

347142 14N



MEMORIA DESCRIPTIVA.-  
=====

PATENTE DE INVENCION.

PAIS : ESPAÑA.

DURACION : 20 AÑOS.

OBJETO : "UN SISTEMA DE DEVANADO INDUCTIVO PARA  
"APARATOS ELECTRICOS".

-----

A nombre de : GENERAL ELECTRIC COMPANY.

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

Nacionalidad : ESTADOUNIDENSE.

(P.2.767.- CG.)  
(Dkt. 11D-2720)



Este invento se refiere a devanados para aparatos de inducción eléctrica, tales como transformadores, reactancias y similares. El invento se refiere particularmente a medios para mejorar la distribución del voltaje por todo

5.- un devanado de alta tensión y para reducir los esfuerzos en el aislamiento creados por la aplicación de voltajes de impulsos frontales de onda de flanco muy rígido tales como descargar bruscas de interrupción y rayos.

Es bien sabido que los devanados altamente inductivos  
10.- tales como devanados de reactancias y transformadores con núcleo de hierro, cuando son expuestos a voltajes transitorios o impulsos frontales de onda de flanco muy rígido, muestran inicialmente una distribución exponencial de caída de tensión a lo largo de un devanado con un gradiente de vol-

15.- je muy alto en las primeras vueltas junto al extremo de alta tensión. Este estado de cosas se origina porque el devanado presenta al voltaje de impulsos de flanco muy rígido una impedancia que es predominantemente capacitiva. Tal impedancia capacitiva está compuesta por una red compleja de capa-

20.- citancia en relación serie y paralelo. Si estuviera solamente presente la capacitancia en serie, la distribución del voltaje por todo el devanado sería sustancialmente uniforme y lineal. Es por tanto deseable construir un devanado en tal forma que la capacitancia en serie sea grande con rela-

25.- ción a las capacitancias en paralelo o a tierra de la red.



Un tipo común de devanado de alta tensión para transformadores y reactancias es el denominado devanado discoidal, en el cual cada una de una pluralidad de bobinas anulares está enrollada como una espiral radial, estando dispuestas las bobinas coaxialmente en el núcleo y conectadas eléctricamente en relación de circuito en serie. En tal devanado discoidal se sabe que la capacitancia en serie puede ser aumentada y la distribución del voltaje de impulsos mejorada por la intercalación de varios conductores en espiral en cada bobina y conectando los conductores de varias bobinas en relación de serie entrelazadas, como se ilustra en la Patente Norteamericana Nº. 2.453.552 de Stearn. Refiriéndose a tal devanado discoidal de "torta", la palabra "bobina" se usa para designar una sola espiral anular de uno o más conductores radialmente apilados. Dentro de tal bobina, a cada vuelta completa de un conductor se le llama una "espira". Cuando los conductores de bobina intercalados de un juego de bobinas elegido están conectados en relación en serie entrelazada antes de que el circuito devanado continúe a una bobina más allá de ese juego, el juego entrelazado se denomina una "sección" de devanado. Tal entrelazado puede realizarse con dos o más conductores en cada bobina, de modo que el número de espiras de cada bobina pueda ser par o impar, y el número de bobinas en cada juego pueda ser par o impar.

En un devanado de tipo discoidal, las espiras de borde periférico interior o exterior de bobinas adyacentes, están necesariamente separadas eléctricamente en el circuito en serie, de modo que las caídas de tensión de los impulsos entre tales espiras pueden ser muy grandes en el extremo de



alta tensión del devanado. Mientras que las espiras intermedias yuxtapuestas de bobinas adyacentes están separadas también en potencial por la caída de tensión a través de varias espiras, estas espiras intermedias no presentan esquinas agudas en las que puedan concentrarse los esfuerzos eléctricos.

60.- En las espiras de borde periférico, sin embargo, los esfuerzos pueden ser excesivos. Este problema se agudiza especialmente con una conexión discoidal entrelazada de bobinas. En tal caso la diferencia de potencial entre espiras de borde

65.- adyacentes de bobinas en diferentes secciones de devanado (es decir, juegos de bobinas entrelazados) puede ser mayor que la suma de los voltajes de las espiras en una sección completa. Esta condición es más severa si están próximas partes de baja tensión, tales como el núcleo de hierro o el devanado de baja tensión.

