

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

19 ES	11 NUMERO	10 A1
21	479.858	
22	FECHA DE PRESENTACION	
	24 Abril 1979	

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
900.040	25 Abril 1978	EE.UU.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	H01F 27/18	

64 TITULO DE LA INVENCION
"UN APARATO INDUCTIVO ELECTRICO ENFRIADO POR EVAPORACION"

71 SOLICITANTE (S)
WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION (W.E. Case No. 47821)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Westinghouse Building, Gateway Center, Pittsburgh, Pensilvania 15222, EE.UU.

72 INVENTOR (ES)
Thomas Walter Stubblefield

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ (P.-71.668)

jga

La presente invención se refiere, en general, a aparatos eléctricos y, más concretamente, a aparatos eléctricos inductivos refrigerados por vaporización.

5 Para la refrigeración de aparatos eléctricos inductivos, tales como los transformadores de potencia, se vienen proponiendo unos sistemas de refrigeración por vaporización en los que se utiliza un fluido dieléctrico de dos fases con un punto de ebullición comprendido dentro del intervalo normal de temperaturas de trabajo del aparato eléctrico inductivo. El fluido dieléctrico es aplicado al aparato eléctrico inductivo en su estado líquido, evaporándose al tomar contacto con los órganos productores de calor y extrayendo el calor en cantidades iguales al calor latente de vaporización del fluido dieléctrico.

10 Los vapores resultantes se condensan luego y vuelven a aplicarse a los elementos productores de calor, en un ciclo continuo. Además de proporcionar una refrigeración o enfriamiento, el fluido dieléctrico proporciona también la rigidez dieléctrica necesaria entre los elementos eléctricos, en su fase de vapor, a la presión y temperatura normales de trabajo del aparato eléctrico inductivo.

15 Como los fluidos dieléctricos poseedores de las propiedades arriba descritas son sumamente costosos, la economía exige que tales fluidos se usen en cantidades mínimas. Así, en los sistemas de refrigeración por vaporización de la técnica ya conocida se utilizan cantidades relativamente pequeñas de fluidos dieléctricos vaporizables, que se recogen en un colector en el fondo o parte inferior del recinto y se aplican al arrollamiento eléctrico por medio de una bomba, como se indica en las patentes

20

25

30

de EE.UU. núms. 2.961.476 y 3.261.905.

Como la rigidez dieléctrica de los fluidos vaporizables es directamente proporcional a la presión existente dentro del recinto, es común añadir un segundo fluido dieléctrico, típicamente un gas substancialmente incondensable en toda la gama de presiones y temperaturas del aparato, tal como el hexafluoruro de azufre (SF_6), en cantidades suficientes para proporcionar una rigidez dieléctrica adecuada entre los elementos eléctricos contenidos en el recinto cuando el aparato está desactivado o trabajando con poca carga y sustancialmente la totalidad del fluido vaporizable está en la fase líquida. Al acercarse el transformador (o aparato) a su temperatura normal de trabajo, el gas incondensable debe ser extraído del recinto y almacenado en un depósito aparte, como se indica en las patentes de EE.UU. núms. 2.961.476 y 4.011.535, puesto que interfiere con el ciclo de refrigeración por vaporización. Como el gas incondensable llena una porción principal o mayoritaria del recinto cuando el aparato está desactivado o trabajando con poca carga, se requiere un depósito de reserva o almacenaje, de gran volumen interno, para almacenar la cantidad de gas incondensable originariamente contenida en el recinto del transformador. Como la capacidad y el tamaño de los transformadores dotados de sistemas de refrigeración por vaporización han aumentado, el tamaño del depósito de almacenaje requerido para el gas incondensable ha aumentado también, lo que, por consiguiente, hace que aumente el tamaño total del aparato eléctrico inductivo. Aun cuando las patentes de referencia arriba citadas proporcionan efectivamente la separación

5

10

15

20

25

30

del gas incondensable respecto del líquido vaporizable, ninguna de ellas proporciona medio alguno para reducir el tamaño del depósito de almacenaje requerido para el gas incondensable.

5 Así, pues, es objeto principal de la invención realizar un aparato eléctrico refrigerado por vaporización en el cual el volumen del depósito de almacenaje requerido para el gas incondensable es reducido, en comparación con los aparatos de este tipo de la técnica ya conocida. Otro
10 objeto de esta invención consiste en hacer más eficaz el uso de la pequeña cantidad de fluido dieléctrico vaporizable utilizada en dicho aparato eléctrico refrigerado por vaporización.

15 Por todo ello, se describe aquí un aparato eléctrico inductivo que comprende un recinto herméticamente cerrado (o "hermetizado") y un conjunto de núcleo magnético y devanados o arrollamientos dispuesto en su interior. La superficie inferior o de fondo del recinto está formada de modo que incluye una porción de canal en entrante, que
20 se extiende longitudinalmente en la que va situada la culata inferior del núcleo magnético. El canal, pues, constituye un colector o cavidad que rodea la culata inferior del núcleo magnético. En el recinto hay dispuesto un fluido dieléctrico en dos fases, vaporizable dentro del intervalo o gama normal de temperaturas de trabajo del aparato
25 inductivo, llenando por lo menos una parte de la porción de canal de la superficie inferior o de fondo del recinto. Además, en el recinto hay dispuesto un gas, sustancialmente incondensable en todo el intervalo de presiones y temperaturas de trabajo del aparato eléctrico inductivo, para
30

mantener un nivel constante de rigidez dieléctrica entre los miembros conductivos del aparato.

En funcionamiento, el fluido dieléctrico es transferido por una bomba y un dispositivo de distribución, desde la porción de canal del fondo del recinto hasta los devanados eléctricos y el núcleo magnético. Una porción del fluido dieléctrico se vaporiza al tomar contacto con los elementos productores de calor, extrayendo así el calor en cantidades iguales al calor latente de vaporización del fluido dieléctrico. El gas incondensable y los vapores desprendidos del fluido dieléctrico vaporizable pasan a un radiador, donde los vapores se condensan y vuelven a entrar en el recinto; en tanto que el gas incondensable, que tiene menor densidad que los vapores del fluido dieléctrico vaporizable, sube a la parte alta del radiador y pasa a un depósito de reserva. Al reducirse la carga en el aparato eléctrico inductivo, el gas incondensable fluye volviendo al recinto para mantener un nivel constante de rigidez dieléctrica entre los elementos conductores del interior.

Mediante el recurso de construir el fondo o parte inferior del recinto de modo que incluya un canal entrante, en el cual vaya dispuesta la culata inferior del núcleo magnético, se reduce el volumen del interior del recinto, entre los devanados o arrollamientos eléctricos y la porción levantada de la superficie del fondo entre las paredes laterales y el canal. Esta reducción del volumen libre del recinto se alcanza sin necesidad de materiales de carga o relleno adicionales, como los comúnmente utilizados en algunos aparatos de este tipo de la técnica ya conocida, y además permite reducir apreciablemente el vo-

lumen del depósito de reserva para el gas incondensable, reduciéndose con ello las dimensiones globales o totales del aparato eléctrico inductivo. Además, mediante el recurso de montar la culata inferior del núcleo magnético en el canal formado en la superficie de fondo del recinto se reduce la temperatura de esa porción del núcleo magnético, sin la adición de grandes cantidades del fluido dieléctrico vaporizable al recinto. Como el fluido vaporizable se utiliza más eficazmente, se requieren menores cantidades de este costoso fluido para lograr una refrigeración eficaz, lo que, a su vez, contribuye a la reducción del volumen requerido del depósito de reserva o almacenaje de gas incondensable. Además, mediante el recurso de sumergir una porción de la culata inferior de un núcleo magnético en el fluido dieléctrico vaporizable, el núcleo magnético actúa como fuente de calor, y produce unos vapores que pueden usarse para poner en marcha unas bombas elevadoras no mecánicas, de vapores, propuestas para los aparatos de este tipo.

