



-5 EN

P. - 52,828

F.C. 25-2-75 WE Case Nº 40446

Int. Cl.:	H 02 K
-----------	--------

MEMORIA DESCRIPTIVA

410388

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad norteamericana

con domicilio en Westinghouse Building, Gateway Center,
Pittsburgh, Pensilvania, Estados Unidos
de América.

por: "UNA MAQUINA DINAMOELECTRICA"

(Clase Internacional H02k)

Prioridad reivindicada: Estados Unidos de América, 17 de
Enero de 1.972, Nº 218.105.



410388

P.- 52,828

WE Case N° 40446

5 Esta invención se refiere a máquinas dinamoeléctricas y, en particular, a generadores polifásicos.

10 Es sabido disponer una pluralidad de conductores en paralelo en cada arrollamiento de fase en ciertas máquinas dinamoeléctricas, tales como grandes generadores. Se prevé normalmente la protección diferencial disponiendo un transformador de corriente en el lado de potencia del juego de partes de arrollamientos en paralelo para cada fase y también otro en el lado neutro del juego de partes de arrollamientos en paralelo para cada fase, de manera que las corrientes que entran y salen del arrollamiento de fase total pueden ser detectadas y comparadas entre sí para indicar cualquier condición de desequilibrio que pueda requerir corrección. Los circuitos de vuelta a vuelta pueden ser detectados por transformadores de corriente adicionales en dos conductores individuales, o grupos de conductores, de una fase dada, con sus secundarios conectados a través de un relé diferencial. La vigilancia por espacio de aire o entrehierro no ha sido anteriormente

15
20
25

410388

-5



una finalidad en la protección diferencial.

En máquinas muy grandes, es deseable vigi
lar las condiciones del espacio de aire debido a que
los movimientos relativamente grandes ocasionados
5 por los efectos térmicos y los grandes efectos de
atracción magnética que tienden a amplificar las va
riaciones del espacio de aire. Ciertos generadores
han sido diseñados para producir 600 megavatios de
potencia en unidades con dimensiones físicas globa-
10 les de aproximadamente 18 metros. En la solicitud de
patente norteamericana N^o, presentada el
se describe un esquema de montaje mecánico mejorado
para el estator, que está previsto para asegurar la
uniformidad del espacio de aire o entrehierro en ta
15 les máquinas. Es deseable, sin embargo, proporcionar
adicionalmente un sistema de protección eléctrica pa
ra indicar cualquier variación que pueda ocurrir en
el espacio de aire o entrehierro.

Cualquier sistema de protección eléctrica
20 de grandes generadores debe conseguir su finalidad
sin presentar problemas adicionales en términos de
coste o número y tamaño de componentes y conductores.
En grandes generadores que producen miles de amperios,
pueden ser necesarios conductores de gran sección
25 transversal, pero el número y la longitud de tales

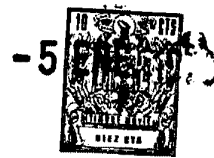
410388



conductores debe reducirse al mínimo.

De acuerdo con la presente invención, una máquina dinamoeléctrica comprende un estator, un rotor inductivamente relacionado con dicho estator, con un espacio de aire o entrehierro entre ellos; comprendiendo dicho estator un núcleo que tiene un arrollamiento en el mismo que incluye, para cada fase eléctrica, una pluralidad de conductores eléctricamente en paralelo, uniformemente distribuidos en torno a dicho estator y mutuamente conectados a un conductor común, una pluralidad de primeros transformadores de corriente que tienen uno de dichos conductores en paralelo cada uno como un arrollamiento primario, un segundo transformador de corriente dispuesto en dicho conductor común, teniendo dichos transformadores de corriente arrollamientos secundarios mutuamente interconectados, medios que responden al desequilibrio de corriente, conectados entre los arrollamientos secundarios de los transformadores de corriente que están en partes de arrollamiento paralelas adyacentes eléctricamente, para responder a la corriente desequilibrada entre partes individuales de dichas partes de arrollamiento en paralelo, y medios adicionales que responden al desequilibrio de corriente, conectados entre dicha plu

410388

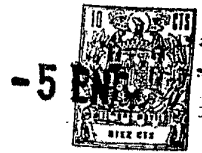


ralidad de primeros transformadores de corriente en dichas partes de arrollamiento en paralelo y dicho segundo transformador de corriente en dicho conductor común.