70.-

Es por tanto un objeto de este invento proveer medios mejorados para hacer mínimos los esfuerzos eléctricos entre bordes de bobina exterior e interior yuxtapuestos en devanados inductivos del tipo discoidal entre-lazados, y más particularmente, proveer una secuencia de entrelazado en serie

75.- nueva y mejorada para devanados eléctricos del tipo discoidal diseñados para disminuir los esfuerzos eléctricos por caída de tensión entre bordes exterior e interior yuxtapuestos de bobinas de secciones de devanado adyacentes.

80.- Se comprenderá por los expertos en la técnica que al referirse al extremo o extremos de alta tensión de un devanado, las denominadas partes de terminal de línea se identifican como distintas de las partes de voltaje cero o a tierra. Así, un devanado puesto a tierra en un extremo tiene sólo un terminal

85.- de línea de alta tensión, mientras que si está puesto



a tierra en un punto intermedio, puede tener dos extremos de voltaje de línea. De modo similar, los devanados conectados en delta, tienen terminales de alta tensión en ambos extremos con relación a un punto central de voltaje más bajo. El invento es aplicable igualmente a todos estos extremos de devanado de alta tensión.

De acuerdo con el invento, los distintos conductores intercalados radialmente de un juego de bobinas del tipo discoidal adyacentes, están interconectados en relación de serie entrelazada empezando en el extremo de alta tensión del circuito en serie con una espira radialmente intermedia de la bobina extrema. Preferiblemente, en un circuito en serie único, el conductor de alta tensión de entrada está conectado a la segunda espira desde el borde interior o exterior de la bobina extrema del devanado. Dependiendo de si esta primera bobina está enrollada hacia arriba o hacia abajo, esta segunda espira estará adyacente a la espira periférica exterior o interior. Para secciones de devanado hechas de bobinas entrelazadas que tienen un número par de espiras por bobina, el esfuerzo máximo de borde de sección a sección entre bobinas adyacentes es disminuido muy sustancialmente cuando el extremo de alta tensión del devanado es empezado en la segunda espira en vez de en la espira periférica más interior o más exterior de la primera bobina.

Será evidente que al referirse a devanados que tienen "secciones" de juegos de bobinas entrelazados, ésto no quiere sugerir que un devanado completo necesite construirse de este modo.

El entrelazado es engorroso y costoso y es muy útil solamente en el extremo o extremos de alta tensión de un deva-



nado. Por tanto no es nada raro devanar la parte de baja tensión de tal devanado con bobinas discoidales de un sólo conductor conectadas en relación de serie directa.

En el dibujo adjunto:

120.- La figura 1 es una vista general en alzado lateral de un aparato de inducción eléctrica al cual es aplicable el invento.

La figura 2 es una vista fragmentaria en sección transversal de un transformador eléctrico que tiene un devanado del tipo discoidal de alta tensión que incorpora el invento.

Las figuras 3 y 4 son representaciones diagramáticas de secciones de devanado del tipo discoidal que ilustran otras realizaciones del invento.

Refiriéndonos ahora al dibujo, la figura 1 muestra un aparato de inducción eléctrica del tipo de núcleo que tiene un núcleo 101 magnético rectangular que incluye un par de patas laterales paralelas sobre cada una de las cuales están montados devanados conductores de corriente indicados generalmente por el número de referencia 102. Como se muestra

135.- con más detalle en la figura 2, cada devanado 102 en el caso de un transformador típico del tipo de núcleo comprende un devanado 110 primario de baja tensión junto al núcleo 101 y un devanado 111 secundario de alta tensión del tipo discoidal múltiple que rodea concéntricamente al devanado de baja

140.- tensión. El devanado de baja tensión puede ser de cualquier configuración apropiada y se muestra a modo de ejemplo como un devanado helicoidal encerrado en una funda aislante 112 adecuada. El espacio entre el devanado 110 y el núcleo 101, está lleno, al menos parcialmente, por un separador aislante

145.- tubular 113. El espacio radial entre el devanado 110 de



baja tensión y el devanado lll de alta tensión se define como el entrehierro principal del transformador, y un casquillo aislante ll4 tubular está provisto en este espacio.

