



369482

ASOCIACION TECNICA
CLASIFICACION I.P.C.
H 0 2
SUBCLASE K

MEMORIA DESCRIPTIVA

Correspondiente a la solicitud de registro de una Patente de Inven-  
ción que, por veinte años se solicita para España, a favor de la en-  
tidad GENERAL ELECTRIC COMPANY, de nacionalidad jurídica estadouni-  
dense, domiciliada en Schenectady (EE.UU.) - - - - -

p o r

" MEJORAS EN LOS ENROLLAMIENTOS MULTIPLES EN EL INDUCIDO DE LAS DINA  
MOS POLIFASICAS "

La presente invención se refiere a los enrollamientos del indu-  
cido en los grandes generadores polifásicos, y más particularmente  
consiste en mejoras introducidas en la patente norteamericana  
3201627 obtenida por Dean B. Harrington en 17 de agosto de 1.965 re-  
lativa al mismo asunto que ahora nos ocupa. La citada patente, a la  
5 que varias veces haremos referencia, describe un número de esquemas  
de enrollamientos para un cuatro-polos con enrollamientos de tres fa-  
ses en la armadura y que tiene en cada fase tres circuitos conectados  
en paralelo. Estos esquemas ilustrados en la patente para un induci-  
do con 72 ranuras crean un alto grado de equilibrio entre los citados  
10 tres circuitos conectados en paralelo, así como respecto al voltaje



no equilibrado y la cuadratura tampoco equilibrada (desplazamiento de la fase angular) entre un determinado circuito y la fase.

Aunque los esquemas de enrollamientos presentados en dicha patente son suficientemente satisfactorios desde el punto de vista eléctrico, debe observarse un relativo aumento de calentamiento debido a las corrientes entre los tres circuitos conectados en paralelo y existen algunas complejidades mecánicas en dichos esquemas. Ello se debe al gran número de conexiones de barras entre polos en los primeros esquemas. Dichas barras han de estar alojadas dentro de los espacios de los anillos de conexión, de donde resulta un aumento en la longitud de la máquina. Además cada punto de conexión entre la armadura y cada anillo de conexión o cada barra constituye un lugar de complicación mecánica que puede llegar a ser intolerable cuando es excesivo el número de barras que han de ser sujetadas.

También en máquinas de muy grande categoría, como las de dichos esquemas, los enrollamientos están a menudo enfriados hidráulicamente, por lo que necesitan manguitos especiales de conexión en cada bobina. Es preciso contar con espacio para ellos como para las citadas barras de unión. Es un nuevo motivo de alargamiento de la máquina. En consecuencia resulta deseable poner las citadas barras de unión de polos y los anillos de conexión en la región extrema de dobleces, como lo más sencillo.

En los esquemas de la antes citada patente se emplean por lo menos nueve o diez espaciadas posiciones de anillos de unión con lo cual aumenta la total amplitud del generador. En los específicos ejemplos en ella descritos las bobinas laterales de uno de los circuitos aparece en cada fase en tres o cuatro polos, mientras que las bobinas laterales de los otros dos circuitos aparece en dos polos cada una. Esta disposición exige como mínimo catorce puntos de conexión de las barras de unión para cada fase, donde la barra de armadura se



conecta con cada una de las barras de unión o con cada "anillo de  
conexión". (El término "anillo de conexión" en este ejemplo sirve  
para referirse a una de las conexiones eléctricas entre los conduc-  
tores de la armadura y los tejuelos o cojinetes de la máquina). La  
5 totalidad del ancho de los 42 puntos de enrollamiento para las tres  
fases ( $42 = 14 \times 3$ ) produce una gran congestión y dificultades para  
obtener adecuados apoyos, separaciones eléctricas y suficiente acce-  
sibilidad a los lugares de conexión de los enrollamientos, así como  
10 resulta difícil el alojar los anillos de conexión y las barras de  
unión de polos con polos dentro de un compacto conjunto. No obstan-  
te, a pesar de los problemas mecánicos, el equilibrio eléctrico de  
dichos esquemas descritos en la citada patente, todos entre sí equiva-  
lentes, resulta excelente con sólo una pequeña cuadratura no equili-  
brada y una mínima entre-fase sin equilibrar entre circuitos.

15 La primera visible ventaja de la presente invención sobre la  
citada patente Harrington es la simplificación de las conexiones ex-  
ternas. Pero además esa mínima entre-fase también ha sido mejorada  
de modo que estas corrientes han sido reducidas en las particulari-  
dades de nivel de reactancia, paso angular y afinación.

20 Un objetivo de la presente invención es procurar un mejorado  
enrollamiento de cuatro polos y tres fases que tengan tres circui-  
tos por fase conectados en paralelo; y donde las bobinas laterales  
de los circuitos se hallan colocadas de modo que se simplifiquen  
las conexiones de los enrollamientos.

