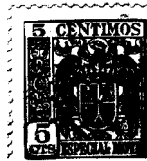


Nº 1268 W. Kram - 12.

179895



179895

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

Patente de Invención en España por:

"MEJORAS EN O RELATIVAS A TRANSFORMADORES ELECTRICOS".

a nombre de Standard Eléctrica, S.A., domici-

liada en Madrid, calle de Ramírez de Prado No.7.

El presente invento se refiere a mejoras en transformadores eléctricos de pantalleado doble. Tales transformadores se han utilizado desde hace mucho tiempo en puentes de corriente alterna y para acoplar circuitos de alta frecuencia y para usos similares. Sin embargo, se ha encontrado que los diseños hasta



ahora adoptados para estos transformadores demuestran ser inadecuados cuando las frecuencias empleadas se extienden al margen de radio frecuencias. El fin principal de esta especificación es, por lo tanto, el mostrar la causa principal de los defectos de los diseños existentes y cómo pueden ser remediados.

Se describirá el invento con referencia a los adjuntos dibujos en los que:

La fig. 1 muestra un diagrama esquemático de circuito de un tipo conocido de transformador de pantalleado doble.

Las figs. 2 y 3 muestran dos circuitos de prueba empleados en la explicación de la diferencia entre las capacitancias estática y dinámica asociadas con tal transformador.

La fig. 4 muestra una vista en perspectiva de las disposiciones de devanado y pantalleado de un transformador de pantalleado doble.

Las figs. 5, 7 y 8 muestran diagramas que ilustran un método de diseñar un transformador de pantalleado doble de acuerdo con el invento.

La fig. 6 muestra un diagrama esquemático de circuito para ilustrar el efecto de las fuerzas electro motrices de la pantalla.

La fig. 10 muestra un transformador de pantalleado doble con disposiciones neutralizadoras de acuerdo con el invento.

Las figs. 11 y 12 muestran otra disposición neutralizadora de acuerdo con el invento.

La fig. 13 muestra otra disposición de acuerdo con el invento.

La fig. 14 muestra un diagrama esquemático de circuito de un puente de impedancia pantalleado de tipo conocido.

La fig. 15 muestra un diagrama de circuito simplificado

179895



3.

de la fig. 14 para ilustrar el efecto de las fuerzas electro-
motrices de la pantalla.

La fig. 16 muestra una disposición transformadora de
acuerdo con el invento aplicable al puente mostrado en la fig.
40 14 y

La fig. 17 muestra un circuito simplificado para ilus-
trar la acción de la fig. 16.

Con referencia a la fig. 1 que muestra un diagrama es-
quemático de circuito de un transformador de pantalleado doble
45 de tipo bien conocido, se verá que el transformador consiste
en un devanado primario 1 acoplado inductivamente a un devanado
secundario 2. El devanado secundario está esencialmente comple-
tamente incluido en una pantalla metálica interior 3 y esta pan-
talla está a su vez esencialmente completamente incluida en una
50 pantalla metálica exterior 4 sobre la que está enrollado el de-
vanado primario 1. El conjunto se incluye en una caja metálica
exterior 5 que está conectada en un punto a la pantalla 4. Los
terminales 6, 7 del devanado primario 1 están situados dentro de
la pantalla exterior y los terminales 8, 9 del devanado secun-
55 dario están situados dentro de la pantalla interior. Un termi-
nal 10 para la pantalla interior 3, está situado dentro de la
pantalla exterior y 11 es el terminal de la pantalla exterior.
La construcción del transformador se explicará con más detalle más
adelante con referencia a la fig. 4.

60 Cuando se conecta el transformador en un circuito, se
emplean conexiones de pantalleado sencillo o doble adecuadas, para
mantener la continuidad del pantalleado desde los componentes
de circuito externos hasta los terminales del transformador.

Los requerimientos de pantalleado esenciales para tal
65 transformador, han sido hasta ahora que la capacitancia directa

179895



4.

entre el devanado interior 2 y la pantalla exterior 4 fuese esencialmente cero.

70 Esto es principalmente con el fin de asegurar que no se producen fuerzas electro motrices alternas o diferencias de potencial en el lado secundario del transformador por corriente que pasen en el devanado primario excepto la fuerza electro motriz generada en el devanado secundario 2 por acoplamiento magnético directo. Es también con el fin de fijar definitivamente y localizar las capacitancias asociadas con el transformador de modo que sus efectos puedan estar debidamente controlado. Naturalmente, todo esto es una práctica bien conocida,

75 No es posible reducir por completo a cero las capacitancias mencionadas, debido a limitaciones de diseño y fabricación y ha sido, por lo tanto, la práctica fijar límites máximos para estas capacitancias que se juzga serán suficientes para evitar que los efectos indeseados resultantes de las mismas se hagan excesivos. Sin embargo, se ha encontrado que cuando se intenta emplear estos transformadores convencionales con radio frecuencias, se comportan como si las capacidades directas mencionadas fuesen mucho mayores que sus valores medidos. Se darán 80 detalles más completos de este efecto, pero se pueden indicar aquí que una investigación ha mostrado que el efecto es principalmente debido a las fuerzas electro motrices derivadas en las pantallas por las corrientes en el devanado del transformador. Estas fuerzas electro motrices funcionan en unión con las capacitancias entre las pantallas interior y exterior para producir corrientes indeseadas en los circuitos conectados al devanado secundario del transformador.

85 Este efecto puede producir errores importantes en las mediciones hechas a radio frecuencias con puentes de impedancia 95

179895



5.

100

que emplean tales transformadores de pantalleado doble y particularmente en los casos en que la impedancia que se ha de medir tiene una componente muy pequeña comparada con la otra, pudiendo producirse grandes porcentajes de error en la medición de la componente más pequeña. Cuando se usan los transformadores a frecuencias muy altas para coplar circuitos de transmisión, por ejemplo, el efecto puede dar por resultado la introducción de diafonía o ruido excesivo.

105

La identificación de la causa principal de este inconveniente, ha permitido aplicar varios posibles remedios que forman características del presente invento.

110

Quando se determinan los valores de las capacitancias directas asociadas con un transformador de pantalleado doble, es corriente poner en cortocircuito los devanados primario y secundario de modo que pueden ser tratados esencialmente como conductores independientes unipotenciales y efectuar las mediciones en un puente de capacitancia directa del que hay varios tipos bien conocidos. Tales mediciones se encuentra que producen valores correctos para estas capacitancias. Sin embargo,

115

cuando el transformador está conectado en un circuito normal, pasan corrientes a través de los devanados y se crea un flujo alterno en el núcleo, lo cual es una condición no tomada en consideración en las mediciones mencionadas de las capacitancias directas, y que, por lo tanto, son los únicos factores que afectan el pantalleado del transformador. Las figs. 2 y 3 muestran diagramas esquemáticos de circuito de dos circuitos de medida por los cuales se puede hacer evidente el efecto de las fuerzas electro motrices de la pantalla.

120

125

En estas figs., 12 es un suministro de corriente alterna de impedancia R conectado a través de un atenuador adecuado

179895



6.

130

ajustable 13 de impedancia característica constante R al transformador de pantalleado doble que es similar al descrito con referencia a la fig. 1. El lado de salida del transformador está conectado a un detector 14 de tipo convencional, de impedancia de entrada también R. En la fig. 2, ambos devanados del transformador están en corto circuito y el terminal 7 está conectado a la pantalla exterior 5 a través de una resistencia 15 igual a la impedancia característica R del atenuador 13.

