

P.- 43.559

WE Case 40529

374678

Memoria descriptiva

17E



| |
|----------------------|
| SECCION TECNICA |
| CLASIFICACION I.P.C. |
| CLASE <u>H 01</u> |
| SUBCLAS <u>f</u> |

para solicitar PATENTE DE INVENCION EN ESPAÑA por 20 años

a nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad ~~de nacionalidad~~ norteamericana

con domicilio en 3 Gateway Center, Pittsburgh, Pensilvania,
Estados Unidos de América

por: "UN TRANSFORMADOR TRIFASICO" (Clase Internacional H01f)



Esta invención se refiere a un transformador trifásico, que incluye un núcleo magnético constituido por cuatro miembros de brazo. Es sabido disponer transformadores eléctricos trifásicos del tipo de forma de núcleo de tres brazos, para montaje de atenuación, en los que la tensión de alimentación primaria está conectada al transformador por medio de cables protegidos subterráneos, presentando un circuito que puede dar lugar a ferro-resonancia. Por ejemplo, cuando los arrollamientos primarios del transformador son secuencialmente conmutados con cortes de fase individuales, lo cual es la práctica usual, es alcanzado un punto, durante la secuencia de conmutación, en el que el flujo está pasando en el brazo de arrollamiento de un arrollamiento en circuito abierto, debido a que están excitadas una o ambas de las otras fases. La reactancia inductiva del arrollamiento en circuito abierto está efectivamente conectada en relación de circuito serie con la capacitancia de tierra del cable protegido conectado a la misma, y la tensión inducida en el arrollamiento en circuito abierto, debido al flujo que pasa a través del mismo, procedente de la fase o fases excitadas, puede dar lugar a sobretensiones, debido a la ferro-resonancia que se origina en este circuito serie.

El problema de la ferro-resonancia puede ser salvado, o al menos minimizado dentro de límites aceptables, conectando, tanto el arrollamiento primario como el secundario del transformador, en estrella, y poniendo a tierra sus puntos neutros. El neutro a tierra de la conexión en estrella cortocircuita las reactancias de resonancia y minimiza la probabilidad de ferro-resonancia.



La conexión estrella-estrella, puesta a tierra, del transformador, proporciona, sin embargo, una trayectoria para que fluyan las corrientes de secuencia cero, durante las condiciones de carga desequilibrada y durante las fugas de línea a tierra. Puesto que los flujos de secuencia cero, que fluyen en los tres brazos de arrollamiento, están en fase, deben tomarse algunas medidas para procurar una trayectoria de retorno para este flujo, o será forzado fuera del núcleo magnético y dentro de los marcos extremos del núcleo y dentro de las paredes del tanque, lo cual puede originar el serio calentamiento de estos componentes.

La disposición de arrollamientos convencionales, auxiliares o terciarios, en cada brazo de arrollamiento, y conectándolos en una configuración en delta, no es una solución satisfactoria y económica en la instalación de montaje de atenuación usual. La impedancia de secuencia cero de este arrollamiento terciario conectado en delta, será usualmente tan baja que la magnitud de la corriente de secuencia cero, que fluye por la ocurrencia de una fuga situada entre los arrollamientos primarios del transformador y el generador eléctrico o manantial de energía, puede originar que salten uno o más de los fusibles del primario del transformador, en lugar de eliminar el fallo sólo con el aparato protector diseñado para este fin en el manantial. El diseño del arrollamiento terciario para tener la adecuada impedancia, sería costoso y, por lo tanto, una solución indeseable del problema.

Por estas razones, es sabido disponer una estructura de núcleo magnético de cinco brazos, con un transformador montado para atenuación, de forma de núcleo,



5 trifásica. Los arrollamientos primario y secundario están
conectados cada uno en estrella y a tierra. Los tres brazos
intermedios del núcleo magnético son brazos de arrollamien-
to, y los dos brazos exteriores proporcionan una trayectoria
de retorno para cualquier flujo de secuencia cero que fluye
en los brazos de arrollamiento del núcleo. La impedancia de
los dos brazos exteriores para el paso del flujo de secuen-
cia cero es tal que el flujo permanece en el núcleo, y,
por lo tanto, no se establece una trayectoria de retorno
10 a través de los marcos extremos del núcleo y paredes del
tanque; y la magnitud de la corriente de secuencia cero está
limitada, impidiéndose que salten los fusibles del transfor-
mador por una fuga de línea a tierra situada entre el ma-
nancial de energía y el arrollamiento primario del transfor-
15 mador.