25 Otro objetivo de esta invención es conseguir un enrollamiento  
de armadura con tres circuitos por fase conectados en paralelo,  
donde haya un mínimo de circuitos en cada grupo polar y donde sea  
mínimo el desequilibrio de la cuadratura entre un dado circuito y  
su fase.

30 En resumen, la invención se caracteriza por componerse de un es



quema de enrollamiento formado con cuatro polos y una máquina de tres fases que en cada una de ellas tiene tres circuitos conectados en paralelo; los esquemas de enrollado están dispuestos de modo que cada grupo polar contiene bobinas laterales en uno solo de los circuitos (grupo polar de simple circuito) y los restantes grupos polares contienen bobinas laterales en solo dos circuitos (grupos polares de doble circuito), todo ello dispuesto simétricamente para evitar cuadratura desequilibrada.

En la presente Memoria se aclaran cuantos conceptos se han expuesto de una manera general, con la cooperación gráfica, no limitativa, de un dibujo en el que,

La figura 1 muestra un parcial esquema del enrollamiento de la armadura de una máquina dinamoeléctrica según la invención, dotada de cuatro polos, tres fases y setenta y dos ranuras, sin especificar el paso angular de los enrollamientos, y en cada fase tres circuitos conectados en paralelo, donde sólo se ha representado una de las fases, y

La figura 2 muestra un combinado diagrama esquemático de los tres grupos polares y una representación vectorial de los componentes de cada fase de voltaje para cada uno de los tres circuitos de todas las tres fases.

Con referencia a la figura 1 del adjunto dibujo, en ella se ve desarrollado el esquema del enrollamiento de una de las fases de la armadura fija que corresponde a las cortaduras o ranuras en el núcleo de una estructura laminada (no representada). Un elemento de campo rotativo, que está representado por los polos  $N'$ ,  $S'$ ,  $N''$  y  $S''$  induce voltaje en las porciones -10- del enrollamiento.

Como, según se ha dicho, en la figura 1 solo está representada una (A) de las tres fases de la máquina, queda entendido que los técnicos en esta materia observarán que las restantes fases (B) y (C)



resultan idénticas con el sólo desplazamiento de 120 grados angulares en el núcleo del generador. También la figura 1 se ha representado de modo que no se especifica el grado de inclinación de enrollamiento de las bobinas, y asimismo los técnicos entenderán que dichos  
5 enrollamientos están generalmente armonizados de modo que los lados superiores como los -11- de una bobina vienen a recubrir los lados inferiores, como los -12-, en el enrollamiento de dos capas.

Por otra parte, la figura 2 se ha trazado para especificar y representar las tres fases y al propio tiempo mostrar el enrollamiento  
10 aplicado al núcleo de una estructura de 72 cortaduras.

Volviendo a la figura 1, del dibujo, los dos grupos polares positivos están indicados con A' y A'', mientras que los grupos polares negativos están indicados con A" y A'''.

Los grupos polares representados abrazados por un corchete indican que los lados de las capas superiores de las bobinas en la realidad recubren los lados de las capas internas de las bobinas de  
15 acuerdo con el escogido grado de inclinación del enrollamiento.

Hay tres circuitos conectados en paralelo en la fase A (como asimismo en las otras fases que no están representadas en la figura  
20 1). Estos circuitos han sido arbitrariamente designados como circuitos -1-, -2- y -3-, aunque cualquiera otra nomenclatura se podría haber empleado, y también debe entenderse que los citados números pueden ser intercambiados sin que por ello se varíe el esquema eléctrico, y sin que los números o letras que se utilicen en las designaciones y diferenciaciones entre los circuitos limiten el objetivo de la invención.  
25

El circuito -1- está indicado con líneas de trazos, el circuito -2- lo está con líneas continuas y el circuito -3- lo está con puntos y rayas. Barras de enlace de polo con polo, como las -13a- y  
30 -13b- se utilizan para conectar elementos de un mismo circuito con



adyacentes grupos polares. Anillos de conexión -14- sirven para esta-  
blecer la conexión de los circuitos -1-, -2- y -3- con los termina-  
les de la máquina.

Se observa bien en la figura 1 que el grupo polar A' contiene  
5 solo bobinas laterales del circuito -1-. El grupo polar A'' contiene  
bobinas laterales de los circuitos -1- y -2-. El grupo polar A'''  
contiene bobinas laterales de los circuitos -2- y -3- y que el  
grupo polar A'''' sólo contiene bobinas laterales del circuito -3-.  
Por consiguiente dos de los cuatro grupos polares cada uno sólo con-  
10 tiene bobinas de un circuito. Estos se llaman grupos polares de  
"circuito simple".

Se observa asimismo respecto a los grupos polares A'' y A''' que  
cada uno contiene bobinas laterales de dos circuitos y que su esque-  
ma de circuito lo está de modo que las bobinas laterales resultan  
15 siméticamente dispuestas entre sí dentro del grupo polar; por ejem-  
plo, 212212 y 232232 respectivamente. Las bobinas laterales del cir-  
cuito -2- son comunes en los dos grupos polares A'' y A''' y van dis-  
puestas en ambos de un mismo modo, por ejemplo -2-22-2, -2-22-2.