A continuación se describirán unas formas preferidas de realización del invento, a título de mero ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 es una vista en alzado, parcialmente en sección, de una de las formas de realización de un aparato eléctrico inductivo construido con arreglo a las enseñanzas de la invención;

- la figura 2 es una vista en alzado, parcialmente en sección, de otra forma de realización del invento;

- la figura 3 es una vista en sección tomada en general por la línea III-III de la fig. 1; y

- la figura 4 es una vista en sección, semejante a la fig. 3, que muestra otra forma de realización del presente invento.

En la descripción que sigue, se designan con los mismos números de referencia los componentes similares representados en las diversas figuras de los dibujos.

Con referencia a la fig. 1, se representa en ella un aparato eléctrico inductivo 10, tal como un transformador de potencia, que incluye un recinto o envolvente de alojamiento 12 hermetizado, dotado de paredes superior, laterales e inferior o de fondo, 14, 16 y 20 respectivamente. La caja 12 rodea un conjunto 22 de núcleo magnético y devanados o arrollamientos eléctricos. El conjunto 22 de núcleo magnético y devanados incluye un núcleo magnético 24 compuesto de una pluralidad de láminas de un material magnético adecuado. Como se indica más claramente en la fig. 3, las láminas de material magnético están dispuestas formando unas culetas superior e inferior 26 y 28, respectivamente, que unen o conectan unas columnas o ramas 30 y 32, dispuestas verticalmente y separadas en sentido longitudinal, formando un circuito magnético cerrado.

El conjunto 22 de núcleo magnético y bobinas incluye además unos devanados de fase 34 y 36 representativos, ambos, de unos arrollamientos eléctricos de alta y baja tensión. Cada devanado de fase 34 y 36 consta de unos conductores eléctricos hechos de un material adecuado eléctricamente conductivo, tal como el cobre o el aluminio, y del tipo sea de hilo redondo, de pletina o de chapa, que forma una pluralidad de espiras o de capas 38, como se indica en la fig. 1, en torno a las ramas 30 y 32, que

se extienden verticalmente, del núcleo magnético 24. Entre determinadas capas, de las capas 38 de los devanados de fase 34 y 36, hay formados, por medios adecuados, varios conductos de refrigeración 40 que se extienden verticalmente, formando unos pasos de circulación de fluido a través de los devanados 34 y 36, para un fluido refrigerante dieléctrico como se describe más adelante.

Para mayor claridad, no se representan los conductores eléctricos ni los aisladores pasantes normalmente utilizados para conectar los devanados de fase 34 y 36 a un circuito eléctrico exterior. Además, aunque se ha representado un transformador monofásico del tipo de columnas o de circuito magnético simple, se sobrentiende que las enseñanzas de esta invención tienen aplicación también a los aparatos eléctricos monofásicos o polifásicos, así como a las bobinas de reactancia y a cualquier aparato eléctrico de alta tensión cuyos conductores eléctricos estén refrigerados por un fluido dieléctrico vaporizable.

El conjunto 22 de núcleo magnético y bobinas está refrigerado por un fluido dieléctrico 42 de dos fases, cuyo punto de ebullición se halla comprendido dentro del intervalo normal de temperaturas de trabajo del conjunto 22 de núcleo magnético y bobinas. Además de dar una refrigeración adecuada, el fluido dieléctrico 42 proporciona también aislamiento eléctrico, en su fase de vapor, entre las espiras de los devanados de fases 34 y 36, a las presiones y temperaturas normales de trabajo del transformador 10. Como ya saben las personas versadas en la materia, entre los fluidos dieléctricos de las propiedades arriba descritas se incluyen en general, aunque no de modo ex-

clusivo, los compuestos orgánicos fluorados inertes. Son ejemplos de tales compuestos, que pueden usarse en la práctica de la presente invención, los relacionados con detalle en la patente de EE.UU. nº 2.961.476. Como estos tipos de fluido dieléctrico son bastante costosos, la economía exige que sea mínima la cantidad de tales fluidos utilizados para refrigerar el transformador 10. Por consiguiente, dentro del recinto 12 hay dispuesta una pequeña cantidad del fluido dieléctrico 42, hasta un nivel 44 que queda por encima de la superficie inferior o del fondo 20 del recinto 12, visto en la fig. 1. Como para enfriar el transformador 10 se utiliza una cantidad mínima del fluido dieléctrico 42, se prevén unos medios adecuados para reaplicar el fluido dieléctrico 42 a los devanados de fase 34 y 36 del transformador 10. Como se indica en la fig. 3, los medios de suministro o alimentación incluyen una bomba 46, un conducto 48 y un dispositivo de distribución 50. La bomba 46 transfiere el dieléctrico líquido 42 desde el fondo del recinto 12, a través del conducto 48, hasta el dispositivo de distribución 50 situado por encima de los devanados de fase 34 y 36 del transformador 10, dispositivo que proporciona una distribución uniforme del fluido dieléctrico 42 por los conductos de refrigeración 40 del interior de los devanados de fase 34 y 36. Aun cuando el dispositivo de distribución 50 se representa como del tipo de aspersión o atomización, se sobrentiende que pueden usarse igualmente otros medios cualesquiera de distribución, capaces de ofrecer una distribución uniforme del líquido dieléctrico.

En funcionamiento, el fluido dieléctrico 42 se-

rá aplicado uniformemente, por el dispositivo de distribución 50, por todos los conductos 40 del interior de los devanados de fase 34 y 36 del transformador 10. El fluido dieléctrico 42 circulará por los conductos 40 y se evaporará al tomar contacto con los devanados 34 y 36 productores de calor, enfriando o refrigerando con ello los devanados 34 y 36 mediante la extracción de calor en cantidades iguales al calor latente de vaporización del fluido dieléctrico 42. Los vapores desprendidos, del fluido dieléctrico 42, circularán por los conductos 40 hasta el interior del recinto 12, donde una parte se condensará en las paredes del recinto 12 y fluirá volviendo a la porción inferior o de fondo del recinto 12. Una parte mayor de los vapores desprendidos pasará a unos medios enfriadores 52, tales como un radiador o enfriador, dispuestos en comunicación de paso de fluido con el recinto 12 a través del conducto 54. Los vapores se condensarán en las superficies enfriadoras expuestas del radiador 52 y volverán por el conducto 54 al interior del recinto 12, recirculando así en un ciclo continuo.

