

353001

31 MAY 1968



P - 38.065

W.E. Case N° 38.649

## Memoria descriptiva

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad / ~~de nacionalidad~~ norteamericana

con domicilio en Pittsburgh, Pensilvania, Estados Unidos de América

por: " UN METODO PARA LIMPIAR ELECTRICAMENTE MATERIAL DE CINTA METALICA " (Clase Internacional B08b)



5 El presente invento consiste en un método de limpiar eléctricamente conductores de lámina aislada perforando eléctricamente los puntos débiles y los defectos en el recubrimiento, y quemando los defectos mediante flujo de corriente controlado, sin afectar perjudicialmente a la lámina metálica.

10 Un aparato eléctrico de inducción, tal como un transformador, que tiene uno o más de sus arrollamientos formados de material de banda conductora eléctrica, tal como de lámina metálica, posee muchas ventajas sobre un transformador que utilice arrollamientos devanados con hilo metálico usuales. En los arrollamientos del tipo de lámina, solamente hay una espira por capa. Así, la diferencia de potencial entre espiras adyacentes es solamente la del potencial relativamente bajo de espira a espira, y se elimina por completo el aislamiento de capa requerido en los arrollamientos del tipo de hilo metálico para soportar los elevados esfuerzos entre capa y capa. Esto aumenta el coeficiente de espacio o de relleno del arrollamiento, disminuye la posibilidad del efecto de corona, y por tanto tales arrollamientos son idealmente adecuados para encapsulación en sistemas de aislamiento sólido orgánico, pues el grado de impregnación de los arrollamientos de lámina mediante el sistema de aislamiento sólido es mucho menos crítico que lo es para los arrollamientos devanados con hilo metálico, debido a ser muy pequeños los esfuerzos en las capas.

25 El aislamiento entre las espiras de los arrollamientos devanados con lámina, aún no estando sometido a los elevados esfuerzos entre capas de los arrollamien-

31



tos del tipo de hilo metálico, tiene sin embargo mucha im  
portancia, dado que afecta a la fiabilidad y al coste del  
arrollamiento y del aparato completo. El aislamiento en-  
tre espiras debe tener una continuidad excelente, a fin --  
5 de evitar cortocircuitos entre espiras adyacentes, que --  
originarían el fallo eléctrico del arrollamiento, el ais-  
lamiento debe ser tan delgado como sea posible, a fin de  
aumentar el coeficiente de relleno de los arrollamientos,  
lo cual, además de reducir el tamaño de los arrollamien-  
10 tos, reduce el tamaño del núcleo magnético asociado, el ta-  
maño del recinto o alojamiento, y la cantidad de fluido -  
refrigerante usado, si se emplea refrigeración por flúid--  
do. Además, el propio aislamiento debe ser de bajo cos--  
te, con objeto de que los arrollamientos de lámina estén  
15 en condiciones de competencia en cuanto a coste con los -  
arrollamientos del tipo de devanado con hilo metálico.

Si bien los esmaltes aislantes, tales como los  
formados con poliéster, epoxi, y otros materiales resino-  
sos orgánicos, son fácilmente aplicados a los conductores  
20 del tipo de hilo metálico, con excelente continuidad, es  
difícil obtener la continuidad eléctrica necesaria en los  
recubrimientos de esmalte sobre lámina delgada para apli-  
caciones eléctricas. Esto es así, en particular, cuando  
se aplican los recubrimientos a lámina de calidad indus--  
25 trial, usando los delgados recubrimientos esenciales para  
un coeficiente de relleno aceptable. Así, es corriente -  
aislar las espiras de un arrollamiento devanado con lám-  
ina, con una película o banda continua separada de material  
aislante eléctrico, que se intercala entre las espiras de  
30 lámina del arrollamiento en el momento en que se devana -



5 el arrollamiento. Las bandas separadas de aislamiento -  
eléctrico, sin embargo, además de complicar el aparato -  
de devanar y los métodos de devanar, aumentan el coste -  
del arrollamiento en comparación con el de un arrollamien-  
to comparable de lámina aislado con un recubrimiento de  
10 esmalte. Por consiguiente, el objeto principal del pre-  
sente invento es proporcionar un método para aplicar re-  
cubrimientos muy delgados, fiables, de esmalte aislante,  
a material de banda conductora de la electricidad de ca-  
lidad industrial, sin aumentar considerablemente el cos-  
te ni la complejidad de la producción del material de --  
banda recubierta.

15 Con este objeto a la vista, el presente inven-  
to consiste en un método para limpiar eléctricamente ma-  
terial de banda metálica que tiene un recubrimiento ais-  
lante dispuesto sobre al menos una de sus superficies --  
principales, caracterizado por las operaciones de dispo-  
ner un electrodo contra dicho recubrimiento, proporcio-  
nar un potencial eléctrico de una magnitud predetermina-  
20 da entre dicho electrodo y dicho material eléctrico de -  
banda, y comunicar movimiento relativo entre el material  
de banda y dicho electrodo, siendo dicho potencial eléc-  
trico suficientemente alto para perforar eléctricamente  
y quemar los puntos débiles en dichos recubrimientos ais-  
25 lantes, al paso de dicho electrodo.

30 Con el método de acuerdo con el invento, se me-  
jora considerablemente la continuidad de los recubrimien-  
tos de esmalte, Ello permite disminuir el espesor del -  
recubrimiento, a la vez que se mantienen recubrimientos  
aislantes fiables sobre material de banda conductora de



31 MAY

la electricidad de calidad industrial.

El invento se pondrá mejor de manifiesto en la descripción que sigue de realizaciones preferidas del mismo representadas, a manera de ejemplo únicamente, en los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La Figura 1 es una vista en corte transversal, fragmentaria y ampliada, de conductores de lámina conductora de la electricidad recubierta, que ilustra los tipos de defectos que pueden producirse en el recubrimiento aislante;

Las Figuras 2A, 2B y 2C son vistas en corte transversal, fragmentarias y ampliadas, de un conductor de banda recubierta antes de ser limpiado, después de ser limpiado eléctricamente y después de una operación final de recubrimiento, respectivamente;

La Figura 3 es una vista esquemática que ilustra el procedimiento de limpiar eléctricamente material de banda metálica recubierta, de acuerdo con una realización del invento;

La Figura 4 es una vista esquemática que ilustra el procedimiento de limpiar eléctricamente material de banda metálica recubierta de acuerdo con otra realización del invento;

La Figura 5 es un gráfico que ilustra el número de defectos en función de la potencia para quemar defectos para diversas magnitudes de tensión de corriente alterna; y

La Figura 6 es un gráfico que ilustra el número de defectos en función de la potencia para quemar defectos para diversas magnitudes de tensión de corriente



continua.

5 Tal como se usan en este Memoria Descriptiva, -  
los términos "banda", "hoja" o "lámina" conductoras, sir-  
ven para identificar conductores eléctricos que tienen --  
una sección transversal en la cual la dimensión de la an-  
chura es grande en comparación con la dimensión del espe-  
sor. Por ejemplo, en transformadores del tipo de distri-  
bución eléctrica, es corriente usar conductores de lámina  
10 de un espesor del orden de 0,038 mm. a 0,081 mm., y una -  
anchura que va desde algunos centímetros hasta cualquier  
dimensión máxima que se desee, dependiendo de los requisi-  
tos eléctricos del devanado a ser formado con el conduc-  
tor de banda. Además, la expresión "devanado de banda o  
lámina" se refiere en general al tipo de devanado formado  
15 arrollando material de cinta conductora eléctrica recu- -  
bierta dispuesta plana sobre sí misma para formar una plu-  
ralidad de espiras superpuestas, alojadas una dentro de -  
otra, siendo la longitud axial del devanado sustancialmen-  
te igual a la anchura de la lámina, y formando cada espi-  
ra del devanado una capa completa del devanado.