Aunque el núcleo magnético en forma de nú-
cleo de cinco brazos resuelve el problema anteriormente
citado, asociado con transformadores montados para ate-
nuación que tienen arrollamientos conectados en estrella-es-
20 trella a tierra, el núcleo de cinco brazos produce un flujo
no senoidal en los brazos exteriores, que no tienen arro-
llamientos, y en las culatas, lo cual da lugar a pérdidas
y nivel de ruido anormalmente elevados. También aumenta la
longitud de la porción de culata del núcleo magnético.

25 Como consecuencia, sería deseable crear un
nuevo y mejorado transformador trifásico del tipo de forma
de núcleo que puede ser montado para atenuación y conectado
en una configuración de estrella-estrella a tierra, que
tiene pérdidas inferiores y un nivel de sonido inferior
30 que los de un núcleo magnético de cinco brazos de la mis-

13.1.70

374678



ma potencia.

La presente invención incluye un transformador trifásico que comprende un núcleo magnético constituido por primero, segundo, tercero y cuarto miembros de brazo dispuestos en relación paralela espaciada, sucesiva, con primero y segundo miembros correspondientes de culata, dispuestos para conectar los extremos de los miembros de brazo, estando el cuarto miembro de brazo colocado exteriormente a los miembros de brazo primero, segundo y tercero, y en los cuales los conjuntos de arrollamientos de fase primero, segundo y tercero, están dispuestos en relación inductiva con los respectivos miembros de brazo primero, segundo y tercero solamente, incluyendo los arrollamientos de fase arrollamientos primario y secundario conectados en una configuración de estrella-estrella puesta a tierra, no teniendo arrollamientos el cuarto miembro de brazo.

La invención será descrita ahora, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La figura 1 es una vista en alzado de un transformador construido de acuerdo con las enseñanzas de la invención; y

La figura 2 es una vista en alzado de un transformador construido de acuerdo con las enseñanzas de la técnica anterior.

La figura 1 muestra un transformador trifásico 10 construido según las enseñanzas de la invención y que incluye una nueva y mejorada estructura de núcleo magnético 12, mostrada en una vista en alzado, y fases de arrollamientos, 14, 16 y 18, mostradas generalmente en 11

17ENE



neas de puntos y trazos, que tienen cada una arrollamientos
primario y secundario, que están mostrados esquemáticamente.
El arrollamiento de fase 14 incluye arrollamientos primario y secundario 20 y 22, respectivamente, el arrollamiento de fase 16 incluye arrollamientos primario y secundario 24 y 26, respectivamente, y el arrollamiento de fase 18 incluye arrollamientos primario y secundario 28 y 30, respectivamente. El transformador 10 es del tipo trifásico, de forma de núcleo, estando sus arrollamientos primario y secundario conectados en una configuración de estrella-estrella puesta a tierra.

El núcleo magnético 12 incluye primero, segundo y tercero miembros de brazo de arrollamiento, 32, 34 y 36, y un miembro de brazo adicional 37, dispuesto en relación paralela espaciada, los cuales tienen sus extremos unidos por miembros de culata superior e inferior 38 y 40. Los miembros de brazo 32, 34, 36 y 37 están formados cada uno de una pluralidad de láminas magnéticas, metálicas empaquetadas, tal como silicio, acero eléctrico laminado en frío, que tienen al menos una dirección preferida de orientación magnética. Los extremos de las láminas que forman el primer miembro de brazo de arrollamiento 32 y el miembro de brazo adicional 37, tienen sus extremos cortados diagonalmente, por ejemplo con un ángulo de 45° con respecto a la dimensión longitudinal de la lámina, y los extremos de las láminas que forman los miembros de brazo de arrollamiento segundo y tercero 34 y 36 están cortados para formar "puntos de lanza", con dos cortes diagonales en cada extremo.

30
13.1.70

El cuarto miembro de brazo 30 está dispues

- 6 - 374678



5 to exteriormente a, o en un extremo de, los miembros de brazo de arrollamiento, tal como el miembro de brazo de arrollamiento adyacente 36. Contrariamente a los miembros de brazo 32, 34 y 36, el miembro de brazo 37 no es un miembro de brazo de arrollamiento.

10 Los miembros de culata superior e inferior 38 y 40, respectivamente, están contruidos de una pluralidad de capas de láminas magnéticas, metálicas, similares a los miembros de brazo 32, 34, 36 y 37, teniendo cada capa una o más láminas. La culata superior 38 puede con-
15 tener tres láminas por capa, mientras que la culata inferior 40 puede incluir dos láminas por capa. Los extremos de la lámina exterior de ambos miembros de culata, superior e inferior, están cortados diagonalmente para casar con los cortes diagonales en las láminas de los miembros de brazo exteriores 32 y 37. Cada capa de láminas de los miembros de culata superior e inferior 38 y 40 contiene también un rebajo apropiado o dentado, formado por dos láminas adyacentes, o un corte en el lado de una lámina
20 única, que casa con los puntos de lanza de los dos miembros de brazo intermedios 34 y 36.