5 Convenientemente, los arrollamientos secundarios de todos estos transformadores de corriente están mutuamente interconectados, por ejemplo a través de medios de acción de relé apropiados, para vigilar las condiciones de corriente desequilibrada
10 entre partes individuales de las partes de arrollamiento en paralelo, por comparación de corriente a través de un conductor individual en paralelo con un valor medio para los diversos arrollamientos. Están también previstos medios para detectar los desequilibrios de corriente globales a través de un grupo de arrollamientos de fase interconectados.

 Además, un conductor externo desde el lado del neutro del grupo de conductores en paralelo de un arrollamiento de fase se hace innecesario para
20 el esquema de protección diferencial, y los únicos conductores de potencia externos requeridos son los que proceden del lado de potencia de cada fase. La importancia de reducir el número de conductores externos desde el arrollamiento del estator es significativa en grandes máquinas, debido a los proble-
25

410388



mas inherentes asociados con el transporte de grandes corrientes, tales como de 45.000 amperios en algunas máquinas diseñadas, así como el costo de los conductores requeridos. De este modo, en el caso típico de un generador trifásico, sólo precisan ser llevados tres conductores principales para terminación fuera del estator. Las máquinas del pasado han requerido conductores externos para, usualmente, conductores neutros 3, 6 ó 9, así como los tres conductores principales.

Entre los tipos de condiciones desequilibradas que son vigiladas en el sistema de acuerdo con esta invención son variaciones del tercer armónico y también diferencias de corriente como función de la carga.

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

La figura 1 es una vista esquemática de una máquina dinamoeléctrica;

La figura 2 es un esquema de circuitos eléctricos de un arrollamiento de estator de una máquina que muestra la posición de los transformadores de corriente de un esquema de protección;

La figura 3 es un esquema de circuitos eléctricos

410388

-5



tricos de un arrollamiento de estator y esquema de protección para una fase eléctrica; y

La figura 4 es un esquema de circuitos eléctricos del circuito de protección del sistema
5 ilustrado en la figura 3.

La figura 1 muestra una máquina dinamoeléc
trica apropiada para utilizar como un generador de
rueda hidráulica. Un rotor 10 de polos salientes
está montado en un árbol vertical 12 para girar den
10 tro del estator 14 que rodea al rotor con acopla-
miento inductivo entre ellos a través de un espacio
de aire o entrehierro 16. El estator 14 está provis
to de un arrollamiento o devanado de inducido 18 pa
ra generar corriente, típicamente de tres fases eléc
15 tricas, como influenciado por la rotación del rotor
12. Cierta número de conductores externos 21, 22 y
23 están previstos desde el devanado 18 del estator,
para la transmisión y la distribución de la corrien
te.

La figura 2 representa un devanado 18 de
20 inducido que comprende diez partes 31 a 40 de arro
llamientos eléctricamente en paralelo. Cada parte
de arrollamiento en paralelo tiene tres arrollamien
tos de fase 31A, 31B y 31C, etc., en una conexión
25 en estrella con un punto de conexión de neutro entre



las tres fases de una parte de arrollamiento en paralelo particular. Los arrollamientos de fase correspondientes de cada una de las partes en paralelo 31 a 40 están interconectados mediante conductores 41, 42 y 43, comúnmente denominados anillos en paralelo, que se extienden a su alrededor y desde cada uno de los cuales se extiende uno de los conductores externos 21, 22 y 23.

Los puntos neutros de cada una de las partes de arrollamiento en paralelo 31 a 40 están interconectados por un conductor tal como un anillo de neutro 45, aunque se ha encontrado innecesario disponer tal conexión de anillo neutro para el esquema de protección diferencial y se encuentra preferible, incluso si se dispone, evitar cualquier conexión de conductor externo al mismo. La realización ilustrada es una realización para una máquina en la que está previsto utilizar el anillo neutro para conexión a un transformador a tierra.

