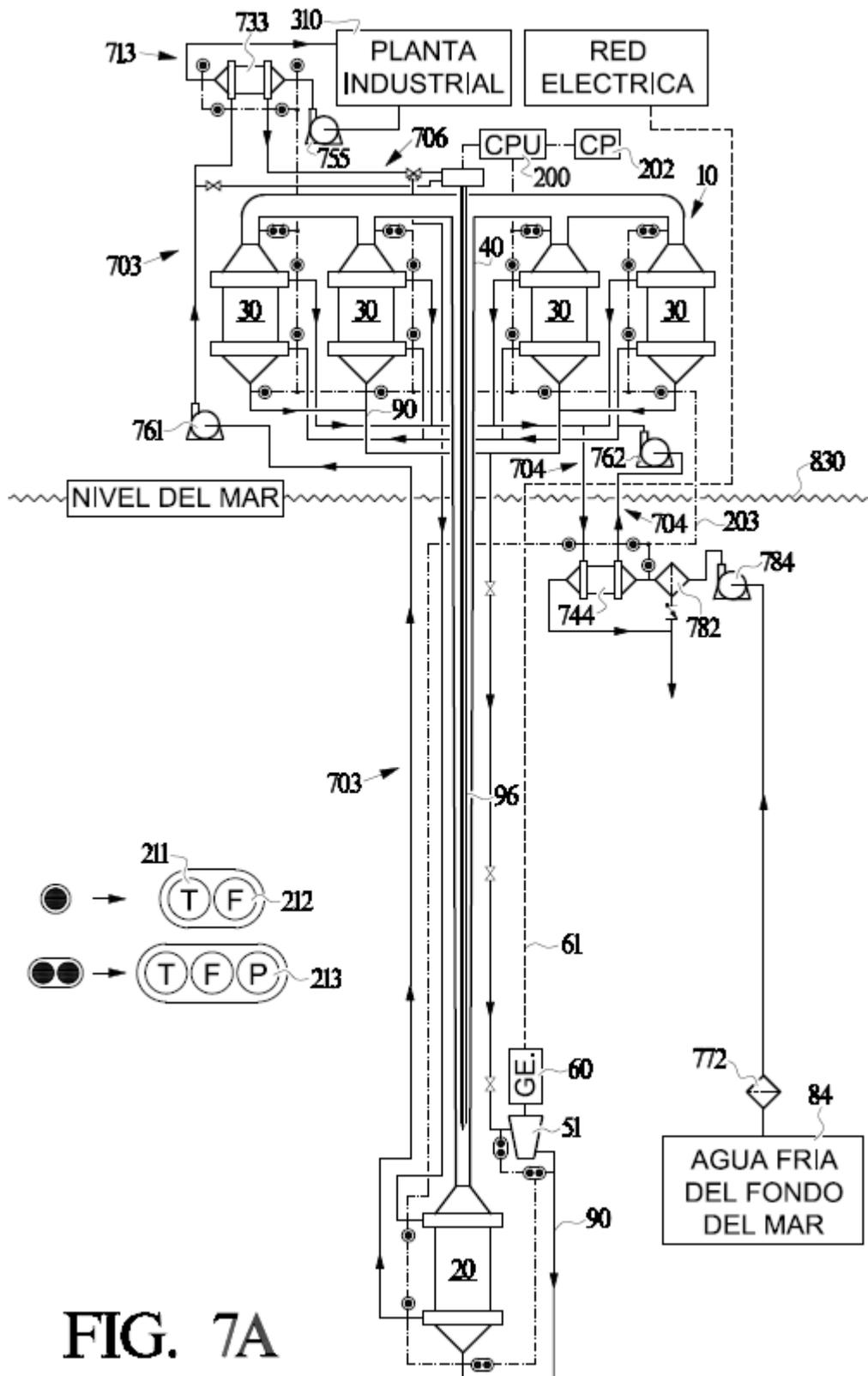
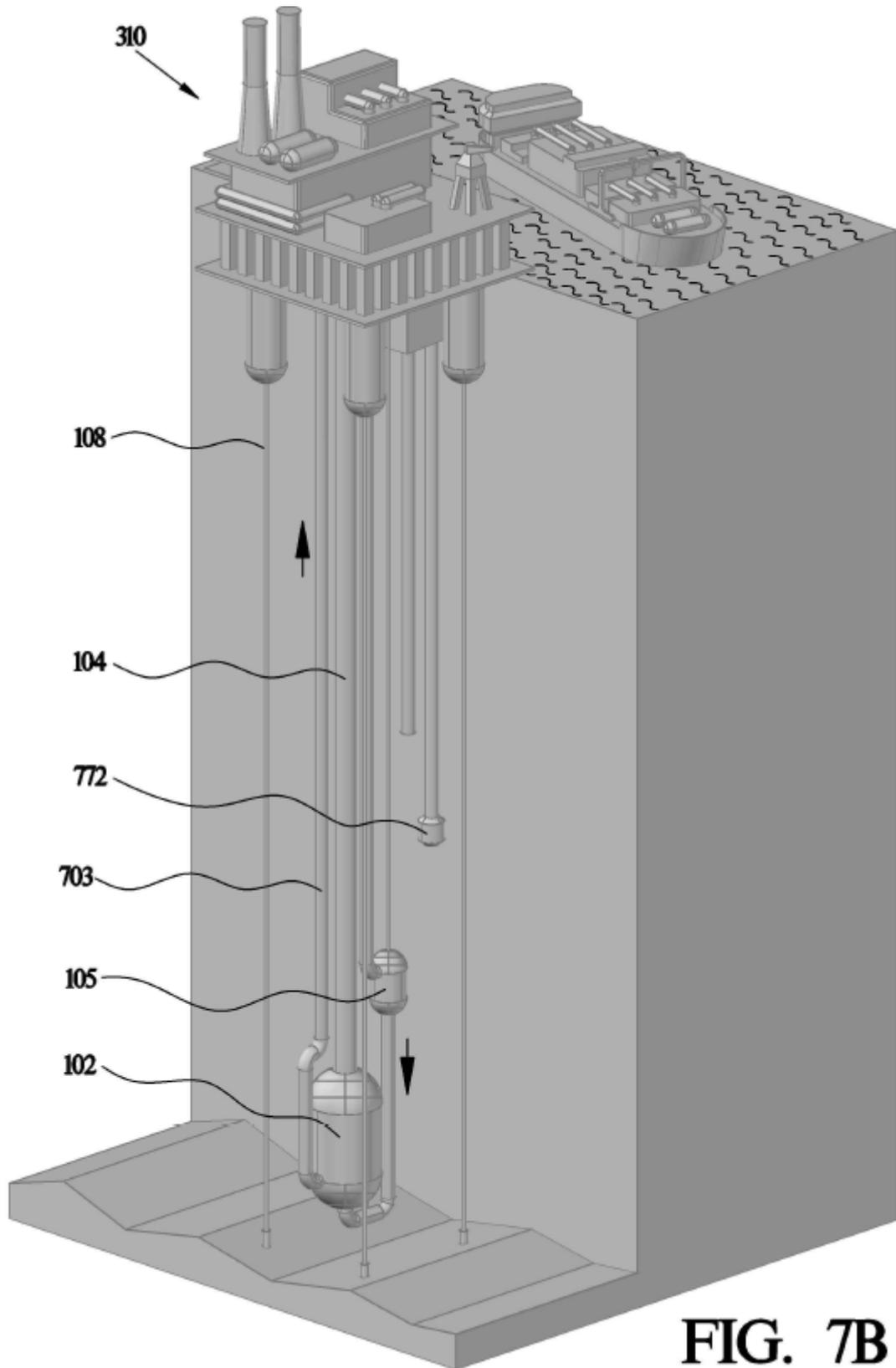