135

El lado de salida del atenuador está conectado a los terminales 6 y 11 estando este último terminal conectado a tierra. Los terminales de entrada del detector 14 están conectados a los terminales 10 y 11. Las conexiones desde los terminales 6 y 10 deben tener pantallas conectadas a la pantalla exterior 5 como se indica. El atenuador 13 se ajusta para obtener una

140

lectura conveniente en el instrumento de medida del detector 14. Se proveen medios conmutadores adecuados de tipo conocido (no se muestran) para conectar la salida de 13 directamente a la entrada de 14, cortando así el transformador. El atenuador 13 se reajusta entonces para producir la misma lectura en el instrumento de medida en el detector. La diferencia entre las dos lecturas del atenuador 13 da entonces la atenuación de la conexión formada a través de la capacitancia directa entre el devanado primario 1 y la pantalla interior 3. Fácilmente se muestra que esta lectura debe ser igual a A decibelios en donde:

145

150

$$A = 10 \log_{10} \left(1 + \frac{1}{4} \omega^2 \underline{g}^2 R^2 \right)$$

en que \underline{g} es el valor de la capacitancia directa entre el devanado 1 y la pantalla 3, R es la impedancia característica del atenuador 13 y ω es 2π veces la frecuencia.

155

El valor de \underline{g} obtenido de esta medición, se encuentra que concuerda satisfactoriamente con el valor medido en un puente



de capacitancia directa.

160 La fig. 3 difiere de la fig. 2 en que ninguno de los devanados está en cortocircuito y el terminal 7 está conectado directamente a la pantalla exterior 5. La resistencia 15 está conectada entre los terminales de salida 8 y 9. Se supone que el transformador tiene una relación de 1: 1 y está diseñado para acoplar dos impedancias cada una igual a R.

165 Cuando se efectúa la prueba con la disposición de la fig. 3 en la misma forma que se ha descrito con referencia a la fig. 2, se encuentra que la medida de atenuación obtenida es mucho más baja que antes, lo que indicaría que el transformador se comporta como si la capacitancia directa C fuese considerablemente mayor que el valor medido.

170 Será conveniente denominar la capacitancia directa medida de acuerdo con la fig. 2, o por medio de un puente de capacitancia directa la capacitancia estática y el valor aparente derivado de acuerdo con la ecuación (1) de la medición de acuerdo con la fig. 3, la capacitancia dinámica.

175 En un ejemplo concreto se encontró que en el caso de un transformador de relación igual entre sus devanados diseñado para $R = 600$ ohmios en el que la capacitancia estática era de 0,05 uuF, la capacitancia dinámica medida a 50 kc. por segundo fué aproximadamente 1,3 uuF o aproximadamente 26 veces mayor. En el caso de un transformador de igual relación entre devanados
180 diseñado para $R = 75$ ohmios en el que la capacitancia estática era aproximadamente 0,1 uuF la capacitancia dinámica se encontró que era aproximadamente 30 uuF a la misma frecuencia.

185 Se apreciará por lo explicado que la capacitancia dinámica es sólo un efecto aparente cuya causa son las fuerzas electromotrices espúreas creadas en las pantallas del transformador,



pero sirve como indicación conveniente de la magnitud del acoplamiento producido por estas fuerzas electromotrices espúreas.

A fin de aclarar el origen del efecto de capacitancia dinámica se han preparado las figs. 4 y 5. El núcleo de un transformador de pantalleado doble puede ser del tipo de solenoide, toroidal o cerrado aproximándose en todos los casos la parte en que están montados los devanados a un cilindro o a un toroide de sección circular. En la vista en perspectiva de la fig. 4 el devanado 2 está montado directamente en el núcleo central 16 y está completamente circundado por la parte interior cilíndrica o toroidal de la pantalla 3. Esta a su vez está completamente circundada por la parte exterior cilíndrica o toroidal 4 de la pantalla exterior. El devanado exterior 1 está enrollado sobre la parte de pantalla exterior 4 como se indica y el conjunto está encerrado en una caja de metal exterior 5 que se muestra diagramáticamente como un rectángulo que contiene el resto del conjunto. Las dos partes de pantalla 3 y 4 están ranuradas en 17 y 18 en líneas paralelas al eje del núcleo 16 a fin de evitar que las pantallas actúen como espira en cortocircuito. Se forma un solapado con aislamiento adecuado (no se muestra) entre las dos partes del solapado a fin de reducir la inevitable separación en la pantalla producida por la ranura. Un hilo 19 está unido en un punto conveniente 21 de la pantalla 3 y un segundo hilo para conexión al terminal correspondiente 10, 20 está unido a un punto conveniente 22 de la pantalla 4 y la conecta a un sólo punto en la caja exterior 5 y desde allí al terminal correspondiente 11. Esta disposición es bien conocida y no se dan detalles de los medios de aislar las pantallas una de otra y de los devanados ni del montaje y ensamble.

La fig. 5 muestra un diagrama de una sección a través



220 de las dos pantallas perpendicularmente al núcleo 16. El centro de la sección, es el punto 6 y dos líneas de puntos y OP y OQ han sido dibujadas a través de las separaciones en las dos pantallas 4 y 3, respectivamente. Se ha de observar que, debido a los solapados, los espacios de separación efectivos, están en los puntos indicados en la terminación de los solapados interior y exterior, respectivamente, de las pantallas 4 y 3. El ángulo entre OP y OQ es α y el radio desde O a los puntos de conexión 21 y 22 forman los ángulos β y γ con OP que es el radio de referencia.

225

Quedará entendido que aunque no pasa corriente en ninguna de las pantallas cuando pasa corriente alterna en uno o ambos de los devanados del transformador, se crea, no obstante, una fuerza electro-motriz igual a la fuerza electro-motriz E generada en una sola espira del devanado secundario. Esta fuerza electro-motriz será igual para ambas pantallas si se supone que la totalidad del flujo está concentrado dentro de la pantalla interior 3, lo que es esencialmente el caso. Suponiendo, también, que la resistencia del material de la pantalla es despreciable comparada con la impedancia del circuito exterior y con la impedancia de la pantalla exterior, se puede suponer que en el caso de la pantalla 4, la diferencia de potencial entre puntos de la pantalla adyacentes a α y en lados opuestos de la línea OP es E. Si el punto en el lado de la derecha se toma como punto de referencia a potencial cero, entonces el potencial en otros puntos aumenta proporcionalmente al ángulo en el lado hacia la derecha desde OQ hasta un valor de $\frac{E}{2}$ E inmediato al lado hacia la izquierda de OQ. Estos resultados están basados en la suposición simplificada de que la distribución de flujo en el núcleo, es uniforme y que ambas pantallas son cilíndricas y concéntricas con

230

235

240

245



el mismo.

Como las discontinuidades tienen lugar en las pantallas, respectivamente en P y Q, será necesario considerar el paso de corriente y potenciales en los sectores y (2 -) separadamente.

Si se considera I la corriente en la impedancia Z del circuito exterior conectado entre los puntos 21 y 22 y se toma cualquier radio OAB en el sector (2 -) que forma un ángulo hacia la derecha θ con OP. Entonces si a y b son los potenciales de A y B, respectivamente con respecto al punto 21.

$$a = (\theta - \theta_1) E/2 - IZ$$

$$y \quad b = -2 - (\theta + \theta_1) E/2$$

$$\text{por lo tanto } a-b = 2 - (\theta + \theta_1) E/2 - IZ \text{ -----(2)}$$

Se verá que esto es independiente de θ_1 de modo que la diferencia de potencial entre las dos pantallas es constante sobre el sector 2 - .

