



290

MEMORIA DESCRIPTIVA.

PATENTE DE INVENCION.

PAIS : ESPAÑA.

DURACION : 20 AÑOS.

OBJETO : "UN DISPOSITIVO DE CABLE CRIOGENICO  
"POLIFASICO".

A nombre de : COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE.

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

Nacionalidad : FRANCESA.



El presente invento se refiere a un cable criogénico polifásico destinado al transporte o al almacenaje de grandes energías eléctricas. Este cable es o bien del tipo "hiperconductor", o bien del tipo "superconductor".

- 5.- Se designa por cable hiperconductor un cable cuya parte activa, que conduce la corriente eléctrica, tiene conductores de metal de elevado grado de pureza cuya resistencia eléctrica está muy disminuida cuando son llevados a baja temperatura (por ejemplo, próxima a 20° Kelvin si los conductores son de aluminio, próxima a 70° Kelvin si son de berilio).

- 10.- Se designan por cables superconductores, cables cuya parte activa que conduce la corriente eléctrica, tiene conductores de metal de propiedades superconductoras cuya resistencia se anula cuando son llevados a muy baja temperatura (la del helio líquido, hacia 4° Kelvin para los conductores de niobio-zirconio, o de niobio-titanio, y hacia 18° Kelvin para los conductores de niobio-estaño). Se han realizado ya un gran número de cables hiperconductores o superconductores.

- 15.- Tales cables poseen una parte "eléctrica", que conduce la corriente un dispositivo de refrigeración de dicha parte eléctrica por circulación de un fluido criogénico y un dispositivo de aislamiento térmico para reducir a un valor tan pequeño como sea posible los cambios térmicos entre el dispositivo de refrigeración y el medio exterior.

- 20.- Los conductores hiperconductores o superconductores de

25.-



la parte "eléctrica" de los cables criogénicos están, como los cables clásicos, provistos de capas aislantes destinadas, por una parte, a aislar las diversas fases del cable entre sí y, por otra parte, a aislar eléctricamente las diversas fases del medio ambiente que es llevado al potencial de tierra. Una de las principales dificultades encontradas en la realización de un cable criogénico resulta de los esfuerzos y tensiones mecánicas que se ejercen en las diversas partes que lo componen durante el enfriamiento (paso de la temperatura ambiente a la temperatura normal de funcionamiento) y que son debidos a las diferencias de valores de los coeficientes de dilatación de los materiales que entran en la composición de dichas partes.

Estos esfuerzos y tensiones mecánicas tienen por efecto romper el aislamiento eléctrico o el aislamiento térmico y conducir a cortocircuito entre fases o puestas a tierra de una o varias fases o provocar pérdidas térmicas que conducen a un calentamiento del cable que pierde entonces sus propiedades hiperconductoras o superconductoras.

Un objeto del presente invento es determinar una estructura de cable criogénico en la que los coeficientes de dilatación diferentes de las diversas partes del cable no provocan ningún esfuerzo mecánico entre estas diversas partes durante el enfriamiento o durante el paso de la temperatura de funcionamiento del cable a la temperatura ambiente. Este cable puede entonces ser enterrado sin inconvenientes.

Otro objeto del presente invento es determinar una estructura de cable criogénico que permita una construcción facilitada y por trozos de gran longitud, y que permitan conseguir un cable que tenga una buena flexibilidad y fácilmente



enrollable y desplazable sobre carretes.

El cable criogénico, según el invento, es notable particularmente porque tiene una parte activa que sirve para transportar la corriente, dispuesta de manera que conserve una posición fija y una longitud constante cualquiera que sean las variaciones de temperatura, y una parte exterior que rodea la parte activa y que sirve de canalización del fluido criogénico y de aislamiento térmico.

En un modo preferido de realización, los conductores de cada fase están constituidos por capas de hilos paralelos en meandros dispuestos alrededor de una superficie cilíndrica.

Como variante, los conductores de cada fase están constituidos por al menos una banda metálica de cheurones o de zonas restringidas de deformación, arqueada alrededor de una superficie cilíndrica. Tales conductores han sido descritos en la solicitud de Patente francesa por "CONDUCTOR ELECTRICO DE LONGITUD INVARIABLE EN FUNCION DE LA TEMPERATURA" bajo el PV N<sup>o</sup>. 89180 del 28 de Diciembre de 1.966.

Los conductores de cada fase están separados de las capas aislantes por encintados metálicos de pequeño espesor.

El alma del cable es un fleje de metal de buena resistencia mecánica enrollado en hélice de espiras casi contiguas.

En una variante, el alma es un tubo realizado por un fleje engatillado.

El invento será mejor comprendido por la descripción hecha más adelante con referencia a los dibujos adjuntos en los que la figura 1 representa una vista en alzado de la porción activa de un cable criogénico trifásico (parte A),



y la figura 2 su envoltura exterior (parte B).