Como es bien sabido, las propiedades dieléctricas de los fluidos vaporizables que pueden usarse en la forma preferida de ejecución de este invento son directamente proporcionales a las presiones y temperaturas existentes dentro del recinto 12 del transformador 10. Al excitarse inicialmente el transformador 10, o funcionar con poca carga, sólo una pequeña porción del fluido dieléctrico 42 es la que se halla en el estado gaseoso o de vapor, dando así una magnitud insuficiente de rigidez dieléctrica entre los miembros o elementos conductores del transforma-

dor 10. Por consiguiente, en combinación con el fluido dieléctrico 42 vaporizable se utiliza un segundo fluido dieléctrico (no representado) para proporcionar la rigidez dieléctrica necesaria para el transformador 10 durante los períodos de poca carga o de activación o excitación inicial. Este fluido, como tipo, es un gas sustancialmente incondensable en todo el intervalo o gama de temperaturas y presiones de trabajo del transformador 10. Este gas, tal como el hexafluoruro de azufre (SF_6), llena una porción principal o mayoritaria del volumen del recinto 12 en condiciones de funcionamiento en vacío (sin carga), para proporcionar la rigidez dieléctrica necesaria entre los elementos conductores del transformador 10.

A medida que se aplica la carga al transformador 10, se irán vaporizando cantidades cada vez mayores del fluido dieléctrico 42, aumentando con ello la presión en el interior del recinto 12. Este aumento de presión hará que la mezcla de gas incondensable y fluido dieléctrico 42 vaporizado circule pasando desde el recinto 12 al radiador 52, donde los vapores del fluido dieléctrico 42 vaporizable se condensarán y volverán al recinto 12. Como el gas incondensable utilizado en la forma preferida de ejecución del presente invento tiene menor densidad que los vapores del fluido dieléctrico 42, el gas incondensable subirá a la parte superior del radiador 52 y pasará por el conducto 56 a unos medios de almacenaje 58 adecuados, tales como un depósito de reserva quedando así efectivamente separado del fluido dieléctrico 42 vaporizado, durante el funcionamiento normal del transformador 10. Al quitarse o reducirse carga del transformador 10, el gas

incondensable volverá gradualmente desde el depósito de almacenaje 58 al interior del recinto 12, para mantener un nivel constante de rigidez dieléctrica entre los elementos conductores del transformador 10. Entre el recinto 12 y el depósito de reserva 58 se halla dispuesto un conducto de desagüe o drenaje 59 para permitir que los vapores del fluido vaporizable 42 que haya presentes en el depósito de reserva 58 vuelvan al recinto o depósito principal 12.

Aun cuando el depósito de reserva o almacenaje 58 se representa en comunicación de fluido con el radiador 52, es evidente que puede disponerse en comunicación directa de fluido con el recinto o depósito principal 12, para separar el gas incondensable de los vapores del fluido dieléctrico 42.

Como el gas incondensable llena una porción principal o mayoritaria del volumen del recinto 12 en condiciones de funcionamiento en vacío y, además, como sustancialmente todo este gas queda extraído o retirado del recinto 12 cuando el transformador alcanza sus condiciones de trabajo normales, el depósito de almacenaje 58 debe tener un volumen o capacidad suficiente para almacenar la totalidad del gas incondensable que inicialmente haya presente en el depósito principal 12. El conveniente aumento de capacidad energética nominal de los transformadores en los que se usan sistemas de refrigeración por vaporización viene dando por resultado que las dimensiones del recinto o depósito principal sean cada vez mayores. Por consiguiente, se necesitan cantidades adicionales de gas incondensable para llenar el recinto cuando el transformador está desexcitado o funcionando con poca carga, lo que, a su vez,

hace necesarios unos depósitos de almacenaje o reserva mayores, para contener el gas incondensable cuando esté retirado o extraído del recinto 12. El que estos depósitos de almacenaje tengan que ser mayores viene aumentando a su vez las dimensiones totales o globales del aparato eléctrico inductivo, hasta más allá de unos límites aceptables.

Antes de describir las características constitutivas de novedad del presente invento, se presentarán varios principios fundamentales, en lo que sigue, con el fin de facilitar la comprensión de este invento. El volumen del depósito de almacenaje o reserva 58 requerido para almacenar la cantidad deseada de gas incondensable viene dado por la expresión

$$V_S = (V_E + K_1 V_L) / (K_2 K_3 - 1) ,$$

en la que V_S es el volumen del depósito de reserva 58, V_E es el volumen libre del recinto 12, incluido el radiador 52, si lo hay, y excluido el conjunto de núcleo magnético y bobinas; K_1 es una constante igual a $(\phi - 1) / (1 - \beta \phi)$, siendo ϕ la proporción del volumen de gas incondensable absorbido en una unidad de volumen del dieléctrico líquido 42 particular que se use, y β la razón o cociente entre la densidad de los vapores del dieléctrico líquido 42 y la densidad del dieléctrico líquido; V_L es el volumen del dieléctrico líquido 42; K_2 es una constante igual a $(1 - \beta) / (1 - \beta \phi)$; y K_3 es igual a $T_1 P_2 / T_2 P_1$, siendo T_1 y P_1 la temperatura y la presión parcial, respectivamente, del gas incondensable, en condiciones de funcionamiento en

vacío o sin carga, y siendo T_2 y P_2 la temperatura y la presión del gas incondensable, en las condiciones normales de trabajo. Para temperaturas inferiores a 30°C , que están dentro de las temperaturas normales de trabajo de los aparatos de este tipo, β es relativamente pequeño y puede considerarse igual a cero sin que ello afecte de manera apreciable a la exactitud de la expresión o relación arriba indicada.

Es propósito de la presente invención ofrecer un aparato eléctrico inductivo que tenga menor volumen libre y utilice menor cantidad de líquido vaporizable que los aparatos de tipo similar de la técnica ya conocida. La reducción del volumen libre del recinto y del volumen ocupado por el fluido vaporizable, tal como se describe más adelante, da por resultado una reducción aún mayor del volumen requerido del depósito de reserva o almacenaje para el gas incondensable, lo que a su vez reduce las dimensiones generales del aparato eléctrico inductivo.

Como se indica en la fig. 1, la superficie inferior o de fondo 20 del recinto 12 incluye un canal 70 situado en posición central, que se extiende a todo lo largo del transformador 10. El canal 70 dispuesto en la superficie inferior 20 del recinto 12 tiene una configuración de sección recta transversal sustancialmente en forma de U, que consta de una primera porción transversal 72 dispuesta entre unas porciones axiales primera y segunda, 74 y 76 respectivamente. Las porciones axiales primera y segunda 74 y 76 rodean la culata inferior 28 del núcleo magnético 24, a cierta distancia de separación de la misma, formando a su alrededor un colector o cavidad 78. El fluido

dieléctrico 42 se utiliza en cantidades suficientes para llenar por lo menos una parte del colector 78 formado en torno a la culata inferior 28 del núcleo magnético 24. La superficie inferior 20 del recinto 12 incluye además unas porciones transversales segunda y tercera, 80 y 82 respectivamente, que se extienden entre las porciones axiales primera y segunda, 74 y 76 respectivamente, y las paredes laterales 16 del recinto 12. Estas porciones transversales segunda y tercera, 80 y 82 respectivamente, van adecuadamente unidas por su periferia a las paredes laterales 16 del recinto 12, formando un cierre hermético a los fluidos por todo alrededor. Además, en la superficie inferior 20 del recinto 12 hay formadas unas pestañas o alas 84 y 86 para proporcionar patas o elementos de apoyo que sustenten el recinto 12.

Mediante el recurso de disponer una porción de canal entrante 70 o en escalón descendente en la superficie inferior 20 del recinto 12, se reduce el volumen comprendido entre la parte inferior de los devanados de fase 34 y 36 y las porciones transversales segunda y tercera, 80 y 82 respectivamente, de la superficie inferior o de fondo 20. Esta reducción del volumen libre del recinto 12 da por resultado, para los fluidos vaporizables y los gases incondensables arriba descritos, una reducción apreciable del volumen del depósito de reserva 58, puesto que por cada decímetro cúbico eliminado del volumen del recinto 12 puede eliminarse, del depósito de reserva 58, una magnitud de volumen mayor.