FIG. 7A



**FIG. 7B**

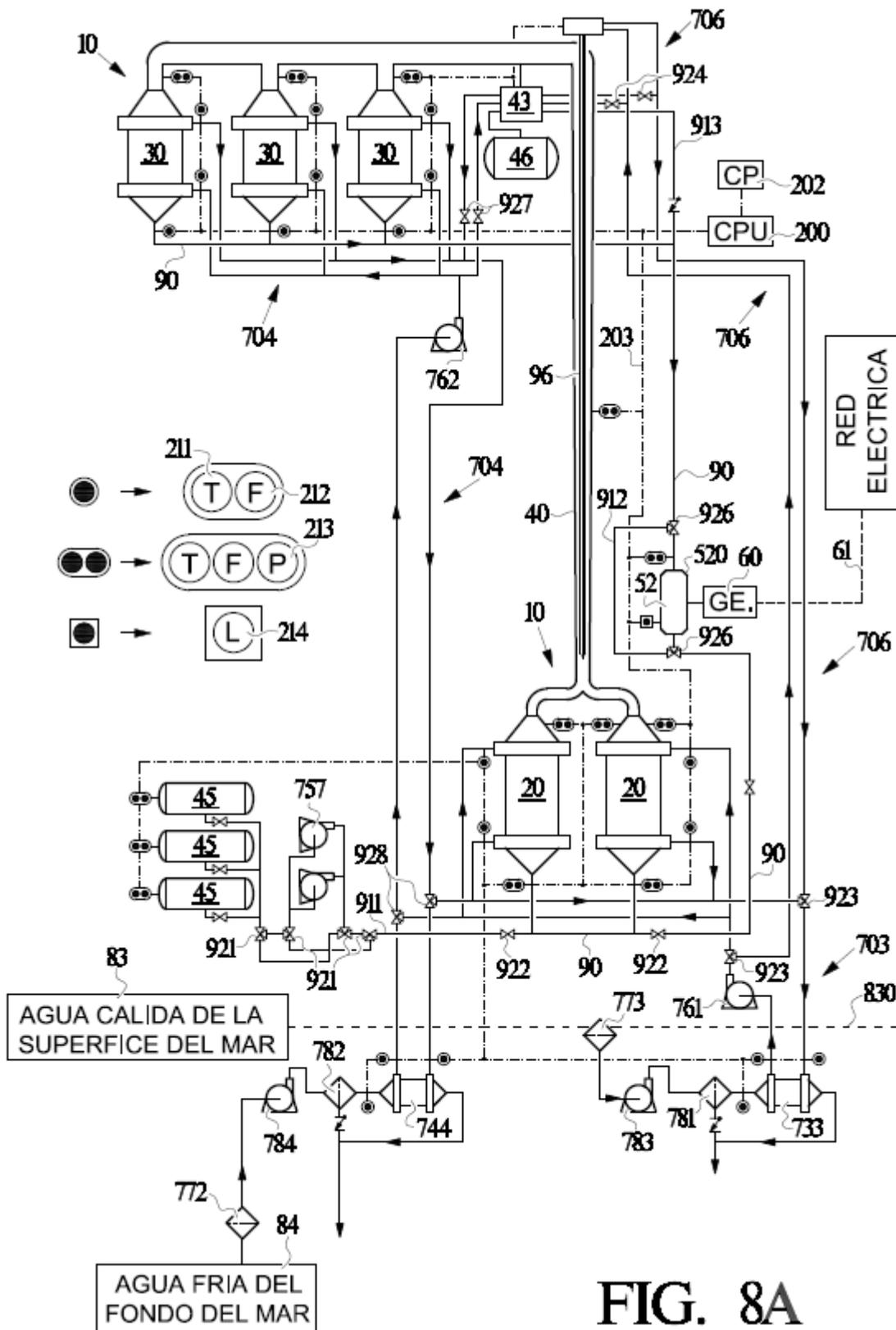


FIG. 8A

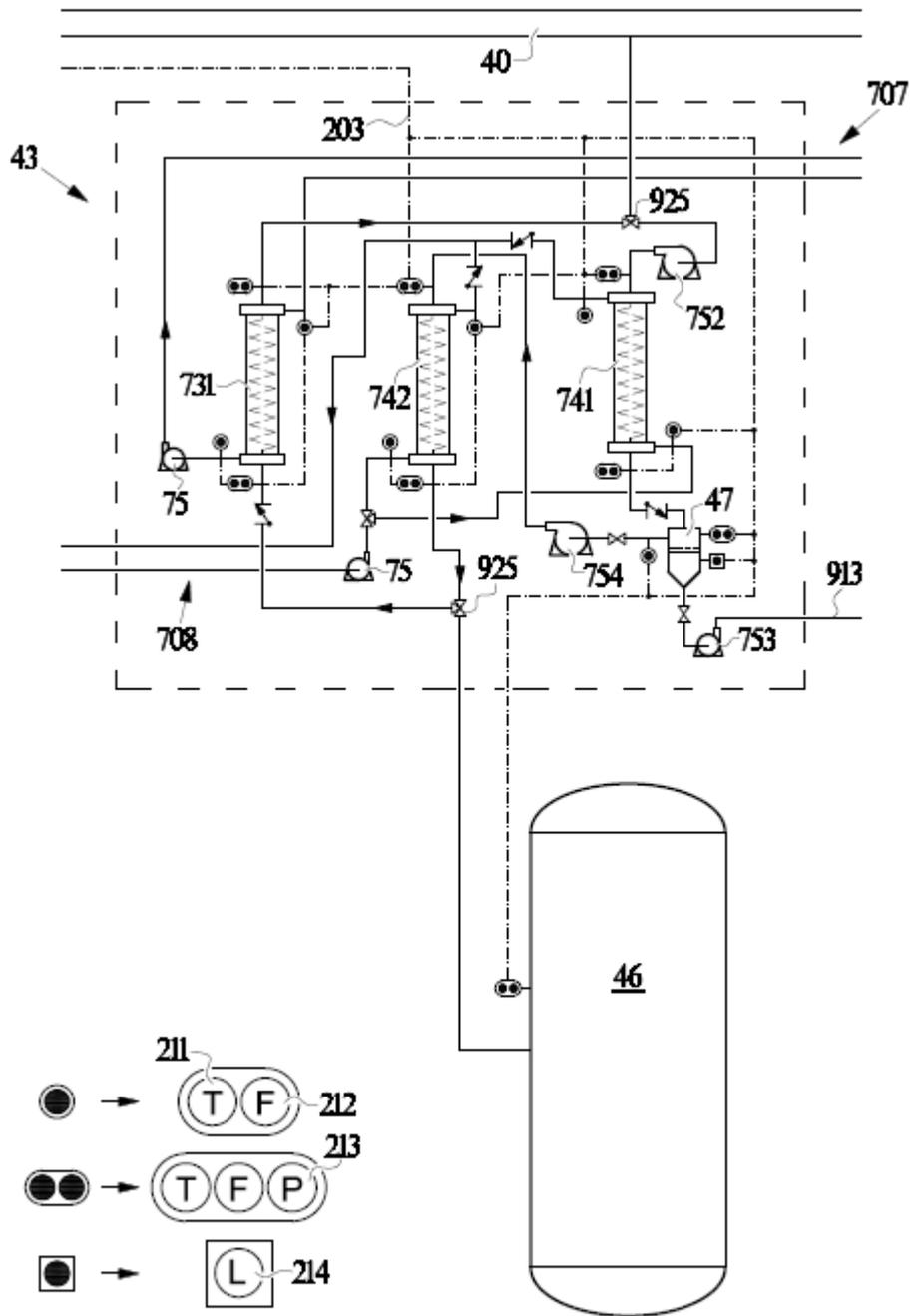