El cable comprende dos partes distintas, sin unión mecánica entre ellas; una parte interna A, o parte activa del cable, en la cual circula la corriente; una parte externa B que sirve de canalización de refrigeración y de aislamiento térmico.

Una de las particularidades del invento es que las dos partes pueden estar construidas y montadas separadamente.

Durante la colocación del cable, según el invento, la parte B será de preferencia enterrada.

La parte externa B del cable comprende esencialmente un tubo interior 1, de preferencia de metal de buena resistencia mecánica, por ejemplo, de acero ordinario o de acero inoxidable.

Alrededor de este tubo está dispuesto un superaislamiento térmico 2, hecho por ejemplo de hojas plásticas metalizadas y entre las que se hace el vacío.

Un tubo exterior 3, de acero o de acero inoxidable, está dispuesto concéntricamente al tubo 1, de manera que forme con este último un recinto estanco.

Cada trozo de parte externa del cable está provisto en sus extremidades de una corona 4 destinada a formar con los tubos 1 y 3 una cámara estanca. El tubo 1 está conectado a la corona 4 por un fuelle metálico 5 destinado a compensar las diferencias de longitud entre el tubo 1 que, en el curso del funcionamiento, será llevado a baja temperatura y el tubo 3 que queda a la temperatura ambiente. El tubo exterior 3 está provisto de orificios tales como 6, provistos de un tubo 7 cerrado por una válvula 8 para permitir el bombeo del superaislamiento.



El aislamiento térmico está comprendido preferentemente entre dos rejillas 9 y 9a destinadas a formas con los tubos 1 y 3 conductos de bombeo para la puesta bajo vacío del aislamiento térmico.

120.- El tubo exterior 3 está recubierto, según cualquier medio conocido por una protección mecánica y anticorrosiva no representada.

Unos soportes, por ejemplo anillos ahuecados, tales como 9b mantienen, a distancia uno del otro los tubos 1 y 3, de manera que se evite además el aplastamiento de las capas de aislamiento térmico.

125.- La parte interna del cable tiene en su interior un alma hecha de un fleje metálico 10 arrollado en hélice de espiras casi contiguas.

130.- El metal escogido será preferentemente de buena resistencia mecánica, por ejemplo de acero inoxidable. La relación de la anchura del fleje a su grosor estará comprendida preferentemente entre 4 y 7.

135.- La hoja metálica está recubierta por una cinta de metal 11, dispuesta con paso inverso al del fleje; la anchura de la banda de metal es ventajosamente la misma que la del fleje 10, pero la relación de su anchura a su grosor estará comprendida preferentemente entre 40 y 70.

140.- El metal de la banda 11 es escogido preferentemente entre el cobre, el aluminio, el duraluminio y el acero inoxidable.

145.- La cinta de metal 11 está recubierta de una o varias capas de aislamiento eléctrico, realizado preferentemente por encintado de espiras con semirecubrimiento, de papel o de una cinta plástica aislante (nylon, mylar, etc.), o por



una pluralidad de capas plásticas realizadas por extrusión. Se ha representado en 12 a título de ejemplo, un encintado de papel de espiras con semirecubrimiento.

150.- Por encima de esta capa aislante está dispuesto un encintado metálico 13 idéntico al encintado 11.

Por encima del encintado 13 está dispuesta una capa 14 de conductores filiformes destinada a transportar una de las fases de la corriente, la fase I por ejemplo.

155.- En la versión "cable hiperconductor", los hilos son de aluminio de alto grado de pureza, o de cobre refinado, o de plata o de berilio.

160.- En la versión "cable superconductor", los conductores son por ejemplo hilos de aluminio recubiertos de un depósito de plomo, o de niobio, o de aleación niobio-zirconio, o de niobio-titanio, o de niobio-estaño.

165.- Los hilos de esta capa son paralelos, pero no rectilíneos. Se les confiere, antes de su colocación, una forma ondulada próxima a la de una senoide cuyo eje es paralelo a las generatrices del cilindro formado por la capa 13 y se arquea el plano de esta senoide, de tal manera que los hilos están en contacto con la capa cilíndrica 13.

Se encuentran a continuación sucesivamente desde el interior hacia el exterior del cable:

- un encintado metálico 15 idéntico al encintado 11;
- 170.- - un aislamiento eléctrico 16 del mismo tipo que el aislamiento 12;
- un encintado metálico 17;
- una capa de hilos 18, idéntica a la capa 14 para transportar la corriente de la fase II;
- 175.- - un encintado metálico 19 (idéntico al 17);



- un aislamiento eléctrico 20 (idéntico al 16);
- un encintado metálico 21 (idéntico al 19);
- una capa de hilos 22 (idéntica a 18 y 14) para transportar la corriente de la fase III;

- 180.-
- un encintado metálico 23;
  - un aislamiento eléctrico 24;
  - y una funda 25 de materia plástica, que impide al vapor de agua penetrar en el cable antes de su enfundado en B y que protege al cable durante su transporte o su colocación.

