

308556



MEMORIA DESCRIPTIVA.

PATENTE DE INVENCION.

PAIS : ESPAÑA.

DURACION : 20 AÑOS.

OBJETO : "UN METODO DE PRODUCIR UNA  
"BOBINA ELECTRICA".

=====

A nombre de : GENERAL ELECTRIC COMPANY.

Residente en : SCHENECTADY (New-York),  
1, River-Road.

Nacionalidad : NORTEAMERICANA.

(P. 2.169, A-R).  
(Docket 3D-2224).



308556

26 E

Este invento se refiere a bobinas eléctricas y, más particularmente, a bobinas eléctricas caracterizadas por densidad y conductividad térmica mejoradas y a un método perfeccionado para producir tales bobinas.

- 5.- En muchas aplicaciones en que se usan bobinas eléctricas, es deseable que los constructores de las bobinas proporcionen la máxima cantidad de conductividad por unidad de volumen con el fin de conseguir una utilización económica del material conductor. Por ejemplo, en motores de corriente continua con campo devanado, amplidinos y otras máquinas eléctricas con piezas polares separables, los devanados de campo consisten usualmente en dos o tres bobinas de hilo de cobre arrollado. Las bobinas se colocan sobre las piezas polares antes de que los polos se monten sobre la culata. En tales aplicaciones las necesidades de espacio han exigido en general que para las bobinas de campo se use hilo de cobre. Sin embargo, si pudiera usarse un material conductor menos caro, aluminio por ejemplo, para proporcionar la misma conductividad en el mismo espacio de sección transversal, podría conseguirse una utilización más económica del material conductor.
- 10.-
- 15.-
- 20.-
- Además, en aplicaciones en que se presenta dentro de la bobina una gran proporción de generación de calor, tales como en las bobinas de un transformador de lastre, es deseable que la bobina se caracterice por su buena conductividad térmica. A
- 25.-
- menos que el calor generado con una bobina sea evacuado eficaz-



mente al ambiente que rodea a la bobina, el calor dentro de la bobina puede dar como resultado un recalentamiento que hará que el aislamiento del alambre de la bobina se degrade térmicamente acortando de éste modo la vida esperada de la bobina.

30.- Muchas bobinas eléctricas que se usan en reactancias y pequeños transformadores se arrollan sobre tubos o carretes. Los tubos proporcionan un soporte mecánico para las espigas de la bobina durante la operación de arrollamiento y el aislamiento respecto a masa cuando se está sobre un núcleo magnético. En algunas aplicaciones puede ser deseable, por razones económicas, eliminar los tubos y disponer una bobina auto-soportante, es decir, una bobina que no requiera un tubo para impedir el desplazamiento de sus espiras.

40.- En tiempos pasados, las bobinas eléctricas han sido previamente conformadas para alisar las superficies exteriores o caras de la bobina. Anteriormente, las bobinas eléctricas, tales como se usan en transformadores y en motores eléctricos, que nosotros sepamos, no han sido sometidas a presiones relativamente altas para conseguir una deformación de los alambres conductores en una bobina eléctrica. Se ha supuesto en general que sometiendo a una bobina de capas múltiples arrollada con hilo conductor revestido con resina sintética a presiones relativamente grandes se provocarían contactos de cobre con cobre entre los conductores de la bobina. Se creyó, por consiguiente, que resultarían corto-circuitos entre conductores adyacentes los cuales iniciarían procesos de degradación en el aislamiento del alambre conductor que causarían fallos prematuros de la bobina.

50.- 55.- Un objeto de éste invento es crear una bobina eléctrica



con conductividad incrementada por unidad de sección transversal de la bobina y, también crear un método mejorado para producir bobinas eléctricas que permita una utilización más económica de los materiales conductores.

- 60.- De acuerdo con una forma de nuestro invento, hemos creado una bobina eléctrica perfeccionada compuesta por una pluralidad de espiras superpuestas de alambre conductor aislado, formando un arrollamiento con más de dos capas de conductores. Por lo menos una parte del arrollamiento se comprime a
- 65.- una presión entre 700 y 2.820 kgs./cm<sup>2</sup> para deformar el alambre conductor de la parte comprimida a partir de una sección transversal circular a una sección transversal poligonal. Antes de la compresión, el alambre conductor tiene de preferencia una sección transversal circular con un diámetro  $D_0$
- 70.- (diámetro del conductor metálico solamente) y también tiene antes de la compresión un recubrimiento sustancialmente uniforme de resina sintética con un espesor radial  $h_0$ , no siendo menor de 18 en la relación  $D_0/h_0$ .
- 75.- Contrariamente a lo que podría esperarse, hemos descubierto que cuando se comprime el arrollamiento, el esmalte de resina sintética se conforma a la sección transversal poligonal del alambre conductor deformado para aislar conductores adyacentes y que no ocurre un aplastamiento completo con expulsión del esmalte. Además las características eléctricas de una bobina o de una parte de una bobina densificadas a presiones relativamente tan grandes no son empeoradas de modo importante. Aunque puede ocurrir alguna expulsión por aplastamiento del recubrimiento aislante de resina sintética a dentro del espacio entre los conductores, no se tropezará
- 80.- con contactos del tipo de conductor con conductor entre con-
- 85.-



ductores adyacentes como resultado de la deformación de los conductores de las bobinas.

De acuerdo con otra forma del invento, hemos creado un método perfeccionado para hacer una bobina en el cual toda la bobina, o una parte de ella, es comprimida en un molde que tiene una forma predeterminada a una presión entre 700 y 2.820 kgs/cm<sup>2</sup>. Antes de la compresión, el alambre conductor tiene con preferencia una sección transversal circular con diámetro  $D_0$  y un esmalte de resina sintética en forma de capa uniforme con un grueso radial  $h_0$ , tal que la relación  $D_0/h_0$  no es menor de 18. Después de la compresión, los conductores de la bobina quedan deformados desde una sección transversal circular a una sección transversal poligonal. Se deforma toda la bobina o sólo una parte de ella se encontró que el esmalte de resina sintética se conforma al alambre conductor poligonal deformado para dar una película aislante continua entre conductores adyacentes.

