



346865

MEMORIA DESCRIPTIVA.-

PATENTE DE INVENCION.

P A I S : ESPAÑA.

DURACION : 20 AÑOS.

OBJETO : "MEJORAS EN LA FABRICACION DE CABLES
"ELECTRICOS PARA EL TRANSPORTE DE UNA
"CORRIENTE POLIFASICA".

A nombre de : COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE.

Residente en : PARIS (Francia), 54, rue La Boétie.

Nacionalidad : FRANCESA.



El presente invento se refiere a una estructura de cable criogénico polifásico. Este cable es del tipo "hiperconductor" o bien "superconductor".

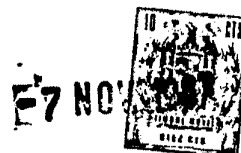
5.- Se denomina cable "hiperconductor" a aquel cuya parte activa está hecha de metal de gran pureza llevado a baja temperatura (20 a 70° Kelvin) y que posee además una conductividad muchas centenas de veces más grande que el metal a temperatura ambiente.

10.- Se denomina cable "superconductor" a aquel en que ciertas partes por lo menos son de material de propiedades superconductoras, es decir, cuya resistividad cae al valor cero cuando se lleva a temperatura muy baja (2 a 18° Kelvin, según los casos).

15.- En los cables hiperconductores utilizados para las frecuencias industriales, la profundidad de penetración de la corriente está limitada a una fracción de milímetro en las caras en relación a los conductores de las fases; por lo tanto, es necesario aumentar el contorno de la sección de los conductores en cuestión, sin aumentar notablemente su número ni su sección.

20.- En los cables superconductores que utilizan por ejemplo el plomo, el columbio o sus compuestos, las pérdidas pueden ser mantenidas a un nivel muy bajo si la densidad de corriente superficial en el espesor de piel del superconductor se mantiene por debajo de un valor límite que depende de las

25.-



posibilidades de conservación en frío del cable.

Un objeto del presente invento es realizar un cable criogénico, ya sea del tipo hiperconductor, o del tipo superconductor, en el que la longitud del contorno de la sección de cada conductor de fase es importante con relación a la sección del conductor.

El presente invento tiene por objeto un cable eléctrico para el transporte de una corriente polifásica, comprendiendo una parte central metálica sensiblemente tubular, en la que circule un fluido criogénico, estando rodeada dicha parte central por una pluralidad de aletas sensiblemente planas, paralelas al eje de dicha porción central, una pluralidad de conductores eléctricos en número por lo menos igual al de las fases de corriente menos una unidad, teniendo todos los conductores la forma de perfiles dispuestos paralelamente al eje de la parte central, estando dispuesto un primer conductor de manera que en cada uno de sus puntos la distancia que le separe de la superficie definida por la superficie exterior de la porción central y la de las aletas sea esencialmente constante, estando dispuestos los otros conductores del cable de manera que todos los conductores definan superficies paralelas y equidistantes, siendo la distancia entre las superficies precitadas igual a la distancia constante precitada y rodeándoles un superaislamiento térmico aislado eléctricamente de los conductores.

Los conductores citados del cable se realizan en chapas masivas perfiladas o, como variante, en metal extruido.

El invento será comprendido mejor con referencia a los dibujos adjuntos, que representan diversas formas de realización del cable según el invento, dados a título puramente

-7 NOV. 1957



de ejemplo, no limitativo, y en los cuales:

La figura 1 representa la sección de un cable según una forma preferida de realización.

60.- La figura 2 representa la sección de un cable según una variante.

La figura 3 representa, en sección, el alma de un cable según una variante de realización.

La figura 4 representa, en sección, el alma de un cable según otra variante.

65.- En la figura 1, que representa la sección de un cable trifásico según el invento, se ha designado por medio de la referencia 1 la parte central del cable, en forma de tubo cilíndrico provisto de aletas radiales 2. El número de aletas representado es de ocho, pero el cable podría tener menos o más, como variante.

70.- Esta parte central está realizada en metal o en aleación metálica, cuya conductividad a temperatura cercana a la de la ebullición del nitrógeno bajo presión normal es superior a $3 \cdot 10^9$ mho/metro. Se elegirá, por ejemplo, aluminio o cobre; el procedimiento de la realización de esta parte central será, por ejemplo, un procedimiento de extrusión. En el caso presente, en el que esta parte central no tiene ningún papel eléctrico que representar, el cobre o el aluminio que la compone es de calidad ordinaria.