- 185.- Esta funda puede eventualmente ser retirada antes de la colocación del cable.

- La misión de los encintados metálicos tales como 11 es permitir un buen deslizamiento de las capas conductoras con relación a las capas de aislamiento eléctrico, cuando se producen las contracciones al enfriarse el cable o las dilataciones durante el paso de la temperatura de funcionamiento normal del cable a la temperatura del cable.
- 190.-

- Permiten reducir los esfuerzos mecánicos sobre los conductores y evitar la deformación en frío por aplastamiento del metal que los constituye.
- 195.-

- Las ondulaciones dadas a los hilos que constituyen los conductores de fase se atenúan durante el enfriamiento por el fenómeno normal de contracción del metal. El efecto inverso se produce durante el recalentamiento del cable y las ondulaciones toman de nuevo su amplitud inicial.
- 200.-

- La hélice 10 puede igualmente dilatarse y contraerse libremente con las variaciones de temperatura. Gracias al libre juego de las contracciones y dilataciones de los diversos metales que lo componen y gracias a su estructura de capas helicoidales o de capas onduladas, el cable según el
- 205.-



invento tiene la particularidad de guardar una longitud prácticamente constante cuando la temperatura varía, sin que aparezcan esfuerzos perjudiciales entre las diversas capas que deslizan libremente unas sobre las otras.

210.- Como variante, las capas de hilos son reemplazadas por conductores en forma de banda arqueada en canal y que presenta zonas de deformación locales de manera que conserven una longitud invariable cualquiera que sea la temperatura. Tales conductores, y los metales que los constituyen, están descritos en la Patente citada.

215.- En esta variante, la presencia de los encintados metálicos demuestra ser igualmente muy favorable para permitir una libre contracción de los conductores durante el enfriamiento.

220.- El fluido criogénico circula en el interior de la hélice y en el espacio anular 26 comprendido entre la funda 25 y el tubo 1.

El invento no está limitado de ninguna manera al modo de realización descrito y representado. Se puede, sin salir del marco del invento, introducir modificaciones de detalle y reemplazar ciertos medios por medios equivalentes.

225.- 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:

230.- 12.- Un dispositivo de cable criogénico polifásico, caracterizado por el hecho de que comprende un elemento externo que tiene dos partes metálicas tubulares concéntricas entre las que está dispuesto un superaislamiento térmico y un ele-



235.- mento interno que sirve para transportar la corriente y colocado en el interior de la parte tubular de menor diámetro, el elemento interno que tiene una pluralidad de conductores eléctricos tubulares coaxiales, de longitud invariable en función de la temperatura, colocados cada uno entre dos encintados metálicos.

240.- 22.- Un dispositivo de cable criogénico polifásico, según el punto 12, caracterizado por el hecho de que cada conductor está constituido por al menos una capa de hilos metálicos paralelos dispuestos en meandros a lo largo de una superficie cilíndrica.

245.- 32.- Un dispositivo de cable criogénico polifásico, según el punto 12, caracterizado por el hecho de que cada conductor está constituido por al menos una banda metálica que tiene zonas de menor resistencia a los esfuerzos transversales, como se ha descrito en la Patente francesa PV N2. 89180 del 28 de Diciembre de 1.966, y arqueada en forma de canal.

250.- 42.- Un dispositivo de cable criogénico polifásico, según el punto 12, caracterizado por el hecho de que el material de los conductores es escogido entre el aluminio de alto grado de pureza, el cobre electrolítico, el berilio o la plata.

255.- 52.- Un dispositivo de cable criogénico polifásico, según el punto 12, caracterizado por el hecho de que cada conductor tiene una parte de material superconductor, tal como el plomo, el niobio, o una de las aleaciones niobio-zirconio, niobio-titanio o niobio-estaño.

260.- 62.- Un dispositivo de cable criogénico polifásico, según el punto 12, caracterizado por el hecho de que el metal de los encintados es escogido entre el cobre, el duraluminio,



265.- el acero inoxidable o el aluminio.

7º.- Un dispositivo de cable criogénico polifásico, según el punto 1º, caracterizado por el hecho de que una capa de material aislante aísla dos encintados metálicos adyacentes.

270.- 8º.- Un dispositivo de cable criogénico polifásico, según el punto 1º, caracterizado por el hecho de que los conductores están dispuestos coaxialmente a un tubo metálico que sirve de canalización de fluido criogénico.