A continuación se presentará un ejemplo específico, para aclarar las enseñanzas y ventajas de esta inven-

ción. Un transformador de 2500 kVA refrigerado por vaporización, con un recinto de fondo plano, tendría como tipo un volumen libre, incluido el radiador, de $1,33 \text{ m}^3$ y necesitaría $0,18 \text{ m}^3$ de líquido vaporizable para tener una refrigeración adecuada y suministrar una presión hidrostática suficiente para hacer funcionar una bomba. Además, para los líquidos vaporizables arriba indicados, el valor de ϕ sería, aproximadamente, de 6,7. Un transformador de 2500 kVA dotado de un recinto construido con arreglo a las enseñanzas de esta invención, con un canal en entrante en la superficie inferior del mismo, tendría un volumen libre, incluido el radiador, de $1,26 \text{ m}^3$, y requeriría sólo $0,11 \text{ m}^3$ de líquido vaporizable para una refrigeración eficaz. Formando la razón o cociente de los volúmenes de los depósitos de almacenaje o reserva requeridos para ambas configuraciones de transformador, y resolviendo la ecuación arriba citada, en cada caso con los valores apropiados, se verá que el volumen del depósito de reserva o almacenaje requerido para un transformador construido con arreglo a las enseñanzas de esta invención es un 21% menor que el volumen de un depósito de reserva para transformadores que tengan la superficie del fondo plana. Esta reducción del 21% en el volumen del depósito de reserva se consigue mediante una reducción de sólo 5% en el volumen libre del recinto, proporcionada por la configuración en canal entrante de la superficie del fondo del recinto. Además, en un transformador construido con arreglo a las enseñanzas de esta invención se utiliza un 40% menos de líquido vaporizable, lo cual, además de reducir el gasto económico en dicho líquido, contribuye también a reducir el volumen requerido del

5

10

15

20

25

30

depósito de reserva o almacenaje, puesto que esta menor cantidad de líquido vaporizable absorbe una cantidad menor del gas incondensable.

5 Como se indica en la fig. 1, las porciones trans-
versales segunda y tercera, 80 y 82 respectivamente, de
la superficie inferior o de fondo 20, son sustancialmente
perpendiculares a las porciones axiales primera y segunda
74 y 76 y son sustancialmente horizontales, vistas en la
fig. 1, para tener un máximo de reducción en el volumen li-
10 bre del recinto 12. Con arreglo a otra forma de ejecución
de este invento, las porciones transversales segunda y ter-
cera 80 y 82 de la superficie inferior 20 del recinto 12
pueden hallarse dispuestas formando cierto ángulo prefija-
do, y no perpendiculares, respecto a las porciones axiales
15 primera y segunda 74 y 76 de la superficie inferior 20,
como se indica en la fig. 2. En esta forma de ejecución,
las porciones transversales segunda y tercera, 80 y 82
respectivamente, definen una inclinación o pendiente des-
cendente entre las paredes laterales 16 del recinto 12 y
20 la porción de canal 70 de la superficie inferior 20 que
dirige los vapores condensados del fluido dieléctrico 42
al colector 78 formado por la porción de canal 70 de la
superficie inferior 20 en torno a la culata inferior 28
del núcleo magnético 24.

25 Esta forma de ejecución es particularmente ven-
tajosa, puesto que, una vez instalado en el emplazamiento
fijado por el cliente, el transformador puede no estar
exactamente a nivel. Debido a las pequeñas cantidades de
fluidos dieléctricos vaporizables utilizadas en aparatos
30 de este tipo, la más ligera desviación respecto de la hori-

zontal haría que el fluido dieléctrico se acumulase en una determinada porción del depósito, y con ello diese lugar a una refrigeración desigual o insuficiente del transformador. Ahora bien, la configuración en pendiente descendente de la superficie inferior o de fondo 20 del recinto 12 supera este problema potencial, dirigiendo el fluido dieléctrico al colector 78 por alrededor del núcleo y manteniendo con ello el rendimiento de la refrigeración, a pesar de las faltas de nivel de instalación.

Con referencia ahora a la fig. 3, se ilustra en ella otra forma de ejecución de este invento, en la que la primera porción transversal 72, que se extiende longitudinalmente, de la superficie inferior 20 del recinto 12 está dispuesta de modo que forma cierto ángulo prefijado con respecto a la horizontal, según se ve en la fig. 3. De esta manera, la primera porción transversal 72 de la superficie inferior o de fondo 20 define una inclinación o pendiente que se extiende longitudinalmente en el canal 70 de la superficie inferior 20, pendiente que dirige el fluido dieléctrico 42 a la bomba 46 situada a uno de los extremos del canal 70, y de ese modo reduce la cantidad de fluido dieléctrico 42 requerida para refrigerar adecuadamente el transformador 10. Asimismo, la pendiente de la primera porción transversal 72 de la superficie de fondo 20 dirige el líquido dieléctrico hacia la bomba 46, a pesar de la instalación desigual o desnivelada que pueda tener el transformador 10 en el emplazamiento fijado por el cliente.

En la fig. 4 se ilustra otra forma de ejecución de este invento, idéntica a la de la fig. 3 con la salvedad

de que la primera porción transversal 90 de la superficie inferior 20 tiene una configuración, en sección recta, de perfil sustancialmente en U en su sentido longitudinal. La primera porción transversal 90 de la superficie inferior 20, indicada en la fig. 4, incluye una porción transversal 92, dispuesta debajo de la culata inferior 28 del núcleo magnético y soportándola. A partir de los extremos longitudinales de la primera porción transversal 92 se extienden hacia arriba unas porciones axiales 94 y 95, separadas o cierta distancia del núcleo magnético para formar, en torno a éste, los costados del colector 78. Unas porciones transversales adicionales 96 y 97, que están sustancialmente en el mismo plano de las porciones transversales segunda y tercera 80 y 82 indicadas en la fig. 1, se extienden desde las porciones axiales 94 y 95 hasta las paredes laterales 16 del recinto 12. En esta forma de ejecución, el colector forma una cavidad en entrante a modo de caja en la superficie inferior 20 del recinto 12, y rodea, ciñéndose a ella, la periferia entera de la culata inferior del núcleo magnético, lo que reduce aún más la cantidad del fluido dieléctrico vaporizable 42 requerida, así como el volumen libre del recinto 12.