Una ventaja importante que resulta de la práctica del presente invento es que, en muchas de las aplicaciones de las bobinas eléctricas, es posible reemplazar las bobinas arrolladas de tipo usual con alambre de cobre aislado por las bobinas con un alambre conductor más económico, tal como el aluminio. En muchas aplicaciones, para unas necesidades de espacio dadas es posible lograr un aumento en la densidad de la bobina usando el mismo alambre conductor.

El invento podrá comprenderse mejor haciendo referencia a la siguiente descripción tomada conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 es una vista en sección de un conjunto de molde anular y una bobina parcialmente en sección mostrados entre

308556 26



- 6 -

las platinas de una prensa hidráulica antes de la compresión.

La figura 2 es una vista en corte transversal fragmentaria a escala ampliada de una parte de la bobina mostrada en la figura 1 antes de la compresión.

120.- La figura 3 es una vista en sección del conjunto de molde anular mostrado en la figura 1 con la bobina comprimida a una presión de aproximadamente 1400 kgs/cm<sup>2</sup>.

La figura 4 es una vista en corte transversal fragmentario a escala ampliada de una parte de la bobina mostrada en la figura 3.

125.- La figura 5 es una vista desde arriba del anillo de caucho usado en el conjunto de molde anular para proteger los conductores inicial y final de la bobina durante la compresión.

La figura 6 es una vista en perspectiva de una bobina de motor que incorpora una forma del invento y en la cual sólo se han comprimido partes de la bobina.

130.- La figura 7 es una vista en corte transversal a escala ampliada tomada en esencia por la línea de sección 7-7 de la figura 6 de la parte comprimida de la bobina de motor e ilustrado la variada deformación de los conductores que se obtiene cuando la bobina es comprimida en un molde para dar una sección transversal trapecial que se adapta a la forma de las ranuras para el arrollamiento.

135.- La figura 8 muestra una curva que ilustra una gráfica de la presión en kgs/cm<sup>2</sup> en el eje de ordenadas en función de la densidad de la bobina expresada en el eje de abcisas con porcentaje de la transmisión de luz para una bobina de aluminio que incorpora el invento.

140.- La figura 9 muestra una sección transversal a escala ampliada de una parte de una bobina cilíndrica del tipo ilustra-

145.-



do en la figura 1 que no ha sido sometida a compresión.

La figura 10 muestra una vista en sección transversal a escala ampliada de una parte de una bobina idéntica a la mostrada en la figura 9 pero comprimida a una presión de unos 150.- 350 kgs/cm<sup>2</sup> aplicada en una dirección paralela al eje de simetría de la bobina.

La figura 11 ilustra una vista ampliada de una sección transversal de una parte de una bobina idéntica a la mostrada en la figura 9 pero comprimida a una presión de unos 490 kgs/cm<sup>2</sup> aplicada en una dirección paralela al eje de simetría de la bobina.

La figura 12 ilustra una vista en sección transversal a escala ampliada de una parte de una bobina idéntica a la mostrada en la figura 9 pero comprimida a una presión de unos 160.- 630 kgs/cm<sup>2</sup> aplicada en una dirección paralela al eje de simetría de la bobina.

La figura 13 es una vista a escala ampliada de una sección transversal de una parte de una bobina idéntica a la mostrada en la figura 9 pero comprimida a una presión de unos 165.- 1400 kgs/cm<sup>2</sup> aplicada en una dirección paralela al eje de simetría de la bobina.

La figura 14 es una sección transversal a escala ampliada de una parte de una bobina idéntica a la mostrada en la figura 9 pero comprimida a una presión de 2100 kgs/cm<sup>2</sup> aplicada en una dirección paralela al eje de simetría de la bobina.

La figura 15 es una sección transversal a escala ampliada de una bobina idéntica a la mostrada en la figura 9 pero comprimida a una presión de unos 2800 kgs/cm<sup>2</sup> aplicada en una dirección paralela al eje de simetría de la bobina.



La figura 16 muestra una sección transversal a escala ampliada de una parte de una bobina comprimida a una presión de unos 2800 kgs/cm<sup>2</sup> pero con una relación del diámetro del conductor al grueso del esmalte,  $D_o/h_o$ , menor de 18.

180.- La figura 17 ilustra una sección transversal de seis conductores adyacentes en una bobina de precisión.

La figura 18 ilustra una sección transversal de los seis conductores mostrados en la figura 17 comprimidos de acuerdo con el presente invento.

185.- En las figuras 1 y 3 hemos ilustrado, a modo de ejemplo un aparato que puede usarse para efectuar la compresión de una bobina cilíndrica 10 de acuerdo con el invento. La bobina 10 usada en el ejemplo ilustrado del invento es una bobina cilíndrica consistente en alambre conductor aislado con

190.- una resina sintética y arrollado simétricamente con respecto al eje 8 para formar un arrollamiento eléctrico con una pluralidad de capas 11. La bobina 10 se arrolló de la manera usual sobre un mandril para obtener una bobina con un diámetro interior de aproximadamente 1,91 cm. y un diámetro exterior de aproximadamente 3,49 cm.

En la figura 1 se verá que la bobina 10 está situada en un conjunto de molde anular 12 que incluye un mandril central 13, un anillo de caucho 14, un pistón anular 15, un anillo compresor 16 y un miembro cilíndrico de molde 17.

200.- Como al correr el alambre conductor 11 a lo largo de las paredes del conjunto anular 12, que restringen y contienen a la bobina 10 durante la compresión, es provocada una fricción interna, ésta fricción puede tender a causar que los conductores exteriores de la bobina 10 tomen una forma rec-

205.- tangular dando como resultado que el aislamiento sea solici-



tado de manera excesiva. Con el fin de reducir al mínimo los efectos del rozamiento a lo largo de las paredes, todas las superficies del conjunto de molde 12 recibieron un tratamiento especial de acabado y estaban cromadas.