275.- 9º.- Un dispositivo de cable criogénico polifásico, según el punto 8º, caracterizado por el hecho de que el tubo metálico citado está constituido por una cinta de metal de buena resistencia mecánica tal como el acero, arrollada en hélice de espiras casi contiguas o de fleje engatillado.

280.- 10º.- Un dispositivo de cable criogénico polifásico, según el punto 8º, caracterizado por el hecho de que el fluido criogénico circula en el espacio comprendido entre el elemento interno del cable y la parte tubular de menor diámetro.

285.- 11º.- "UN DISPOSITIVO DE CABLE CRIOGENICO POLIFASICO", todo tal y conforme se describe en la presente memoria, la cual consta de 286 líneas y a título de ejemplo se representa en los adjuntos dibujos.

Madrid, 29 D 16. 1967



Nº 48.748

ESCALA VARIABLE.

FIG. 1

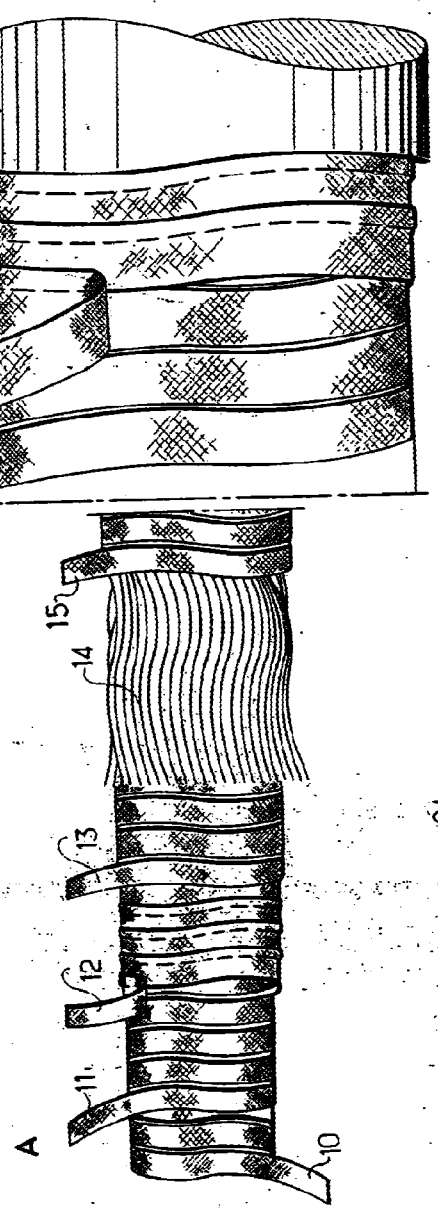
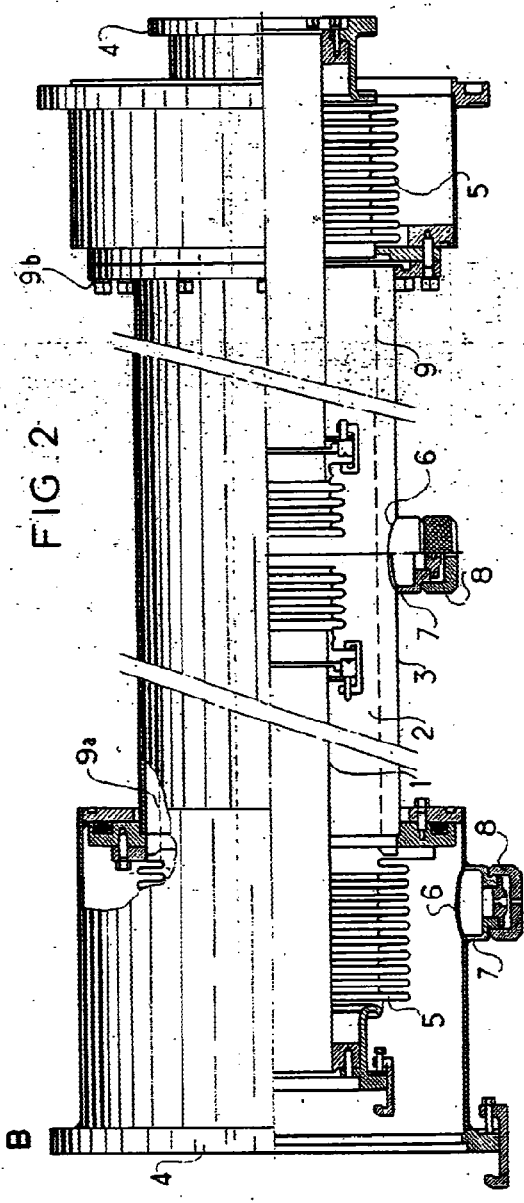


FIG. 2



Madrid, 29 DIC/1967

*[Handwritten signature]*