FIG. 8B

FIG. 8C

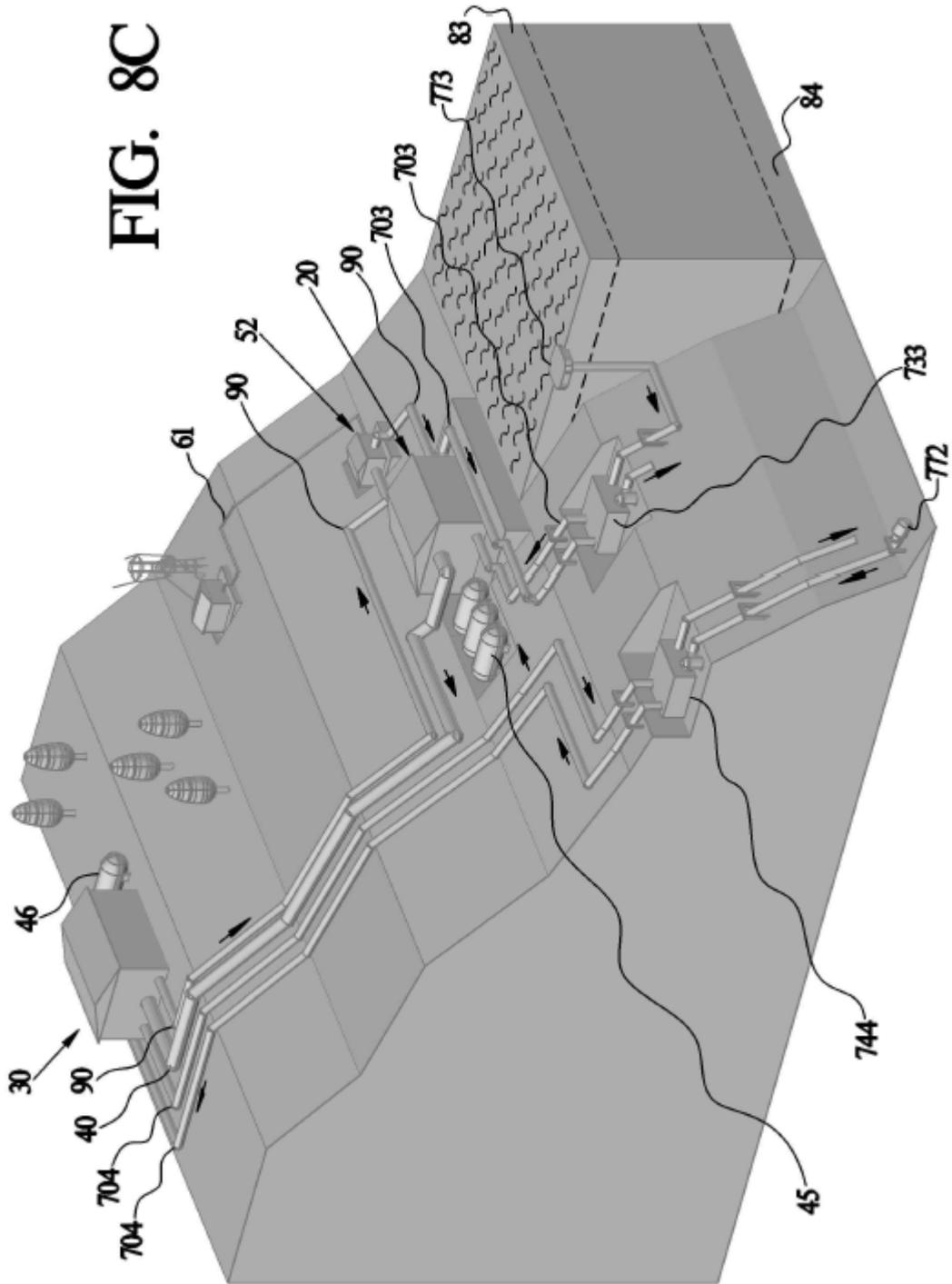
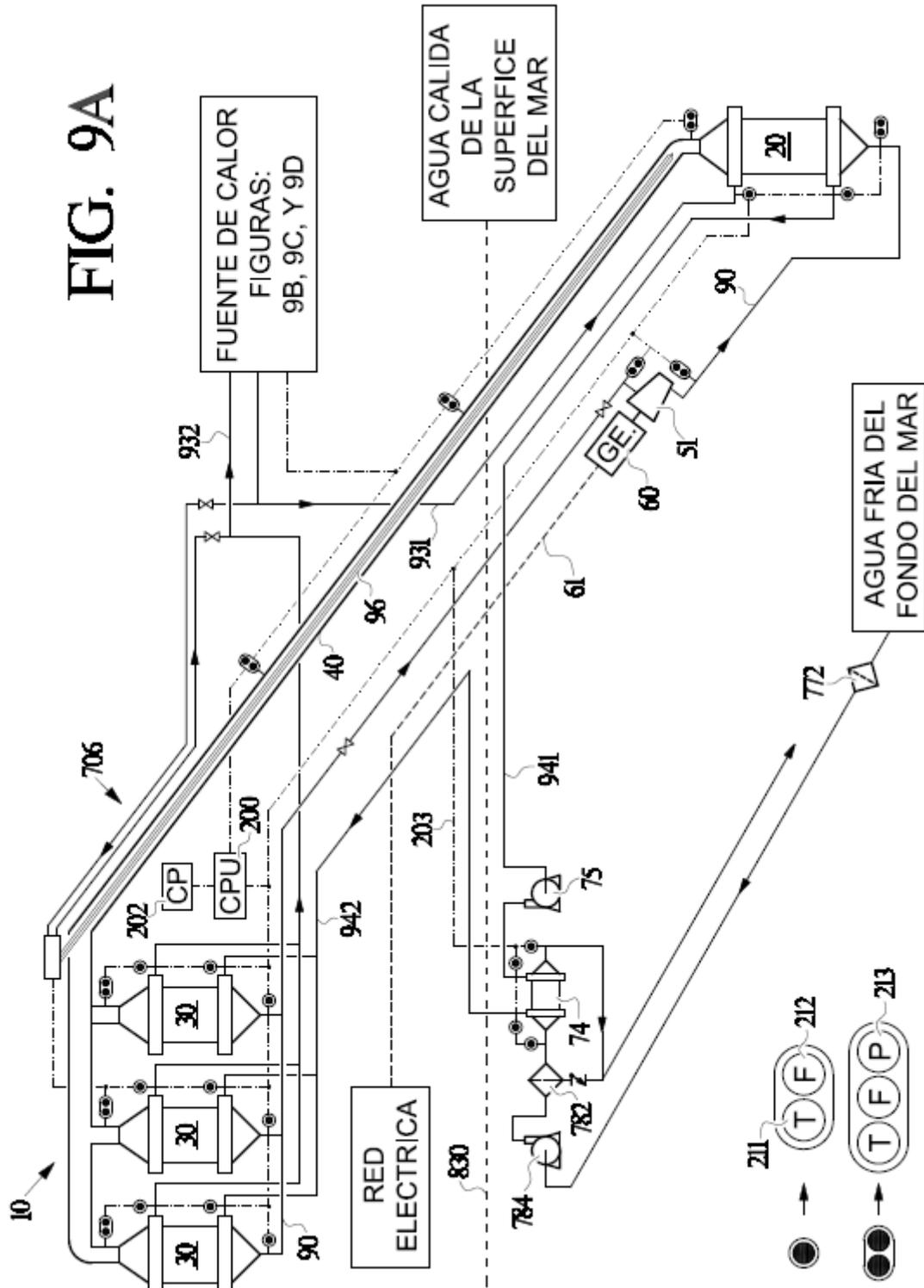