- 210.- Con la bobina 10 situada sobre el mandril central 13, el anillo de caucho 14 es colocado sobre la parte superior de la bobina 10 de manera que los conductores inicial y final 18, 19 pasen a través de los orificios 20 y 21 del anillo de caucho 14. Como se muestra en la figura 5, el anillo de caucho 14 tenía 4 orificios 20, 21, 22 y 23 para acomodar los conductores iniciales y finales 18, 19 de una bobina bifilar. El anillo de caucho 14 se dispone para impedir que los conductores inicial y final 18, 19 de la bobina 10 sean dañados durante la compresión. Se apreciará, por supuesto, que cuando sólo se esté comprimiendo una parte del arrollamiento de una bobina, puede no necesitarse la disposición de medios de protección para los conductores de la bobina.

- 220.- En la figura 1 hemos mostrado el pistón anular 15 en una posición elevada encima del anillo de caucho 14 con el fin de ilustrar más claramente como los conductores inicial y final 18 y 19 son llevados a través de las aberturas 20 y 21 del anillo de caucho 14. Se comprenderá que, con la bobina 10 y el anillo de caucho 14 en su posición, el pistón anular 15 es colocado sobre el anillo de caucho 14, doblándose los conductores inicial y final 18 y 19 sobre el anillo de caucho 14.

- 230.- Como se muestra en la figura 1 el conjunto de molde anular 12 está soportado sobre una pletina fija 25 de una prensa hidráulica, habiéndose mostrado en las figuras 1 y 3 solamente partes de las platinas 25, 26. Para comprimir la

235.-



bobina 10, la platina móvil 26 de la prensa hidráulica es bajada para aplicar la presión deseada a la bobina 10 por medio del pistón anular 13 y del anillo de caucho 14. Después de terminada la compresión de la bobina 10, se sube la platina 25 y la bobina comprimida 10 se saca del conjunto de molde expulsando el mandril central. El anillo de compresión 16 facilita el desmontaje del mandril central 13.

Se observará que la sección transversal del alambre conductor antes de la densificación, tal como se vé en las figuras 2, era sustancialmente circular. Como se verá en la figura 4, después de la compresión el alambre conductor ha sido deformado a una sección poligonal, la mayoría de las veces a una sección sustancialmente hexagonal. Se cree que la fuerza de compresión aplicada a la bobina somete a compresión al alambre conductor metálico y que el esmalte de resina sintética que hay sobre el alambre conductor es sometido a tensión como resultado de los cambios geométricos en la sección transversal del alambre conductor que resulta de su deformación. Se encontró que en efecto, el esmalte 9 de resina sintética es solicitado para que se acomode a los cambios en la geometría de la bobina 10 sin producir contactos de cobre con cobre que podrían empeorar seriamente las características eléctricas de la bobina 10. Preferiblemente, la relación del diámetro  $D_0$  del alambre conductor original a la capa de resina sintética original o grueso  $h_0$  del alambre no debe ser menor de 18, como luego explicaremos con más detalle, con el fin de conseguir resultados óptimos en la reducción del espacio y en la utilización económica de los materiales.

En muchas aplicaciones, tales como en las bobinas usadas en un motor de inducción con polos protegidos, que tienen



piezas polares separables, no es necesario comprimir toda la bobina para obtener una densidad de bobina elevada de acuerdo con el presente invento. Como se verá en la bobina 30 de motor mostrada en la figura 6, esta bobina ha sido comprimida solamente a través de dos partes 31 y 32 de la bobina 30. Las partes 31 y 32 de la bobina 30 se montan dentro de las ranuras de estator para hacer el máximo uso del volumen de las ranuras.

Con referencia ahora a la figura 7, hemos mostrado en ella una sección transversal ampliada de la parte comprimida 31. Se verá que la parte comprimida 31 ha sido moldeada para obtener una sección transversal en esencia trapecial que se adaptará a la forma de las secciones de ranura del motor. Los conductores adyacentes de la bobina 30 tienen secciones poligonales asimétricas. Incluso con tales deformaciones asimétricas del alambre conductor se vió que el esmalte de resina sintética que hay sobre el alambre conductor se acomoda a los cambios en la geometría del alambre sin producir corto-circuitos.

Cómo ejemplo más específico del invento, se arrollaron 6 bobinas bifilares cilíndricas sustancialmente idénticas con un alambre conductor de aluminio de 0,96 mm. que tenía una película aislante de un esmalte de resina sintética. La película de esmalte proporcionó un aumento en el diámetro global que fluctuaba desde un mínimo de 0,06 mm. a un máximo de 0,08 mm. Así, la relación del diámetro  $D_0$  nominal del alambre conductor desnudo al grueso  $h_0$  del esmalte del alambre fué aproximadamente de 26.

El esmalte de resina sintética usado era un polivinil formal que había reaccionado con resina de cresol formaldehído

3 0 8 5 5 6



- 12 -

26

según se describe en la Patente Norteamericana No. 2.307.588 y conocido bajo la marca "Formex". Las bobinas se comprimieron en el conjunto de molde anular 12 mostrado en las figuras 1 y 3. La resistencia de las bobinas se midió antes y después de la compresión y, después de la compresión, se realizaron en las bobinas ensayos de perforación eléctrica bajo tensión. También se determinó la densidad de las bobinas.

Los ensayos de perforación eléctrica se hicieron con un medidor de la tensión de perforación que daba un aumento de 250 voltios / segundo con una desviación de 0,1 Amps. Esta tensión de ensayo se aplicó a través de cualquiera de los dos conductores inicial o final y el voltaje al cual se abría un disyuntor de 0,1 Amp. se tomó como tensión de perforación.

Con el fin de determinar la densidad de las bobinas, las bobinas se situaron en la trayectoria de un haz de rayos X dirigido bajo un ángulo de 90° con la dirección del prensado. Los rayos X que pasaban por las bobinas establecieron una imagen en una pantalla fluoroscópica. La fluorescencia de la pantalla proporcionó suficiente iluminación para fines fotográficos y resultó posible registrar una imagen negativa sobre una placa fotográfica. La película se trató para obtener un contraste máximo y la densidad de imagen se midió en un densitómetro para establecer una densidad de cada una de las bobinas probadas. Los valores obtenidos se resumen en la curva mostrada en la figura 8 en la cual la presión en  $\text{kgs/cm}^2$  está trazada en función de la densidad expresada en transmisión.