75.- El interior 3 de esta parte central del cable sirve ventajosamente para la circulación del fluido criogénico, tal como el nitrógeno líquido, hidrógeno líquido, helio gaseoso a baja temperatura, en el caso del cable hiperconductor, o helio líquido, en el caso del cable superconductor.

80.- Los tres conductores del cable trifásico representado

85.-



en la figura 1, están constituidos por tres perfiles metálicos 4, 5 y 6 que toman la forma de las aletas.

Esta disposición permite conseguir que los conductores que llevan cada uno una fase tengan una superficie grande
90.- los unos en relación con los otros.

Los conductores 4, 5 y 6 están aislados respectivamente de la parte central, entre ellos y el exterior, por capas de aislante eléctrico referenciadas 8, 9, 10 y 11.

En la versión cable hiperconductor, los conductores es-
95.- tán realizados en metal, totalmente, de propiedades hiperconductoras, por ejemplo en metal tal como aluminio purificado, berilio, cobre del tipo OFHC, u otro metal yódico; el espesor del conductor 5 es ventajosamente próximo a $1,1 \times d$ para que las pérdidas eléctricas sean mínimas, siendo d el
100.- espesor de piel en el metal a la frecuencia de utilización.

En la versión cable superconductor, los conductores serán bien en plomo, bien en metal hiperconductor recubierto por una capa de material superconductor, bien pegada, bien chapada o bien constituida por un depósito; para los conductores 4 y 6, esta capa superconductora está situada sobre la
105.- superficie con respecto al conductor 5, mientras que el conductor de la fase 5 comprende una capa superconductora sobre sus dos caras.

Los materiales superconductores utilizados se eligen en
110.- el grupo constituido por el plomo, el columbio y sus compuestos y aleaciones, tales como el compuesto columbio-estaño y las aleaciones columbio-circonio y columbio-titanio.

Un aro discontinuo 12 sostiene a los conductores y se apoya sobre la capa de aislante exterior 11.

115.- Un aislamiento térmico 13 rodea al aro 12. Con preferen-



cia está realizado en un material o en una estructura superaislante bajo vacío.

Se mantiene exteriormente por medio de un encintado exterior estanco 14, por ejemplo metálico.

120.- Los espacios comprendidos entre la capa aislante 11 y el aro discontinuo 12, tales como 16, pueden ser utilizados como canales para la puesta en vacío y criobombeo del superaislamiento térmico. Esta es la razón por la que el aro discontinuo 12 es una rejilla o un entramado.

125.- La figura 2 representa la sección de un cable de conformidad con una variante de realización.

La parte central del cable tiene una sección sensiblemente cuadrado; está provista de cuatro aletas dispuestas en ángulo recto, tales como 2, y posee un orificio central 3.

130.- En cada uno de los cuadrantes delimitados por las aletas están dispuestos tres conductores (uno por fase) 4, 5 y 6, estando conectados cada uno de ellos en paralelo a las extremidades del cable.

135.- La forma de los conductores se elige de forma que presenten entre si la mayor superficie relativa correspondiente.

140.- Ventajosamente, según se indica en la figura, el conductor central tiene una sección en almenas y los conductores que le rodean presentan porciones que se intercalan entre las almenas

Los conductores son de la misma naturaleza que en el ejemplo de la figura 1 y en el caso presente pueden ser obtenidos por extrusión.

145.- Los aislamientos eléctricos 8, 9, 10 y 11, un aro discontinuo 12, un superaislamiento 13 y un aro estanco 14,



completan el cable como en el ejemplo precedente.

Como variante, se pueden sustituir los conductores extruidos del ejemplo de la figura 2 por conductores de chapa perfilada, como en el ejemplo de la figura 1.

150.- La porción central del cable 1 puede ser utilizada, en variante, para transportar una de las fases de corriente. Será realizada entonces en el mismo material que los conductores. Se suprimirá entonces uno de los conductores de fase exteriores a la porción central.

155.- Esta disposición permite disminuir la sección del cable con igual potencia transportada.

Igualmente, en otra variante, se puede utilizar la parte central del cable como neutro de una línea trifásica.

160.- La figura 3 representa la parte interior de un cable según el invento en otra variante de realización (sólo se han representado la parte central y los conductores, pero no el aislamiento térmico ni el aro exterior). El alma del cable se utiliza como una de las fases de corriente y sirve además para transportar el fluido criogénico.