FIG. 9A



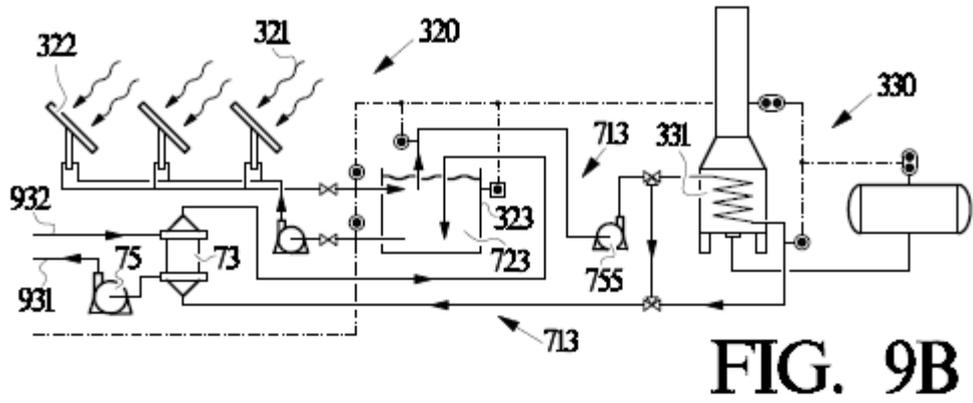


FIG. 9B

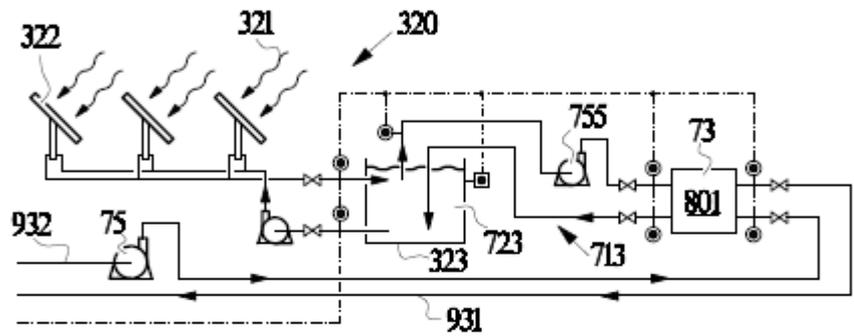


FIG. 9C

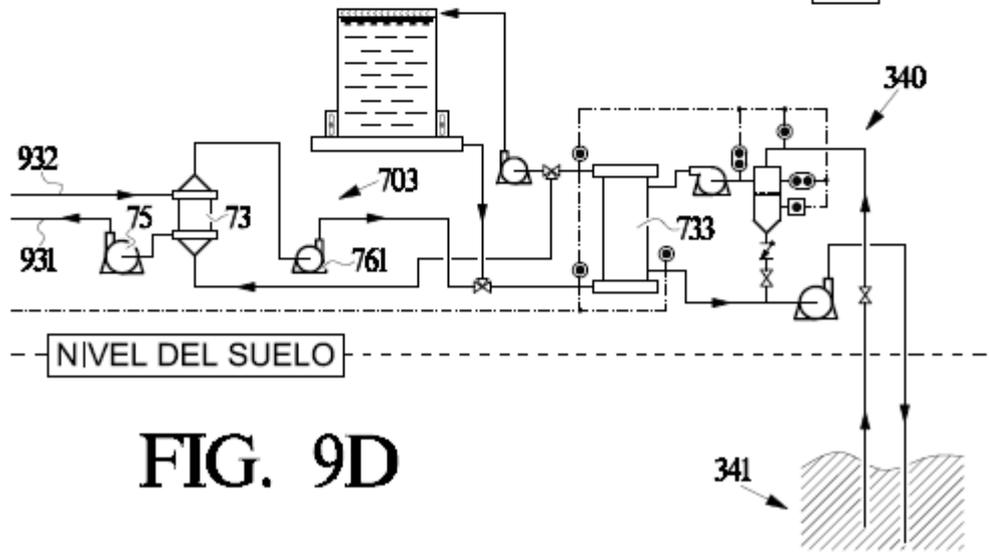
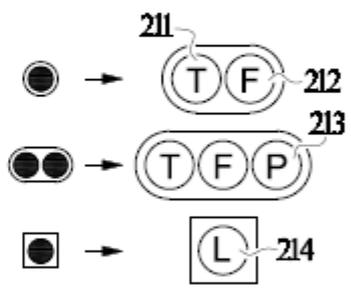