20 Refiriéndonos ahora a los dibujos, y a la Figu-  
ra 1 en particular, se ha representado en ella una vista  
fragmentaria, muy ampliada, en corte, de dos espiras adya-  
centes 10 y 12 de un devanado eléctrico 14 formado de lá-  
mina conductora de la electricidad recubierta 16. La lá-  
mina o material de banda conductora eléctrica recubierta  
25 16 tiene una parte conductora de la electricidad 18, que  
puede ser de aluminio, de cobre o de otro metal adecuado,  
y, en este caso, tiene recubrimiento 20 y 22 dispuestos -  
30 sobre sus superficies principales primera y segunda dis-

31 MAY.



puestas frente a frente, respectivamente.

Puesto que al recubrirse solamente una superficie principal del material de banda conductora eléctrica se proporcionará además aislamiento entre las espiras conductoras adyacentes de un devanado, será también práctico recubrir solamente un lado del material de banda.

Puesto que la misma banda continua de conductor forma ambas espiras conductoras 10 y 12, se han asignado al metal y a los recubrimientos de ambas espiras los mismos números de referencia, diferenciándose los componentes de la espira 12 de los componentes de la espira 10 -- por adición de un signo de prima.

La Figura 1 ilustra ciertos tipos de defectos, discontinuidades o puntos débiles, que pueden presentarse en material de banda metálica recubierta, incluso cuando se ha limpiado el material de banda metálica, se ha filtrado el sistema de recubrimiento de esmalte, y se ha aplicado el recubrimiento al material de banda en una habitación en la cual se ha filtrado el aire. Estos defectos -- consisten en partículas conductoras de la electricidad -- que no se han quitado de la lámina durante la limpieza, o que son llevadas por el aire en forma de polvo, o consisten en imperfecciones superficiales en la superficie de la lámina, o en una combinación de esos factores.

Ciertos tipos de defectos pueden ser tolerados, si su número en un área superficial dada no rebasa un máximo predeterminado. Este tipo de defecto es aquél que -- no sobresales fuera de la superficie del recubrimiento, -- tal como el defecto 24 representado en el recubrimiento -- 20'. La razón para exigir que el número de ese tipo de --



defectos en cualquier área dada no rebase un máximo pre-  
determinado, es la de hacer muy pequeña la probabilidad de  
de que dos defectos coincidan en recubrimientos aislantes  
en contacto inmediatamente adyacentes, tales como los de-  
5 defectos 26 y 28 en los recubrimientos 22 y 20', respectiva-  
mente. En tanto que un defecto de ese tipo no coincida -  
con otro, el aislamiento libre de defectos de un recubri-  
miento, que está adyacente al defecto en el otro recubri-  
miento, proporciona aislamiento suficiente para evitar un  
10 cortocircuito. No obstante, cuando coinciden dos defec-  
tos tales como los defectos 26 y 28 en la Figura 1, se ob-  
servará que puede crearse un circuito de baja impedancia  
entre las partes conductoras 18 y 18', que puede dar por  
resultado un cortocircuito entre las espiras. Puesto que  
15 es difícil quitar todos los defectos de ese tipo, es prác-  
tica general recubrir ambos lados de la lámina.

Si el defecto es del tipo que tiene una parte -  
que se extiende hacia fuera, la cual se extiende hacia --  
fuera desde la superficie del recubrimiento, tales como -  
20 los defectos 30 y 32 en los recubrimientos 22' y 20', res-  
pectivamente, debe quitarse. Un defecto de ese tipo pue-  
de perforar el recubrimiento de una espira adyacente, ha-  
ciendo que ambos recubrimientos tengan puntos débiles coin-  
cidentes que pueden perforarse y formar un cortocircuito.

25 Por consiguiente, todos los defectos que se ex-  
tienden hacia fuera desde el recubrimiento de la superfi-  
cie deben ser quitados, y la mayoría de los restantes de-  
fectos "por debajo de la superficie" deben ser quitados,  
si se quieren obtener recubrimientos aislantes fiables.

30 Los defectos del tipo representado en la Figura



31 MAY

l han hecho impracticable producir lámina delgada recu-  
bierta que sea económica, sobre una base de producción en  
serie. En primer lugar, esos defectos exigen adoptar re-  
cubrimientos aislantes mucho más gruesos que los requeri-  
dos para aislar contra los esfuerzos eléctricos entre es-  
piras. La impracticabilidad de ésto resulta inmediatamen-  
te evidente para las láminas muy delgadas. Por ejemplo,  
si se requiere un recubrimiento de 0,025 mm. debido a esos  
defectos, en lugar de utilizar un recubrimiento de 0,013  
mm. de grueso, y se aplica el recubrimiento de ambos la-  
dos de una lámina de 0,051 mm., el coeficiente de relleno  
de una bobina devanada con la lámina sería un máximo del  
50 %, en lugar de ser del 67 % que se obtiene usando un  
recubrimiento de 0,031 mm. de grueso. Si el crecimiento  
sobre cada lado de la hoja pudiese reducirse a 0,006 mm.,  
excepto por esos defectos, el coeficiente de relleno de  
un devanado construido de lámina de 0,051 mm. podría au-  
mentarse todavía más, hasta un máximo del 80 %. El coefi-  
ciente de relleno de un devanado es muy crítico, pues no  
solamente afecta al tamaño y al coste de las bobinas y --  
los arrollamientos, sino que al aumentar el tamaño de la  
bobina aumenta el tamaño, el peso y el coste del núcleo -  
magnético. Esto aumenta a su vez el tamaño, el coste y -  
el peso del depósito o envoltura. Al aumentar el tamaño  
de la envoltura, aumenta la cantidad de fluido dieléctri-  
co de que debe disponerse para transformadores refrigera-  
dos por fluido. Por consiguiente, influye perjudicialmen-  
te en el tamaño, el peso y el coste del aparato eléctrico  
completo.

Se ha comprobado que puede aumentarse la fiabi-

31 MAY:



5      lidad de la lámina recubierta usando lámina pulimentada -  
hasta una superficie con acabado de espejo de una aspere-  
za de 51 milimicras (  $51 \times 10^{-6}$  mm. ). Esta, sin embargo,  
no es una solución práctica debido al aumento de coste -  
que representa disminuir la aspereza superficial hasta -  
10      51 milimicras. Con objeto de que el uso de lámina recu-  
bierta sea atrayente desde el punto de vista económico,-  
el procedimiento debe permitir utilizar eficaz y confia-  
blemente lámina de calidad industrial de un acabado su-  
perficial de 510 a 630 milimicras.

15      Este invento dá a conocer un procedimiento de  
limpiado eléctrico que hace posible disminuir el grueso  
de los recubrimientos aislantes hasta el requerido por -  
los esfuerzos de espira a espira, tal como de 0,006 a --  
0,013 mm. sobre una cara, y usar lámina de calidad indus-  
20      trial. Las Figuras 2A, 2B y 2C son vistas fragmentarias  
y ampliadas de lámina conductora eléctrica recubierta an-  
tes de limpiar, después de la limpieza eléctrica según -  
los principios del invento, y después de volver a recu-  
brir, respectivamente. A fin de obtener un recubrimien-  
to uniforme de material aislante eléctrico sobre material  
de banda conductora eléctrica, se aplica en una serie de  
operaciones, dejándose que cure cada capa aplicada de me-  
dios aislantes antes de aplicar la capa siguiente. La -  
25      Figura 2A ilustra una lámina metálica 40 que tiene recu-  
brimientos 42 y 44 aplicados a sus superficies principa-  
les, siendo el grueso del recubrimiento de aproximadamen-  
te la mitad de su dimensión final. La capa aislante 42  
tiene defectos 46, 48 y 50, y la capa aislante 44 tiene  
30      defectos 52 y 54. De acuerdo con los principios del in-