En la Tabla I siguiente hemos resumido las mediciones de la tensión de perforación, la densidad en  $\text{grs/cm}^3$  y el aumento porcentual de la resistencia para las bobinas comprimidas a la presión indicada como sigue:



TABLA I

Ejemplo No	Presion de densificacion (kgs/cm <sup>2</sup> )	Tension de perforacion	Densidad (grs/c.c.)	Aumento porcentual en la resistencia
330.-	1	351.5	2.100	4.9
	2	492	1.650	3.9
	3	633	1.300	6.2
	4	1406	2.050	7.1
	5	2109	2.250	8.0
335.-	6	2812	1.650	5.7

En las figuras 10 a 15, hemos mostrado una vista ampliada en sección transversal de una parte de las seis bobinas, ejemplos 1 a 6 de la Tabla I y una vista en corte transversal de una bobina idéntica que no fué comprimida. Comparando la sección transversal de la bobina no densificada mostrada en la figura 9 con la bobina comprimida a una presión de unos 350 kgs/cm<sup>2</sup> se verá que no ha tenido lugar casi deformación del alambre conductor. El aumento en la densidad de la bobina se debe aparentemente a que los conductores de la bobina están más juntos. En algunos conductores de las bobinas comprimidas a presiones de 490 y 630 kgs/cm<sup>2</sup>, como se muestra en las figuras 11 y 12, se observará que ha tenido lugar una clara deformación. A unos 1400 kgs/cm<sup>2</sup> y por encima de este valor, como se verá en las figuras 13 a 15, todos los conductores han sido deformados a una sección poligonal. Para las bobinas de aluminio usadas en este ejemplo de nuestro invento se encontró que una compresión de la bobina por encima de unos 1400 kgs/cm<sup>2</sup> no daba como resultado una mejora ulterior salvo una ligera disminución en el tamaño de la bobina.

Se comprenderá que la presión que debe usarse en una aplicación dada se determinará examinando la sección transversal de va-

3 0 8 5 5 6



- 14 -

26

rias bobinas deformadas a presiones diferentes. Con preferencia, se elegirán la presión más baja que proporcione una deformación de la sección transversal circular del alambre conductor hasta una configuración poligonal. Se encontró además

360.- que para una bobina que emplee un alambre conductor de cobre se necesitaban presiones entre unos 2100 y 2800 kgs/cm<sup>2</sup> para obtener una compresión satisfactoria de la bobina.

Con el fin de investigar las características de las bobinas comprimidas bajo esfuerzo térmico, se arrollaron 10 bobinas bifilares con alambre conductor de aluminio de 0,96 mm. que tenía un aislamiento de resina de polivinil formal. Todas las bobinas se densificaron en el conjunto de molde anular mostrado en las figuras 1 y 3 a una presión de unos 1400 kgs/cm<sup>2</sup>. Las bobinas se sometieron al siguiente ciclo térmico:

370.- las bobinas se dispusieron en una estufa calentada a una temperatura de 150°C y se calentaron por resistencia aplicando 2.8 voltios a través de las bobinas durante 5 minutos. Este voltaje se suprimió y se dejó que las bobinas permanecieran en la estufa durante otros 10 minutos. Luego se sacaron

375.- las bobinas de la estufa y se aplicó una diferencia de potencial de 450 voltios a través de las bobinas durante 30 minutos a temperatura ambiente. Se consideró que había ocurrido fallo de la bobina cuando falló en la línea un fusible de 0.4 Amps.

380.- Se repitió el ciclo arriba descrito. Después del ciclo 58º el voltaje se aumentó por incrementos de 100 Voltios hasta que falló la bobina. Los resultados de los ensayos de sollicitación térmica se resumen en la Tabla II.



Tabla II

385.-	Número de la bobina de muestra	Número de ciclos térmicos	Voltaje al fallo
	1	100	900
	2	sin fallo	sin fallo
	3	100	900
390.-	4	84	800
	5	84	800
	6	74	700
	7	100	900
	8	94	800
395.-	9	100	900
	10	94	800

Para determinar la conductividad térmica de la bobina de muestra comprimida de acuerdo con el invento, se arrollaron 5 bobinas con un alambre de aluminio que tenía un diámetro de 0,96 mm. y un recubrimiento de esmalte de resina de polivinil formal de un espesor de aproximadamente 0,036 mm.. Las bobinas se comprimieron en una dirección axial a una presión de unos 1960 kgs/cm<sup>2</sup>. La periferia exterior de las bobinas estaba aislada térmicamente y se hizo circular agua a través de un tubo que pasaba por el interior de las bobinas, de manera que el calor generado por la bobina era transferido al tubo con agua. Las bobinas se calentaron alimentando el arrollamiento con corriente continua. Se colocaron termopares en el diámetro exterior y en el diámetro interior de las bobinas para medir el gradiente de temperatura.

410.- El calor suministrado a cada bobina se determinó por la

308556



26 E

- 16 -

- tensión aplicada a través de la bobina y por la intensidad que pasaba por ella. El flujo de calor al agua de enfriamiento se determinó por la diferencia de temperaturas entre el agua a la entrada y a la salida del tubo de enfriamiento. El
- 415.- valor medio de la conductividad térmica de estas bobinas resultó ser de 0,0252 Watios/cm por  $\text{cm}^2$  por  $^{\circ}\text{C}$ . En comparación con una bobina idéntica que no había sido sometida a compresión, se vió que la bobina comprimida de acuerdo con nuestro invento tiene el triple de conductividad térmica.
- 420.- Aunque en las bobinas cilíndricas usadas en el ejemplo del invento la presión de densificación fué aplicada en una dirección sustancialmente paralela al eje de una bobina que incorpora el invento, se comprenderá que la presión de densificación puede ser aplicada tanto en dirección axial como
- 425.- en dirección transversal o bien que puede aplicarse a la bobina una presión isostática.
- Por ejemplo, bobinas bifilares arrolladas con alambre de aluminio de 0,96 mm aisladas con un esmalte de resina de polivinil formal y con una relación de diámetro del alambre
- 430.- conductor a espesor del esmalte,  $D_0/h_0$ , de aproximadamente 26, fueron sometidas a presión isostática. Antes de la compresión todas las bobinas fueron encerradas en una envolvente de plástico y colocadas sobre un mandril. Las bobinas fueron luego colocadas en un recipiente y sometidas a una presión
- 435.- hidráulica de unos 1400 kgs/ $\text{cm}^2$  y 4 de las bobinas fueron sometidas a una presión hidráulica de unos 2800 kgs/ $\text{cm}^2$ . Las mediciones de la perforación bajo tensión se hicieron usando un probador de perforación bajo tensión con un aumento de 150 voltios por segundo y desviación de 0,1 Amps. como
- 440.- antes se ha descrito. Las mediciones de la perforación bajo



tensión se resume en la siguiente Tabla III:

Tabla III

Número de la bobina	Presión isostática (kgs/cm <sup>2</sup> )	Tensión de perforación
445.-	1	1406
	2	1406
	3	1406
	4	1406
	5	2812
450	6	2812
	7	2812
	8	2812

Para determinar si las variaciones en la relación diámetro del hilo/ espesor del esmalte,  $D_o/h_o$ , por encima del 455.- mínimo preferido repercuten sobre la tensión de perforación de la bobina, se arrollaron varias bobinas cilíndricas con diferentes hilos conductores. Todas las bobinas se comprimieron en el conjunto de molde anular mostrado en las figuras 1 y 3. En un grupo de las bobinas, la resina sintética usada sobre el alambre conductor era la antes descrita resina de polivinil formal conocida como "Formex" y en el otro grupo todas las bobinas usaron un alambre conductor aislado con una resina de poliéster tereftalato descrita en la Patente de Estados Unidos N<sup>o</sup>. 2.936.296 y conocida bajo la marca 465.- "Alkanex". La relación diámetro del hilo/espesor del esmalte,  $D_o/h_o$ , la presión en kgs/cm<sup>2</sup> a la cual se densificó la bobina y la tensión de perforación medida como antes se ha descrito se resumen en la siguiente Tabla IV:

308556

- 18 -

26 E



Tabla IV

470.-	Nº de la bobina de muestra	$D_o/h_o$	Presion de densificacion (kgs/cm <sup>2</sup> )	Tension de perforación.	Esmalte
	1	20.2	703	3.100	Alkanex
	2	20.2	703	2.950	Alkanex
	3	20.2	1406	3.500	Alkanex
475.-	4	20.2	2109	2.900	Alkanex
	5	21.0	703	3.350	Formex
	6	21.0	703	3.150	Formex
	7	21.0	1406	4.500	Formex
	8	21.0	2109	3.900	Formex
480.-	9	31.7	703	5.000	Alkanex
	10	31.7	1406	4.555	Alkanex
	11	31.7	1406	4.300	Alkanex
	12	31.7	2109	3.650	Alkanex
	13	33.0	703	3.700	Formex
485.-	14	33.0	703	4.600	Formex
	15	33.0	1406	3.850	Formex
	16	33.0	2109	4.700	Formex
	17	35.0	703	2.550	Alkanex
	18	35.0	703	4.350	Alkanex
490.-	19	35.0	1406	5.500	Alkanex
	20	35.0	1406	5.400	Alkanex
	21	35.0	703	4.200	Formex
	22	35.0	703	5.250	Formex
	23	35.0	1406	3.900	Formex
495.-	24	35.0	1406	4.500	Formex

En todas las bobinas de muestras ensayadas se realizaron aumentos en la densidad de las bobinas que iban del 15 al 20% con una presión de densificación de unos 1400 kgs/cm<sup>2</sup> o más. Se obtuvieron resultados similares con bobinas arrolladas con ais-



lamientos de esmalte para los conductores tales como poli-  
500.- vinil formal - fenol reaccionado con uretano, poliuretano  
y nylon. Otros materiales que pueden usarse como esmalte  
aislante son las resinas de imida policarbo-xilica aromá-  
tica, de polivinilo, de butarilo, de fenol-aldehído y otras  
resinas sintéticas. Las características de tensión y esfuer-  
505.- zo de estas resinas sintéticas se cree que son tales que la  
película de resina sintética alrededor del alambre conductor  
se alarga, sin romperse, durante la deformación del conduc-  
tor.

Hemos encontrado que cuando se comprime una bobina a  
510.- presiones relativamente altas la película aislante no es  
expulsada, por completo por aplastamiento en los puntos de  
tangencia entre conductores adyacentes y que no se producen  
contactos del tipo de metal con metal entre conductores ad-  
yacentes. De preferencia, el espesor de la película aislan-  
515.- te debe ser suficiente para dar después de la compresión un  
aislamiento eléctrico adecuado entre los conductores. Si la  
película aislante es demasiado gruesa se apreciará que los  
huecos entre conductores adyacentes se rellenarán con muy  
poca expulsión del aislamiento y que no puede conseguirse  
520.- fácilmente la deformación del hilo conductor. Como conse-  
cuencia de ello, la compresión de la bobina no dará como re-  
sultado un aumento apreciable de su densidad.

A modo de ilustración, comprimimos una bobina en el  
conjunto de molde anular mostrado en las figuras 1 y 3 a  
525.- una presión de unos 2800 kgs/cm<sup>2</sup>. La bobina se había arro-  
llado con un alambre de cobre aislado con una resina de po-  
livinil formal. El grueso h<sub>0</sub> del esmalte era de aproximada-  
mente 0,009 mm. y el diámetro del hilo conductor era de

3 0 8 5 5 6



- 20 -

530.- 0,078 mm. Así, la relación  $D_0/h_0$  del diámetro del hilo al espesor de la película fué de 8,86. En la figura 16 se muestra una sección transversal agrandada de una parte de la bobina. Se verá que no existe deformación apreciable del hilo conductor.

535.- Con preferencia, la relación  $D_0/h_0$  del diámetro del hilo al espesor de la película no debe ser menor de 18. Se encontró que cuando esta relación es menor de 18, es difícil deformar el hilo conductor para conseguir mejoras importantes en el factor espacial. Como se ilustra en la figura 17, el grueso  $h_0$  de la película representa el espesor radial de la película 41 de resina sintética y el diámetro  $D_0$  representa el diámetro del hilo conductor desnudo 42.