Asimismo mostrado en la figura 2, en el lado del neutro de cada fase de los arrollamientos polifásicos en paralelo 31 a 40, hay un transformador de corriente identificado con el número de referencia de la parte de arrollamiento y una letra (por ejemplo, 31X, 31Y y 31Z.). Adicionalmente, unos transformado-

410388

-5 EN



res de corriente 51, 52 y 53 están previstos individualmente en cada uno de los tres conductores externos 21, 22 y 23, respectivamente.

5 Los transformadores de corriente en los conductores en paralelo individuales, están en los lados neutros de los mismos, aunque pueden estar, alternativamente, situados en el lado caliente.

10 Los transformadores de corriente ilustrados en la figura 2 pertenecen al sistema protector. Sin embargo, se ha de entender que normalmente podrían estar previstos transformadores de corriente adicionales en los conductores externos y quizás en el lado neutro de los conductores de fase para otros fines. En la figura 2 están indicadas únicamente las posiciones y las polaridades preferidas de los pertinentes
15 transformadores de corriente, y no la manera de interconectar los mismos en el sistema protector.

Haciendo referencia a la figura 3, los arrollamientos de estator están nuevamente trazados para
20 mostrar el sistema de protección de una fase individual. Los conductores individuales de las diez posiciones en paralelo 31A a 40A están numerados en la figura 3 en correspondencia a su identificación en la vista de la figura 2, ya que son los conductores externos 21 del anillo en paralelo 41 y la conexión 45
25

410388



de neutro. Adicionalmente, la figura 3 ilustra los transformadores de corriente como han sido ilustrados en la figura 2 y también su interconexión en un sistema protector.

5 En la figura 3 los secundarios de los transformadores de corriente de las ramas en paralelo están interconectados en una fase particular mediante conexiones desde un lado de un primer transformador de corriente (por ejemplo el 31X) al lado opuesto de un tercer transformador de corriente (33X) y desde 10 el primer lado de ese transformador de corriente al lado de polaridad opuesta de un quinto transformador de corriente 35X y así sucesivamente, según se muestra, de manera que los 10 transformadores de corriente 15 te ilustrados para la primera fase tienen grupos alternados de cinco (31X, 33X, 35X, 37X y 39X de un grupo, y 32X, 34X, 36X, 38X y 40X del otro) interconectados en una disposición en serie.

 Adicionalmente, los relés 61 a 70 están conectados, respectivamente, en paralelo con cada uno de los transformadores de corriente 31X a 40X. Cada uno de los relés 61 a 70 y su transformador de corriente asociado 31X a 40X está en un circuito en bucle. Al menos un lado del circuito en bucle, en el cual está 25 situado cada transformador, está compartido con un

410388

-5



5
circuito en bucle adyacente para resultados de comparación de corriente. Por ejemplo, el conductor 80 transporta corriente detectada por el transformador 31X y también la detectada por el transformador 33X, pero es la corriente de diferencia de vectores entre el transformador 31X y el 33X, reduciendo así la carga en cada transformador a un valor despreciable y permitiendo el uso de pequeños conductores.

10
Los dos grupos de cinco transformadores de corriente están conectados a través de unos medios de relé adicionales 62, denominados aquí relé de fase partida. Además, los diversos transformadores de corriente para una fase particular están interconectados mutuamente en un lado a unos medios de relé adicionales
15
74, denominados en esta memoria relé diferencial, cuyo otro lado está conectado al transformador de corriente y al conductor externo. Los otros arrollamientos para las otras dos fases tienen sus sistemas protectores interconectados de una manera similar con transformadores de corriente adicionales y medios de acción de relé.
20

25
En la figura 4 se muestra el sistema protector para una fase única del sistema de la figura 3. Esta vista ilustra, en una forma diferente, la manera de interconectar los secundarios alternados de los



transformadores de corriente de dos grupos de cinco
con un relé de fase partida 72 dispuesto entre ellos
y relés individuales 61 a 70 conectados en paralelo a
cada uno de los transformadores de corriente de los
5 conductores individuales en paralelo. Adicionalmente,
está mostrado el relé diferencial 74 que conecta el sis-
tema para la fase total entre el transformador de co-
rriente 51 del conductor principal para esa fase.