31 MAY



5            vento, esos defectos son quemados eléctricamente, perforando los defectos eléctricamente por aplicación de un potencial predeterminado entre la superficie exterior de los recubrimientos aislantes 42 y 44 y la lámina metálica 40. Cuando se perfora un defecto, el flujo de corriente a través del defecto quema el defecto, siendo limitada la máxima energía o potencia a fin de quemar limpiamente el defecto, sin influir perjudicialmente en el aislamiento circundante, ni en la propia banda o lámina metálica. Así, después de limpiar electricamente la lámina recubierta representada en la Figura 2A, quedarán cráteres, agujeros o huecos en el recubrimiento aislante en cada punto en que existía un defecto que haya sido quemado. Por ejemplo, como se ha representado en la Figura 2B, el recubrimiento 42 tendrá cráteres 56, 58 y 60, y el recubrimiento 44 tendrá cráteres 62 y 64. Luego, cuando se aplica la capa o las capas finales de medios aislantes, para conseguir el grueso final deseado de aislamiento, serán llenados los cráteres. Por ejemplo, como se ha representado en la Figura 2C, una capa 66 de medios aislantes se aplica sobre una capa 42, con lo cual se llenan los cráteres 56, 58 y 60, y una capa 68 de aislamiento se aplica sobre la capa 44, con lo cual se llenan los cráteres 62 y 64. Si la lámina metálica está recubierta por ambas caras, no es absolutamente esencial aplicar capas adicionales de medios aislantes de esmalte después de limpiar eléctricamente; no obstante, se considera que dado que la limpieza eléctrica puede ser fácilmente efectuada antes de llegar a la operación final de recubrimiento, sería deseable limpiar eléctricamente an-



tes de la operación final de recubrimiento, y producir -  
así un recubrimiento aislante que sea continuo y unifor-  
me.

5 Puesto que todo defecto que sobresalga hacia -  
fuera desde la superficie del recubrimiento hará contac-  
to con un terminal de la alimentación de energía eléctri-  
ca, será quemado, quedando garantizado que se elimina --  
ese tipo de defecto. La tensión eléctrica seleccionada  
deberá ser además suficientemente elevada para perforar  
10 la mayoría de los defectos que hay bajo la superficie, y  
reducir así el número de defectos hasta el punto de que  
la probabilidad de que haya dos defectos alineados sea -  
muy remota.

15 La Figura 3 es un diagrama esquemático de un -  
procedimiento de limpieza eléctrica 69 concebido de acuer-  
do con una realización del invento. En esta realización,  
el procedimiento de limpieza eléctrica no está asociado  
con las operaciones de recubrimiento con aislamiento, pe-  
ro ilustra la limpieza eléctrica de conductor de banda me  
20 tálica que ya ha sido previamente recubierto. Por tanto,  
el procedimiento representado en la Figura 3 puede adap--  
tarse para limpiar y mejorar eléctricamente material de -  
banda metálica recubierta, que será posteriormente usado  
en el estado "tal como queda después de limpio", o que se  
25 rá posteriormente recubierto con una capa final de aisla-  
miento, o bien la Figura 3 puede ilustrar la limpieza de  
material de banda conductora eléctrica como parte de un -  
procedimiento de devanado. En la solicitud de patente --  
americana Número de Serie 506.350, presentada con fecha 4  
30 de noviembre de 1.965, por F.R. Zickar y otros, cuya soli

31 MAY.



5           citud está cedida al cesionario de la presente solicitud,  
se describe la aplicación de un recubrimiento adhesivo -  
sobre el recubrimiento aislante, con el fin de consoli-  
dar y estabilizar dimensionalmente un arrollamiento deva-  
nado con lámina, antes de encapsular el devanado en ais-  
lamiento sólido. Si se utilizan los principios de esta  
exposición, la limpieza eléctrica puede tener lugar des-  
pués de aplicado el recubrimiento final de aislamiento,-  
pues la capa superpuesta adhesiva llenará los cráteres -  
10           dejados por la limpieza eléctrica.

          Más concretamente, la Figura 3 ilustra un ro-  
llo 70 de la lámina o material de hoja conductora eléc-  
trica 72 para ser limpiada, montado sobre un carrete de-  
senvrollador. Deberá quitarse el recubrimiento aislante  
15           del extremo interior de la lámina del rollo 70, y la lá-  
mina desnuda deberá unirse a masa en 74. La lámina recu-  
bierta 72 puede luego hacer contacto sucesivamente con -  
el rodillo loco 76, con el electrodo de rodillo 78, con  
el electrodo de rodillo 80, con el rodillo loco 82, con  
20           los rodillos de transporte 84 y 86, con el rodillo de ac-  
cionamiento 88, con el rodillo de empaquetar 90 y con el  
rodillo tomador 92. Los electrodos 78 y 80 de rodillo -  
están dispuestos en lados opuestos de la lámina recubier-  
ta, a fin de hacer contacto con ambas caras de lámina y  
25           por tanto de limpiarlas, si la lámina está recubierta --  
por ambas caras, y esos electrodos están conectados a --  
uno de los terminales de salida de la alimentación 94 de  
energía eléctrica, tal como el terminal 96. El otro ter-  
30           minal 98 de la alimentación 94 de energía eléctrica está  
unido a masa en 74'. Así, el potencial eléctrico a tra-

31 MAY 1968



vés de los terminales 96 y 98 de la alimentación 94 de -  
energía eléctrica es aplicado a través de un recubrimien-  
to, entre el electrodo de rodillo 78 y la lámina conduc-  
tora 72, y también a través del otro recubrimiento entre  
5 el electrodo 80 del rodillo y la lámina conductora 72. -  
Los puntos débiles en los recubrimientos de aislamiento  
serán perforados bajo ese potencial, y la corriente con-  
trolada resultante quemará esos defectos. Los rodillos  
locos 76 y 82 están dispuestos estratégicamente para ha-  
cer que la lámina haga contacto en una dimensión prede-  
10 terminada con los electrodos de rodillo. Dicho con - -  
otras palabras, los emplazamientos de los rodillos locos  
76 y 82 se han elegido para proporcionar ángulos prede-  
terminados 100 y 102 entre la lámina y planos horizonta-  
15 les imaginarios, cuyos ángulos harán que una longitud --  
predeterminada de la lámina haga contacto con los elec-  
trodos de rodillo. Cada punto de la lámina conductora -  
debe estar en contacto con un electrodo de rodillo duran-  
te un espacio de tiempo suficiente para perforar los de-  
20 fectos o puntos débiles, y luego para quemar los defec-  
tos. Así, la velocidad de la lámina, el diámetro de los  
electrodos de rodillo y la longitud de lámina en contac-  
to con los electrodos de rodillo, intervienen todos en -  
el cálculo del tiempo durante el que cada punto debe ha-  
cer contacto con un electrodo de rodillo. Se ha determi-  
25 nado experimentalmente que son suficientes 0,2 segundos  
de tiempo de contacto de cada punto de la lámina con el  
electrodo de rodillo. Así, si se fija la velocidad de -  
la línea, pueden seleccionarse en consecuencia el diáme-  
30 tro del electrodo de rodillo y la posición de los rodi--



llos locos, para proporcionar el tiempo de contacto deseado sobre la superficie de los electrodos de rodillo.

Las magnitudes de la tensión y de la intensidad de corriente de la alimentación de energía eléctrica 94 -  
5 dependen de muchos factores, tales como el aislamiento o espesor de recubrimiento en el momento de hacerse la limpieza, y en lo que sigue se describirán con mayor detalle magnitudes adecuadas de la tensión y de la intensidad de corriente.

10 La alimentación de energía eléctrica 94 puede proporcionar o bien un potencial de corriente alterna o bien un potencial de corriente continua. Un potencial de corriente continua tiene ciertas ventajas, como se explicará en lo que sigue. Un potencial de corriente continua  
15 facilita además el recuento del número de defectos quemados, en el caso de que hayan de incorporarse circuitos de recuento. Un contador de defectos del tipo de lectura directa, del tipo de grabación, o de ambos tipos, puede ser fácilmente incorporado y disparado por cada defecto quemado,  
20 para proporcionar información de control de calidad en el procedimiento de recubrimiento de lámina.