Similarmente, si se toma cualquier radio OCD en el sector que forme un ángulo hacia la derecha θ_2 con OP y c y d son los potenciales de C y D, respectivamente, con respecto al punto 21, entonces

$$c = (\theta_2 - \theta_1) E/2 - IZ$$

$$d = -4 - (\theta_2 + \theta_1) E/2$$

$$c - d = 4 - (\theta_2 + \theta_1) E/2 - IZ \text{ -----(3)}$$

Esto es independiente de θ_2 de modo que la diferencia de potencial entre las dos pantallas es también constante sobre el sector y difiere del valor (2) para el otro sector en E_2 .

Se supondrá ahora que la admitancia entre las pantallas en cada sector, está formada por una componente de conductancia y una componente de susceptancia ambas de las cuales son proporcionales al ángulo sustentado por el sector. En otras

palabras, la admitancia del sector 2 - es

$$\begin{aligned} Y_1 &= G_1 + j \omega K_1 \\ &= (g + j \omega k) (2 -) \\ &= Y (2 -) \end{aligned}$$



280 y la admitancia para el sector es igualmente

$$\begin{aligned} Y_2 &= (g + j \omega k) \\ &= Y \end{aligned}$$

Esta suposición será razonablemente correcta, pues
 las pantallas se mantienen generalmente concéntricas por medio
 285 de anillos delgados de material aislante de baja pérdida.

La corriente total I es igual a la suma de dos compo-
 nentes a la que contribuyen respectivamente los dos sectores, o

$$I = Y (2 -) (a - b) + Y (c - d) \text{ --- (4)}$$

Sustituyendo en las ecuaciones (2) y (3) se deduce que

$$290 \quad I = \frac{E \left(2 + \frac{-(+)}{2} \right)}{Z + \frac{1}{Y}}$$

La ecuación (5) muestra que las dos pantallas actúan
 como un generador cuyos terminales son 10 y 11 (fig. 1), cuya
 fuerza electro-motriz es $e = E \left(2 + \frac{-(+)}{2} \right)$ y cuya
 impedancia interna es $1/Y$, donde $Y = 2 Y$, admitancia total
 295 entre las pantallas. En general, para un transformador bien
 diseñado, la componente de conductancia de Y será despreciable
 en comparación con la componente de susceptancia, de modo que
 $Y = j \omega K$ aproximadamente, en donde K es la capacitancia total
 entre las dos pantallas. Se supondrá en lo que sigue que las
 300 componentes de conductancia de las admitancias del transformador
 pueden despreciarse.

Aunque los transformadores en la práctica estarán sólo
 aproximadamente de acuerdo con las suposiciones que se han hecho,
 en general sólo la magnitud del efecto sufrirá algo de la
 305 magnitud indicada de las anteriores formas, pero el carácter del

179895



efecto será el mismo. Incluso cuando la sección del núcleo y pantallas es rectangular y cuadrada en vez de circular, la fuerza electro-motriz e y su impedancia interna efectiva no serán muy diferentes de los valores indicados por las formas.

310 La fig. 6 muestra un circuito esquemático del transformador a fin de indicar cómo actúa la forma electro-motriz e entre los puntos 21 y 22 de las pantallas a través de la capacitancia K entre pantallas. Los terminales exteriores 10 y 11 están respectivamente conectados a los puntos 321 y 22 por conductores que se puede suponer que no tienen ninguna fuerza electro-motriz apreciable inducida en los mismos.

315 Una vez que se ha explicado la causa principal del efecto de la capacitancia dinámica, es posible decir que el presente invento consiste en proveer un transformador de pantalleado doble con medios para reducir o eliminar el acoplamiento deseado entre los lados de entrada y salida, que resulta de las fuerzas electro-motrices indicadas en las pantallas por las corrientes alternas en los devanados del transformador.

325 Se observará que α , β y γ en la ecuación (6) se pueden elegir de modo que e sea cero. Esto facilita uno de los métodos de acuerdo con el invento para eliminar el efecto de e . Si los puntos de derivación 21 y 22, en que las conexiones a los terminales 10 y 11 están conectadas, se eligen de modo que $2 + -(+) = 0$ entonces el efecto indeseado será esencialmente suprimido. La interpretación de esta condición es que los puntos 21 y 22 deben estar separados por un ángulo igual al ángulo entre las dos brechas pero que el debe estar más próximo a OP que 22 medio circunferencialmente hacia la derecha desde OP; en otras palabras, el punto de la pantalla interior 21 debe estar más próximo a la brecha de

330

335



la pantalla exterior 17 que el punto 22 de la pantalla exterior.

Casos especiales de estos requerimientos son (a) cuando
o las dos brechas están opuestas diametralmente y entonces los
puntos de derivación deben estar opuestos diametralmente; y
340 (b) cuando $\alpha = 0$, estos es que las brechas están en alineación
exacta, en cuyo caso los puntos de derivación deben estar exac-
tamente alineados a fin de cumplir la condición de $\alpha + \beta = 2$.

Merece la pena observar que la peor condición que
producirá la capacitancia dinámica mayor es cuando $\alpha = 0$ y
345 son todas igual a cero. La fuerza electro-motriz e tiene en-
tonces el mayor máximo E.

Se debe observar, con referencia a la fig. 5 que si
los dos solapados están exactamente alineados, el ángulo
no será cero sino que tendrá un valor igual al ángulo susten-
350 tado por el solapado. Esto puede verse en la fig. 7. Si fuese
necesario por razones mecánicas que los dos puntos 21 y 22
estén exactamente alineados, entonces cualquiera de las panta-
llas debe girarse ligeramente de modo que los radios OP y OQ
coincidan, lo cual representa que los dos solapados se encuen-
355 tran en sectores adyacentes, o como se muestra en la fig. 8,
uno de los solapados podría hacerse en sentido opuesto, en cuyo
caso OP y OQ coincidirían con los solapados en el mismo sector.

Puede indicarse que cuando un terminal del devanado
primario 1 está conectado a la pantalla exterior 5 (como es
360 frecuentemente el caso) es posible, entonces, equilibrar el
efecto de la fuerza electro-motriz e que actúa a través de la
capacitancia K contra el efecto del voltaje de entrada E_0 apli-
cado al devanado primario 1 que actúa a través de la capaci-
tancia estática e que existe entre el otro terminal de devanado
365 primario y la pantalla 3. Esto quedará entendido por la fig. 9

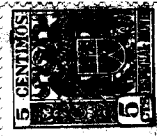


que muestra el circuito equivalente de esta disposición. El terminal 7 del devanado primario 1 se supone que ha sido conectado a la pantalla 5 y se verá por referencia a la fig. 6 que E_0 en serie con la capacidad estática c se pone en paralelo con e en serie con la capacidad entre pantallas K entre los terminales 10 y 11 como se muestra en la fig. 9A. La disposición es idénticamente equivalente a la fig. 9D en la cual

$$V = \frac{E_0 c + eK}{K + c} \text{ y } X = K + c$$

Es posible disponer los puntos de derivación 21 y 22 de la fig. 5 de modo que $E_0 c + eK = 0$ - - - - - (6) o $E_0/e = -K/c$. Sin embargo, como en la práctica puede encontrarse difícil efectuar este ajuste con suficiente exactitud, una alternativa sería hacer un ajuste aproximado de modo que e no alcance el valor apropiado por una pequeña cantidad y conectar un pequeño condensador de ajuste entre las pantallas 3 y 4, el cual puede ajustarse para complementar el valor de K de modo que se cumpla la condición (6). No es necesario que este condensador se instale en el pequeño espacio entre estas dos pantallas, sino que podría colocarse y conectarse a la pantalla exterior 5 como se indica en la fig. 10 en 23. El condensador 23, debe, sin embargo, estar en un departamento diferente, a fin de que esté pantalleado del devanado 1, pues de otro modo se aumentará la capacidad estática c . El condensador deberá estar conectado a la pantalla 3 por una conexión que tenga una pantalla conectada a la pantalla exterior 4.