545.- En la figura 17 hemos ilustrado un conductor central 43 y sus 6 conductores adyacentes 44, 45, 46, y 47, 48 y 49 de una parte de una bobina arrollada con precisión, cuyas capas se extienden verticalmente como se muestra. Cuando los conductores son comprimidos a la forma hexagonal mostrada en la figura 18, se eliminan los huecos 40 y los segmentos 36, 37 y 38, por ejemplo, de la película aislante, que se muestran en el triángulo 39 son de hechos solicitados y se conforman al cambio de geometría de los conductores adyacentes.

550.- Se apreciará que en una bobina arrollada con precisión, cada capa de espiras está formada con espiras arrolladas consecutivamente que están situadas exactamente como se muestra en la figura 17 para impedir que una espira caiga sobre otra adyacente. Sin embargo, una bobina arrollada sin precisión se hace sin tomar medidas especiales para asegurar que cada espira del conductor quedará en su capa apropiada. Como resultado, en una bobina arrollada sin precisión, una espira



560.- puede estar desplazada una o más capas respecto de su posición normal o de la posición que hubiera ocupado si la bobina hubiera sido arrollada con precisión. Aunque en los ejemplos del invento, las bobinas en general habían sido arrolladas con precisión se comprenderá que el invento puede ponerse en práctica en bobinas del tipo arrollado sin precisión. Por ejemplo, he-

565.- mos visto que las bobinas arrolladas sin precisión con hilo conductor de aluminio que tenía un esmalte de resina de polivinil formal y una relación  $D_0/h_0$  de diámetro del hilo a espesor de la película igual a 26 pueden ser comprimidas a una presión de unos  $1400 \text{ kgs/cm}^2$  en el conjunto de molde 12 de la fi-

570.- gura 1 sin empeorar apreciablemente las características eléctricas de la bobina.

En la figura 18 hemos ilustrado los siete conductores 43-49 después de que los conductores han sido deformados comprimiendo la bobina en un conjunto de molde anular 12 representado en las figuras 1 y 3. Se verá que, idealmente, en una formadel invento, los conductores son deformados a una forma hexagonal con dos lados paralelos que son normales a la dirección de la cual se aplica la fuerza de compresión. Hemos visto

575.- que durante la compresión de la bobina la película de resina, de hecho, se alarga para adaptarse a la deformación particular comunicada al hilo conductor y que las características eléctricas no son afectadas de modo apreciable puesto que se mantiene claramente la continuidad de la película eléctricamente aislante entre conductores adyacentes, como se muestra

580.- en la figura 18.

Por la descripción anterior, será evidente que es posible comprimir una bobina o una parte de una bobina a una presión que fluctúa entre unos  $700$  y unos  $2820 \text{ kgs/cm}^2$  para con-



- 590.- seguir importantes aumentos en la densidad de la bobina sin menoscabo importante de sus propiedades físicas o eléctricas. Se consigue una mejora sustancial en la conductividad térmica de una bobina. Además, se apreciará que pueden hacerse fácilmente bobinas auto-soportantes ya que la fuerza de compresión aplicada a la bobina une el aislamiento del alambre conductor para formar una estructura de bobina unitaria que se soporta por sí misma.

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:

- 600.- 1º.- Un método de producir una bobina eléctrica, caracterizado por las operaciones de: formar un arrollamiento de una pluralidad de espiras de un alambre conductor que tiene una sección transversal circular y una capa sustancialmente uniforme de resina sintética siendo la relación del diámetro del conductor desnudo al espesor radial de la capa de resina no menor de 18, y comprimir por lo menos una parte de dicha bobina a una presión entre unos 700 y unos 2820 kgs/cm<sup>2</sup> para deformar el alambre conductor desde dicha sección transversal circular a una sección transversal poligonal.

- 610.- 2º.- Un método según el punto 1º caracterizado porque dicha compresión une dichas capas de resina sintética y porque dicha sección transversal poligonal incluye por lo menos dos lados de la misma en relación sustancialmente paralela.

- 615.- 3º.- Un método según el punto 1º, caracterizado porque el alambre conductor es arrollado simétricamente con respecto a un eje central y porque el arrollamiento es comprimido en un molde que tiene una forma predeterminada.



42.- Un método según el punto 3º caracterizado porque  
620.- dichos lados paralelos son normales al eje de simetría.

52.- Un método según el punto 1º, caracterizado porque,  
antes de dicha compresión, la bobina comprende alambre con-  
ductor que tiene una sección transversal circular y que tiene  
una capa uniforme de resina sintética, siendo no menor de 18  
625.- la relación del diámetro del alambre desnudo al espesor ra-  
dial de la capa de resina, y porque, después de la compre-  
sión, los conductores de la bobina tienen secciones transver-  
sales poligonales y una capa continua de resina sintética en-  
tre ellos que se adapta a dichas secciones transversales po-  
630.- ligonales y que aísla los conductores adyacentes del arrolla-  
miento.