25 Las juntas formadas en cada capa de láminas entre los diversos miembros de brazo y de culata pueden estar desplazadas de juntas similares en capas sucesivas, en un modelo de solape escalonado, predeterminado, según se muestra por líneas de puntos en la figura 1.

30 Los miembros de brazo 32, 34 y 36, y las porciones de los miembros de culata superior e inferior 38 y 40 que los unen, están dimensionados igual que estarían en un núcleo magnético conocido de tres brazos, de

374678

17 EN



la misma potencia, siendo la anchura de los miembros de bra
zo la misma. El miembro de brazo adicional 37 se muestra
teniendo la misma anchura que los brazos de arrollamiento
32, 34 y 36, que es su anchura máxima. Las condiciones del
5 sistema pueden hacer posible reducir la anchura del miembro
de brazo adicional, pero, puesto que facilitará la fabrica
ción utilizar la misma anchura de lámina para todos los
miembros de brazo, para fines prácticos tendrá usualmente
la misma anchura W que los brazos de arrollamiento. Las
10 láminas de la culata tienen la misma anchura W que las lá
minas de los brazos de arrollamiento. Sin embargo, el en
sanchamiento de la culata puede ser utilizado cuando sea
necesario incrementar la dimensión de la culata entre los
lados exteriores de los miembros de culata y los extremos
15 de los puntos de lanza de los miembros de brazo intermedios
20 y 30.

El resto del núcleo magnético 12 desde
el brazo 36 hasta el brazo 37 de arrollamiento, es diferen
te de un núcleo magnético convencional de tres brazos,
siendo alargada esta parte de las porciones de culata
superior e inferior, con el fin de acomodar el cuarto
20 miembro de brazo 37 y procurar una ventana para recibir
los arrollamientos en el miembro de brazo de arrollamien
to 36. Para comparación con el núcleo de cinco brazos de
la técnica anterior, que se muestra en la figura 2, a las
ventanas en el núcleo magnético 12, dimensionadas, para
25 recibir arrollamientos de dos brazos de arrollamiento,
les es dada la dimensión A, y a la ventana para recibir
los arrollamientos de un brazo de arrollamiento le es da
da la dimensión B. Así, a la ventana 42 entre los brazos
de arrollamiento 32 y 34 le es dada la dimensión A en an
chura, a la ventana 44 entre los brazos de arrollamiento 34
30

13.1.70

374678



y 36 le es dada la dimensión A en anchura, y a la ventana 46 entre el brazo de arrollamiento 36 y el brazo adicional 37 le es dada la dimensión B en anchura. Así, la longitud total del núcleo magnético 12 es igual a $4W + 2A + B$.

5 Los arrollamientos primario y secundario
están conectados en una configuración a tierra de estre-
lla-estrella, incluyendo el arrollamiento primario sec-
ciones de arrollamiento de fase 20, 24 y 28, dispuestas
alrededor de los brazos de arrollamiento 32, 34 y 36, res-
10 pectivamente. Las secciones de arrollamientos de fase 20,
24 y 28 tienen un extremo conectado a los terminales 48,
50 y 52, respectivamente, que están destinados a conexión
a un manantial trifásico de tensión alterna, y los otros
extremos de las secciones de arrollamientos de fase están
15 conectados en común en el terminal neutro 54, que está
puesto a tierra en 56 .

 El arrollamiento secundario incluye sec-
ciones de arrollamientos de fase 22, 26 y 30, que están
dispuestas alrededor de los miembros de brazo de arrolla-
20 miento 32, 34 y 36, respectivamente. Las secciones de
arrollamientos de fase 22, 26 y 30 tienen un extremo co-
nectado a terminales 68, 70 y 72, respectivamente, que
están destinados a conexión a un circuito de carga de CA,
trifásico, y sus otros extremos están conectados en co-
25 mún en el terminal neutro 74, que está puesto a tierra
en 76.

 Aunque las secciones de arrollamientos de
fase primario y secundario están mostradas separadas, se-
gún la construcción convencional de forma de núcleo es-
30 tarán usualmente dispuestas concéntricamente unas junto



a otras.