Un método ligeramente diferente de satisfacer la ecuación (6) se basa en el hecho de que K/c es generalmente mucho mayor que E_0/e de modo que en vez de ajustar los puntos de derivación 21 y 22 de modo que se reduzca e , se podría



conectar un pequeño condensador de ajuste (no se muestra) entre los terminales 6 y 10. Este condensador queda entonces en paralelo con la capacidad estática \underline{g} y podría ajustarse para aumentar \underline{g} hasta que se satisfaga la ecuación (6). Sin embargo, generalmente es mejor reducir \underline{g} tanto como sea posible por los métodos ya explicados antes de que se apliquen tales medios de compensación exterior. Deberá, también, observarse que no siempre será fácil asegurar que E_0 y \underline{g} estén exactamente en oposición de fase.

405 El método de disponer los puntos de derivación y solapado que se ha descrito a fin de reducir la fuerza electromotriz espúrea \underline{g} esencialmente a cero, es de este modo el método preferido para tener en consideración el efecto de capacitancia dinámica de acuerdo con el invento. Se describirán a continuación otros medios exteriores al ensamble de devanado de transformador y estos medios se pueden aplicar adicionalmente al ajuste de los puntos de derivación y solapados de la pantalla para atender cualquier efecto residual que pueda permanecer después de efectuar tales ajustes.

415 Naturalmente, puede no encontrarse práctico el efectuar los ajustes especiales descritos en el devanado del transformador, en cuyo caso se pueden emplear los medios externos que se han de describir en vez de tales ajustes especiales. Así, de acuerdo con otra característica del invento en vez de reducir \underline{g} a cero, o en vez de hacer los ajustes especiales descritos con referencia a la fig. 10 (que no son posibles a no ser que un terminal del devanado primario esté conectado a la pantalla 5), se puede compensar el efecto de \underline{g} en la forma indicada en las figs 11 y 12.

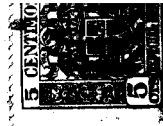
425 En la fig. 11, un devanado de compensación 24 de



430 algunas espiras está acoplado inductivamente a los devanados
1 y 2 y está conectado en serie con el condensador de ajuste
25, entre las pantallas 3 y 4. La disposición de circuito es
entonces como se muestra en la fig. 9 (C) que se verá es esen-
cialmente similar a la fig. 9 (A) con el devanado 1 reemplazado
por el devanado compensador 1 y la capacitancia estática ϵ
reemplazada por el condensador de ajuste 25. Será evidente
por la anterior discusión de la fórmula (6) que con tal que
el devanado de compensación esté polarizado de modo que la
435 fuerza electro-motriz e_0 generada por el mismo esté en opo-
sición a la fuerza electro-motriz de la pantalla ϵ , se puede
ajustar entonces el condensador 25 de modo que la fuerza electro-
motriz equivalente V (fig. 9B) sea cero. Puede añadirse que
con esta disposición la oposición de fase necesaria entre e_0
y ϵ sea esencialmente obtenida con exactitud debida al paso
440 de la inductancia de fuga del transformador.

No será posible colocar los elementos 24 y 25 entre
las pantallas y pueden disponerse como se muestra en la fig.
12. Se emplea un conductor pantalleado para el devanado 24
445 y se devana sobre el devanado primario 1, teniendo cuidado
de aislar la pantalla del conductor del devanado 1 y también
de aislarla de modo que no produzca espiras en corto circuito.
El condensador 25 se coloca en un compartimento separado de
la parte exterior de la pantalla 4, de modo que esté panta-
450 lleado del devanado 1, como se ha descrito con referenci_a a
la fig. 10. En la fig. 12 se muestra el devanado 24 con sólo
una espira a fin de evitar confusión en la figura, pero ha de
quedar entendido que puede haber cualquier número adecuado de
espiras.

455 La fig. 13 muestra otro método muy satisfactorio de



neutralizar la fuerza electro-motriz e de la pantalla utilizando dos transformadores de doble pantalleado que están conectados de modo que la fuerza electro-motriz de la pantalla del uno es opuesta y neutraliza la del otro. Los dos transformadores mostrados, son cada uno igual a como se muestra en la fig. 1 y sus partes reciben los mismos números de designación diferenciados por las letras A y B. Deben ser de diseño exactamente similar y de la misma fabricación y deben ser seleccionados por medio de pruebas de modo que los valores de la fuerza electro-

460
motriz e de la pantalla y de la capacitancia entre pantallas K sean tan iguales como sea posible para ambos. Los dos devanados primarios se conectan entonces en paralelo por conexiones adecuadas a fin de mantener el pantalleado, pero deben estar conectados en oposición, esto es el terminal 6A debe conectarse al

465
terminal 7B, y 6B a 7A. Si se utilizan entonces 6A y 7A como terminales de entrada, las fuerzas electro-motrices de la pantalla e serán de signo opuesto pues la corriente pasa en direcciones opuestas en los dos devanados primarios. Si los terminales 10A y 10B de las pantallas interiores 3A y 3B se conectan

470
juntos entonces la fuerza electro-motriz de la pantalla resultante será esencialmente cero.

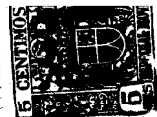
475

Los dos devanados secundarios se conectan preferiblemente en oposición en serie, por ejemplo conectando los terminales 8A y 8B y usando 9A y 9B como terminales de salida. Los devanados secundarios podrían, si se desea, ser conectados en

480
oposición en paralelo, pero puede mostrarse que el efecto de cualquier fuerza electro-motriz residual en la pantalla se reduce al minimum aumentando el número de espiras del devanado secundario. Esto es generalmente así para cualquiera de los transformadores que se han descrito; pudiendo reducirse siempre el efecto

485

179895



de un valor dado de a aumentando el número de espiras en el devanado secundario.

490 En la fig. 13 los devanados primarios podrían haberse conectado en oposición en serie si se desease. Esta disposición da una compensación excelente sobre un amplio margen de frecuencia, pero tiene la desventaja de doblar la capacitancia entre pantallas así como también el volumen del coste. Así el coste de la disposición sería considerablemente mayor que en cualquiera de las otras formas que se han descrito, pero el resultado final sería en conjunto mejor.

495 Los métodos de acuerdo con el invento, que se han descrito, hasta ahora, son aplicables a un transformador de pantalleado doble independientemente del uso concreto a que se destinan. Otro método que se describirá ahora es útil en los casos en que se utilizan transformadores de doble pantalleado en circuitos de puente de impedancia.

500 En los dispositivos en puente asimétricos (esto es aquellos en que los brazos proporcionales no son iguales) generalmente no es conveniente dejar que el sistema de pantallas imponga una capacitancia importante entre más de una de las ramas del puente, aunque las capacitancias entre pantalla que se encuentran entre cualquiera de las diagonales pueden no considerarse, excepto cuando se trata de la sensibilidad del puente. Esta restricción necesita el uso de transformadores de pantalleado triple, (que generalmente

510 no serán posibles debido a su complejidad) o de pares de transformadores de pantalleado doble conectados en cascada.

515 La fig. 14 muestra un ejemplo de un puente de impedancia pantalleado de tipo conocido con dos transformadores de entrada conectados en cascada. Las cuatro esquinas del

179895



19.

526 puente están indicadas por A, B, C y D. AB y BC contienen las ramas proporcionales Z_1 y Z_2 . CD incluye los terminales para la impedancia Z_4 que se ha de medir y Z_3 es la impedancia ajustable utilizada para equilibrar la impedancia desconocida.