En funcionamiento, el relé diferencial 74 pro-
10 porciona unos medios para la indicación de desequili-
brios entre la entrada y la salida de toda la fase, de
una manera equivalente a la empleada en sistemas ante-
riores. El relé de fase partida 72 puede ser utilizado
si se desea para proporcionar información con respecto
15 a desequilibrios entre los dos juegos de conductores
en paralelo. La mejora principal de acuerdo con esta
invención es proporcionada por los medios individuales
61 a 70 de acción de relé conectados en paralelo a los
transformadores de corriente individuales para la in-
20 dicación de desequilibrio de corriente entre ellos que
no sería detectada por otra parte y que podría ser cau-
sada por variaciones del entrehierro.

Un sistema de protección está previsto de
preferencia para cada fase, como se muestra para la pri-
25 mera fase en las figuras 3 y 4.

410388



Los medios de acción de relé que responden a corrientes no equilibradas para conectar una alarma o indicar de otra manera la presencia de una condición anormal, son bien conocidos. Simplemente a modo de ejemplo adicional, cada uno de los relés 72 y 74 puede ser un Generator Static de tipo SA-1 u otro relé diferencial, y cada uno de los relés 61 a 70 puede ser o bien del tipo CO2 ó CO8 (o ambos pueden ser utilizados como una precaución especial) o bien otros relés de corriente pudiendo obtenerse todos los tipos de relés citados de Westinghouse Electric Corporation, Pittsburgh, PA, USA. Se pueden también utilizar en esta invención transformadores de corriente usuales. Simplemente a modo de ejemplo, los transformadores de corriente 31X a 40X, 31Y a 40Y y 31Z a 40Z pueden ser transformadores de corriente del tipo EMC de Westinghouse Electric Corporation, y los transformadores de corriente 51, 52 y 53 pueden ser del tipo BY de Westinghouse Electric Corporation. Se pueden utilizar otros medios de comparación de corriente en lugar de los medios de acción de relé descritos.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 2, en una fase dada, bajo condiciones normales equilibradas, las corrientes detectadas por cada uno de los transformadores de corriente en los conductores en paralelo

410388



individuales será igual, y no responderá ninguno de los relés 61 a 70. Si se produce una variación en la dimensión del entrehierro o espacio de aire, por ejemplo, si el rotor está más próximo a los arrollamientos 31 y 40 que a los arrollamientos 35 y 36, serán detectadas corrientes reactivas sobre excitadas aumentadas en los transformadores de corriente 31X y 40X, y serán detectadas corrientes reactivas sobreexcitadas, disminuidas, en los transformadores de corriente 35X y 36X que serán indicadas por los relés debido a las ramas comunes de los circuitos en bucles en los cuales están situados los transformadores de corriente. De este modo, el esquema de protección ilustrado proporciona comparación de la corriente en cualquier transformador de corriente, con la corriente en cualquier otro transformador de corriente, para una fase dada, independientemente de que estén asociados o no con arrollamientos adyacentes físicamente o arrollamientos situados en oposición.

Los relés 61 a 70 leen realmente el 80% aproximadamente de la corriente de diferencia de vectores entre un transformador de corriente particular y la corriente media a través de todo el grupo de transformadores de corriente 31X a 40X. El 80% es debido a la división de corriente originada por las dos trayectorias en paralelo para la corriente, donde el relé conectado

410388



en paralelo con un transformador tiene resistencia X, mientras que la otra trayectoria se efectúa a través de otros cuatro relés en serie más el relé de la fase partida en serie.

5 De lo que antecede, se puede apreciar que la finalidad de vigilancia por entrehierro o espacio de aire se efectúa de la mejor manera en una máquina que tenga un número relativamente grande de arrollamientos distribuidos en paralelo. En la realización ilustrada
10 con diez partes en paralelo, está vigilado cada décima parte del entrehierro o espacio al aire. En general, aunque el número de partes en paralelo puede ser menor, la práctica de la invención en máquinas que tienen al menos seis partes distribuidas en paralelo en cada fa-
15 se, es la más apropiada.