FIG. 9D

FIG. 9E

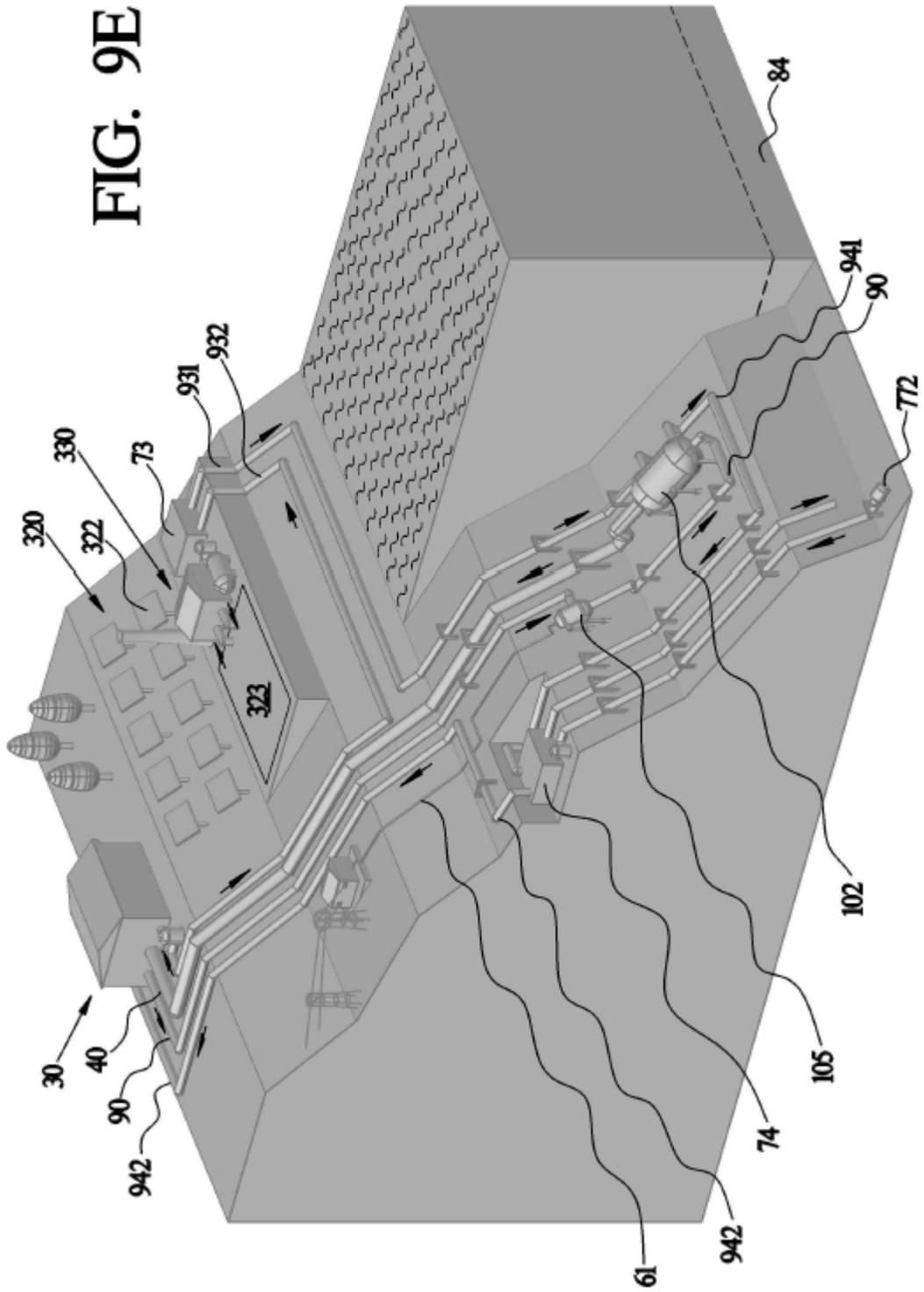


FIG. 9F