- Se comprenderá a medida que avanza la descripción que
- 150.- aunque se ha mostrado con el propósito de ilustración un transformador del tipo de núcleo que tiene una parte de devanado primario y una parte de devanado secundario en cada una de las dos patas laterales, el invento es aplicable igualmente a transformadores del tipo acorazado y a reactancias u otros aparatos que incluyen devanados inductivos de alta tensión sean del tipo monofásico o polifásico. El invento se refiere más particularmente a la estructura de bobina entrelazada y la conexión de al menos una parte de un devanado de alta tensión. En el caso ilustrado, el invento
- 155.- se refiere al devanado lll de alta tensión de un transformador, y el invento es aplicable igualmente, se designe tal devanado como "primario" o "secundario" en el transformador. Se comprenderá además, que en las figuras 2, 3 y 4, se ilustra solamente una parte de extremo de alta tensión de un devanado de alta tensión, y que el resto del devanado continúa por tantas bobinas adicionales anulares como se desee de acuerdo con la relación de voltaje. El extremo de baja tensión del devanado y el núcleo pueden estar conectados a tierra o a otro punto de baja tensión. Si el devanado es del
- 160.- tipo equilibrado con ambos extremos conectados a conductores de línea de alta tensión y un punto intermedio o central a baja tensión (tal como tierra o similar), las vistas fragmentarias de las figuras 2, 3 y 4 ilustran una construcción adecuada para cada extremo de alta tensión del devanado.
- 165.- Refiriéndonos ahora más particularmente a la figura 2,
- 170.-
- 175.-



- el devanado 111 de alta tensión del tipo discoidal comprende una pluralidad de bobinas anulares 120, 121, 122 y 123, formada cada una con un par de conductores radialmente intercalados. Cada una de las cuatro bobinas mostradas tiene
- 180.- tres espiras en cada uno de sus dos conductores y las 24 espiras están conectadas entre sí en relación de circuito en serie en el orden numerado marcado en el dibujo. Todas las bobinas están enrolladas en el mismo sentido de giro, pero a fin de simplificar los cruces en serie desde una a otra
- 185.- bobina, es preferible enrollar las bobinas alternativamente en sentido radial hacia dentro y en sentido radial hacia fuera como se indica por el número de espiras en cada bobina. Preferiblemente cada bobina se enrolla usando dos conductores bobinados en espiral juntos, con sus espiras en relación
- 190.- mutua radialmente intercaladas. Los pares de bobinas adyacentes enrolladas en oposición que constituyen un juego entrelazado están conectadas transversalmente con los distintos conductores de cada bobina en relación de circuitos en serie eléctricamente separados, como será más evidente en
- 195.- lo que sigue.

- Puede observarse en la figura 2, que dos conductores paralelos que entran en la bobina 120 en las espiras exteriores 1 y 7 están devanadas hacia abajo en relación intercalada en la bobina 120. La numeración de las espiras indica que en la bobina 121 dos conductores intercalados están
- 200.- enrollados radialmente hacia fuera o hacia arriba. Un conductor 130 de llegada de alta tensión entra en el devanado en la segunda espira desde el borde más exterior de la bobina 120 y forma la primera espira indicada por "1" del devanado. El circuito en serie atraviesa luego la bobina 120 ha-
- 205.-