525 Dos transformadores de entrada 26 y 27 están conectados en cascada y son del tipo de doble pantalleado convencional. El devanado secundario de 27 está conectado entre A y C, el devanado primario de 27 está conectado al devanado secundario de 26 y el devanado primario de 26 está conectado a los terminales de entrada 28 y 29 al que se ha de conectar el oscilador de prueba (no se muestra). Los terminales de salida 30 y 31 para el detector, (no se muestra) están conectados a B y D, respectivamente.

530 Los elementos del puente están provistos con un sistema de tres pantallas, la más exterior de las cuales se muestra en líneas gruesas de trazo continuo y está conectado a la esquina D y a tierra. La pantalla exterior del transformador 26 es una pantalla D.

535 La pantalla interior circunda las conexiones conectadas a la esquina C y está conectada a A. La pantalla interior del transformador 27 es también una pantalla A. Esta pantalla se muestra en líneas de trazo discontinuo.

540 Entre las pantallas D y A, se encuentra la pantalla intermedia que circunda las impedancias Z_1 y Z_2 , las conexiones conectadas a la esquina A y la pantalla C. Esta pantalla intermedia se muestra en líneas finas de trazo continuo y está conectada a B. Incluye la pantalla interior del transformador 26 y la pantalla exterior del transformador 27. Ambos devanados de ambos transformadores, tienen un extremo conectado a la pantalla correspondiente. Se verá que con esta

545



disposición, la capacitancia entre las pantallas A y B está en paralelo con la rama AB y que entre las pantallas B y D ~~suma~~ la rama BD y no hay capacitancia de pantalla en paralelo con cualquier otra rama del puente.

550

La fig. 15 muestra un circuito equivalente simplificado del puente mostrando como las fuerzas electro-motrices de la pantalla de los transformadores 26 y 27 actúan sobre el puente. En esta figura e_1 y Y_1 son las fuerzas electro-motrices de la pantalla y la admitancia entre pantalla del transformador 26 y e_2 e Y_2 son las mismas cantidades para el transformador 27. Será evidente que los errores producidos por e_1 y e_2 no pueden compensarse fácilmente, pues en realidad sería imposible cualquier intento de aplicar correcciones.

555

560

Sin embargo, el efecto de e_2 para el transformador 27 puede ser atendido por cualquiera de los métodos descritos, y e_2 puede esencialmente reducirse a cero. El efecto de e_1 para el transformador 26 podría también ser atendido en forma similar, pero, en este caso, es posible un medio alternativo como se muestra en las figs. 16 y 17.

565

570

La fig. 16 muestra una modificación en las conexiones de los dos transformadores 26 y 27 de la fig. 14 quedando sin variación el resto de la figura. El devanado interior de 26 y el devanado exterior de 27 están cada uno desconectados de la pantalla correspondiente y están conectados juntos por un par de hilos dentro de la pantalla B. Un condensador diferencial 32 está dispuesto dentro de la pantalla B con las placas fijas conectadas respectivamente a los hilos de conexión mencionados y la placa móvil conectada a D. La fig. 17 muestra un circuito esquemático

575

179895



de la conexión entre los dos devanados, incluyendo la fuerza electro-motriz e_1 de la pantalla y la admitancia de la pantalla Y_1 del transformador 26. Se verá que el circuito es un puente en el que s_1 y s_2 indican las capacitancias efectivas entre los terminales 6, 8 y 7, 9 respectivamente y la pantalla B, y v_1 y v_2 las capacitancias del condensador diferencial 22. Se supone que la admitancia Y_1 puede tomarse como que es esencialmente una capacitancia K_1 .

Aplicando las leyes de Kirchhoff al dispositivo en puente puede mostrarse fácilmente que la diferencia de potencial entre las esquinas B y D del puente de la fig. 17 será cero si

$$u_1 K_1 (s_1 : s_2 : v_1 : v_2) = v_1 s_2 - v_2 s_1 \text{ --- (7)}$$

en donde $u_1 = e_1/E_1$ para el transformador 26. Será evidente que con tal de que el condensador 32 tenga un margen adecuado, puede ajustarse para cumplir la anterior ecuación y así la diferencia de potencial entre B y D que resulta de e_1 se equilibra.

Debe observarse que lo anterior supone que e_1 y E_1 están en fase o en oposición de fase y que s_1 y s_2 son capacitancias puras. Ambas condiciones se cumplen sólo aproximadamente pero se encuentra que la disposición produce generalmente una reducción considerable de los errores causados por e_1 . Quedará entendido que la disposición no afecta a la fuerza electro-motriz e_2 para el transformador 27 la cual debe de ser atendida por algunos de los métodos anteriormente descritos.

Este invento corresponde a una solicitud de Patente formulada en Inglaterra el 27 de Abril de 1945, señalada con el No.10699-45 y se acoge, por lo tanto, a los beneficios que otorgan los convenios internacionales vigentes.

179895



605

----- N O T A -----

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de VEINTE AÑOS, son los siguientes:

610 1.- Mejoras en transformadores eléctricos de pantalleado doble que comprenden una pantalla interior y una pantalla exterior aisladas una de la otra y dispuestas de tal modo que se generan fuerzas electro-motrices en las pantallas por las corrientes alternas que pasan por los devanados del transformadâr y medios para reducir o eliminar el acoplamiento indeseado entre los lados de entrada y salida del transformador, acoplamiento que resulta como consecuencia de dichas fuerzas electro-motrices.

620 2.- Mejoras en transformadores eléctricos de pantalleado doble que comprenden pantallas interior y exterior aisladas una de otra y dispuestas de tal modo que cuando se suministra una corriente alterna a uno de los devanados del transformador, se inducen fuerzas electro-motrices en dichas pantallas y medios para reducir esencialmente a cero la diferencia de potencial indeseada entre los terminales de
625 dichas pantallas que resulta de dichas fuerzas electro-motrices.

630 3.- Mejoras en transformadores eléctricos que comprenden un par de transformadores que tiene cada uno una pantalla interior y una pantalla exterior aislada una de la otra y dispuesta de tal modo que cuando se suministra una corriente alterna al devanado primario, se generan fuerzas electro-mo-



trices en las pantallas, medios para conectar los dos devanados primarios a un par de terminales de entrada, medios para conectar los dos devanados secundarios a un par de terminales de salida, medios para conectar entre sí las pantallas interiores y medios para conectar entre sí las pantallas exteriores, haciéndose las conexiones de tal modo que cuando se suministra corriente alterna a los terminales de entrada la diferencia de potencial respectivo entre las pantallas interior y exterior de los transformadores resultantes de dichas fuerzas electro-motrices están en oposición y las corrientes p voltajes respectivos suministrados por los devanados secundarios a los terminales de salida están en relación en serie.

4.- Mejoras en transformadores eléctricos de pantalleado doble que comprenden un núcleo esencialmente cilíndrico o toroidal, un devanado secundario en dicho núcleo, una pantalla interior esencialmente cilíndrica o toroidal que circunda el devanado secundario, una pantalla exterior esencialmente cilíndrica o toroidal que circunda la pantalla interior, teniendo cada pantalla una pequeña ranura paralela al eje del núcleo un devanado primario sobre la pantalla exterior y una conexión derivada en un punto en cada pantalla, eligiéndose dichos puntos de conexión de modo que las diferencias de potencial no deseadas de dichos puntos que resultan de las fuerzas electro-motrices inducidas en las pantallas por las corrientes alternas en los devanados se mantienen dentro de un límite determinado.