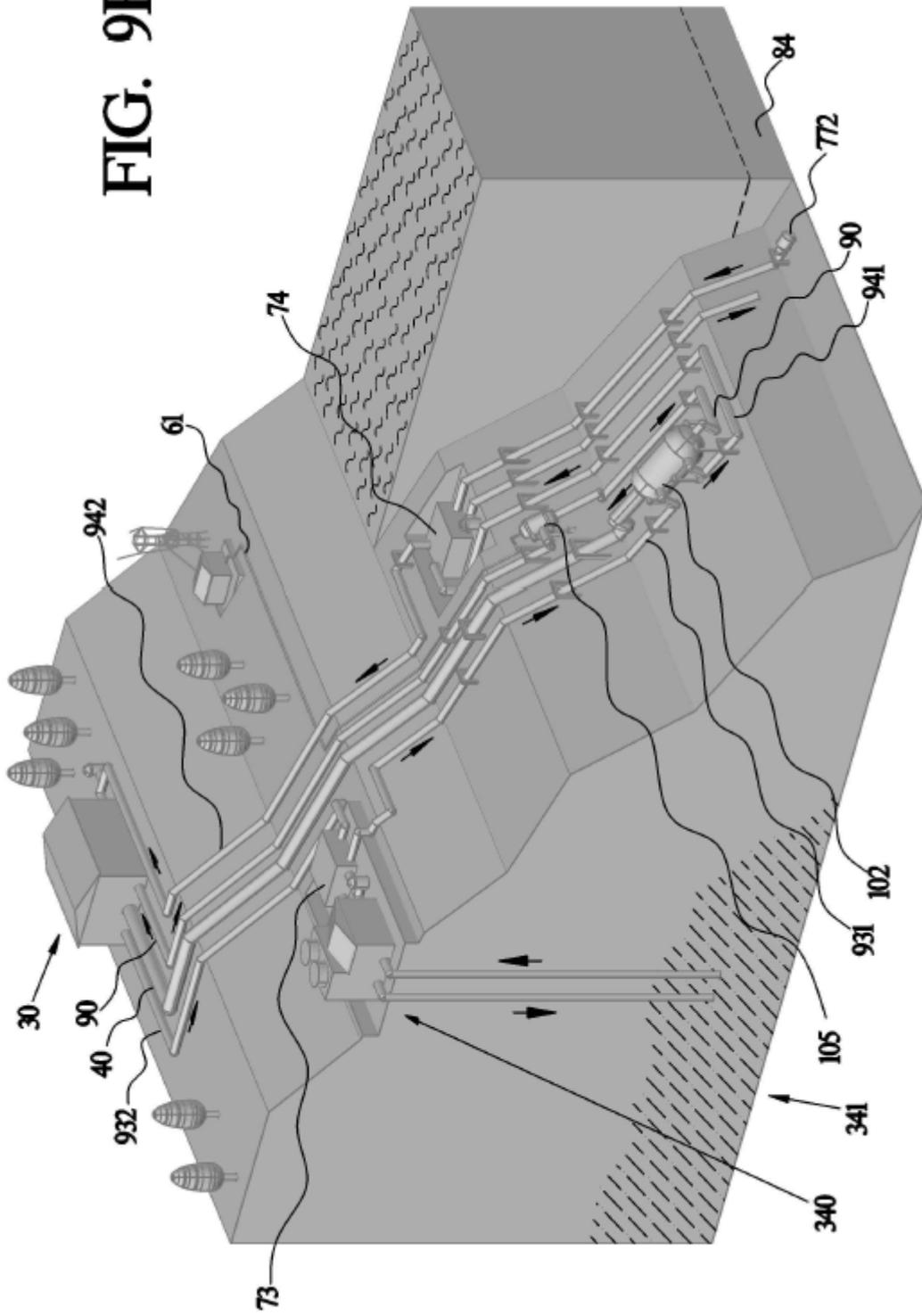


FIG. 10A