Los rodillos de transportes 84 y 86 pueden ser sensibles al motor de inversión 104, el cual obtiene su información de 4 medios 106 de control y percepción de --  
25 borde, de células fotoeléctricas 108 y 110, y de fuentes de iluminación 112 y 114, de una manera bien conocida en la técnica, para asegurar que la lámina 72 forma sobre el rodillo tomador 92 una bobina que tiene un borde recto.

La Figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra la limpieza eléctrica aplicada en el momento del recu  
30

31 MAY



5  
10  
brimiento de la lámina conductora eléctrica con medios de aislamiento eléctrico. En este caso, los medios de aislamientos eléctricos se aplican en tres recubrimientos individuales, aunque el número exacto de operaciones de recubrimiento no es crítico. Además, la limpieza eléctrica se ha ilustrado como aplicada después de la segunda operación de recubrimiento. No obstante, ello se hace únicamente con fines aclaratorios, ya que puede ser aplicada después de cualquier operación de recubrimiento, o después de más de una operación de recubrimiento, si se desea.

15  
20  
25  
30  
Más concretamente, un rollo 122 de conductor 124 de lámina no aislada, tal como de aluminio o de cobre, se coloca sobre el carrete desenrollador, y la lámina se une a masa en 126. La lámina 124 puede ser luego dirigida a la primera operación de recubrimiento, que puede comprender rodillo 128 y 130 dispuestos para dirigir la lámina 124 a un depósito de inmersión 132 que contiene aislante líquido 135 para ser aplicado. El aislamiento puede ser también aplicado a la lámina mediante un rodillo, o por cualquier otro método adecuado. El aislamiento 135 puede ser cualquier esmalte adecuado, por ejemplo, tal como el esmalte descrito en la solicitud de patente americana número de serie 347.694, presentada por L.C. Scala y otros, con fecha 27 de Febrero de 1.964, cuya solicitud está cedida al mismo cesionario de la presente solicitud. Después de recubrir la lámina metálica 124 con el esmalte aislante 135, la lámina avanza a través de rulos calibradores 134 y 136, los cuales controlan la dimensión del grueso del esmalte aislante. La lámina 124 avanza

31 MAY 1958



5           za luego a través de la torre de curado 138, en la que se calientan la lámina y el recubrimiento aislante, para curar el aislante. La temperatura a la cual se calientan la lámina y el aislamiento dependerá del recubrimiento aislante particular usado y del tiempo que la lámina haya de estar en la torre de curado. En general, la temperatura de curado por calentamiento estará comprendida en el margen de 150° C a 500° C.

10           La lámina 124 pasa entonces a la segunda operación de recubrimiento por medio de los rodillos 140, - - 142, 144, 146 y 148. La lámina puede ser limpiada eléctricamente después de la primera operación de recubrimiento, si se desea. No obstante, se ha comprobado que la dimensión mínima práctica del grueso para la máxima -  
15           eficacia del quemado de los defectos es del orden de - - 0,0025/mm. sobre una cara. Usando el esmalte aislante - descrito en la antes mencionada solicitud de patente americana de I.C. Scala y otros, un grueso de menos de - -  
20           0,0025/mm. sobre una cara indica un cortocircuito continuo entre los electrodos de rodillo y la banda, para tensiones de tan solo 100 voltios, no solamente en lámina - de calidad industrial de una aspereza superficial de -- 510 a 630 milimicras, sino también en láminas de una aspereza superficial de 156 a 312 milimicras y de 51 milimicras.  
25           Por consiguiente, en un procedimiento de recubrimiento en operaciones múltiples, a menos que la primera operación de recubrimiento se aplique uniformemente - con una dimensión de espesor que exceda de 0,0025/mm. sobre una cara, sería preferible indicar la limpieza eléctrica  
3.0           más adelante en el procedimiento.

31 MAY.



En la segunda operación de recubrimiento, la lámina es dirigida al depósito de inmersión 151 por medio de los rodillos 146 y 148, la dimensión de grueso de la segunda capa es controlada por rulos calibradores 150 y 152, y la banda 124 avanza a la torre de curado 154. Si la dimensión final de espesor del recubrimiento aislante ha de ser de 0,006 mm. en una cara, o superior, el espesor después de la segunda capa será en general de 0,0025 mm. a 0,003 mm., sobre una cara, o superior. Así, como se ha ilustrado en la Figura 4, la limpieza eléctrica puede ser aplicada eficazmente en ese punto. Los rodillos 156 y 158 dirigen la lámina 124 desde la torre de curado 154 a través de los electrodos 160 y 162 de rodillo de la disposición de limpieza eléctrica. Una de las superficies principales de la lámina ahora recubierta 124 hace contacto con el electrodo 160 de rodillo, y la otra superficie principal de la lámina recubierta hace contacto con el electrodo 162 del rodillo. Puede cambiarse la posición de los rodillos 158 y 170 con relación a los electrodos de rodillo 160 y 162 para proporcionar la dimensión deseada de la lámina 124 que quedará en contacto con los electrodos de rodillo, como se ha descrito con relación a la Figura 3. Por ejemplo, se ha efectuado una limpieza eléctrica satisfactoria usando electrodos de rodillo de 49,78 mm. de diámetro formados de acero inoxidable pulimentado, con 30,48 mm. lineales de la lámina en contacto con cada electrodo, y una velocidad de lámina que proporciona un tiempo de contacto de electrodo de 0,2 segundos para cada punto de la lámina recubierta a ser limpiada. Si los bordes de la lámina son cortados y a continuación



atacados químicamente después de terminado el procedimien-  
to de recubrimiento, a fin de proporcionar lámina que no  
tenga mayor espesor de esmalte en los bordes debido a la  
tensión superficial del esmalte líquido en los bordes de  
5 la lámina tal como se aplica, los electrodos de rodillo -  
solo tienen que cubrir la parte de la banda que será real-  
mente utilizada. Si es deseable que se haga contacto me-  
cánicamente toda la anchura de la banda, los electrodos -  
de rodillo metálicos pueden incluir prolongaciones no me-  
10 tálicas en cada extremo, las cuales impedirán entonces la  
formación de arco entre los electrodos metálicos y cual-  
quier parte de los bordes de la banda que esté insufi- -  
cientemente recubierta por los medios aislantes.

Los electrodos de rodillo 160 y 162 representa-  
15 dos en la Figura 4, están conectados a la alimentación de  
energía eléctrica 164, que tiene terminales de salida 166  
y 168. En este caso, la alimentación de energía eléctri-  
ca 164 se ha representado como una alimentación de ener-  
gía eléctrica de corriente continua, con un terminal 166  
20 conectado a electrodos de rodillo 160 y 162, y un termi-  
nal 168 unido a masa 126'. Como se ha ilustrado, el ter-  
minal positivo 168 puede estar unido a masa, y el termi-  
nal negativo 166 conectado a los electrodos de rodillo, -  
con lo cual se dirige el flujo de electrones desde los -  
25 electrodos de rodillo, a través del recubrimiento de es-  
malte, a la lámina metálica. Esto parece producir agujer-  
os quemados en el aislamiento más limpios y mejor recor-  
tados que cuando la polaridad está invertida. Puede obte-  
nerse una limpieza eléctrica eficaz, sin embargo, con los  
30 terminales de polaridad positiva o con los terminales de

31 MAY. 1968



laridad negativa conectados a los electrodos de rodillo, o incluso con un potencial alterno. Después de la segunda operación de recubrimiento, la lámina ahora doblemente recubierta es dirigida a la tercera operación de recubrimiento mediante rodillos 174 y 176, los cuales hacen que la lámina 124 entre en el depósito de inmersión 178 que contiene medios de aislamiento líquido 179, y la tercera capa es curada en la torre de curado 184. La tercera capa llena así los agujeros y cráteres quemados creados por el procedimiento de limpieza eléctrica.