165.- Cada una de las otras dos fases de corriente es transportada por conductores, respectivamente dispuestos en dos grupos simétricos, conteniendo en cada grupo los conductores 4 - 5 y 4a - 5a, estando los conductores 4 y 4a conectados eléctricamente en paralelo, así como los conductores 5 y 5a, estando efectuadas las conexiones a cada extremidad del cable.

170.- Los conductores 4 y 5, en chapa perfilada o extruida, se encajan perfectamente uno en otro; el conductor 4 se encaja exactamente en las aletas 2 del conductor 2. Esta
175.- disposición permite un montaje fácil del cable. Los diver-



Los conductores están aislados unos de otros de la misma forma que los cables descritos anteriormente.

En variante, representada en la figura 4, los conductores de las tres fases están constituidas cada uno por dos chapas dobladas que toman un perímetro idéntico a los de los conductores representados en la figura 3. Los conductores de cada fase están referenciados respectivamente 1 - 1a, 4 - 4a y 5 - 5a. Los conductores 1 - 1a y 5 - 5a están ensamblados cada uno de ellos a lo largo del cable, los conductores 4 - 4a están conectados en paralelo a las extremidades del cable.

Los materiales utilizados en el ejemplo de las figuras 3 y 4 son los mismos que los de los cables representados en las figuras 1 y 2. Hay igualmente capas aislantes.

N O T A.-

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

1ª.- Mejoras en la fabricación de cables eléctricos para el transporte de una corriente polifásica, caracterizadas por comprender una parte central metálica sensiblemente tubular, en la que circula un fluido criogénico, estando rodeada dicha parte central por una pluralidad de aletas metálicas sensiblemente planas, paralelas al eje de dicha porción central, una pluralidad de conductores eléctricos en número por lo menos igual al de las fases de corriente menos una unidad, teniendo todos los conductores la forma de perfiles dispuestos paralelamente al eje de la parte central, estando dispuesto un primer conductor de manera que, en cada uno de sus puntos, la distancia que le separe de la superficie definida por la



205.- superficie exterior de la parte central y la de las aletas sea sensiblemente constante, estando dispuestos los otros conductores del cable de manera que todos ellos definan superficies paralelas y equidistantes, siendo igual la distancia entre las superficies precitadas a la distancia constante

210.- precitada, y un superaislamiento térmico, aislado eléctricamente de los conductores precitados y rodeándolos.

215.- 2ª.- Mejoras según el punto 1ª, caracterizadas porque en el material que constituye los conductores, la parte central y las aletas, es un metal de conductividad eléctrica superior a $3 \cdot 10^9$ mhos/metro, elegido en el grupo constituido por el aluminio refinado, el cobre del tipo OFHC y el berilio.

220.- 3ª.- Mejoras según el punto 1ª, caracterizadas porque en el material que constituye los conductores, la parte central y las aletas, es un metal de conductividad eléctrica superior a $3 \cdot 10^9$ mhos/metro, elegido en el grupo constituido por el aluminio refinado, el cobre del tipo OFHC y el berilio, recubierto por lo menos sobre una cara por una capa de un material superconductor elegido en el grupo constituido por el plomo, el compuesto columbio-estaño, la aleación columbio-circonio o la aleación columbio-titanio.

225.- 4ª.- Mejoras según el punto 1ª, caracterizadas porque el material que constituye los conductores es un metal de conductividad eléctrica superior a $3 \cdot 10^9$ mhos/metro, elegido en el grupo constituido por el aluminio refinado, el cobre del tipo OFHC y el berilio, y el material que constituye la parte central y las aletas es elegido en el grupo constituido por el acero inoxidable, el hierro, el níquel y las aleaciones de estos metales.



- 235.- 5^o.- Mejoras según el punto 1^o, caracterizadas porque el material que constituye los conductores es un metal de conductividad eléctrica superior a $3 \cdot 10^9$ mhos/metro, elegido en el grupo constituido por el aluminio refinado, el cobre del tipo OFHC y el berilio, recubierto sobre por lo menos una cara por una capa de un material superconductor elegido en el grupo constituido por el plomo, el compuesto columbio-estaño, la aleación columbio-circonio o la aleación columbio-titanio, y el material que constituye la porción central y las aletas es elegido en el grupo constituido por el acero inoxidable, el hierro, el níquel y las aleaciones de estos metales.

- 240.- 6^o.- Mejoras según el punto 1^o, caracterizadas porque la parte central y las aletas son recorridas por una de las fases de corriente a transportar, sirviendo los conductores precitados para transportar a cada una de las otras fases.