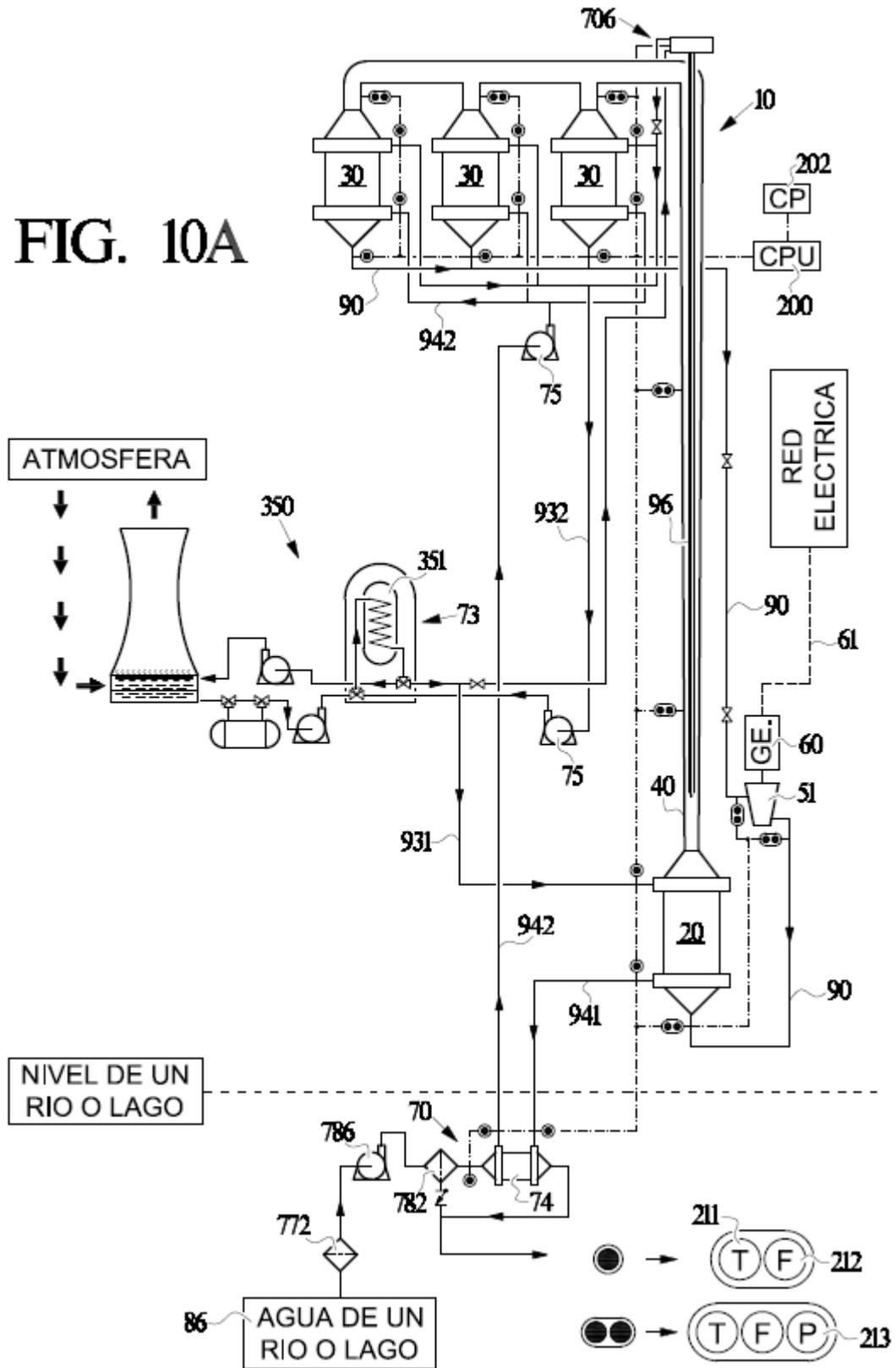
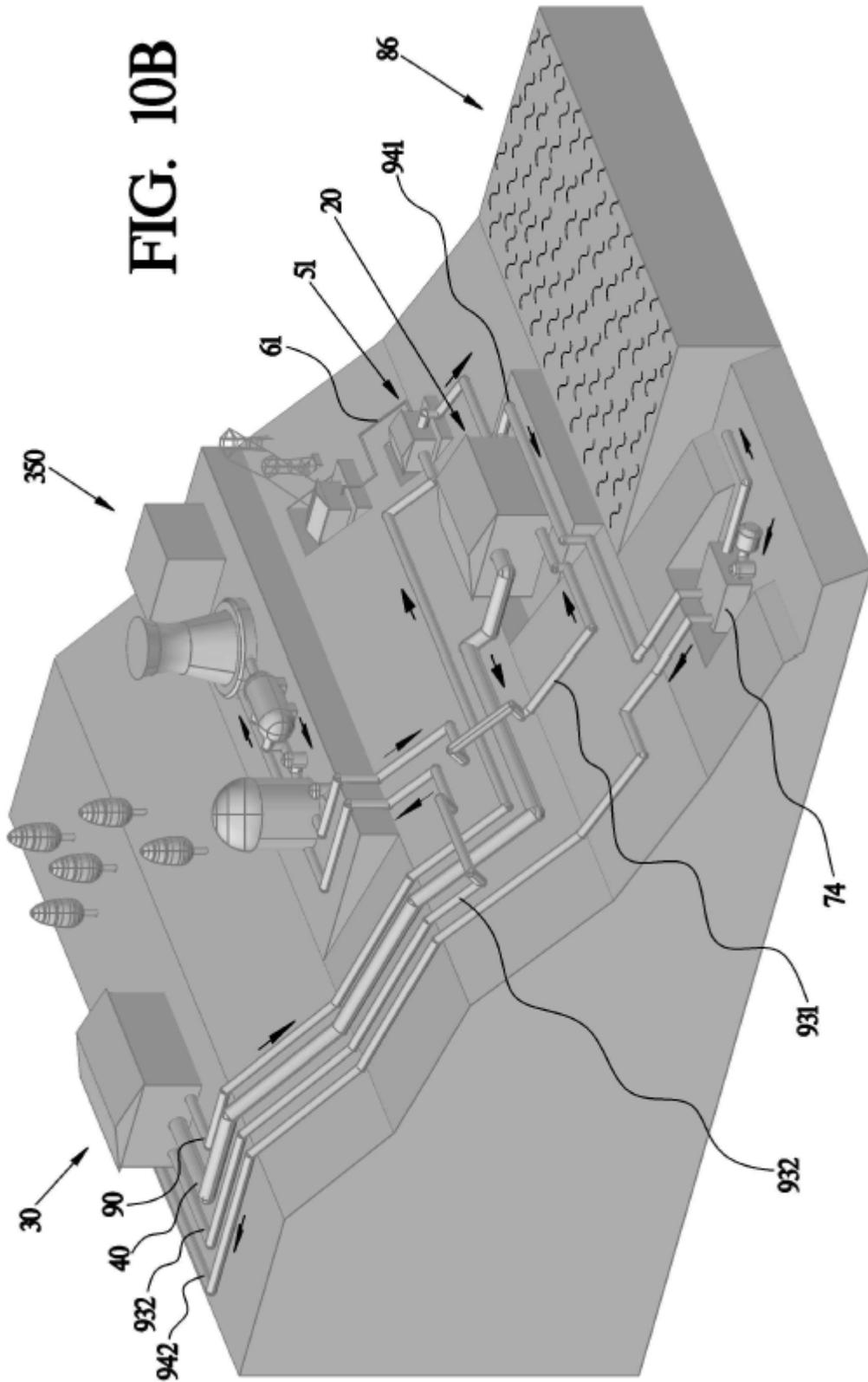