Los transformadores de potencia montados para atenuación, conectados en el sistema eléctrico a través de cables protegidos subterráneos, presentan problemas de ferresonancia debido a la capacitancia del cable protegido a tierra. La incidencia de la ferro-resonancia es sustancialmente reducida conectando los arrollamientos en una configuración de estrella-estrella conectada a tierra. Esta conexión de los arrollamientos, sin embargo, proporciona una trayectoria para que las corrientes de secuencia cero fluyan durante las condiciones de carga desequilibrada y durante las condiciones de cortocircuito, y así deben tomarse algunas medidas para el flujo de secuencia cero. La construcción de núcleo magnético en forma de envolvente, proporciona automáticamente trayectorias de retorno para el flujo de secuencia cero en cada brazo de arrollamiento, y esta configuración básica de cinco brazos del núcleo magnético en forma de envolvente ha sido realizada en la construcción de forma de núcleo, como se muestra en el núcleo magnético 80 de forma de núcleo de cinco brazos de la técnica anterior, en la figura 2. Para fines de comparación con el núcleo magnético 12 de la figura 1, el núcleo magnético 80 de cinco brazos, de la técnica anterior, se supondrá que tiene la misma potencia que el núcleo magnético 12, y que está dimensionado correspondientemente.

Mas específicamente, como se muestra en la figura 2, el núcleo magnético 80 tiene tres miembros de brazo de arrollamiento, intermedios, 82, 84 y 86, que reciben las secciones de arrollamientos de fase 88, 90 y



92, respectivamente, de los arrollamientos primario y secundario, que están indicados generalmente en líneas de puntos y rayas. El núcleo magnético 80 tiene también dos porciones de brazo exteriores 94 y 96, y porciones de culata superior e inferior 98 y 100, respectivamente. Las porciones de culata 98 y 100 unen los extremos de las porciones de brazo paralelas, espaciadas, formando ventanas 102, 104, 106 y 108. Los miembros de brazo de arrollamiento 82, 84 y 86 tienen una dimensión en anchura igual a W, y las ventanas 104 y 106 tienen una dimensión en anchura igual a A, puesto que pueden recibir cada una arrollamientos de dos brazos de arrollamiento. Los miembros de brazo exteriores 94 y 96, tienen usualmente una dimensión en anchura igual a la mitad de la anchura del brazo de arrollamiento más 12,7 mm, ó $\frac{W}{2} + 12,7$ mm, y las ventanas 102 y 108 requieren una dimensión en anchura igual a B, puesto que cada una recibe los arrollamientos de un brazo de arrollamiento único. Así, la dimensión total en anchura o longitud de la estructura del núcleo magnético de cinco brazos 80, es igual a $4W + 2A + 2B + 25,4$ mm. Puesto que la anchura total de la estructura de núcleo magnético de cinco brazos 12, es $4W + 2A + B$, los miembros de culata superior e inferior 98 y 100, del núcleo magnético 80, son cada uno más largos que los miembros de culata superior e inferior 24 y 26 del núcleo magnético 12, en la dimensión $B + 25,4$ mm. Por lo tanto, el núcleo magnético 12 es sensiblemente más estrecho que el núcleo magnético 80. Además, el núcleo magnético 12 es de más fácil fabricación que el núcleo magnético 80, ya que puede ser construido de láminas que tienen la misma dimensión W en

17EVA



anchura, mientras que el núcleo magnético 80 requiere al menos dos anchuras de láminas, W y $\frac{W}{2} + 12,7$ mm.

5 El núcleo magnético de cinco brazos 80 de la técnica anterior, tiene sensiblemente mayores pérdidas y un nivel de sonido mayor que el núcleo magnético convencional de tres brazos, de la misma potencia, especialmente en transformadores de potencia de 1000 KVA y mayor. Esto es debido a la auto-generación de flujos armónicos, que distorsionan el flujo en los miembros de culata. La

10 estructura de núcleo magnético 12, de cuatro brazos, que no tiene distorsión de forma de onda de los flujos de culata, comparada con la distorsión de un núcleo de cinco brazos, produce pérdidas y un nivel de ruido más próximamente de acuerdo con los de núcleos magnéticos de tres

15 brazos, de potencia similar. Por lo tanto, con el fin de obtener un núcleo de cinco brazos que tenga un nivel de ruido y pérdidas comparables a los de un núcleo de cuatro brazos, construido de acuerdo con las enseñanzas de la invención, las dimensiones y área en sección transversal del

20 núcleo de cinco brazos tendrían que ser sustancialmente incrementadas.