Si la tercera capa de medios aislantes es la capa final, la lámina recubierta 124 puede ser dirigida al rodillo tomador 192 por medio de rodillos 186, 188 y 190, y empaquetada por el rodillo de empaquetar 194. Si ha de haber una cuarta operación de recubrimiento, la lámina 124 puede ser limpiada eléctricamente de nuevo después de la tercera operación de recubrimiento, si se desea, duplicando la disposición de limpieza eléctrica descrita en lo que antecede con relación a la segunda operación de recubrimiento. Además, si la cuarta operación de recubrimiento ha de ser de un recubrimiento adhesivo, como se ha descrito en la antes mencionada solicitud de patente americana de F.R. Zickar y otros, la lámina 124 puede ser también limpiada después de la tercera operación de recubrimiento. O bien, en vez de limpiar la lámina después de la segunda operación de recubrimiento, puede ser limpiada solo después de la tercera operación de recubrimiento. Por consiguiente, cabe cualquier número de combinaciones adecuadas. Con un sistema de cuatro capas, los resultados de los ensayos indican excelencia.



tes resultados si la lámina metálica es limpiada eléctricamente después de cada una de las operaciones segunda y tercera de recubrimiento. No obstante, puesto que también se han obtenido excelentes resultados usando una sola operación de limpieza eléctrica, deberá determinarse experimentalmente para cualquier sistema dado si fuera necesaria más de una operación de limpieza eléctrica.

Aunque la alimentación de energía eléctrica 164 puede ser fácilmente modificada para contar el número de defectos quemados, también puede ser deseable contar los defectos que existen después de la limpieza eléctrica. No obstante, puesto que no es necesario eliminar todos los defectos que hay debajo de la superficie, solamente es necesaria una indicación de la probabilidad de que dos defectos queden alineados y adyacentes entre sí en un devanado de lámina. Como se ha ilustrado en la Figura 4, esa indicación puede obtenerse fácilmente usando electrodos de rodillo 196 y 198, similares a los del tipo usado para limpieza eléctrica, pero en vez de conectar cada electrodo de rodillo al mismo potencial, los electrodos son conectados a polaridades opuestas de una alimentación 200 de energía eléctrica de corriente continua. Por ejemplo, el terminal positivo 202 puede ser conectado al electrodo 196 de rodillo, y el terminal negativo 204 puede ser conectado al electrodo 198 de rodillo. Así, el contador asociado con la alimentación de energía eléctrica 200 registrará solamente una cuenta cuando estén simultáneamente en contacto los defectos con ambos electrodos de rodillo. Para ese ensayo de recuento de defectos, se ha comprobado que es adecuado un



potencial de corriente continua de 500 voltios y un relé de recuento de una sensibilidad de 10 microamperios. En vez de ensayar continuamente la lámina después de la limpieza eléctrica, pueden ensayarse selectivamente secciones de la lámina, si se desea, por cualquier método que proporcione los resultados deseados.

5 Como se ha dicho en lo que antecede, la magnitud de la tensión usada en el procedimiento descrito de limpieza eléctrica debe ser suficiente para perforar todos los puntos débiles y defectos que se extienden hacia fuera desde la superficie del recubrimiento aislante, y la mayoría de los puntos débiles y defectos ocultos, y el flujo de corriente resultante debe quemar los defectos produciendo agujeros limpios bien recortados, sin fundir ni picar la lámina metálica, y sin crear cráteres desgarrados ni formar pasos conductores carbonizados a través de la superficie del aislamiento. Con objeto de determinar la potencia máxima a la cual la quemadura del defecto dañará a la lámina hasta el punto que no pueda ser vuelta a esmaltar eficazmente, se ensayó lámina recubierta con el esmalte descrito en la solicitud de patente pendiente de tramitación antes mencionada de L.C. - - Scala y otros con diversos niveles de tensión y de potencia. Para espesores de 0,0025 a 0,0032 mm. y de 0,0045 mm a 0,0058 mm., sobre una cara, se comprobó que una potencia de 14 vatios destruía la lámina para potenciales de 100, 350 y 500 voltios de corriente continua. A 700 voltios de corriente continua, la potencia para la cual era destruída la lámina disminuía hasta 3,5 vatios.

30 Puede efectuarse una limpieza eléctrica eficaz

31 MAY.



con niveles de potencia muy inferiores a aquellos con --  
los que se destruye la lámina, eliminándose así toda po-  
sibilidad de dañar la lámina durante la limpieza eléctri-  
ca normal.

5                   En un intento de determinar si existe una mag-  
nitud óptima de la tensión, ya sea de corriente alterna  
o ya sea de corriente continua, y un nivel de potencia --  
óptimo, para el esmalte descrito en la solicitud de pa-  
tente americana de L.C. Scala y otros, se midieron defec-  
10               tos entre dos electrodos de rodillo de la manera descri-  
ta en relación con el contador de defectos 200 represen-  
tado en la Figura 4, después de limpieza eléctrica con --  
diferentes magnitudes de tensión, tanto de corriente al-  
terna como de corriente continua, y para diferentes nive-  
15               les de potencia. La Figura 5 es un gráfico que indica --  
el número de defectos contados entre los electrodos de --  
rodillo, después de limpieza eléctrica, cuando la tensión  
de quemado era de un potencial alterno, y la Figura 6 es  
un gráfico que indica el número de defectos contados en-  
20               tre los electrodos de rodillo, después de limpieza eléc-  
trica, cuando la tensión de quemado era de un potencial  
de corriente continua.

                  Más concretamente, la Figura 5 es un gráfico --  
en el cual se ha representado gráficamente en el eje de  
25               ordenadas el número de defectos contados entre rodillos,  
y se ha representado en abcisas la potencia en vatios de  
quemado de defectos. Las curvas de trazo lleno indican  
los resultados para diferentes magnitudes del potencial  
de corriente alterna, aplicado solamente después de la --  
30               segunda operación de recubrimiento en el sistema de cua-

31 MAY.



5

10

15

20

25

30

tro capas de aislamiento, estando el espesor del recubri-  
miento por capa en el momento de la limpieza comprendido  
entre 0,0025 mm. y 0,0032 mm.. Las curvas discontinuas  
indican los resultados para diferentes magnitudes de po-  
tencial de corriente alterna aplicados solamente después  
de la tercera capa de un sistema de cuatro capas, estan-  
do comprendido el espesor del recubrimiento por cara en  
el momento de la limpieza entre 0,0038 mm. y 0,0051 mm..  
Como se ha ilustrado en la Figura 5, la tensión óptima -  
es de 350 voltios, para las magnitudes de tensión usadas,  
y esa tensión óptima es de 350 voltios de corriente al-  
terna cuando se aplica después de la segunda operación -  
de recubrimiento, y cuando se aplica después de la terce-  
ra operación de recubrimiento. El nivel de potencia óp-  
timo aparece como comprendido entre  $10^{-2}$  y  $10^{-1}$  vatios -  
cuando se aplica después de la segunda operación de recu-  
brimiento, y entre  $10^{-1}$  y  $10^0$  vatios cuando se aplica --  
después de la segunda operación de recubrimiento. Así,-  
cuanto más grueso es el recubrimiento, tanta más poten-  
cia será necesaria, aunque la magnitud de tensión óptima,  
al menos en este caso, permanece la misma. Los resulta-  
dos con diferentes potenciales de corriente alterna es-  
tán tan próximos para todas las tensiones, sin embargo,-  
que sería difícil determinar realmente una magnitud ópti-  
ma.