Para las personas versadas en la materia resultará evidente que en lo que antecede se ha expuesto un aparato eléctrico inductivo, refrigerado por vaporización, nuevo y perfeccionado. Mediante el recurso de disponer un recinto dotado de una superficie inferior o de fondo que lleve una porción de canal en entrante que se extienda longitudinalmente rodeando la culata inferior del núcleo magnético y forme un colector en torno a ésta, se reduce apreciablemente el volumen libre del recinto, en relación con

los aparatos de este género ya conocidos. Esta reducción del volumen libre del recinto 12 permite obtener una reducción aún mayor en el volumen del depósito de reserva 58 para el gas incondensable, puesto que por cada decímetro cúbico de volumen eliminado del recinto 18, el volumen del depósito de reserva 58 se reduce, aproximadamente, de 1,2 a 2,5 decímetros cúbicos. Además, mediante el recurso de disponer la culata inferior de un núcleo magnético en el colector formado por la porción de canal de la superficie inferior o de fondo del recinto, la porción inferior del núcleo magnético se halla constantemente sumergida en el fluido dieléctrico líquido, lo cual reduce la temperatura de esta porción del núcleo magnético sin requerirse cantidades adicionales de fluido dieléctrico. Como el fluido dieléctrico vaporizable se usa más eficazmente, se requiere una cantidad menor de este fluido para obtener una refrigeración adecuada, lo cual, a su vez, contribuye adicionalmente a reducir el volumen necesario del depósito de reserva o almacenaje de gas incondensable. Asimismo, por estar constantemente sumergida la culata inferior del núcleo magnético en el fluido dieléctrico líquido, la culata inferior actúa de fuente transmisora de calor y proporciona vapores que pueden usarse para poner en marcha diversas bombas elevadoras no mecánicas, de vapores, propuestas para los aparatos de este tipo refrigerados por vaporización.

REIVINDICACIONES

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

5
10
15
20
25
30

1ª.- Un aparato inductivo eléctrico enfriado por evaporación, que comprende un recinto, un conjunto de núcleo magnético y devanados dispuesto en dicho recinto y que incluye una porción de culata inferior dispuesta debajo de los devanados del conjunto, un dieléctrico líquido dispuesto en dicho recinto a un nivel situado por debajo del de los devanados de dicho conjunto, siendo dicho dieléctrico líquido vaporizable dentro del intervalo normal de temperaturas de trabajo de dicho conjunto de núcleo magnético y devanados, un depósito de reserva dispuesto en comunicación de paso de fluido con dicho recinto, y un dieléctrico gaseoso sustancialmente incondensable en todo el intervalo de presiones y temperaturas de trabajo de dicho conjunto de núcleo magnético y devanados, siendo dicho dieléctrico gaseoso transferible entre dicho recinto y el citado depósito de reserva en respuesta a las variaciones de la presión proporcionadas dentro de dicho recinto por los vapores de dicho dieléctrico líquido, llenando dicho dieléctrico gaseoso sustancialmente la totalidad de dicho recinto a una primera temperatura prefijada y estando sustancialmente la totalidad de dicho dieléctrico gaseoso dentro del citado depósito de reserva a una segunda temperatura prefijada, temperaturas ambas que están dentro del intervalo de temperaturas de trabajo de dicho conjunto

de núcleo magnético y devanados; caracterizado dicho aparato por el hecho de que el citado depósito de reserva tiene un volumen proporcional al volumen libre de dicho recinto y al volumen de dicho dieléctrico líquido y que viene dado por la expresión:

5 $V_S = (V_E + K_1 V_L) / (K_2 K_3 - 1)$, en la que V_S es el volumen de dicho depósito de reserva, V_E es el volumen libre del citado recinto, excluido el volumen de dicho conjunto de circuito magnético y devanados, K_1 es igual a $(\phi - 1) / (1 - \beta \phi)$,
10 siendo ϕ la proporción del volumen de gas incondensable absorbido en una unidad de volumen de dicho dieléctrico líquido, y β la razón o cociente entre la densidad de los vapores de dicho dieléctrico líquido y la densidad del
15 citado dieléctrico líquido, V_L es el volumen de dicho dieléctrico líquido, K_2 es una constante igual a $(1 - \beta) / (1 - \beta \phi)$, y K_3 es una constante igual a $T_1 P_2 / T_2 P_1$, siendo T_1 y P_1 la temperatura y la presión parcial, respectivamente, de dicho dieléctrico gaseoso a dicha primera temperatura,
20 y siendo T_2 y P_2 la temperatura y la presión parcial de dicho dieléctrico gaseoso a la citada segunda temperatura; y caracterizado además por el hecho de que dicho recinto incluye una pared inferior o de fondo dotada de una porción de canal que define un entrante en cuyo interior está dis-
25 puesta dicha porción de culata inferior, y que lateralmente rodea a la porción de culata metida en dicho entrante a cierta distancia de separación respecto a ella, formando la separación entre dicha porción de culata inferior y dicha porción de canal un colector, para recoger dicho dieléctrico líquido, que permite usar menos dieléctrico líquido y,
30 de ese modo, reducir el volumen requerido de dicho depósito

de reserva, y siendo la disposición tal que se reduce el volumen libre de dicho recinto, y con ello se reduce adicionalmente el volumen requerido de dicho depósito de reserva.

5 2ª.- El aparato eléctrico inductivo refrigerado por vaporización de la reivindicación 1ª, caracterizado por el hecho de que dicho entrante está sólo parcialmente lleno de dieléctrico líquido.

10 3ª.- El aparato eléctrico inductivo refrigerado por vaporización de la reivindicación 1ª o la 2ª, caracterizado por el hecho de que dicha porción de canal en entrante tiene una configuración de sección recta sustancialmente en forma de U, definida por una primera porción de pared inferior o de fondo transversal, dispuesta debajo de
15 dicha porción de culata inferior, y unas porciones de pared inferior axiales primera y segunda dispuestas en extremos opuestos de la primera porción transversal y separadas transversalmente a cierta distancia de dicha porción de culata inferior, formando entre ellas dicho colector.

20 4ª.- El aparato eléctrico inductivo refrigerado por vaporización de la reivindicación 3ª, caracterizado por el hecho de que dicha primera porción transversal de pared inferior está dispuesta formando un ángulo prefijado con respecto a la horizontal, de modo que presenta una pendiente
25 te en el sentido longitudinal de la misma.

 5ª.- El aparato eléctrico inductivo refrigerado por vaporización de la reivindicación 3ª o la 4ª, caracterizado por el hecho de que la pared inferior del recinto incluye unas porciones transversales segunda y tercera de
30 pared inferior, que se extienden entre las porciones de pa-

red inferior axiles primera y segunda y los costados de dicho recinto adyacentes a las mismas.

5 6ª.- El aparato eléctrico inductivo refrigerado por vaporización de la reivindicación 5ª, caracterizado por el hecho de que dichas porciones transversales de pared inferior segunda y tercera son sustancialmente perpendiculares a dichas porciones de pared inferior axiles primera y segunda.

10 7ª.- El aparato eléctrico inductivo refrigerado por vaporización de la reivindicación 5ª, caracterizado por el hecho de que dichas porciones transversales de pared inferior segunda y tercera se extienden entre los lados o costados adyacentes del recinto y dichas porciones de pared inferior axiles primera y segunda, formando unos ángulos de inclinación tal que dirigen el dieléctrico líquido al interior de dicho colector.

15 8ª.- El aparato eléctrico inductivo refrigerado por vaporización de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que dicha primera porción transversal de pared inferior incluye una porción transversal que se extiende longitudinalmente, dis-
20 puesta por debajo del conjunto de núcleo magnético y devanados, unas porciones axiles tercera y cuarta que se extienden a partir de unos extremos opuestos de dicha porción transversal que se extiende longitudinalmente, a lo largo
25 de dicha porción de culata inferior y a cierta distancia de separación respecto a la misma, formando así parte de dicho colector constituido entre ellas, y unas porciones transversales cuarta y quinta que se extienden entre dichas porciones axiles tercera y cuarta y los lados o costados adyacen-

1 tes de dicho recinto.

9^a.- Un aparato inductivo eléctrico enfriado por evaporación.