El miembro de brazo 37 del núcleo magnético 12 proporciona una trayectoria de retorno para los flujos de secuencia cero que pasan en fase en los brazos de arrollamiento, durante un estado de carga desequilibrada, proporcionando una trayectoria que tiene una impedancia al

25 flujo de secuencia cero menor que los marcos extremos del núcleo y la envolvente o tanque de acero, desviando así la mayor parte del flujo de secuencia cero de estos elementos, e impidiendo su calentamiento. Además, la impedan

30

13.1.70

374678



5 cia del miembro de brazo 37, a los flujos de secuencia
 cero, limita la magnitud de las corrientes de secuencia
 cero a un valor que no hará saltar los fusibles del prima
rio en el transformador, durante una fuga de línea a tie-
rra situada entre los arrollamientos primarios del trans-
formador y el potencial del manantial.

10 El único tiempo que el miembro de brazo 37
transportará flujo magnético es durante las condiciones
extraordinarias, tales como un cortocircuito, y cargas de
fase desequilibradas. Así, en lugar de emplear el mismo
acero eléctrico de grado elevado para este miembro de bra
zo, puede ser posible utilizar un acero de coste inferior,
tal como acero laminado en caliente.

15 La impedancia de magnetización del miembro
de brazo adicional 37, no es tan crítica como lo es para
los miembros de brazo de arrollamiento. Por lo tanto, pue
de no ser esencial que este brazo esté unido a la porción
de culata con una junta de tipo interlaminado, tal como
está mostrado en la figura 1. Por ejemplo, el brazo adi-
cional puede estar unido a las porciones de culata con
una junta de unión a tope.

20 Aunque el núcleo magnético 12 está ilustrado
con brazos de arrollamiento de sección transversal rectan-
gular, apropiados para bobinas que tienen aberturas rectan-
gulares, se ha de entender que los brazos de arrollamiento
pueden tener una sección transversal cruciforme, apropiada
para recibir bobinas que tienen aberturas circulares.

25 En resumen, ha sido descrito un nuevo y me-
jorado transformador trifásico del tipo de forma de núcleo,
que tiene una nueva y mejorada estructura del núcleo mag-
30



5 nético, y arrollamientos primario y secundario conectados
 en estrella-estrella puesta a tierra, apropiados para
 montaje de atenuación y conexión a cables protegidos sub-
 terráneos. El cuarto brazo, dispuesto al exterior de los
10 brazos de arrollamiento, proporciona una trayectoria para
 el flujo de secuencia cero, durante condiciones de fases
 desequilibradas, en tanto que funciona de manera similar
 a un núcleo trifásico convencional, de potencia similar,
 durante las condiciones de funcionamiento normales. Esto
15 proporciona una ventaja sustancial sobre las estructuras
 de núcleos magnéticos de cinco brazos, de la técnica an-
 terior, usualmente utilizadas en tales aplicaciones, ya
 que el núcleo magnético de cuatro brazos descrito aquí
 tiene una dimensión, en anchura, menor que un núcleo com-
20 parable de cinco brazos. La estructura de núcleo magnéti-
 co de cuatro brazos descrita aquí, no tiene distorsión
 de forma de onda de los flujos de culata, reduciendo sus
 pérdidas y el nivel de sonido, en comparación con el nú-
 cleo de cinco brazos. El núcleo magnético de cuatro bra-
 zos facilita también la fabricación, en comparación con
 el núcleo magnético de cinco brazos, ya que todas las lá-
 minas pueden ser de la misma anchura.

25 Esta solicitud que corresponde a la presen-
 tada en los Estados Unidos de América, el día 30 de Di-
 ciembre de 1.968, bajo el N° 787.863 se acoge a los bene-
 ficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propie-
 dad Industrial.

13.1.70

374678



- R E I V I N D I C A C I O N E S -

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 1.- Un transformador trifásico que incluye un núcleo magnético constituido por primero, segundo, ter-
cero y cuarto miembros de brazo dispuestos en relación pa-
ralela espaciada, sucesiva, con primero y segundo miembros
de culata correspondientes, dispuestos para conectar los
extremos de los miembros de brazo, estando situado el
cuarto miembro de brazo al exterior de los miembros de
15 brazo, primero, segundo y tercero, y en el cual el pri-
mero, segundo y tercero conjuntos de arrollamiento de fase
están dispuestos en relación inductiva con respecto a los
miembros de brazo primero, segundo y tercero solamente,
incluyendo los arrollamientos de fase arrollamientos pri-
20 mario y secundario conectados en una configuración de es-
trella-estrella a tierra, no teniendo arrollamientos el
cuarto miembro de brazo.

25 2.- Un transformador según la reivindicación 1, en el cual la anchura de cada miembro de brazo es sustancialmente la misma.

3.- Un transformador según las reivindicaciones 1 ó 2, en el cual la anchura de los miembros de culata es al menos igual a la anchura de los miembros de brazo.

