



P A T E N T E

a favor de

Telefonos Bell S. A.

por:

" Perfeccionamientos en los materiales magnéticos "

Memoria Descriptiva

Esta invención se refiere a la producción y uso de un nuevo material o substancia dotado de determinadas propiedades eléctricas y magnéticas de las cuales la mas importante es su gran permeabilidad especialmente para pequeñas fuerzas magnetizantes, y relativamente independiente de los esfuerzos mecánicos aplicados al material. Este material está compuesto de hierro y de nickel y está tratado a un grado conveniente de calor para comunicarle la elevada permeabilidad deseada.

En un articulo de Arnold y Elmen titulado "Permalloy" publicado en el Journal of the Franklin Institute, en mayo de 1923, se describe una composición magnética formada en sus proporciones



1925

- 2 -

preferidas, por 78'5 % de nickel y 21'5 % de hierro la cual sometida a un determinado tratamiento por el calor presenta una permeabilidad notablemente elevada a las pequeñas fuerzas magnetizantes. Se hace tambien constar que el material indicado debe estar protegido de fuerzas o esfuerzos indebidos una vez ha sido tratado por el calor para desarrollar su alta permeabilidad, puesto que esta se encuentra algunas veces alterada mas o menos por la acción de dichas fuerzas. Otras composiciones de nickel y de hierro en las cuales el contenido en nickel es algo menor son todavia mas sensibles a la acción de la tensión.

En la presente invención el objeto principal consiste en la producción de una composición presentando una o mas de las características de la composición descrita en el citado artículo de Arnold y Elmen pero mucho menos sensible a la tensión. Otros fines de la invención se desprende de la descripción siguiente:

En el plano que se acompaña, la figura 1, representa una serie de curvas indicando la relación entre la tensión y la permeabilidad de distintas combinaciones de nickel y de hierro y la figura 2, representa la sección de un cable submarino en el cual se utiliza el material perfeccionado para la carga inductiva.

Efectuado un estudio de los efectos de la tensión en las composiciones de nickel y de hierro conteniendo de 65 % a 90 % de nickel y el resto hierro sometidas todas ellas previamente al tratamiento conveniente para asegurar su gran uniformidad y que estuvieran libres en todo lo posible de tensiones internas se encontró que si el contenido en nickel era menor de 80 % la permeabilidad aumenta con la tensión mientras que si la cantidad de nickel era mayor de 80 % la permeabilidad disminuye con la tensión pero en una composición conteniendo aproximadamente 80 % de nickel, la permeabilidad es casi independiente por completo de la tensión aplicada. Otros ensayos demostraron que la composición en la cual la permeabilidad es mas independiente de la tensión, cambia mas o menos por el tratamiento por el ca-



lor como se detalla en la siguiente descripción. El plano que se acompaña representa una serie de curvas indicando la relación entre la permeabilidad para una fuerza magnetizante de 0'1 gauss y la tensión aplicada para distintas composiciones de hierro y de nickel.

Una de las aplicaciones principales entre varias de dichas composiciones de nickel y de hierro es como material de carga para aumentar la inductancia de los conductores de señales y especialmente para cables submarinos transoceanicos. Las fuerzas magnetizantes de una corriente de señales en tales cables varían generalmente alrededor de dos décimas de unidad c.g.s. (gauss) en el extremo transmisor a aproximadamente 0.001 gauss cerca del medio llegando a valores excesivamente pequeños en el extremo receptor. Las propiedades de estas composiciones en sus proporciones referidas se adaptan especialmente para el uso como material de carga para cables submarinos de gran longitud y fué en relación con este empleo que se efectuaron las investigaciones conducentes a esta invención. La carga se coloca especialmente o de preferencia sobre el conductor en forma de una capa helicoidal de cinta o alambre envolvente. El conductor cargado es sometido al calor para comunicar al material la elevada permeabilidad a las fuerzas magnetizantes del orden encontrado en las señales submarinas. Seria ventajoso tratar la cubierta envolvente por el calor de manera que se asegurara la permeabilidad elevada antes de aplicarla al conductor si no se produjeran al aplicarla al conductor tensiones en el mismo que disminuyen en gran manera la permeabilidad. La inductancia del conductor cargado se demostró sin embargo que variaba por la presión en las aguas profundas a menos de usar medios especiales para igualar la presión de manera que el conductor se encuentre libre de tensión. Estos medios están descritos y reivindicados en la patente Inglesa No. 184.782.