245.- 7^o.- Mejoras según el punto 1^o, caracterizadas porque la parte central y las aletas constituyen un neutro para el cable.

- 250.- 8^o.- Mejoras según el punto 2^o, en el que por lo menos un conductor tiene un espesor aproximado a $1,1 d$, siendo d el espesor de piel del metal del conductor a la frecuencia de la corriente a transportar.

- 255.- 9^o.- Mejoras según el punto 1^o, caracterizadas porque las aletas están dispuestas radialmente y regularmente repartidas en torno a la parte central, estando realizados los conductores a partir de un perfil en chapa fina perfilada, formando la parte central y las aletas una sola pieza metálica realizada por extrusión.

260.- 10^o.- Mejoras según el punto 1^o, caracterizadas porque



- 265.- las aletas son en número de cuatro, dispuestas sensiblemente tangentes a la parte central y en ángulo recto las unas con las otras, formando la parte central y las aletas una sola pieza metálica realizada por extrusión, estando dispuestos los conductores precitados en cuatro grupos de tres conductores cada uno respectivamente destinado a transportar una fase determinada de corriente, en cada uno de los cuadrantes definidos por las aletas, teniendo el conductor central de cada grupo una sección en forma de almenas, y poseyendo los otros dos conductores porciones que se insertan en las mencionadas almenas, estando conectados los conductores correspondientes a una misma fase en paralelo en los extremos de dicho cable.

- 112.- Mejoras según el punto 12, caracterizadas porque las aletas son paralelas entre sí y están separadas regularmente, formando la porción central y las aletas una sola pieza metálica, realizada por extrusión, para transportar una fase de corriente, estando dispuestos los conductores precitados, en número de dos, en dos grupos, simétricos con relación a un plano diametral del cable, el conductor, próximo a la mencionada parte central y a las aletas, teniendo una sección ondulada, y el conductor exterior presentando excrescencias que se encajan en las mencionadas ondulaciones, estando los conductores de cada fase de los dos grupos conectados respectivamente en paralelo a las extremidades de dicho cable.

- 122.- Mejoras según el punto 12, caracterizadas porque las aletas son paralelas entre sí y están separadas regularmente, estando la parte central y las aletas, destinadas a transportar una fase de corriente, formadas en dos elementos metálicos simétricos el uno con relación al otro ensamblados ente sí y realizados cada uno por medio de una chapa replega-

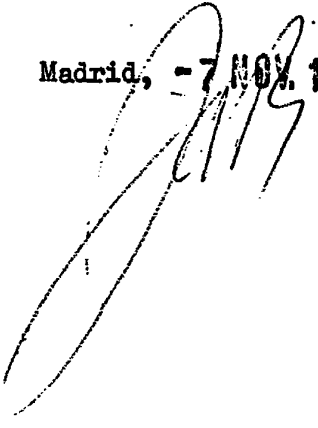


- 295.- da sobre si misma de manera a delimitar, por una parte, una mitad del conductor central y, por otra parte, las aletas, estando los conductores precitados, en número de dos, dispuestos en dos grupos, simétricos con relación al plano de simetría de los dos elementos, el conductor próximo a la mencionada parte central y las aletas con una sección ondulada, y el conductor exterior realizado en chapa plegada presentando excrecencias que se encajan en las mencionadas ondulaciones, estando los conductores de cada fase de los dos grupos conectados respectivamente en paralelo.
- 305.- lo.

132.- "MEJORAS EN LA FABRICACION DE CABLES ELECTRICOS PARA EL TRANSPORTE DE UNA CORRIENTE POLIFASICA", todo tal y conforme se describe en la presente memoria, la cual consta de 310 líneas y a título de ejemplo se representa en los adjuntos dibujos.