410388

-5



REIVINDICACIONES

1ª.- Una máquina dinamoeléctrica que compre
5 de un estator, un rotor inductivamente relacionado con
dicho estator, con un entrehierro o espacio de aire en
tre ellos, comprendiendo dicho estator un núcleo que
tiene un arrollamiento en el mismo que incluye, para
cada fase eléctrica, una pluralidad de conductores en
10 paralelo eléctricamente, uniformemente distribuidos en
torno a dicho estator y mutuamente conectados a un con
ductor común, una pluralidad de primeros transformado-
res de corriente, cada uno de los cuales tiene uno de
dichos conductores en paralelo como un arrollamiento
15 primario, un segundo transformador de corriente dispues-
to en dicho conductor común, teniendo dichos transfor-
madores de corriente arrollamientos secundarios mutua
mente interconectados, medios que responden al desequi
librio de corriente, conectados entre arrollamientos
20 secundarios de los transformadores de corriente, que
están en partes de arrollamientos en paralelo eléctri-
camente adyacentes, para responder a la corriente dese
quilibrada entre partes individuales de dichas partes
de arrollamientos en paralelo y medios adicionales
25 que responden al desequilibrio de corriente, conecta-

Rg

410388



dos entre dicha pluralidad de primeros transformadores de corriente en dichas partes de arrollamientos en paralelo y dicho segundo transformador de corriente en dicho conductor común.

5 2ª.- Una máquina según la reivindicación 1, en la que dicho circuito de arrollamientos secundarios comprende interconexiones que incluyen dichos medios que responden al desequilibrio de corriente, entre partes alternadas de dichas partes de arrollamientos en paralelo al presentarse físicamente en torno a dicho estator, comprendiendo dicha pluralidad de partes de arrollamientos en paralelo un número entero par, estando los transformadores alternados de dichos primeros transformadores de corriente en las mismas interconectados en dos grupos y estando conectados entre dichos dos grupos unos terceros medios que responden al desequilibrio de corriente.

10

15

20 3ª.- Una máquina según la reivindicación 2, la cual es una máquina polifásica con un número de al menos seis partes de arrollamientos en paralelo en cada fase y los transformadores alternados de dichos primeros transformadores de corriente en partes de arrollamientos individuales están interconectados a través de una rama común a un lado de unos medios individuales que responden al desequilibrio de corrien

25

21-12-72

410388



te.

5 4ª.- Una máquina según la reivindicación 3, en la que dicho arrollamiento tiene una conexión de neutro entre dicha pluralidad de partes de arrollamientos en paralelo, estando dicha conexión de neutro exenta de cualquiera de los primeros transformadores de corriente en ella.

10 5ª.- Una máquina según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que las partes de arrollamientos en paralelo de una fase individual están interconectadas con un conductor externo que va desde dicho estator para cada fase y un punto neutro en el que están unidos dichos arrollamientos polifásicos de cada una de dichas partes de arrollamientos
15 en paralelo, medios protectores para proteger contra las condiciones desequilibradas en dichos arrollamientos, que comprenden el primer transformador de corriente con un arrollamiento secundario en cada una de dicha pluralidad de partes de arrollamientos
20 polifásicos en paralelo, cerca de la conexión de punto neutro de las mismas y segundos transformadores de corriente, cada uno con un arrollamiento secundario en uno de dichos conductores externos para cada fase eléctrica, medios que interconectan
25 arrollamientos individuales de dichos arrollamientos

21-12-72

410388



secundarios de los citados primeros transformadores de corriente de dichas partes de arrollamientos en paralelo, para comparar y responder a diferencias de condición entre ellas, medios que interconectan dichos arrollamientos secundarios de dichos primeros transformadores de corriente en las citadas partes de arrollamientos en paralelo, con dicho arrollamiento secundario del citado segundo transformador de corriente en dichos conductores externos.