cia dentro por las espiras 2 y 3 y está después conectado transversalmente por un puente 131 a uno de los conductores de la bobina 121. El circuito luego sigue por 121 hacia fuera a través de las espiras 4, 5 y 6 y vuelve a entrar en la bobina 120 por un puente 132. El circuito atraviesa luego la bobina 121 hacia dentro luego por segunda vez a través del conductor que empieza en la espira 7 y sigue por las espiras 8 y 9. La espira 9 está conectada transversalmente por un puente 133 al segundo conductor de la bobina 121, y el circuito atraviesa la bobina 121 por segunda vez a través de las espiras 10, 11 y 12. Todos los conductores de las bobinas 120 y 121 han sido utilizados ahora de forma mutuamente entrelazada, atravesando el circuito en serie cada bobina una pluralidad de veces antes de seguir a través de un puente 134 a un juego siguiente de bobinas. El par de bobinas 120 y 121 interconectado se denomina en lo que sigue "juego" o juego entrelazado, y será evidente que las bobinas 122 y 123 constituyen un segundo juego o sección de devanado entrelazado similarmente. Se comprenderá que después de la bobina 123, el devanado de alta tensión puede continuar a través de cualquier número deseado de juegos similares de bobinas entrelazadas o no entrelazadas hasta un terminal de baja tensión.

En las secciones 111 de devanado entrelazadas mostradas en la figura 2, el esfuerzo eléctrico entre los bordes más interiores de las bobinas 120 y 121 se mide por la caída de tensión entre las espiras 3 y 10 del devanado, es decir, la caída de tensión a través de 7 espiras en serie. Similarmente, el esfuerzo de sección a sección entre las espiras adyacentes más exteriores de las bobinas 121 y 122 es la caída de tensión a través de 13 espiras en serie (es decir, entre-

14 NOV.



las espiras 6 y 19). En los extremos interiores de estas bobinas, la caída de sección a sección es entre las espiras 10 y 15, solamente de 5 espiras.

240.- Puede observarse ahora que en la figura 2, el conductor de alta tensión 130 ha sido llevado dentro del devanado en la espira más exterior de la bobina 120, entonces la caída de tensión de sección a sección entre las bobinas 121 y 122 sería la de una sola espira en el borde exterior (es decir, entre las espiras 12 y 13), pero en el borde interno habría una caída de 17 espiras (es decir, entre las espiras 4 y 21). Conectando simplemente el conductor entrante a la segunda espira de la primera bobina, se reduce el esfuerzo de voltaje de sección a sección de borde interior a menos de un tercio del valor que tendría de otro modo. Mientras que el esfuerzo de sección a sección en las espiras más exteriores de las bobinas 121, 122 es doble del esfuerzo del borde interior será aún menor que el esfuerzo de borde máximo con la entrada en la primera espira del conductor 130 y se lleva a un lugar lejano con respecto a las partes a tierra.

255.- En algunos transformadores, puede ser deseable, a causa de la proximidad relativa de las partes de baja tensión proveer medios para un esfuerzo mínimo de borde de bobina en el borde radialmente interior de la bobina 111. En la figura 3 se ha mostrado que esto puede conseguirse invirtiendo el orden de espiras en cada bobina. En la figura 3, un grupo de bobinas discoidales de dos conductores 120', 121', 122' y 123' está entrelazado en dos juegos en el orden de espiras numerado mostrado. Como se indica por los números de espiras, la bobina extrema 120' está enrollada hacia arriba en vez de hacia abajo, de modo que la primera espira 1 del circuito en

260.-

265.-



serie es la segunda espira más interior de la bobina 120'.  
Sebido a la secuencia de espiras invertida resultante el má-  
ximo esfuerzo de borde de sección a sección ocurre en los  
bordes interiores de las bobinas 121' y 122'. Otras partes  
de la figura 3 que corresponden a partes de la figura 2, han  
270.- sido marcadas con los mismos números de referencia.

Los expertos en la técnica apreciarán que esta cone-  
xión de entrada en la segunda espira, o espira intermedia,  
para secciones de bobinas entrelazadas es aplicable especial-  
275.- mente a bobinas que tienen un número par de espiras, pero es  
aplicable igualmente a bobinas discoidales formadas de con-  
ductores cableados, en los cuales los diversos cordones de  
cada conductor están conectados en un número similar de cir-  
cuitos entrelazados en serie con los distintos circuitos de  
280.- serie en paralelo. Por ejemplo, se ha mostrado en la figura  
4, una realización del invento, en la cual cada conductor  
está formado de dos cordones y cada bobina tiene un número  
par de espiras.