30 4.- Un transformador según cualquiera de

17 ENE 1970

las reivindicaciones 1 a 3, en el cual al menos los miembros de brazo primero, segundo y tercero, tienen la misma anchura, y los miembros de culata tienen una anchura al menos tan grande como la anchura de los miembros de brazo primero, segundo y tercero.

5

5.- UN TRANSFORMADOR TRIFASICO.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña y con los fines que se han especificado.

10

Esta Memoria consta de dieciseis hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

P.A. 17 ENE 1970

Alberto de Ezcurra
Por Poder
Alberto de Ezcurra

374678



374678

FIG. 1.

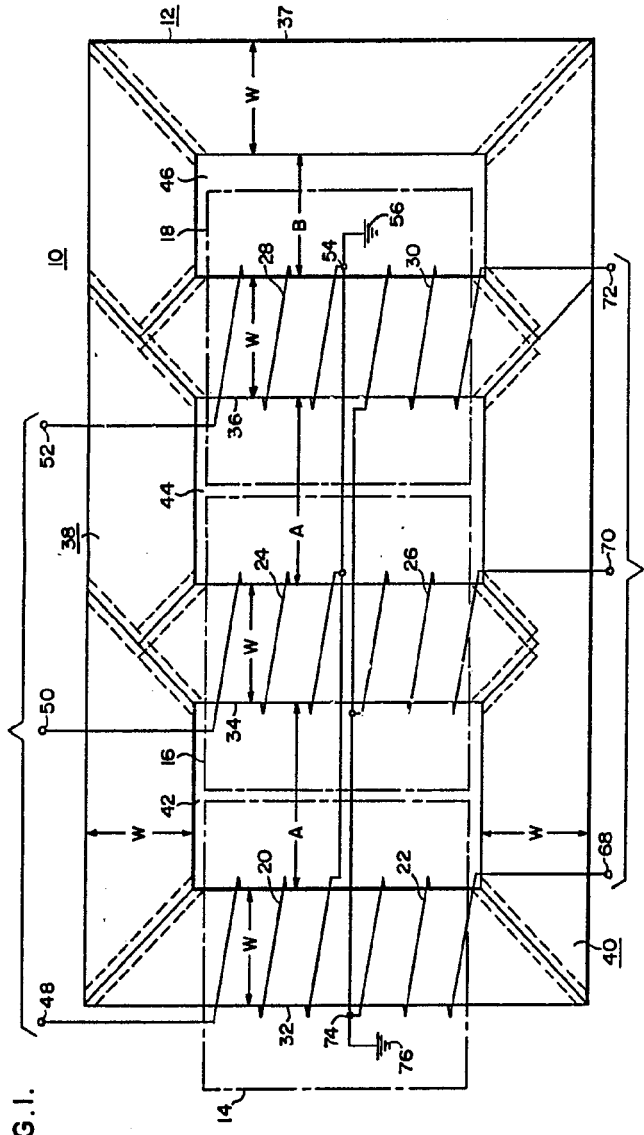
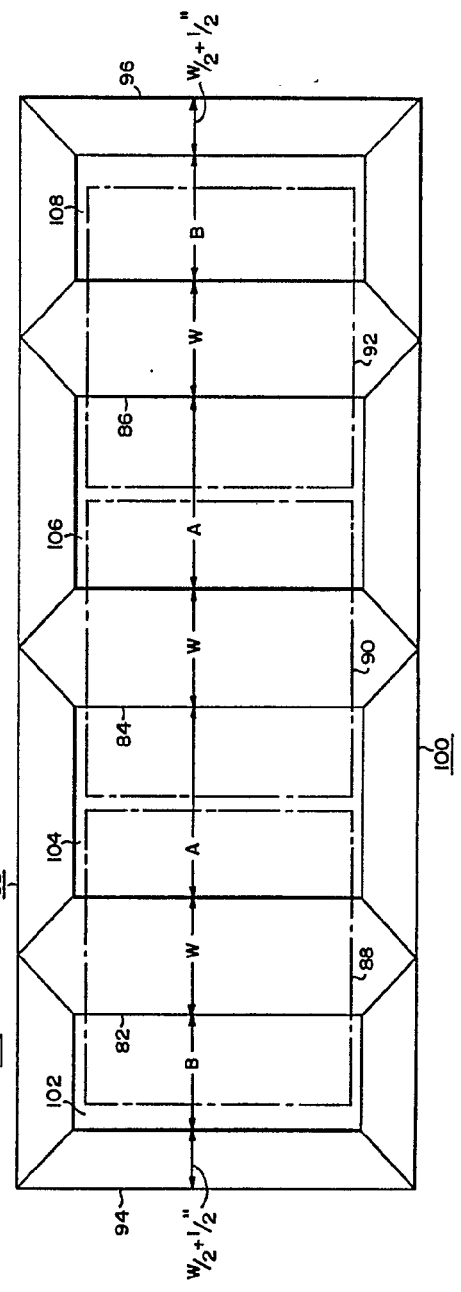


FIG. 2.