FIG. 10B



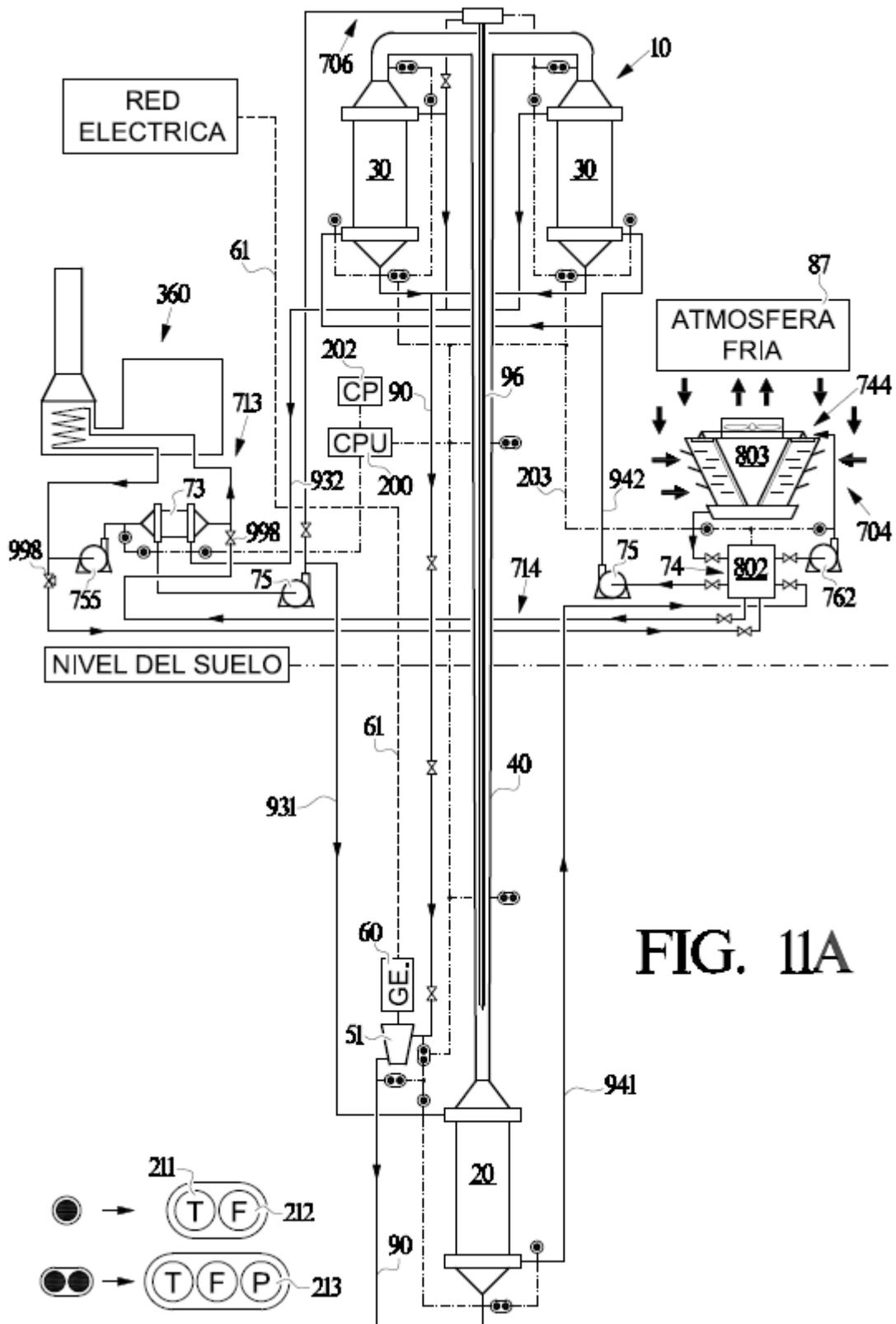


FIG. 11A

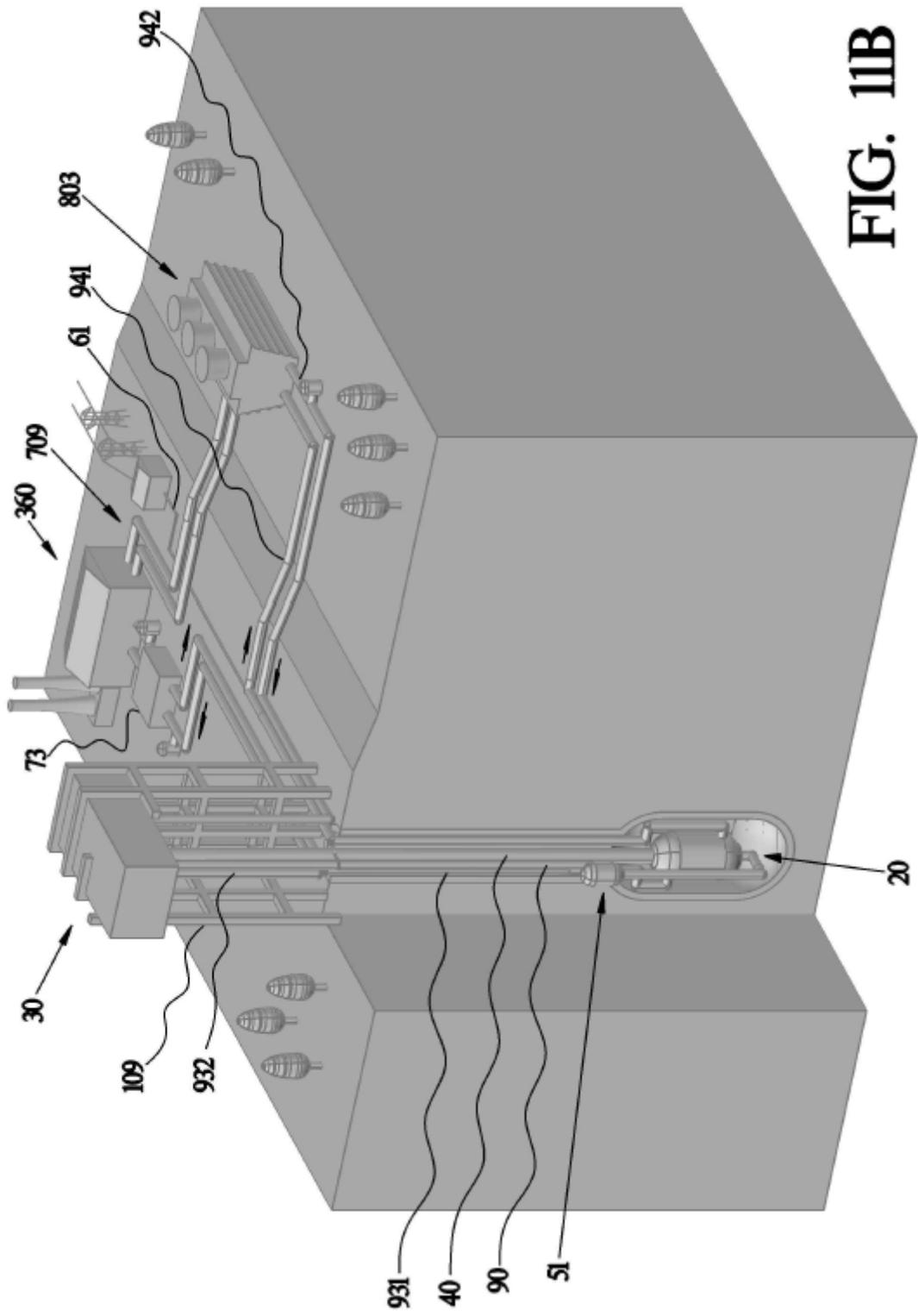


FIG. 11B