La Figura 6 es un gráfico en el cual se ha re-  
presentado en el eje de ordenadas el número de defectos  
contados entre electrodos de rodillo, después de limpie-  
za eléctrica, y se ha representado en el eje de abcisas  
la potencia de vatios de quemado de defectos. Las cur--



vas de trazo lleno indican los resultados para diferen-  
tes magnitudes de tensión de corriente continua, aplica-  
da solamente después de la segunda capa de un sistema de  
cuatro capas de aislamiento, y las curvas discontinuas -  
5 indican los resultados de diferentes magnitudes de ten-  
sión de corriente continua, aplicadas solamente después  
de la tercera capa de un sistema de aislamiento de cua-  
tro capas. Los espesores de recubrimiento eran los mis-  
mos en cada punto limpiado, como se ha descrito con rela-  
10 ción a la Figura 5.

Como se ha ilustrado en la Figura 6, el nivel  
óptimo de tensión de corriente continua, tanto después -  
de la segunda capa como después de la tercera capa, es -  
de 350 voltios de corriente continua para las magnitudes  
15 utilizadas. La curva de 700 voltios baja más que la cur-  
va de 350 voltios después de la segunda operación de re-  
cubrimiento, pero su más pronunciada pendiente al aumen-  
tar la potencia la hace más adecuada para usar 350 vol-  
tios de corriente continua. Como se comprueba con el po-  
20 tencial alterno, la potencia óptima de corriente conti-  
nua aumenta también al aumentar el espesor. La potencia  
óptima cuando se limpia después de la segunda operación  
de recubrimiento es del orden de 0,003 vatios, y la po-  
tencia óptima cuando se limpia después de la tercera ope-  
25 ración de recubrimiento es del orden de 0,3 vatios. Así,  
cuando se usan 350 voltios de corriente continua después  
de la segunda operación de recubrimiento, la intensidad  
de corriente deberá estar limitada a aproximadamente 10  
microamperios, para obtener la limpieza óptima, y cuan-  
do se usan 350 voltios de corriente continua después de  
30



la tercera operación de recubrimiento, la intensidad de corriente deberá estar limitada a aproximadamente un miliamperio para obtener la limpieza óptima.

5 Como se ha ilustrado en las Figuras 5 y 6, sin embargo, puede usarse un margen considerable de tensiones y de intensidades de corriente, sin dejar por ello de obtener una limpieza eléctrica sumamente eficaz. Por ejemplo, cuando se miden los defectos entre electrodos de rodillo, se ha comprobado que si se mantiene el número de defectos sin rebasar un máximo de cuatro por cada 10 12 m., la lámina será excelente para devanados eléctricos.

En resumen se ha descrito un procedimiento de limpieza eléctrica nuevo y mejorado para conductores de 15 lámina delgada recubierta con esmalte, con el cual se mejoran la continuidad y la fiabilidad de los recubrimientos eléctricos, que permite usar recubrimientos aislantes más delgados, y que permite también usar lámina de calidad industrial. La limpieza eléctrica puede aplicar 20 se fácil y económicamente en cualquier punto conveniente en la operación de recubrimiento de la lámina, o durante el arrollamiento real de devanados eléctricos, o en cualquier momento en que sea deseable mejorar la continuidad del recubrimiento aislante eléctrico sobre conductores de 25 lámina delgada metálica.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América el 5 de mayo de 1.967, bajo el número 636.467, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

30

31 MAY.



- N O T A -

5

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

10

1ª.- Un método para limpiar eléctricamente material de cinta metálica que tiene un recubrimiento aislante dispuesto sobre al menos una de sus superficies principales, caracterizado por las operaciones de disponer un electrodo contra dicho recubrimiento, proporcionar un potencial eléctrico de una magnitud determinada entre dicho electrodo y dicho material de cinta metálica, y comunicar movimiento relativo entre el material de cinta y dicho electrodo, siendo dicho potencial eléctrico suficientemente alto para perforar eléctricamente y quemar los puntos débiles en dicho recubrimiento aislante, al paso de dicho electrodo.

15

20

25

2ª.- Un método según la reivindicación 1ª, caracterizado porque dicho electrodo es un rodillo dispuesto sobre la superficie de dicho recubrimiento aislante.

30

3ª.- Un método según las reivindicaciones 1ª ó 2ª, caracterizado porque dicho potencial eléctrico es un potencial de corriente continua, en que el material de cinta metálica forma el electrodo positivo y dicho electrodo forma el electrodo negativo.

31 MAY. 1958



5 4<sup>a</sup>.- Un método según las reivindicaciones 1<sup>a</sup>,  
2<sup>a</sup> ó 3<sup>a</sup>, en que dicho material de cinta metálica tiene --  
un recubrimiento aislante dispuesto sobre cada una de --  
sus superficies principales, caracterizado porque se co-  
loca un electrodo adicional contra el recubrimiento ais-  
lante en la otra superficie principal de dicha cinta me-  
tálica, y se proporciona también dicho potencial entre -  
dicho segundo electrodo y dicha cinta.

10 5<sup>a</sup>.- Un método según cualquiera de las reivin-  
dicaciones 1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup>, caracterizado porque la magnitud de  
la corriente que circula entre dicha cinta metálica y di-  
cho electrodo, o, respectivamente, dichos electrodos, es  
está controlada de tal modo que solamente son quemados los  
puntos débiles de dicho recubrimiento aislante.

15 6<sup>a</sup>.- Un método según cualquiera de las reivin-  
dicaciones 1<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup>, caracterizado porque se aplica un re-  
cubrimiento adicional de material aislante sobre el recu-  
brimiento aislante después de quemados dichos puntos dé-  
biles, para llenar con ello los huecos que quedan en el  
recubrimiento de los primeros medios aislantes, origina-  
dos por el quemado de los puntos débiles.

20 7<sup>a</sup>.- Un método según cualquiera de las reivin-  
dicaciones 1<sup>a</sup> a 6<sup>a</sup>, caracterizado porque se cuentan los  
defectos quemados por el potencial eléctrico.

25 8<sup>a</sup>.- Un método para limpiar eléctricamente ma-  
terial de cinta metálica.

30

31 MAY.



Tal y como se ha descrito en la Memoria que an  
tecede, representado en los dibujos que se acompañan y -  
para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de veinte y nueve hojas es  
critas a máquina por una sola cara.

Madrid, 31 MAY. 1968

P.A.