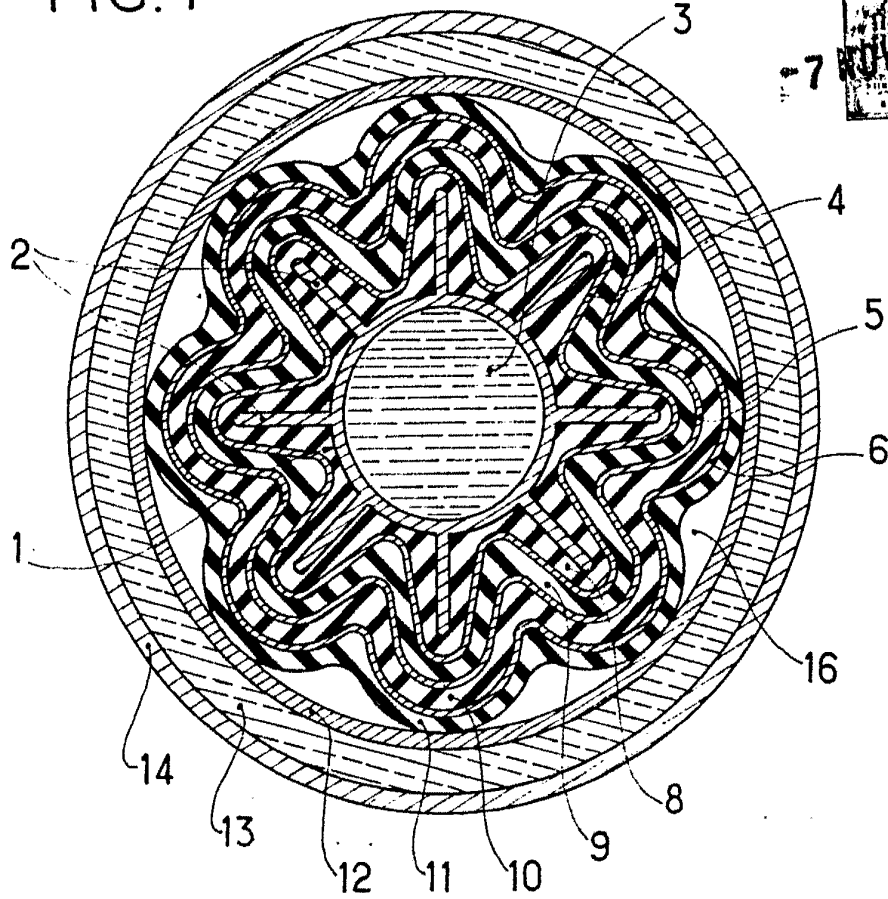
310.-

Madrid, - 7 NOV. 1967



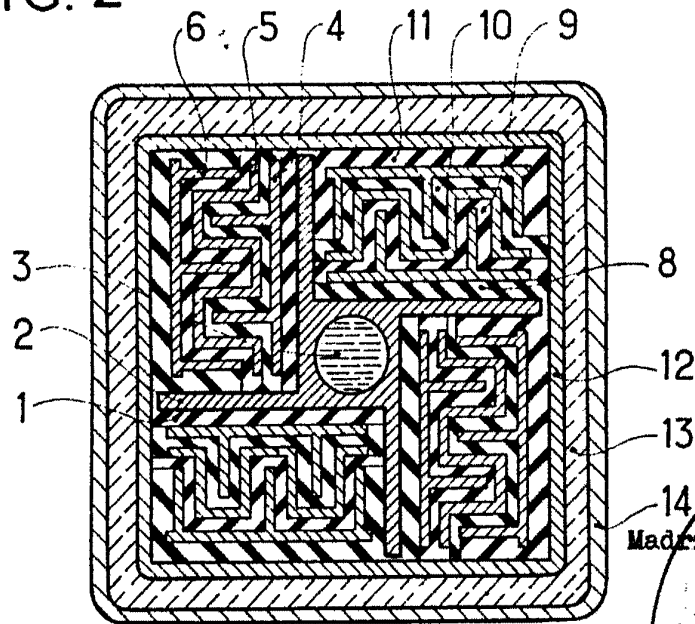
ESCALA VARIABLE.

FIG. 1



7 NOV 1907

FIG. 2



Madrid, 7 NOV 1907

[Handwritten signature]

343265

COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE.

HOJA 2/2.

FIG. 3

ESCALA VARIABLE.