Arthur

374678

FIG. 1.

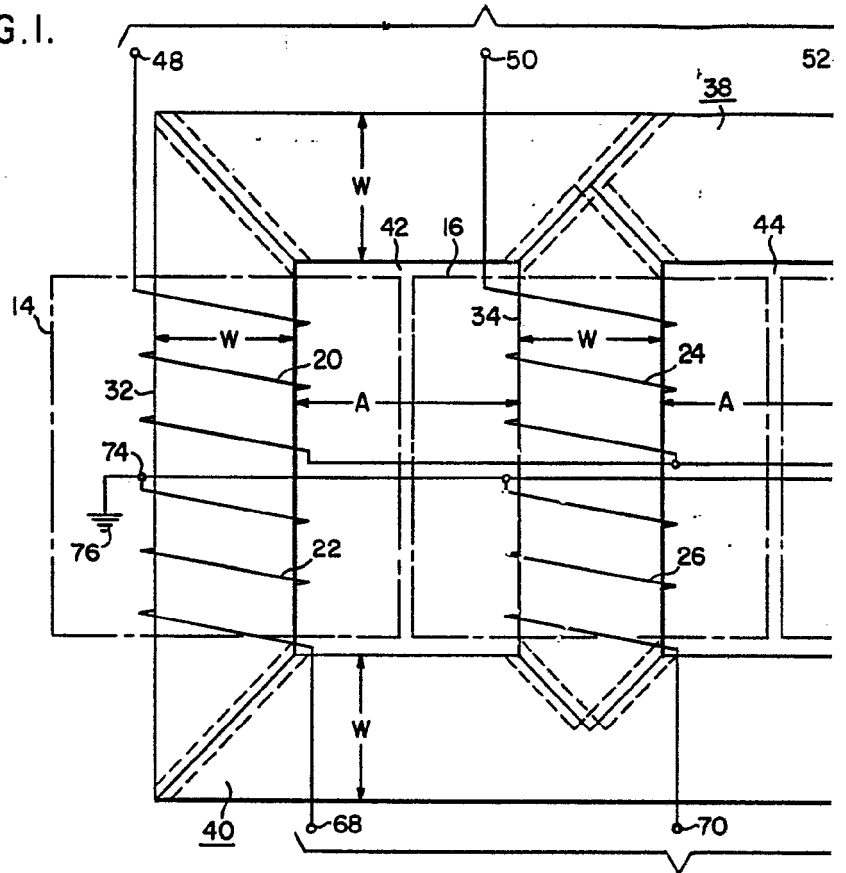
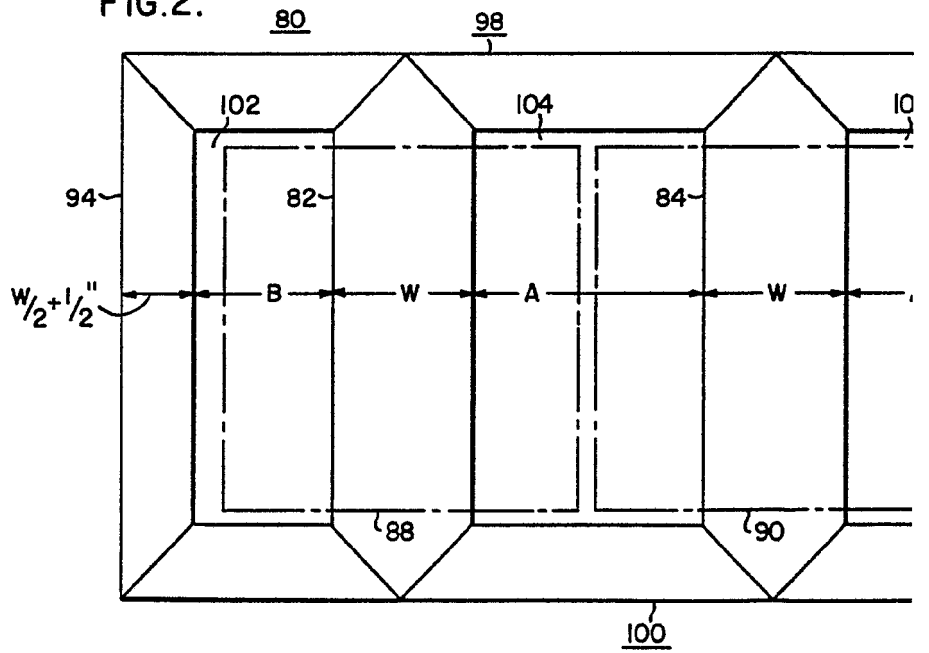
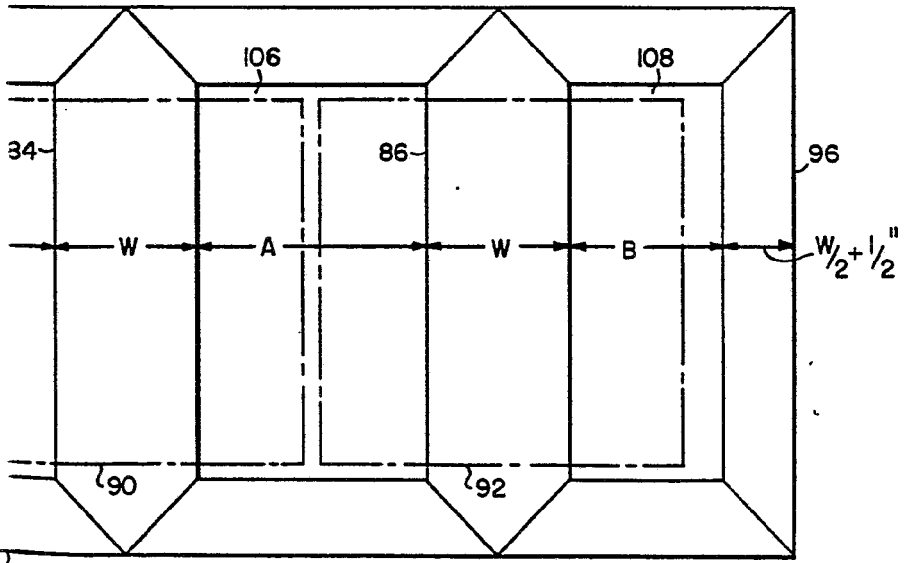