Alfonso de Elizalde  
*[Handwritten signature]*

5

10

15

20

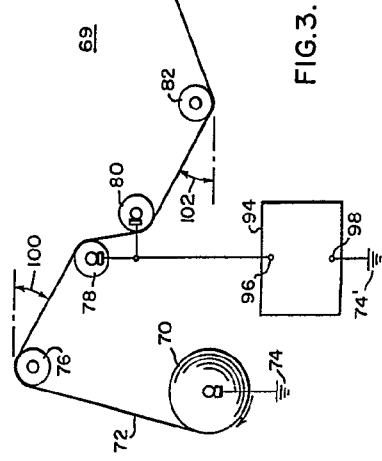
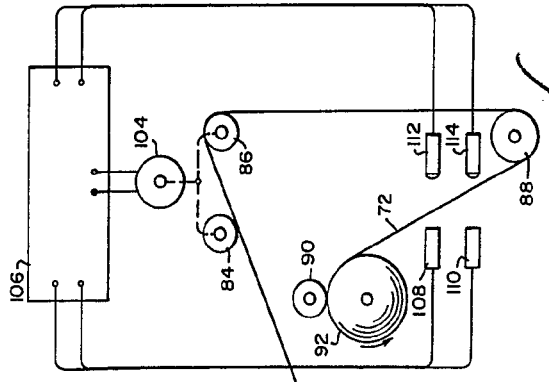
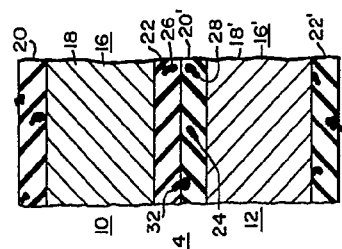
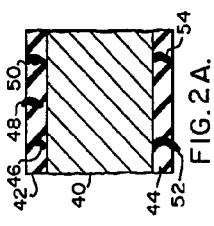
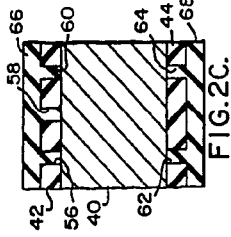
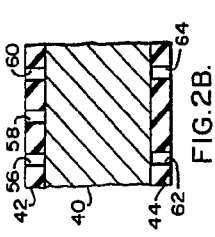
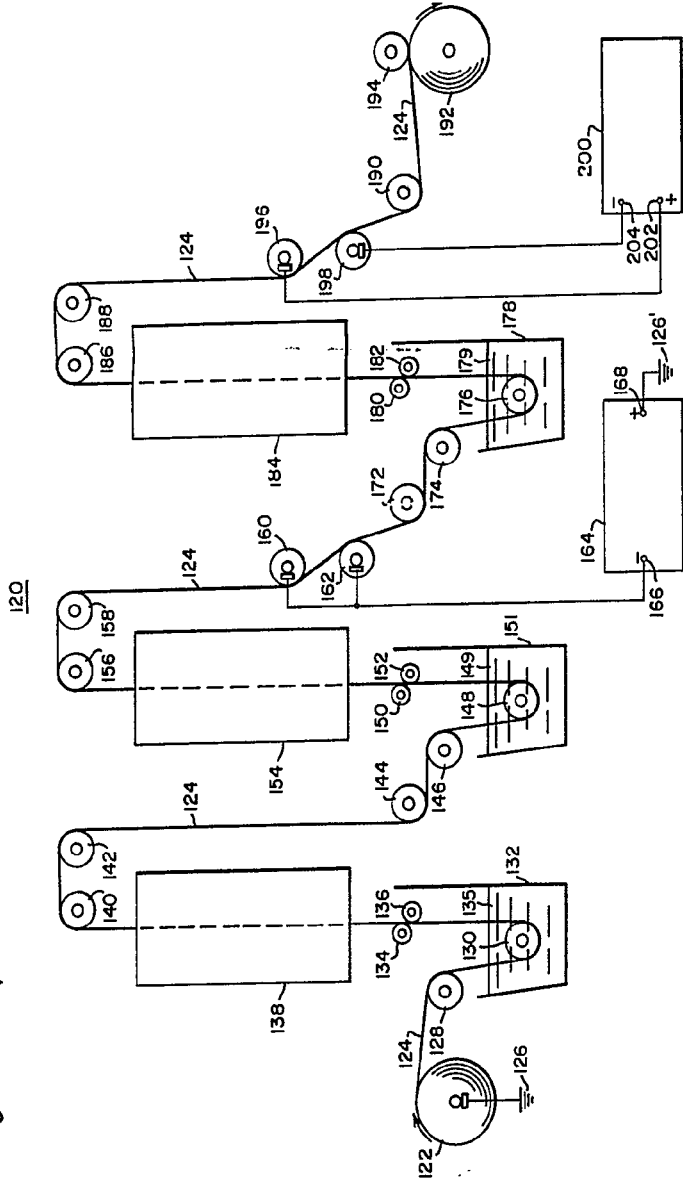
25

30

353001

353001

353001



Stamp of Elizabeth  
Perkins

353001

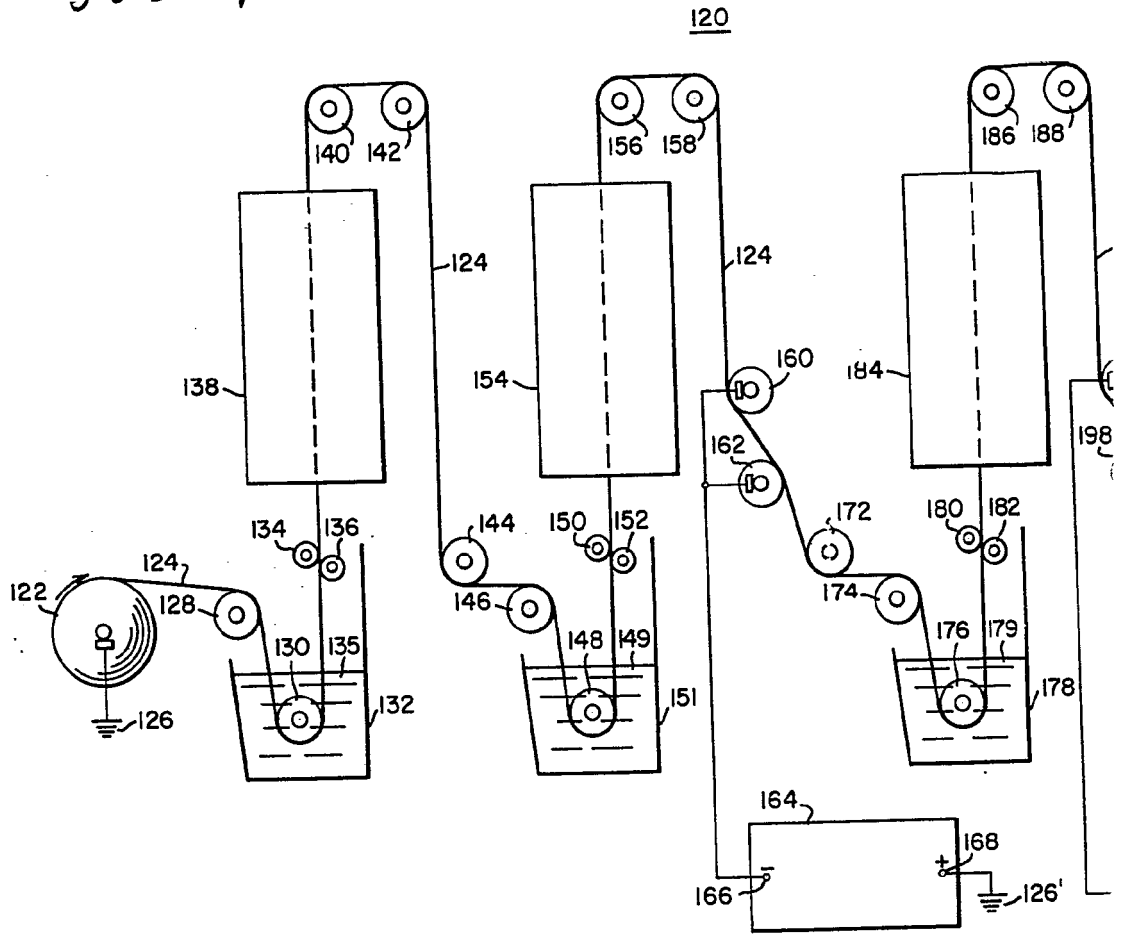


FIG. 4.

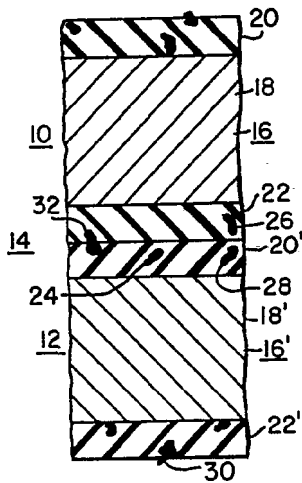


FIG. 1.