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

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

10

Madrid, 11. SET. 1979

P.A.

Alberto de Elizaburu
Por Poder,

15

20

25

06099

ACH/JL.

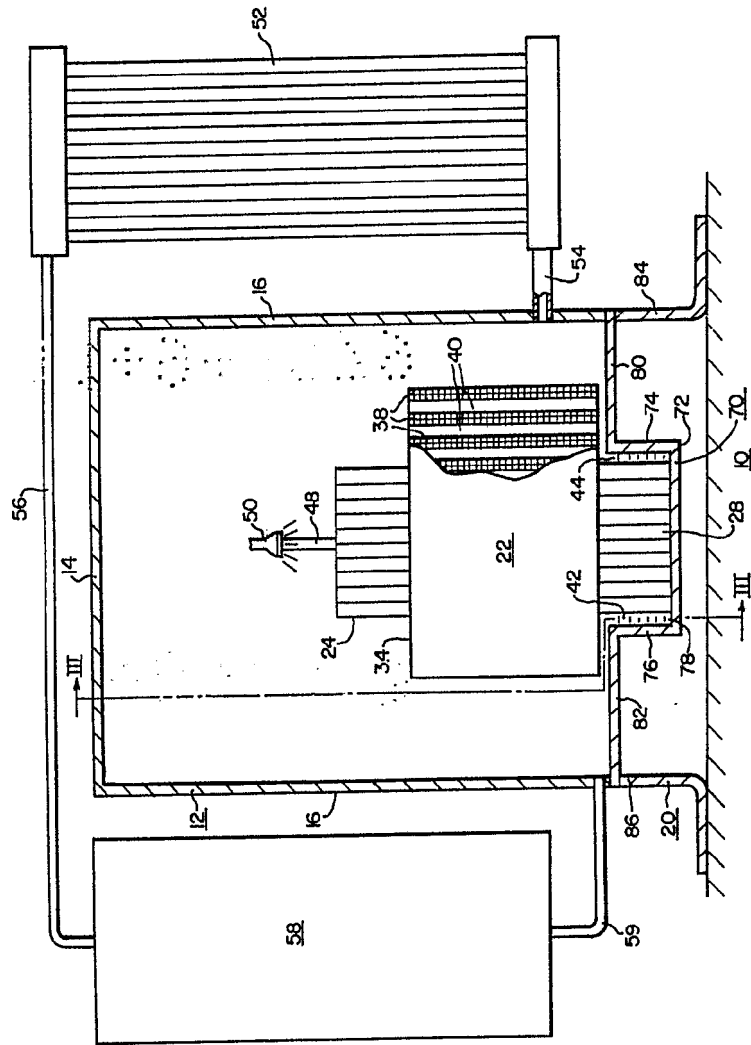


FIG. I.

Alberic de E. Habuy
Per Feder

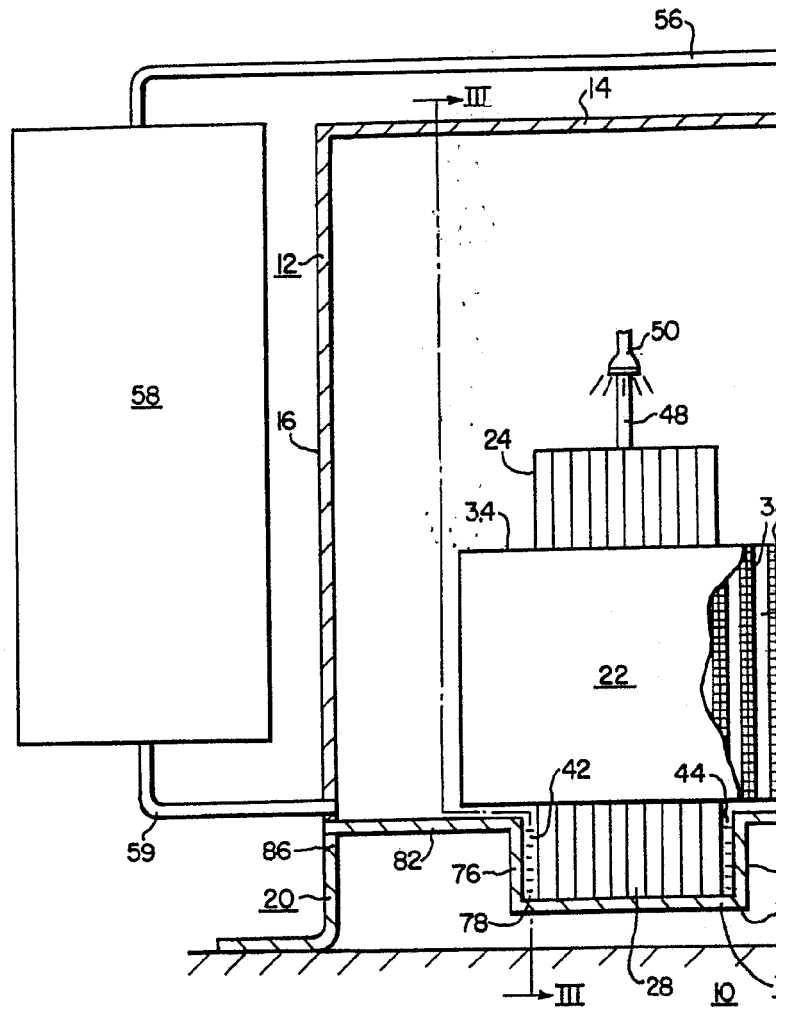
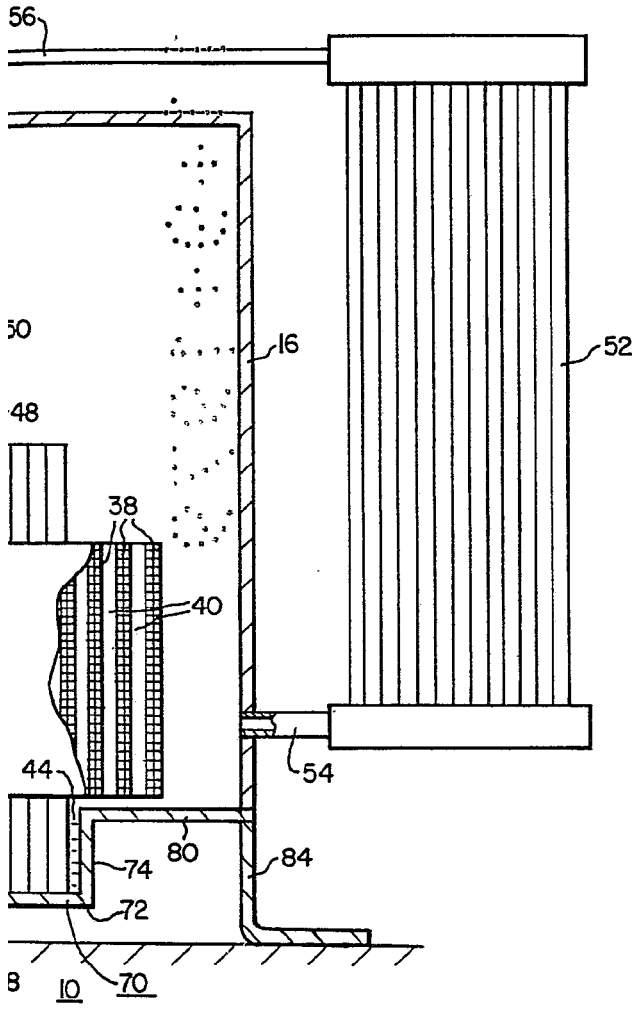


FIG. I.



i.l.