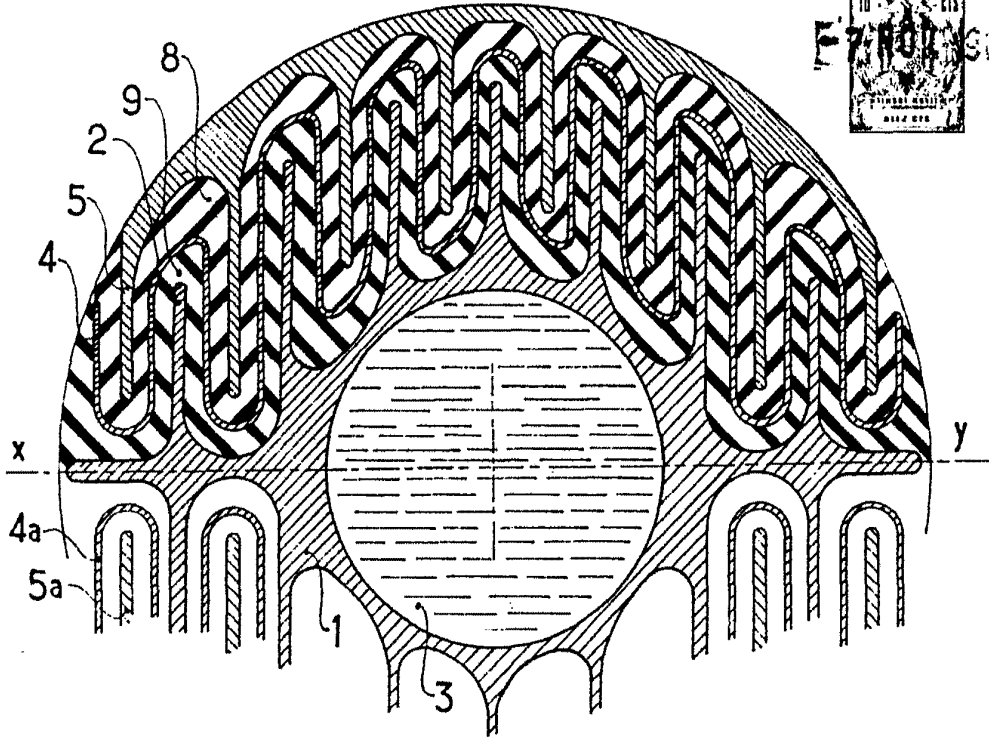
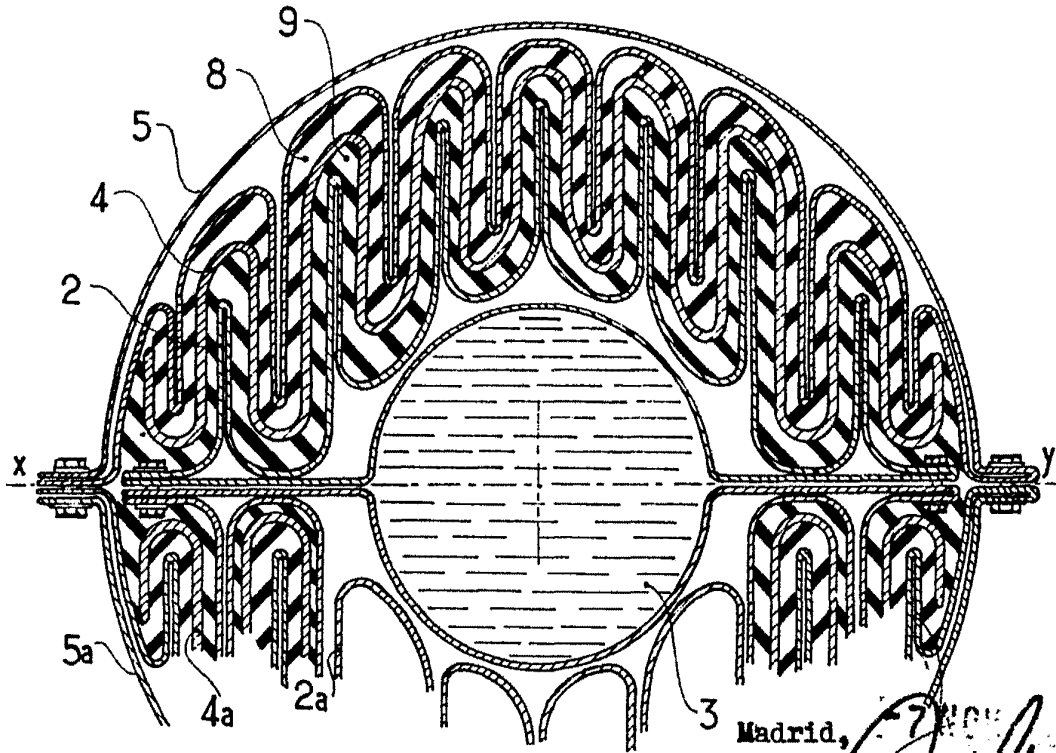


FIG. 4



Madrid,