En la modificación mostrada en la figura 4, cada bobina  
285.- 120'' - 123'' está formada de cuatro espiras de conductor de  
dos cordones, y comprende así cuatro conductores o cordones  
espirales intercalados. Las primeras espiras del segundo y  
cuarto cordones están conectadas en relación de circuito en  
paralelo al conductor 130 de alta tensión y dos circuitos en  
290.- serie entrelazados están formados a través del devanado usan-  
do un cordón de cada conductor en cada circuito con los cir-  
cuitos en serie conectados en relación paralela mutuamente  
entre los terminales. Esto será evidente de la secuencia de  
numeración de espiras en la figura 4, teniendo en cuenta que  
295.- el circuito en serie formado de un juego de cordones está



numerado como espiras 1, 2, 3, etc..., y el circuito en serie formado del otro juego de cordones sigue a través de las espiras numeradas 1a, 2a, 3a, etc. Como en el caso de la figura 2, las primeras dos bobinas 120'' y 121'' constituyen una sección en las que todos los cordones de todos los conductores se utilizan en los circuitos en serie antes de que los circuitos continúen en paralelo a través de los cruces 134 y 134a hasta la siguiente sección. Será evidente que en el devanado de la figura 4, los cruces exteriores (es decir, las bobinas 4 a 5 y 4a a 5a) pueden ser transpuestos si se desea. En tal caso, las espiras 5 y 5a, 6 y 6a, 7 y 7a, 8 y 8a, estarán cada una en posición intercambiada.

Es evidente que el invento es aplicable en forma similar a bobinas discoidales entrelazadas formadas de conductores que tienen más de dos cordones y enrollados en forma de bobinas que tienen números pares de espiras. En todas las realizaciones ilustradas y en otras similares, la técnica de empezar los circuitos en serie entrelazados a través del devanado, sean en número de uno o más, en una espira intermedia de la primera bobina, tiene la ventaja de que el esfuerzo electrostático entre bordes interior y exterior adyacentes de bobinas y secciones adyacentes es reducido al mínimo o localizado en un área menos fuertemente cargada.

**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:

1º.- Un sistema de devanado inductivo para aparatos eléctricos, en el cual una pluralidad de juegos similares



- 325.- de bobinas anulares dispuestas coaxialmente enrolladas en espiral en la misma dirección ya sea alternativamente radialmente hacia fuera y radialmente hacia dentro, o alternativamente radialmente hacia dentro y radialmente hacia fuera estando formada cada bobina de una pluralidad de conductores espirales radialmente intercalados y teniendo cada conductor una pluralidad de espiras, y en el cual al menos dos conductores de cada bobina de un primer juego de bobinas están conectados en un circuito en serie que atraviesa todas las bobinas del juego al menos dos veces antes de seguir a otro juego.
- 330.-
- 335.-

2º.- Un sistema de devanado según el punto 1º, en el cual los conductores conectados en serie de cualquier bobina están separados eléctricamente en el circuito en serie y en el circuito que atraviesa al menos dos juegos de bobinas en la misma secuencia, estando colocada la espira extrema de alta tensión del circuito en serie entre las espiras periféricas interior y exterior de una de las bobinas.

340.-

3º.- Un sistema de devanado según el punto 1º o el 2º, en el cual cada bobina tiene un número par de espiras y la espira extrema de alta tensión está inmediatamente junto a una de las espiras periféricas de una bobina extrema del devanado.

345.-

4º.- Un sistema de devanado según cualquiera de los puntos anteriores, en el cual cada bobina está compuesta por dos conductores intercalados y la bobina extrema del devanado está enrollada radialmente hacia dentro, estando la espira extrema de alta tensión inmediatamente junto a la espira periférica exterior de la bobina extrema.