Alberio de Eltabun
For Poder

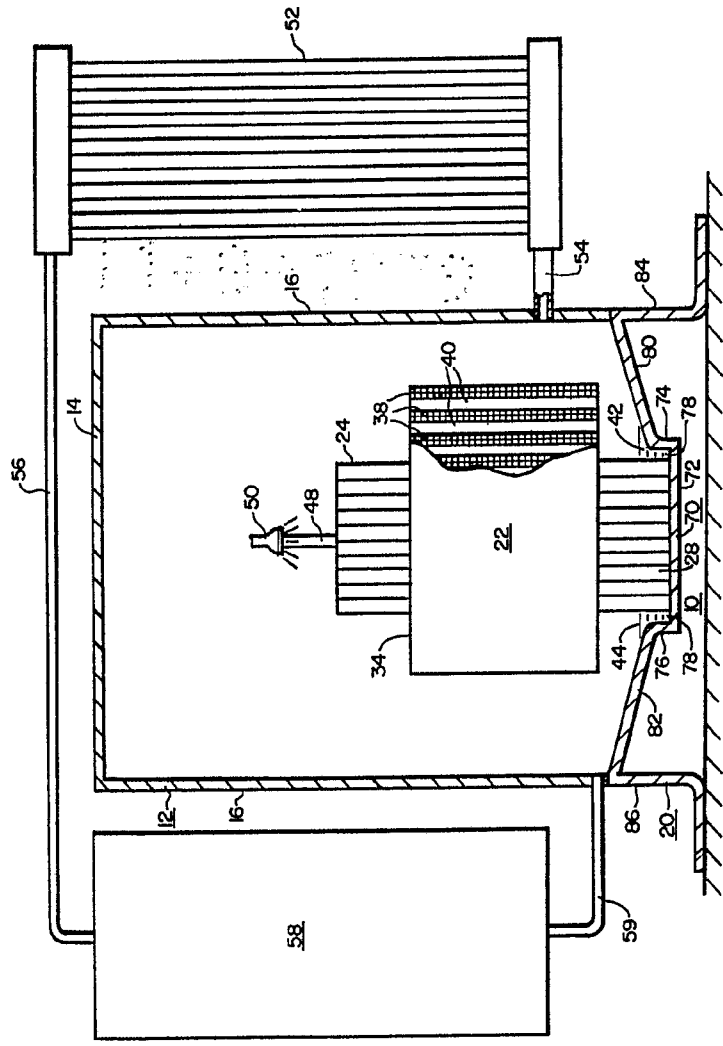


FIG. 2.

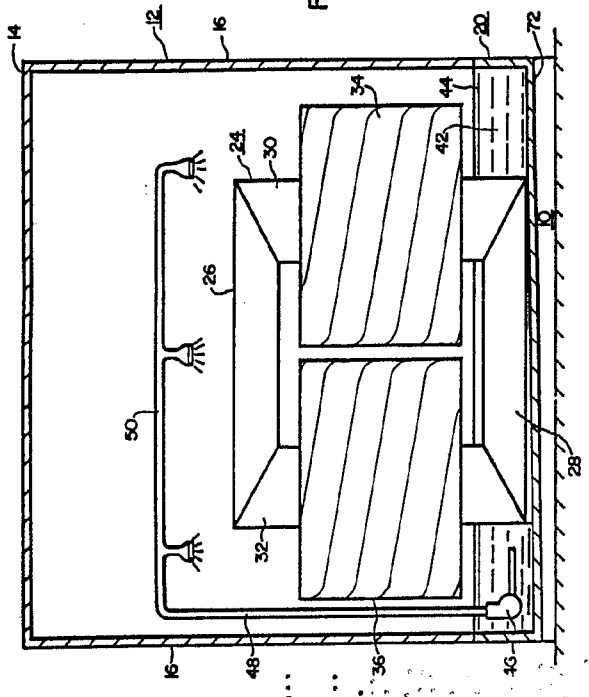


FIG. 3.

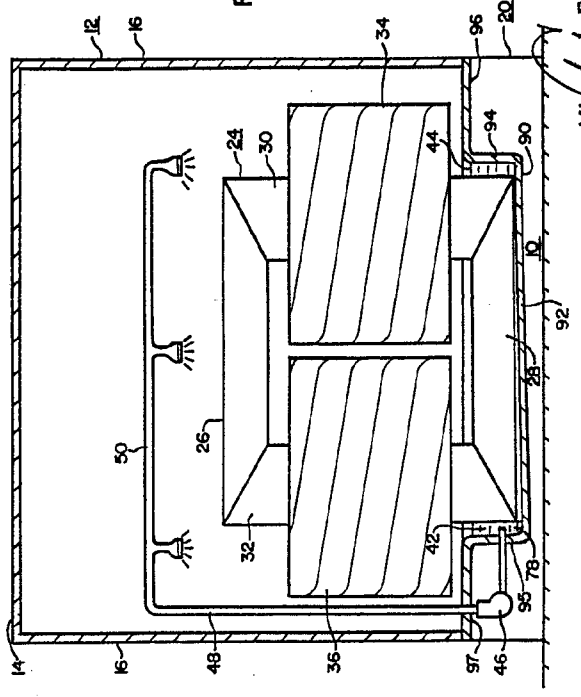


FIG. 4.