Sin perder de vista la idea de que variando las proporciones en la composición del material nickel hierro se podría encontrar una que poseyera una permeabilidad tan elevada como la de la com-



posición citada, y no estar sometida a los efectos que en la misma produce la tensión se efectuaron mediciones en alambres dispuestos de manera que su permeabilidad podía ser medida mientras el material se encontraba sometido a tensiones de cualquier medida. El tipo de esfuerzo usado fue el resultante de la simple tensión del propio material. Ello fué así escogido para simplificar el procedimiento experimental y la interpretación de los resultados. Los alambres ensayados constituyen una serie graduada de composiciones de nickel y de hierro variando entre 65 % de nickel y 90 % del mismo.

Estos alambres fueron tratados por el calor de la manera siguiente: Las muestras fueron colocadas en un recipiente de cuarzo en el cual se practicó el vacío y fué colocado luego en un horno cuya temperatura era aproximadamente de 960°C. Después de permanecer en el horno durante unos diez minutos el recipiente fué sacado y dejado enfriar lentamente a la temperatura del local antes de ser abierto. No se efectuó tentativa alguna para obtener el máximo de permeabilidad.

Estas experiencias demostraron la existencia de una serie limitada en la proximidad de 80 a 83 % de nickel en la cual el cambio de permeabilidad con la tensión es relativamente pequeño y por uno de cuyos lados la permeabilidad aumenta con la tensión mientras disminuye en el otro. Los resultados de estos ensayos aparecen en las curvas de la figura 1, en la cual la tensión en libras por pulgada cuadrada como abscisas, está relacionada con  $\mu$  para  $H = 0.01$  gauss como ordenadas. La curva A corresponde a 65 % nickel la B a 70 % de nickel, la C a 73 %, la D a 80 %, la E a 82 %, la F a 83 %, la G a 84 y la H a 90 % de nickel. Las curvas representadas alcanzan hasta un máximo de tensión de 2000 libras por pulgada cuadrada, pero los ensayos fueron llevados hasta tensiones de 10.000 libras por pulgada cuadrada sin obtenerse una variación marcada en la curva D representando las propiedades de una composición de 80 % de nickel y de 20 % de hierro. Se obtuvieron también datos para una composición de 81 % de nickel



y 19 % de hierro para intensidades de campo de seis gauss y a pesar de que la permeabilidad cambia dentro de este orden de una manera análoga a la de la composición indicada por Arnold y Elmen en su artículo titulado "Permalloy" del Journal of the Franklin Institute de mayo de 1923, no se produjeron variaciones en la forma de las curvas que indican la relación entre la permeabilidad y la tensión dentro de un campo de fuerza determinada. La permeabilidad de la composición de 80 % de nickel y 20 % de hierro fue aproximadamente de 4000 para  $H= 0.01$  gauss como se indica en el dibujo y la permeabilidad inicial del material era de aproximadamente 3800. Es interesante asimismo observar que aunque los efectos de la tensión en la permeabilidad del hierro o del nickel solos son comparativamente menores que en estas composiciones, la dirección del efecto de la tensión en composiciones con mas de 90 % de nickel es la misma que en el nickel puro y la conducta de las composiciones conteniendo mas de 20 % de hierro es igual que la del hierro en los campos magnéticos de pequeña intensidad.

La relación exacta entre el hierro y el nickel sin embargo, depende para obtener este resultado en cierto modo de la intensidad del campo en el cual el material debe encontrarse sometido pero se encuentra probablemente entre los límites 80 a 83 % de nickel y 17 a 20 % de hierro. Así por ejemplo con 81 % de nickel y 19 % de hierro el signo del efecto de la tensión sobre la magnetización cambia varias veces durante el proceso de saturación magnética del material, aun cuando el grado de sensibilidad a la tensión es muy débil en toda la zona. Ensayos efectuados indican que el factor importante es la proporción en que se encuentra el nickel con relación al contenido en nickel-hierro de la composición, mas que con respecto al total de la composición en si, ya que es posible obtener composiciones dotadas de las características indicadas manteniendo esta relación cuando nos encontramos en presencia de otros elementos.