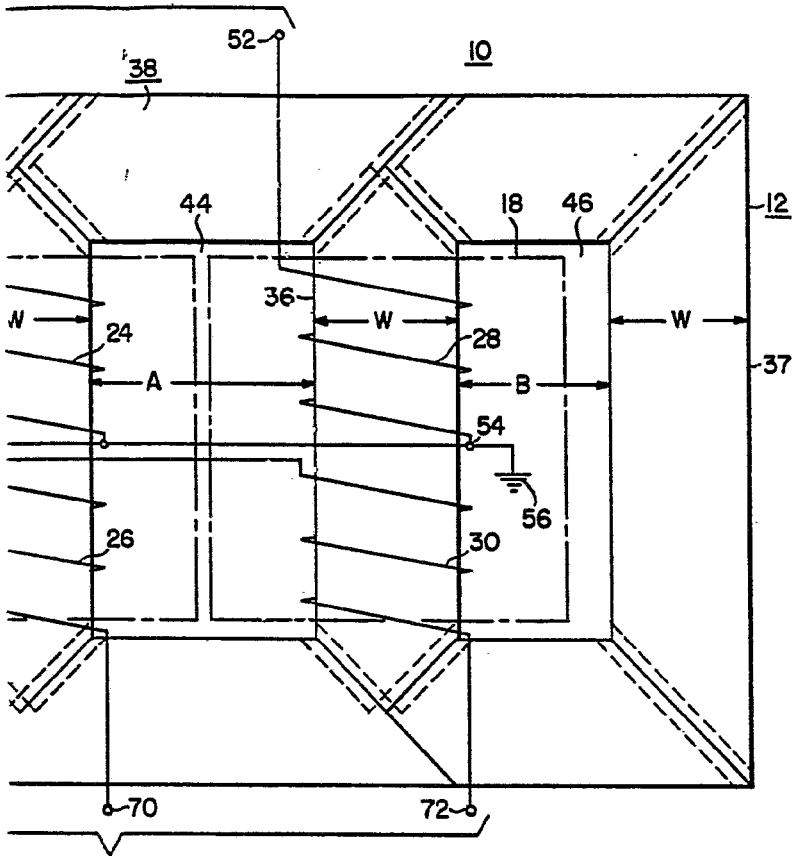


FIG. 2.



3 0 8



APPROVED FOR PUBLICATION
Per Patent Office
[Signature]