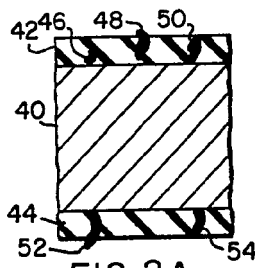
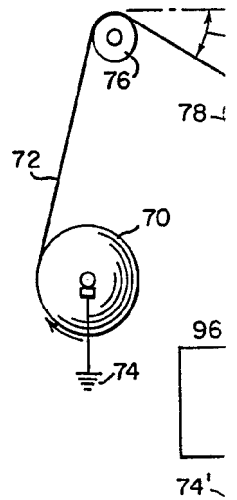


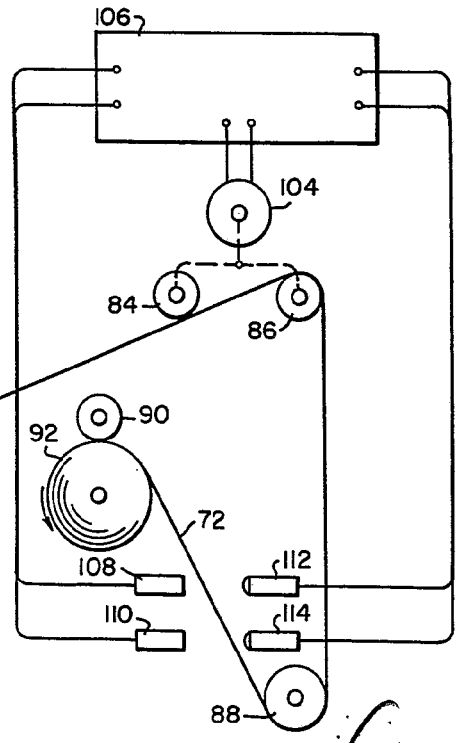
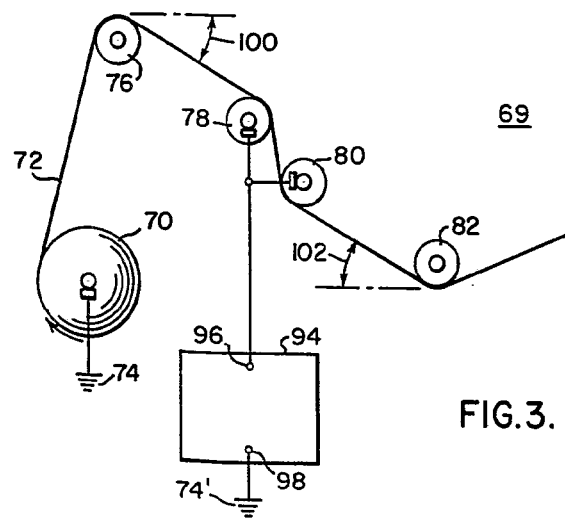
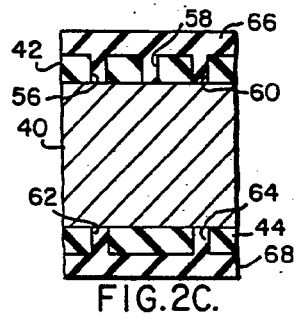
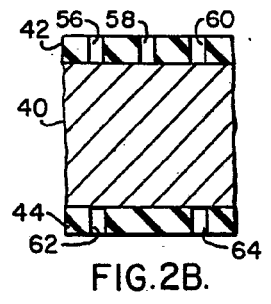
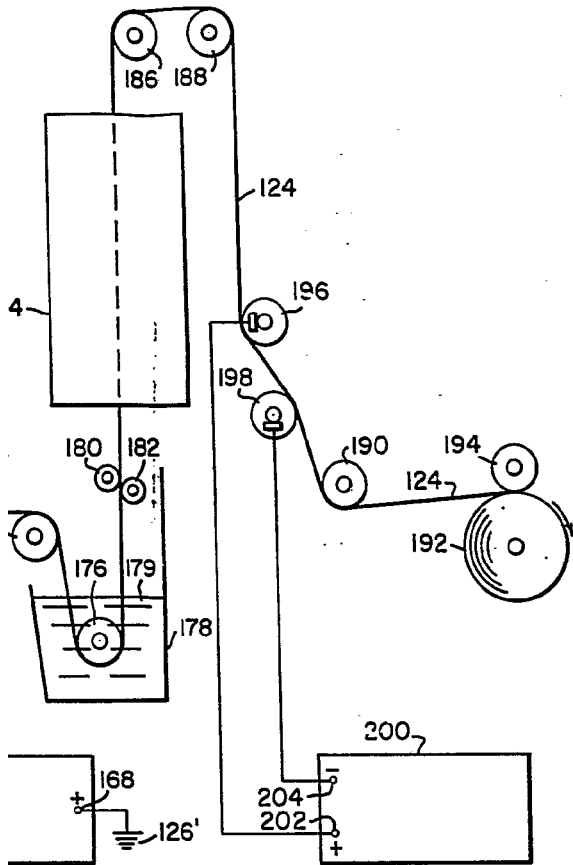
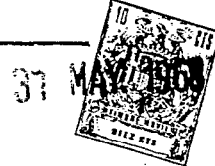
FIG. 2 A.



74'

353001

38-65



Alberto de Eizaburu  
 Por Patente

353001

31 MAY. 1958

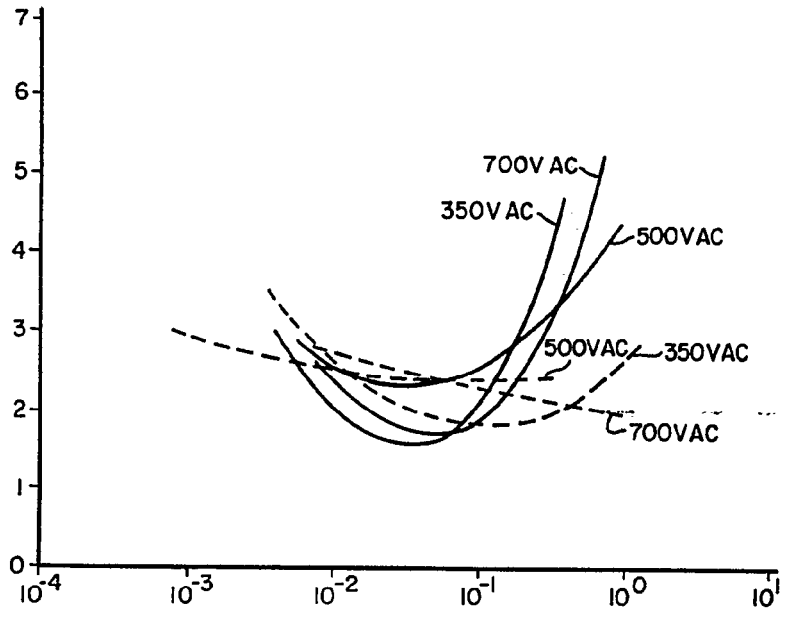


FIG. 5.

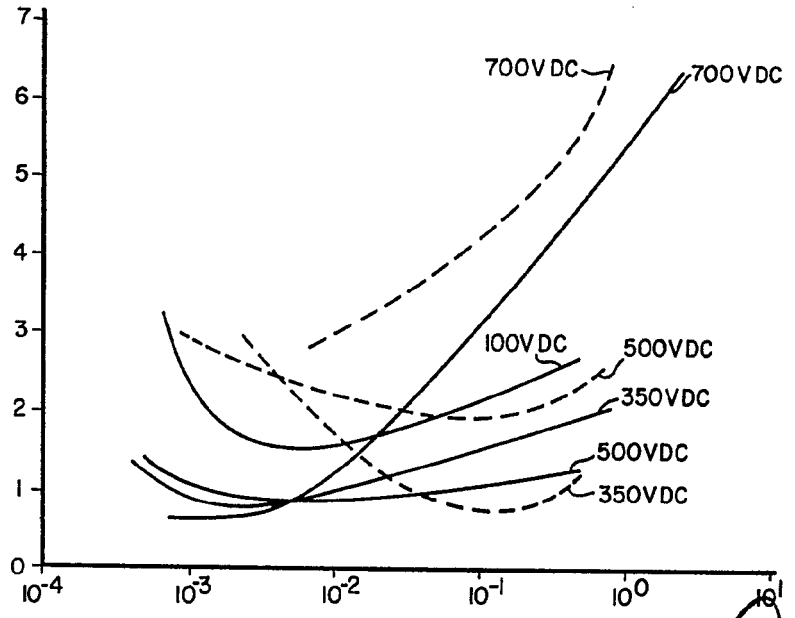


FIG. 6.

Alberto de Eizabun  
For [illegible]