Los experimentos efectuados en campos de mayor inten-



sidad demuestran tambien que aproximadamente con esta composición que presenta la menor variación, con la tensión, de permeabilidad en campos de pequeña intensidad la fuerza coerciva y el area del lazo de histéresis son tambien menos alterados por la tensión. Para composiciones conteniendo menos de 80 % de nickel el efecto de la tensión es de reducir la fuerza coerciva y la pérdida de histeresis por periodo. En el caso de composiciones conteniendo mas de 80 % de nickel la tensión aumenta la fuerza coerciva y la pérdida de histeresis por periodo.- Se comprende que en ambos casos la fuerza coerciva y las pérdidas de histeresis comparadas son las obtenidas por medidas efectuadas con la misma inducción máxima.

La resistencia de una composición de 80 % de nickel y 20 % de hierro se ha demostrado que corresponde a  $16 \times 10^{-10}$  ohms por cm. Las demas composiciones ensayadas ofrecen un cambio de resistencia en la misma dirección que el cambio de permeabilidad cuando se aplica una tensión. La resistencia de una composición con 80 % de nickel permanece practicamente constante, propiedad que si bienno es tan importante como la estabilización de la permeabilidad, puesto que la resistencia no es tan sensible a la tensión, no deja sin embargo de presentar una notable importancia.

La figura 2, representa la sección de un cable submarino cargado en inducción con la composición tal como se ha descrito. En esta figura un conductor central de cobre -1- está rodeado de un corcho de cobre -2- formando un conductor compuesto. Una cubierta de la composición perfeccionada indicada está envuelta en hélice sobre el conductor -1- formando una capa -3- de carga inductiva. El conjunto se encuentra rodeado de un aislamiento de guttapercha -4- y la cubierta armada y protectora usual -5-.

La nueva composición se adapta particularmente bien para este uso para el que se desea una permeabilidad muy elevada y se ha demostrado que en la práctica se obtiene el mayor grado de permeabilidad si la composición es relativamente insensible a la tensión.



Ensayando distintas aleaciones de nickel y de hierro por si mismas a parte del conductor se ha demostrado que la mayor permeabilidad inicial es obtenida con una composición de 78'5 % de nickel y 21'5 % de hierro especialmente tratada por el calor. Sin embargo, al ensayar cubiertas de distintas composiciones aplicadas a un conductor de cobre y tratadas luego por el calor se ha observado que la máxima inductancia para corrientes débiles y por tanto la permeabilidad actual máxima es obtenida con una composición en la cual el nickel forma el 80 - 81 % del contenido total de nickel hierro. La razón porque esta ultima composición da los mejores resultados para el caso de un conductor cargado consiste en su menor sensibilidad a la tensión. En la fase de enfriamiento del tratamiento por el calor el material nickel hierro tiene tendencia a adherirse al conductor de cobre con la consiguiente tensión mecánica. Este hecho se presenta con mayor intensidad si el material de carga se aplica bien en contacto con el conductor. La tensión producida por la adhesión influye sobre la composición de 78'5 % de nickel y 21'5 % de hierro mucho mas que sobre las composiciones con 80-81 % de nickel y 20-19 % de hierro, los cuales como antes se ha dicho son relativamente insensibles a la tensión. El resultado es que con la composición insensible se asegura la máxima inductancia final. Composiciones del orden sensible estan tambien especialmente indicadas para su empleo en los cables submarinos porque no son afectadas por las elevadas presiones existentes en las aguas profundas, en el mismo grado que otras composiciones, como por ejemplo, la de 78'5 % de nickel y 21'5 % de hierro.

N O T A

Se reivindica como objeto de esta patente:

- 1) Un material magnético constituido por nickel y hierro en el cual la cantidad de nickel es de 80 a 83 % de la cantidad total de nickel hierro.
- 2) Una composición magnética formada por materiales dotados de una propiedad eléctrica o magnética que varia en direcciones



opuestas bajo distintas fuerzas mecánicas dentro de un cierto límite conteniendo dicha composición los citados materiales en la proporción conveniente para que los efectos de dichas fuerzas mecánicas se equilibren de manera que la propiedad de la composición es prácticamente independiente de la fuerza mecánica aplicada dentro de dichos límites.

3) Una composición magnética constituida por nickel y hierro caracterizada porque la permeabilidad de la misma es independiente de las fuerzas mecánicas aplicadas a la misma hasta el punto en el cual se alcanza el límite de elasticidad.