5.- Mejoras en transformadores eléctricos que comprenden dos transformadores de pantalleado doble conectados en cascada, con el devanado secundario del primer transformador conectado al devanado primario del segundo



transformador y con la pantalla interior del primer transformador conectada a la pantalla exterior del segundo transformador, teniendo por lo menos el primer transformador sus pantallas interior y exterior dispuestas de modo que una corriente alterna que pase por el devanado primario correspondiente induce fuerzas electro-motrices en las pantallas, comprendiendo un condensador diferencial variable conectado con sus dos juegos de placas fijas respectivamente a los terminales del devanado secundario del primer transformador y con el juego de placas móviles a la pantalla exterior del mismo, estando dicho condensador diferencial colocado dentro de la pantalla interior del primer transformador y estando ajustado de tal modo que la diferencia de potencia indeseada entre los terminales de las dos pantallas del primer transformador que resulta de dichas fuerzas electro-motrices es esencialmente neutralizada.

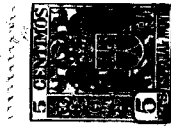
665
670
675

6.- Mejoras en transformadores de acuerdo con el punto 2 ó 4 que comprenden medios para derivar del flujo alterno en el núcleo del transformador una diferencia de potencial que actúa entre las pantallas para oponerse a dicha diferencia de potencial indeseada y medios para ajustar la diferencia de potencial resultante esencialmente a cero.

680
685
690

7.- Mejoras en transformadores de acuerdo con el punto 6 que tienen una pequeña capacitancia directa entre el devanado primario y la pantalla interior, en el que un terminal del devanado primario está conectado a la pantalla exterior, que comprende un condensador conectado entre las pantallas interior y exterior que tienen una capacitancia tal que la diferencia de potencial entre las pantallas es esencialmente cero.

8.- Mejoras en transformadores de acuerdo con el



punto 6, en los que un terminal del devanado primario está conectado a la pantalla exterior que comprende un condensador conectado entre la pantalla interior y el otro terminal del devanado primario y que tiene tal capacitancia que la diferencia de potencial entre las pantallas es esencialmente cero.

695

9.- Mejoras en transformadores de acuerdo con el punto 6, que comprenden un tercer devanado acoplado a los devanados primario y secundario y conectado en serie con un condensador entre las pantallas interior y exterior, eligiéndose de tal modo la capacitancia del condensador y el número de espiras y dirección de devanado del tercer devanado que la diferencia de potencial entre las pantallas se reduce esencialmente a cero

700

10.- Mejoras en transformadores de acuerdo con el punto 9, que comprenden un devanado secundario devanado sobre un núcleo, una pantalla interior que circunda el devanado secundario, una pantalla exterior que circunda la pantalla interior y un devanado primario devanado sobre la pantalla exterior, consistiendo dicho tercer devanado en un conductor pantalleado conectado a dicha pantalla exterior.

705

11.- Mejoras en transformadores de acuerdo con el punto 7, 8 ó 10, en los que el condensador es un condensador ajustable.

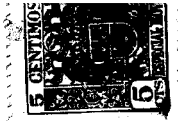
710

12.- Mejoras en transformadores de acuerdo con el punto 7, 8, 9, 10 u 11, en los que el condensador está incluído en la pantalla exterior y está pantalleado del devanado primario.

715

13.- Mejoras en transformadores caracterizados por una disposición de acuerdo con el punto 4, en la que la separación angular de las brechas en las pantallas con respecto al eje del núcleo es igual a la separación angular de dichos puntos de derivación, estando el punto de derivación de la

720



pantalla interior circunferencialmente más próximo a la brecha de la pantalla exterior que el punto de derivación de la pantalla exterior.

725 14.- Mejoras en transformadores caracterizados por una disposición de acuerdo con el punto 4 , en la que dichas brechas en las pantallas y también dichos puntos de derivación están respectivamente alineados angularmente con respecto al eje del núcleo.

730 15.- Mejoras en transformadores caracterizados por una disposición de acuerdo con el punto 5 en la que dicho segundo transformador es un transformador o disposición de transformación de acuerdo con cualquiera de los puntos 1 á 4 ó 6 á 14.

735 16.- Mejoras en transformadores o disposiciones de transformación de acuerdo con cualquiera de los puntos precedentes que constituyen un elemento de un puente de impedancia pantalleado de corriente alterna.

740 17.- Mejoras en transformadores de pantalleado doble según se ha descrito con referencia a las fig. 1 y 4, con medios para neutralizar la diferencia de potencial indeseada entre las pantallas descritas con referencia a las fig. 5, 6 y 7 de los adjuntos dibujos.

745 18.- Mejoras en transformadores de pantalleado doble, según se ha descrito con referencia a la fig. 10 ó a las figs. 11 y 12 de los adjuntos dibujos.

19.- Mejoras en transformadores caracterizados por una disposición de transformación según se ha descrito con referencia a la fig. 13 ó a las figs. 16 y 17 de los adjuntos dibujos.

750 20.- Mejoras en transformadores caracterizadas por

179895

27.



una disposición de transformación de entrada descrita con referencia a las figs. 16 y 17 de los adjuntos dibujos que modifica el puente de impedancia de corriente alterna descrito de acuerdo con la fig. 14 en que se utiliza.

755

21.- Mejoras en o relativas a transformadores eléctricos.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y a los fines especificados.

Esta Memoria consta de veintisiete hojas escritas por una sola cara.



Madrid,

27 SEP. 1947

STANDARD ELECTRICA, S. A.

[Signature]
Secretario General

/MPG.

179055

Kram 12
Hoya 1



FIG. 1.

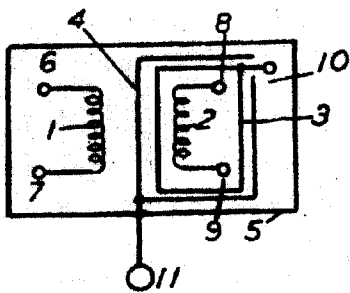


FIG. 6.

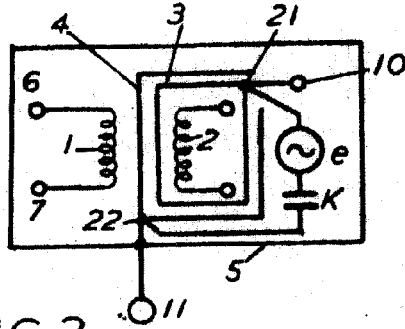


FIG. 2.

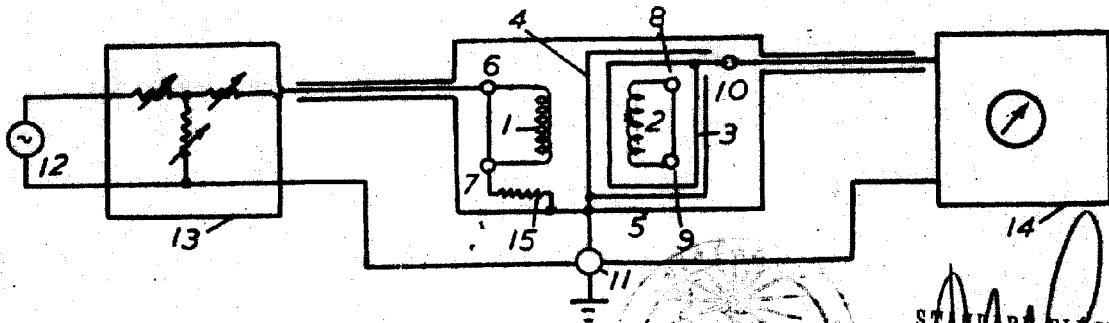
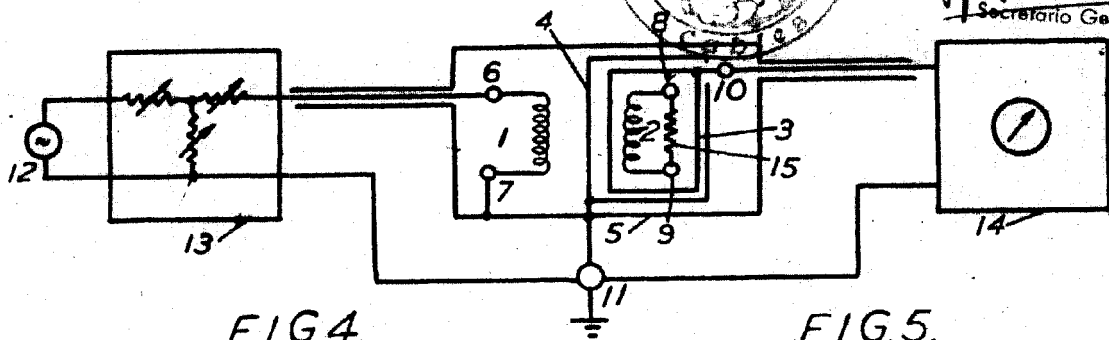