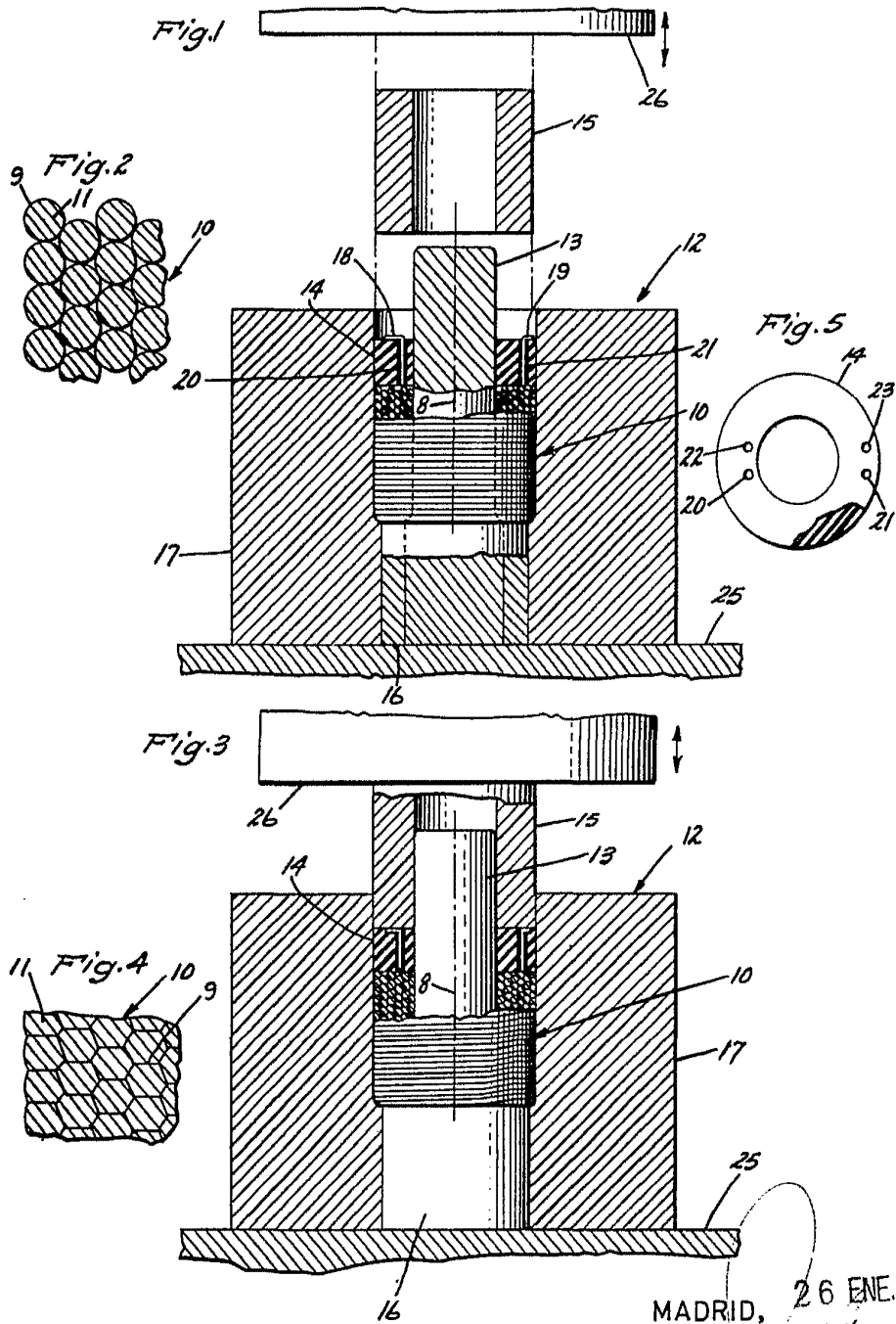
62.- "UN METODO DE PRODUCIR UNA BOBINA ELECTRICA", todo  
tal y conforme se describe en la presente Memoria, la cual  
consta de 635 líneas y a título de ejemplo se representa en  
635.- los adjuntos dibujos.

Madrid, 26 ENE. 1965

P. A.

# 308556

1965



MADRID, 26 ENE. 1965  
P.A.

ESCALA VARIABLE

308556

2

5

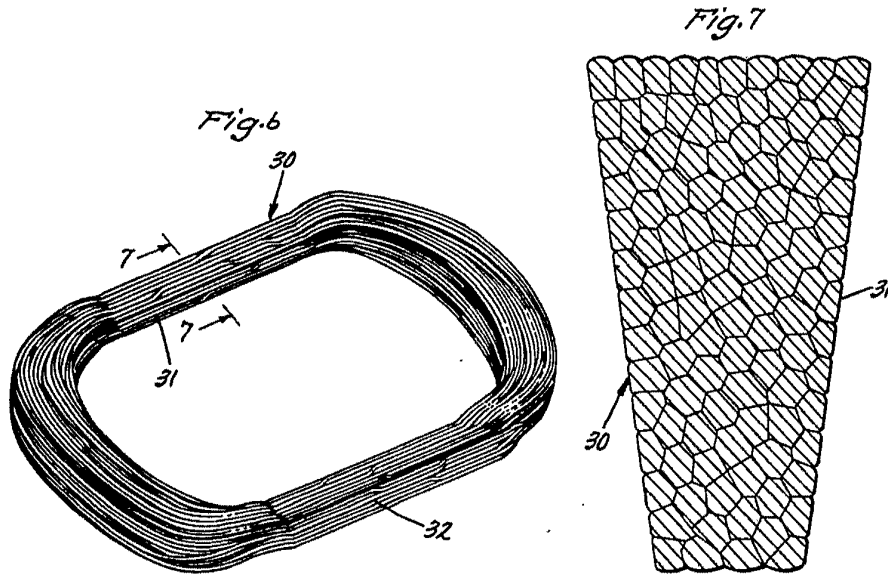
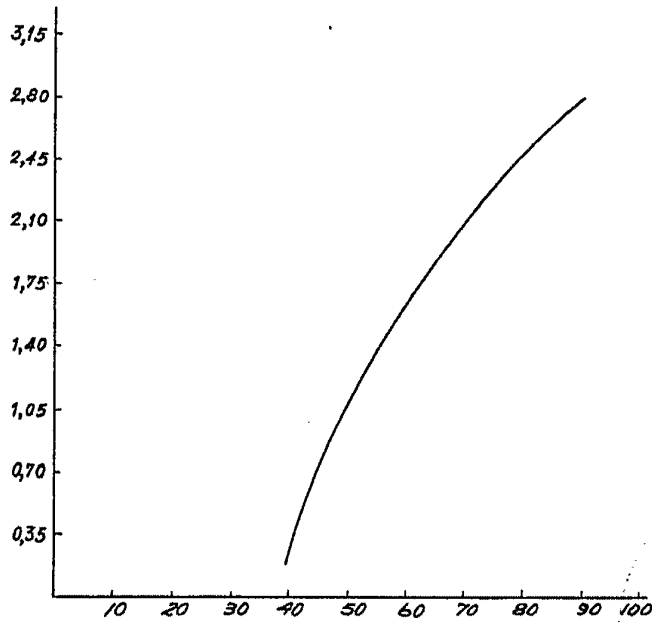


Fig. 8



MADRID, 26 ENE. 1965  
P.A.

ESCALA VARIABLE.