Alberto de Haro
Perito

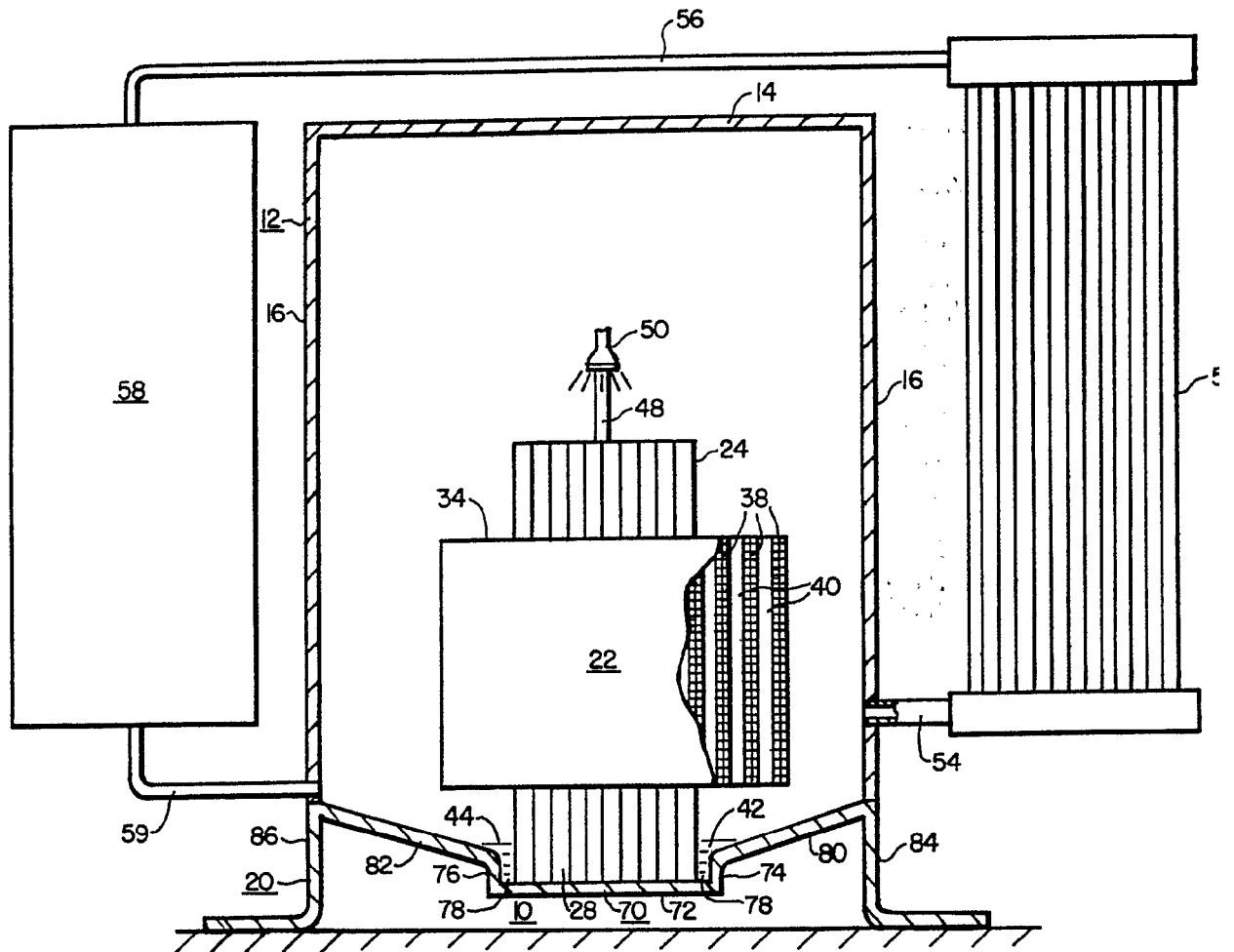


FIG. 2.

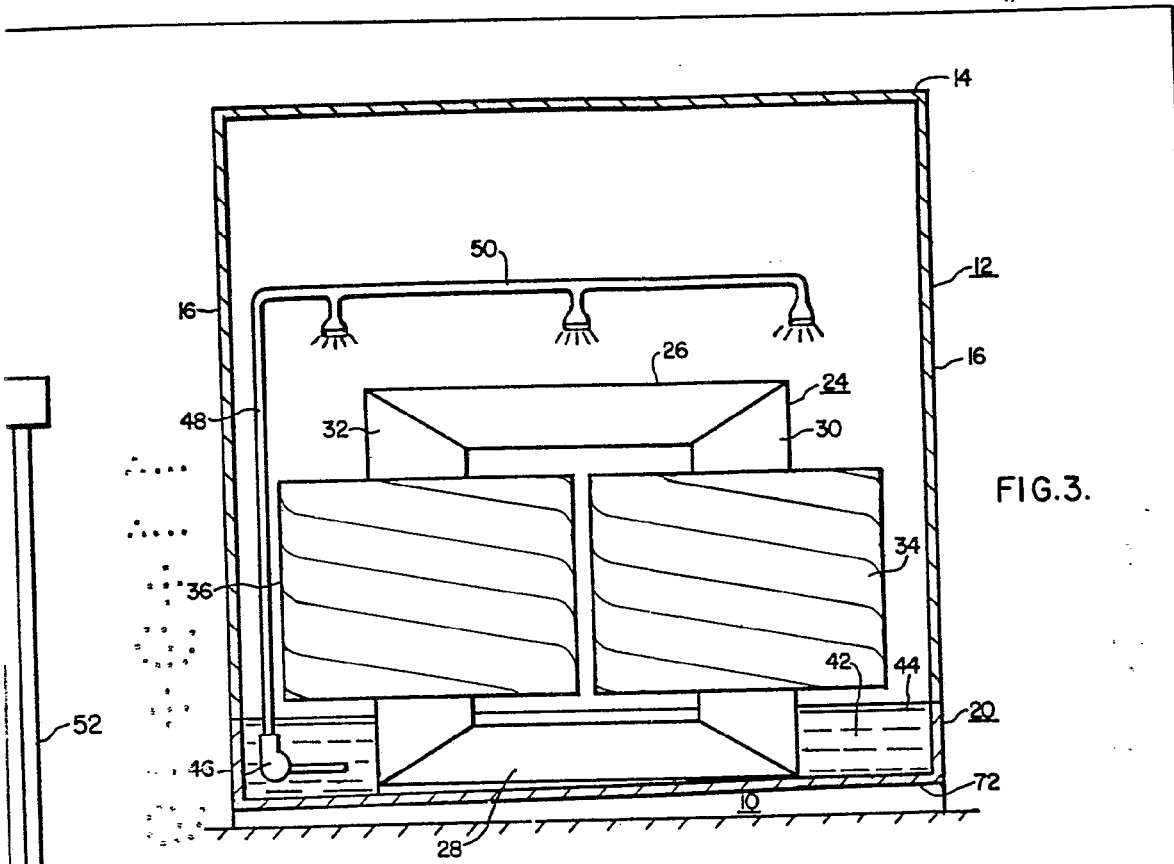


FIG. 3.

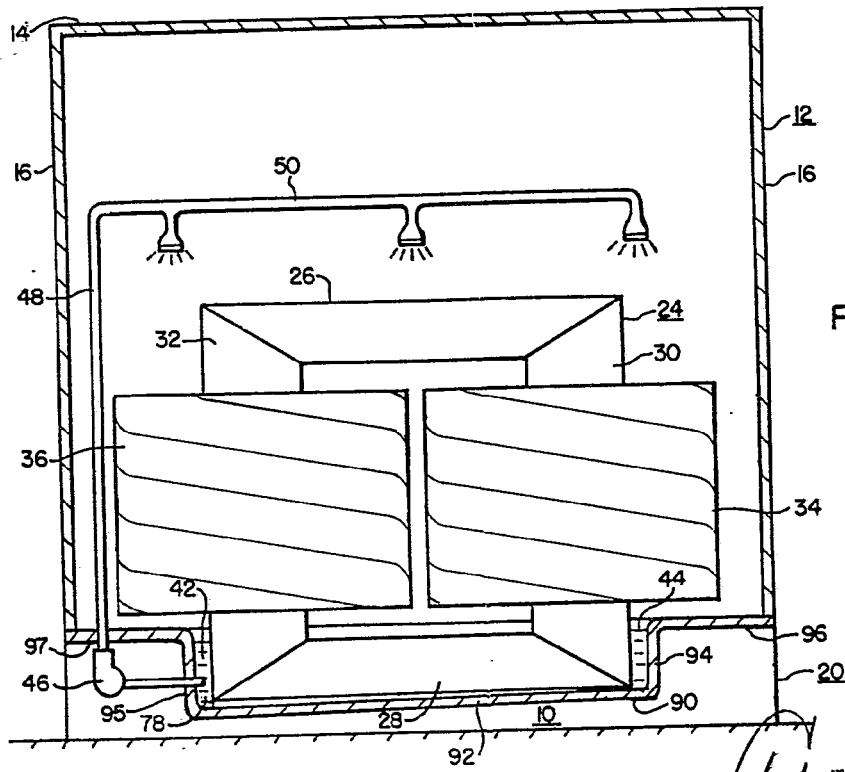


FIG. 4.

Alberto de Eizoburu
Por Poder,