350.-

5º.- Un sistema de devanado según cualquiera de los



- 355.- puntos anteriores, en el cual cada bobina está compuesta de dos conductores intercalados y la bobina extrema del devana- do está enrollada radialmente hacia fuera, estando la espi- ra extrema de alta tensión inmediatamente junto a la espira periférica interior de la bobina extrema.
- 360.- 6º.- Un sistema de devanado según cualquiera de los pun- tos anteriores, en el cual cada conductor está compuesto por una pluralidad de cordones paralelos y un número igual de circuitos en serie están mutuamente conectados en relación paralela, incluyendo cada uno de tales circuitos en serie un cordón de cada conductor.
- 365.- 7º.- Un sistema de devanado según el punto 1º, en el cual cada bobina de dos pares yuxtapuestos de bobinas adya- centes comprende dos conductores intercalados y un número par de espiras, estando los conductores de cada par de bobi- nas conectados alternativamente en el circuito en serie y estando conectados en serie los pares de bobinas, incluyen- do un par de bobinas una bobina extrema de alta tensión en- rrollada radialmente hacia dentro, empezando el extremo de alta tensión del circuito en serie con la segunda espira ex- terior de la bobina extrema.
- 370.- 8º.- "UN SISTEMA DE DEVANADO INDUCTIVO PARA APARATOS ELECTRICOS", todo tal y conforme se describe en la presen- te memoria, la cual consta de 379 líneas y a título de ejem- plo se representa en el adjunto dibujo.

Madrid,

14 NOV. 1967

ESCALA VARIABLE.

14 NOV 1967

FIG. 1.

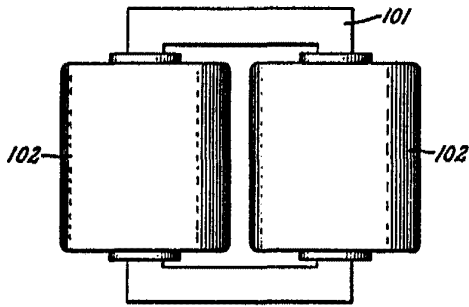


FIG. 3.

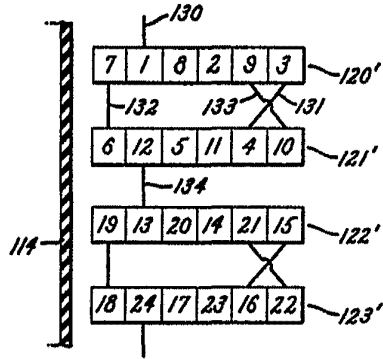


FIG. 2.

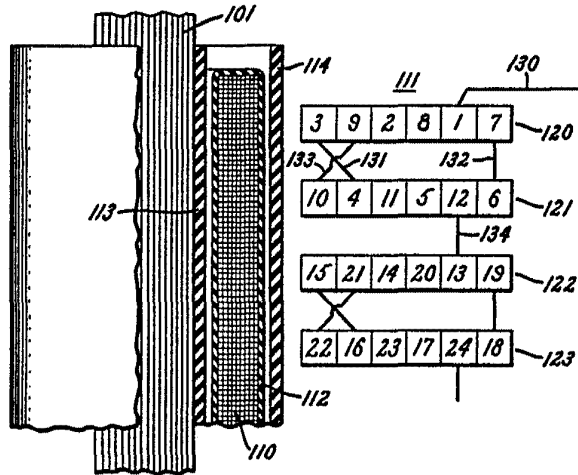
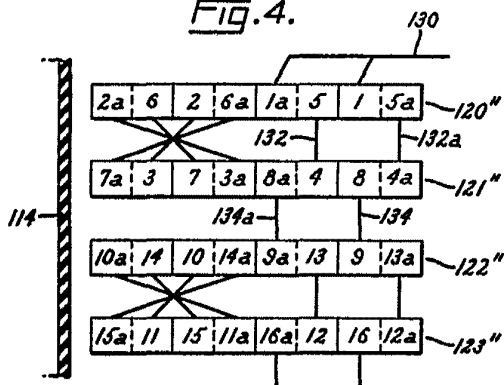


FIG. 4.



Madrid, 14 NOV. 1967