10 6ª.- Una máquina dinamoeléctrica

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

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

-5 ENE. 1973

Madrid,

P.A.

Alberto de Eizaburu
For Forary

PE

21-73

LFG/.

410388

-5

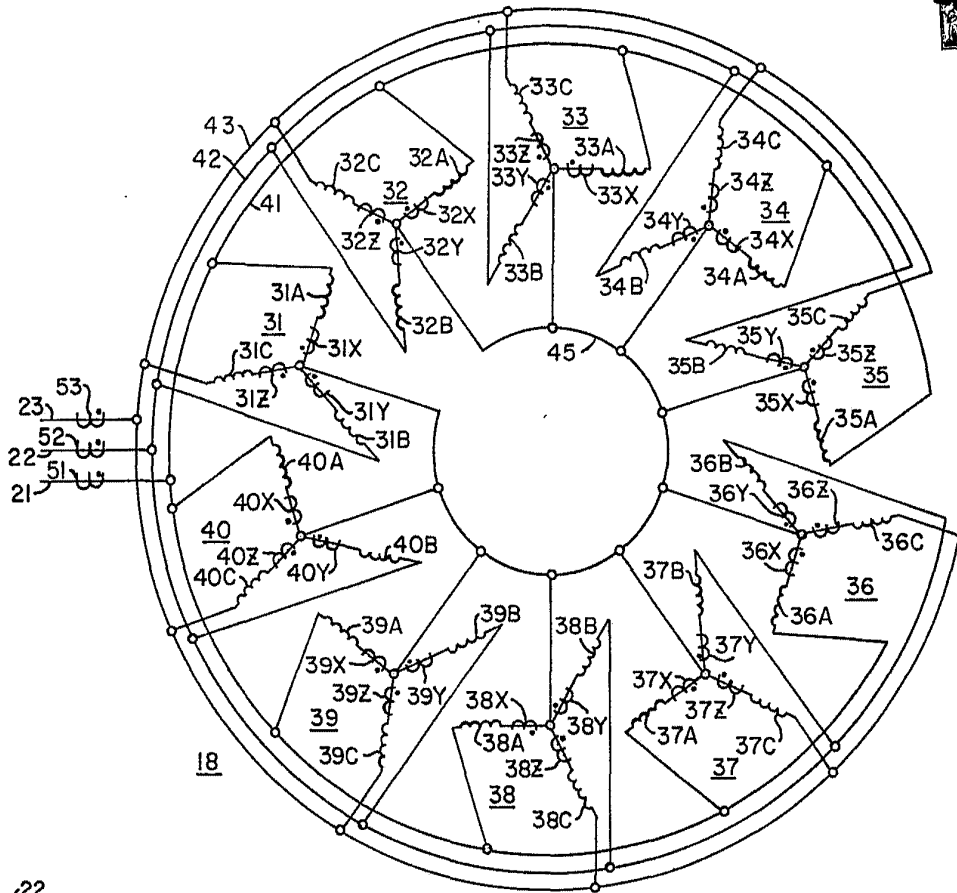


FIG. 2

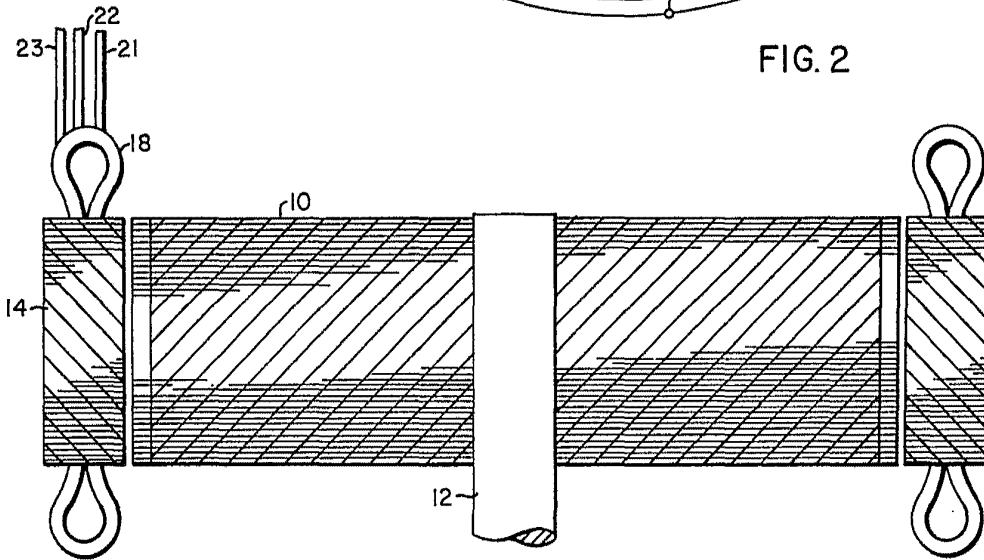


FIG. 1

Alberto de Elzaburu
Per Podar

410300

152628

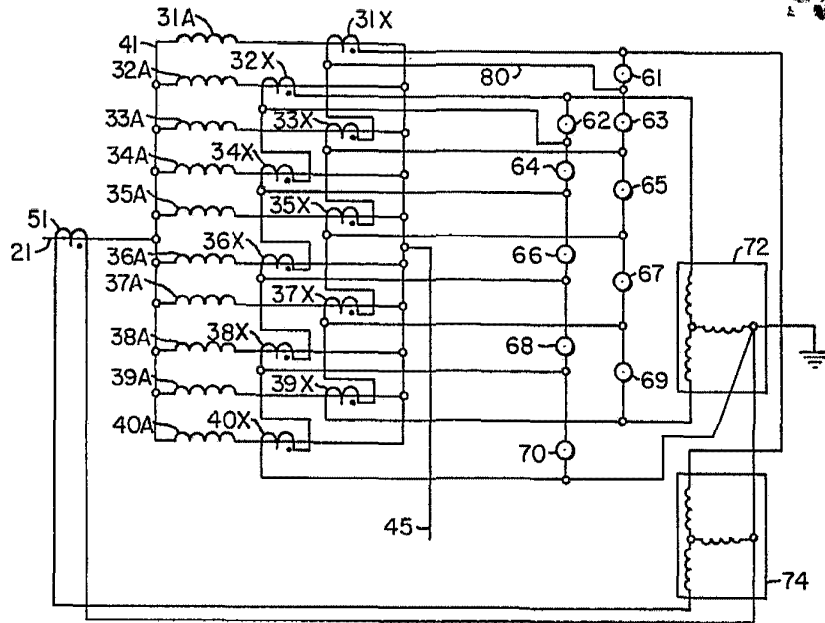


FIG. 3

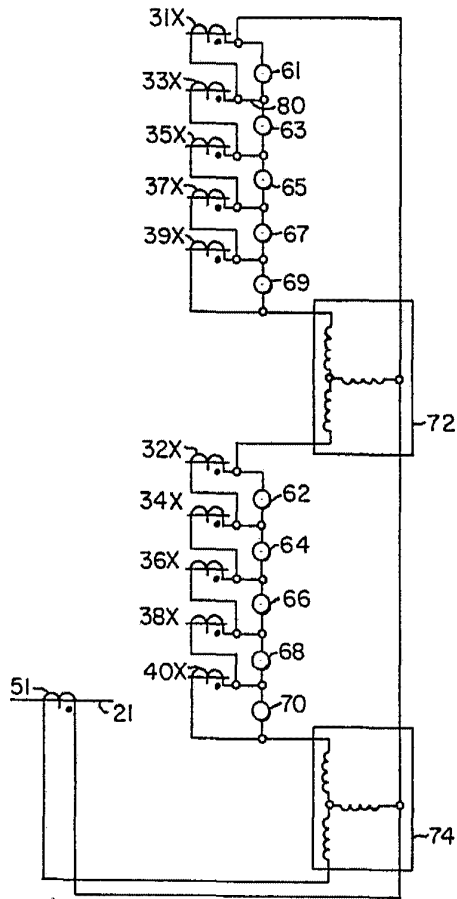


FIG. 4

Alberio de Elizabete
Per Feder