FIG. 3.



STANDARD ELECTRICA, S. A.
Secretario General

FIG. 4.

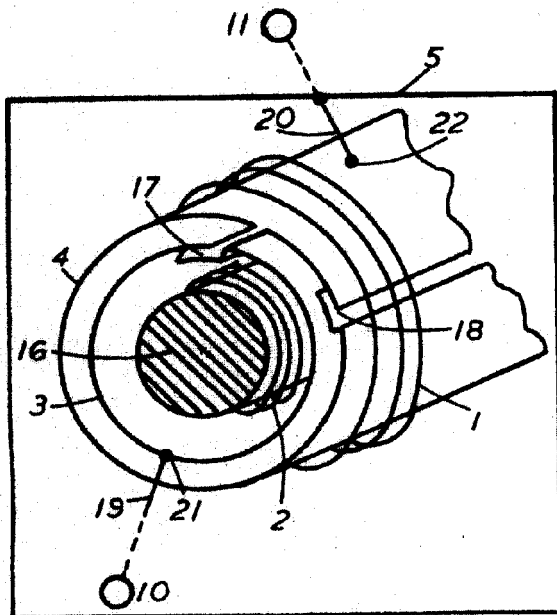
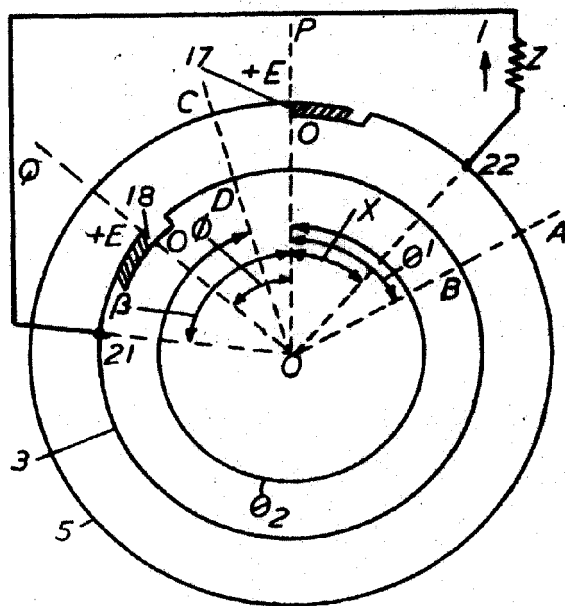
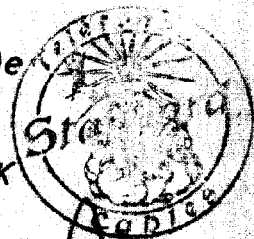
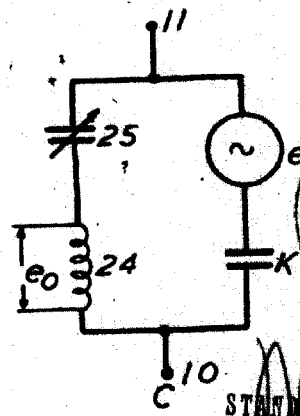
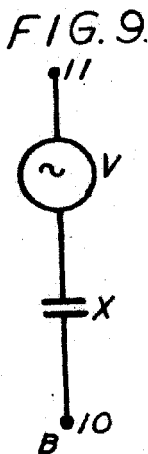
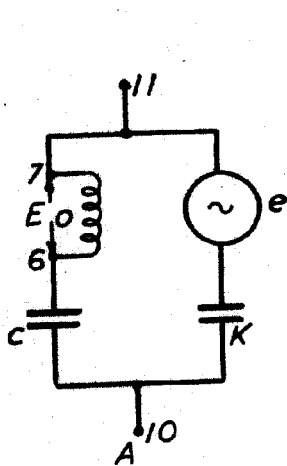
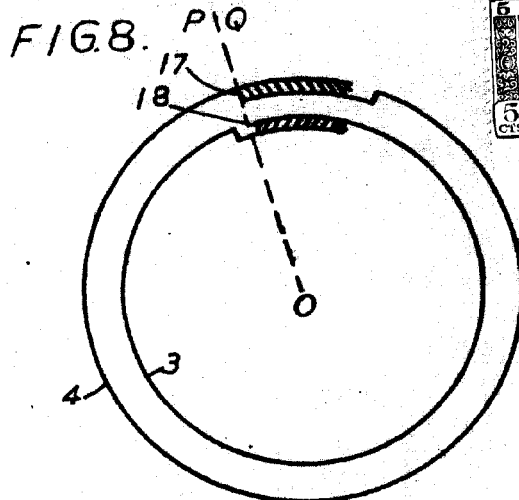
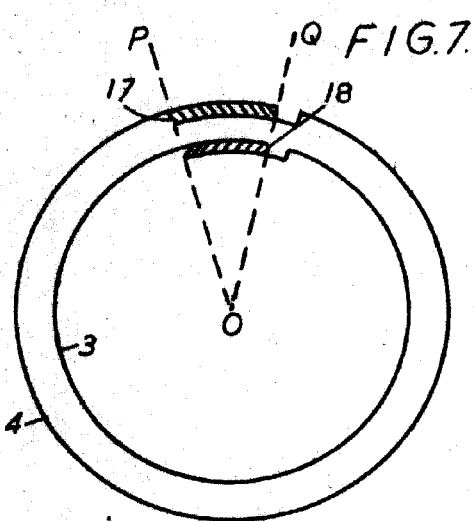


FIG. 5.