4) Una composición magnética de acuerdo con la reivindicación 3, la cual presenta una permeabilidad mayor que el hierro para las fuerzas magnetizantes de varias decimas de gauss o menos y una gran permeabilidad a las fuerzas de un orden de 1 gauss caracterizada por contener 80-83 % de nickel sobre el conjunto de la composición, siendo dicha permeabilidad prácticamente independiente de las presiones entre cero y por lo menos 5000 libras por pulgada cuadrada.

5) Una composición magnética de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada por ser uno de los materiales citados el nickel y el otro el hierro.

6) Un cable submarino conteniendo un conductor de señales cargado con un material magnético o composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

7) Perfeccionamientos en los materiales magnéticos.

Barcelona 22 de mayo de 1925.

P. A.

FIG. 1.

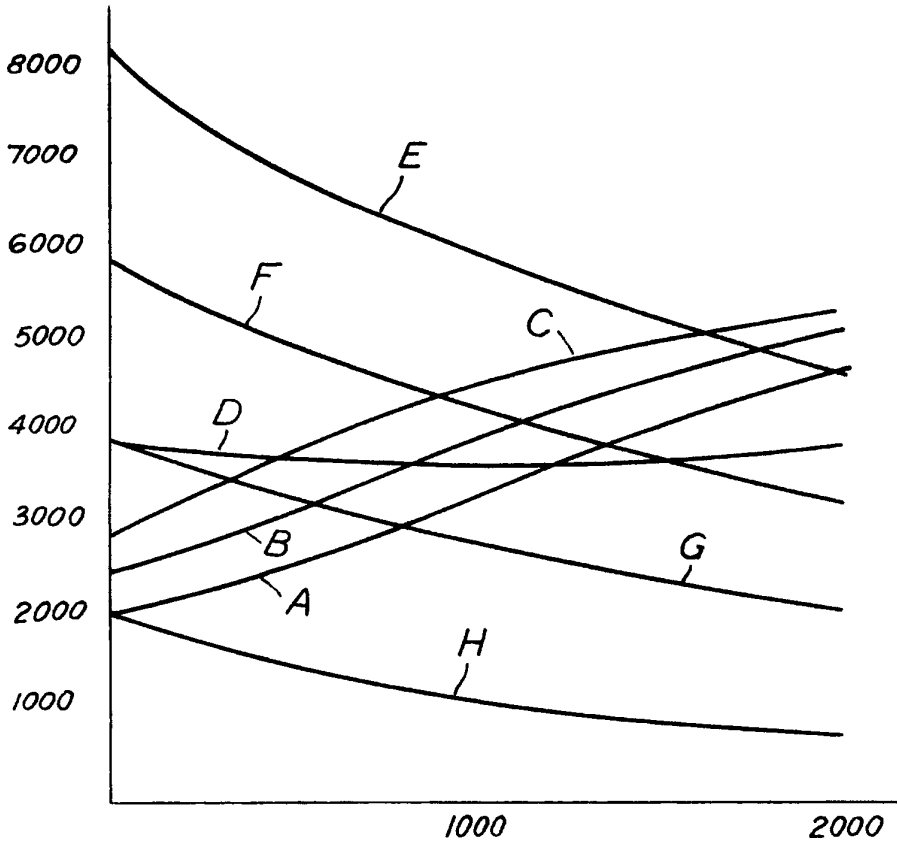
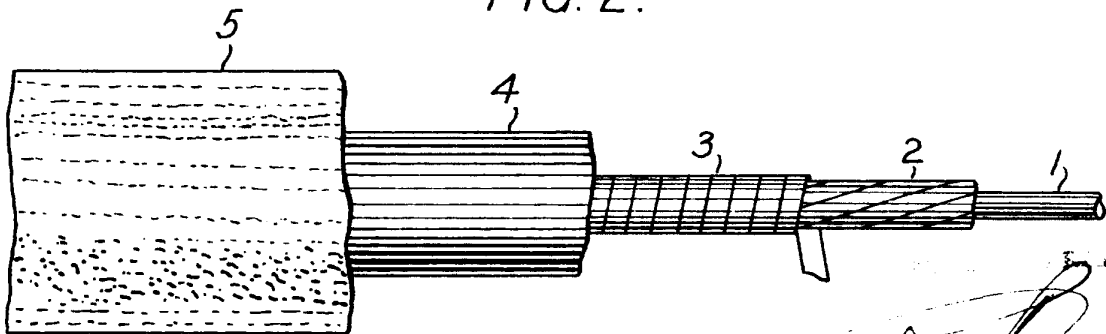


FIG. 2.



*Benjamin Rogge*