308556

2

35

FIG. 9

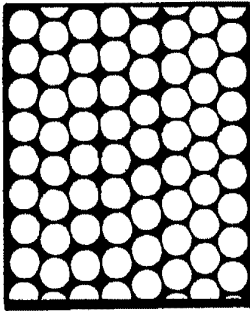


FIG. 10

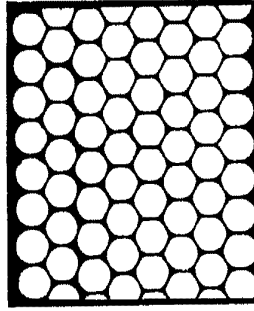


FIG. 11

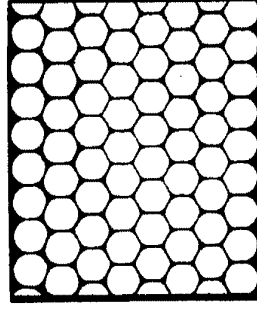


FIG. 12

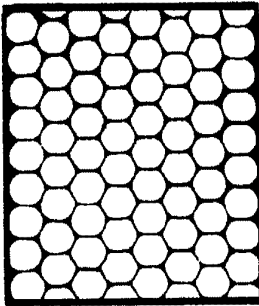


FIG. 13

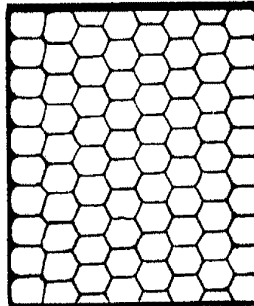


FIG. 14

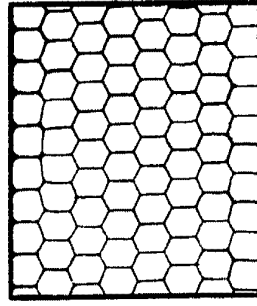


FIG. 15

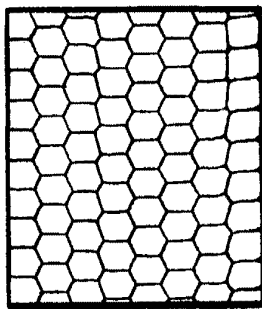
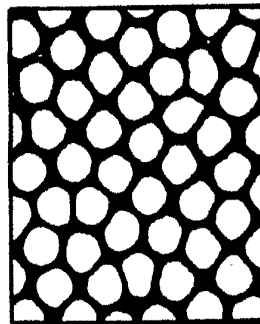


FIG. 16



MADRID, 26 ENE. 1965  
P.A.

ESCALA VARIABLE.

308556

Fig. 17

1965

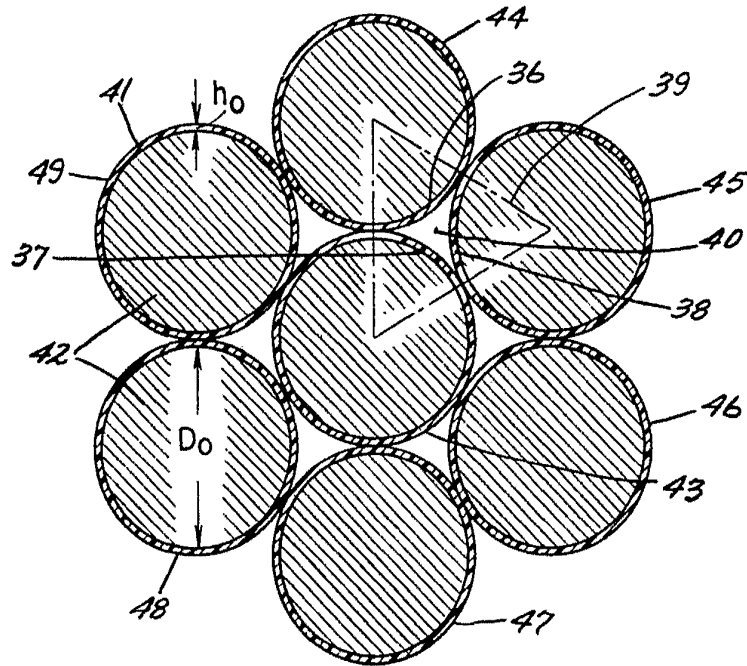
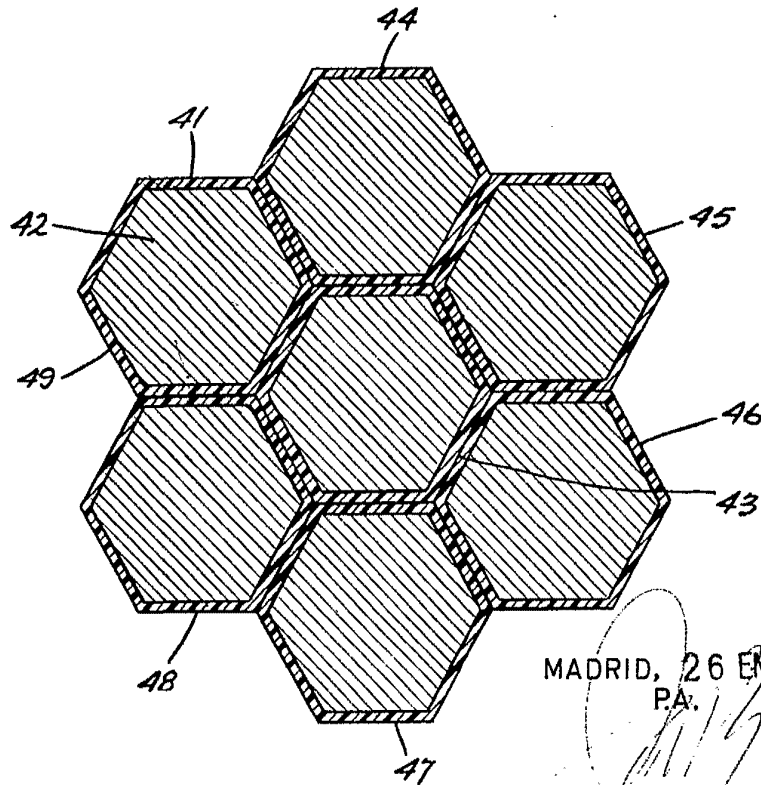


Fig. 18



MADRID, 26 ENE. 1965  
P.A.

ESCALA VARIABLE.