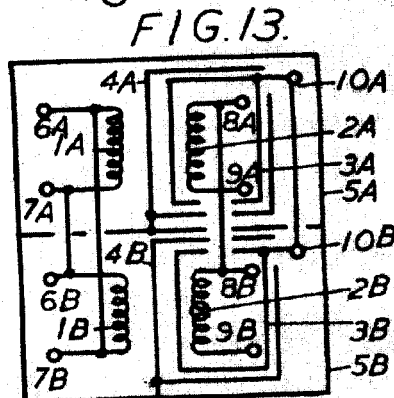
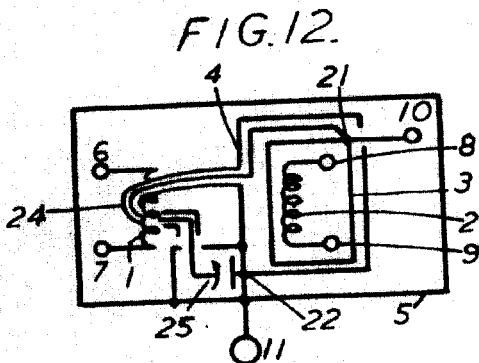
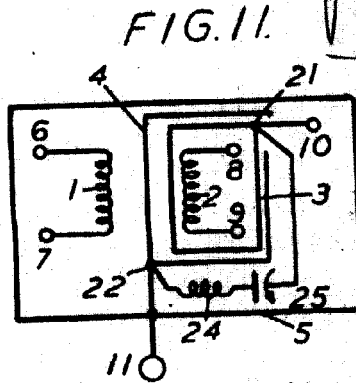
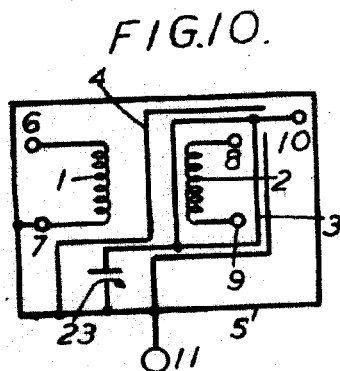


179895

Kroma 12
Haya 2



STANDARD ELECTRICAL
Secretario General



179895

Kram 12
Haya 3



FIG. 14.

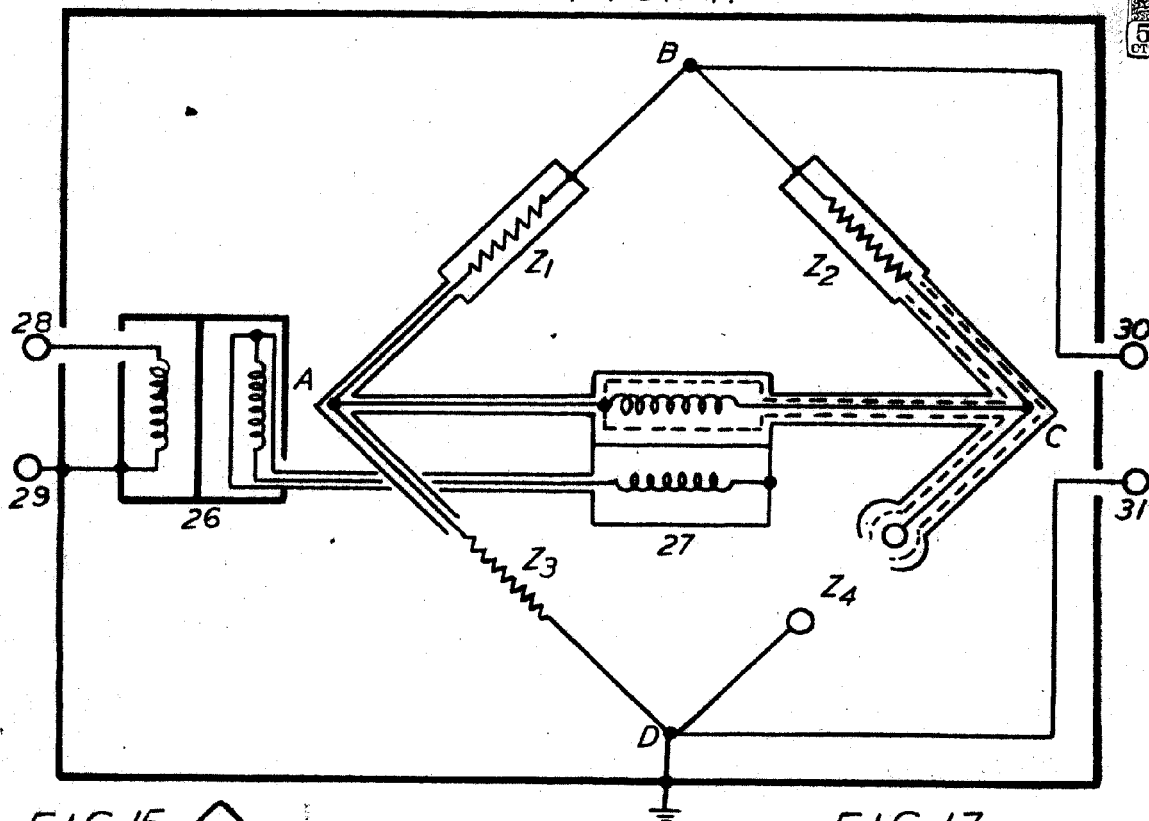


FIG. 15.

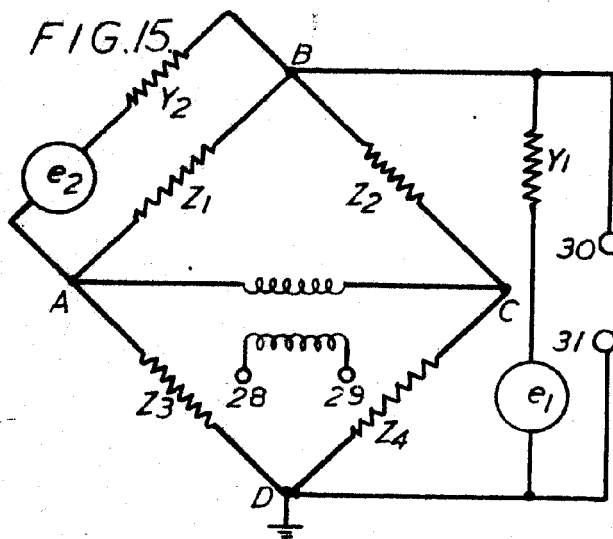


FIG. 17.

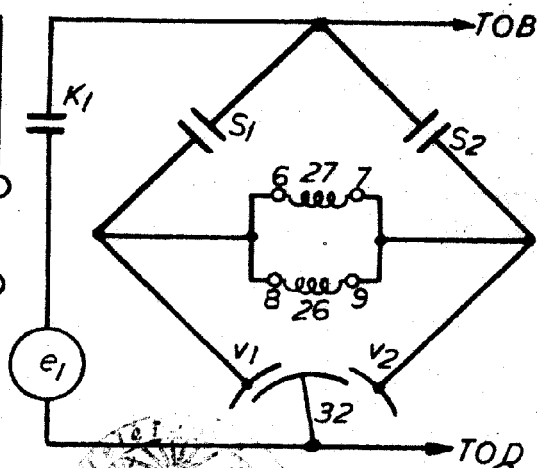
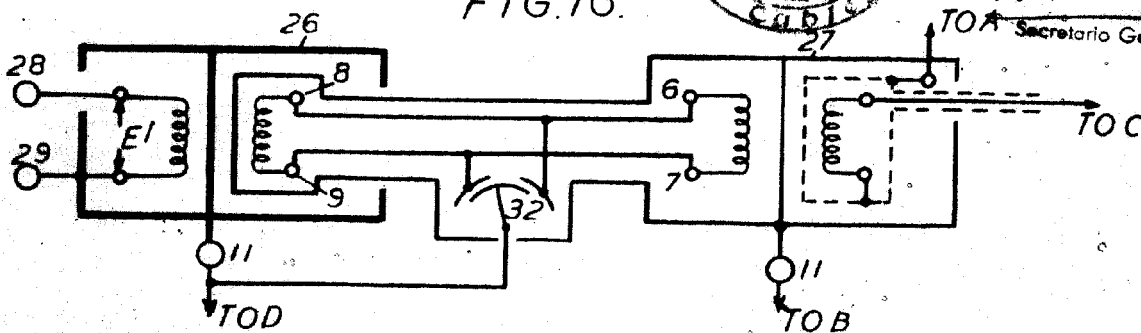


FIG. 16.



STANDARD ELECTRIC, S. A.
Secretario General