La precedente distribución simétrica se consigue utilizando una  
20 sencilla barra polo-con-polo -13a- para conectar bobinas laterales  
del circuito -2- que están siméticamente dispuestas, como indican  
las ranuras de los dos centrales A'' y A''' grupos polares. Los gru-  
pos polares A' y A'''' están sólo compuestos con bobinas laterales  
de los respectivos circuitos -1- y -3-. Los adicionales circuitos  
25 -1- y -3- de bobinas laterales necesarios para completar el enrolla-  
miento van dispuestos en las ranuras restantes de los grupos pola-  
res A'' y A''' y se hallan conectados a los dos extremos grupos pola-  
res A' y A'''' empleando la barra polo-con-polo -13b-.

Se habrá observado que para esta disposición hay doce puntos de  
30 conexión entre las barras de armadura y cada anillo de conexión -14-



o las barras polo-con-polo -13a- y -13b- para cada grupo polar. Dichos puntos de conexión se hallan representados con diminutos círculos. El total en las tres fases es de 36 ( $36 = 12 \times 3$ ), donde resulta una reducción del 14,3% comparada con el número de 42 de conexión exigidos en la antes mencionada patente Harrington. Además, la simetría material conseguida entre los grupos polares reduce la complejidad mecánica.

La disposición y distribución de los circuitos -1-, -2- y -3- en los cuatro grupos polares A', A'', A''' y A'''' tanto en los acacimientos como en las posiciones de las ranuras de colocación de los enrollamientos sehan resumido en el siguiente Cuadro I. El desplazamiento eléctrico entre ranuras en una máquina con 72 ranuras y cuatro polos es de 10 grados, y por ello el relativo de las líneas centrales de los grupos polares resultan respectivamente el primero en el punto  $+25^\circ$ , el 2º en el punto  $+15^\circ$ , el 3º en el punto  $5^\circ$ , etc. como dicho Cuadro I muestra.

Cuadro I

<u>Posición de la ranura</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
<u>Angulo eléctrico</u>	<u><math>+25^\circ</math></u>	<u><math>+15^\circ</math></u>	<u><math>+5^\circ</math></u>	<u><math>-5^\circ</math></u>	<u><math>-15^\circ</math></u>	<u><math>-25^\circ</math></u>
Polo N'	1	1	1	1	1	1
Polo S'	2	1	2	2	1	2
Polo N''	2	3	2	2	3	2
Polo S''	3	3	3	3	3	3

Según se ve, el circuito -1-, aparece una vez enfrentado ante una ranura ( $+25^\circ$ ); dos veces ante una segunda ranura ( $+15^\circ$ ); una vez ante una tercera ranura ( $+5^\circ$ ); una vez ante la cuarta ranura ( $-5^\circ$ ); dos veces ante una quinta ranura ( $-15^\circ$ ) y una vez ante la sexta ranura ( $-25^\circ$ ).

El circuito -2- aparece dos veces ante la antes citada primera ranura ( $+25^\circ$ ); nunca ante la segunda ranura ( $+15^\circ$ ); dos veces ante



la tercera ranura (+5°); también dos veces ante la cuarta ranura (-5°); nunca ante la quinta ranura (-15°) y dos veces ante la sexta ranura (-25°).

5 Y el circuito -3- tiene en lo que se refiere a sus posiciones ante las ranuras las mismas características que el circuito -1-.

Es conveniente expresar dichas relaciones en la forma que presenta el Cuadro II expuesto a continuación:

Cuadro II

Posición de la ranura	1	2	3	4	5	6
10 Circuito -1-	X	XX	X	X	XX	X
Circuito -2-	XX	-	XX	XX	-	XX
Circuito -3-	X	XX	X	X	XX	X

15 Para los técnicos en estas materias, se vé que dichas disposiciones mecánicas de los enrollamientos pueden obtenerse sin alterar el equilibrio eléctrico entre los circuitos simplemente intercambiando los polos N', S', N'' ó S'' en cualquier orden deseado, teniendo adecuada cuenta de la polaridad que se les dé. Debe entenderse que tales cambios mecánicos producen la generalización del esquema mostrado en el Cuadro II, lo cual resulta incluido como uno de los objetivos de la invención.

20 Como medios de evaluar la falta de equilibrio entre los conectados circuitos en una fase, se emplean de ordinario las siguientes definiciones. El voltaje por unidad (v.p.u.) de uno de varios circuitos paralelos correspondientes a una fase es la relación entre el voltaje en circuito - abierto producido en dicho circuito y el evaluado  
25 voltaje de dicha fase, y consiste en la medición de la magnitud del voltaje sin equilibrar entre dicho circuito y la fase total. De modo similar, el desplazamiento de la fase angular entre el voltaje en circuito-abierto generado en el circuito de que se trata y el evaluado voltaje de su fase está dado al medir el ángulo de falta de equilibrio  
30 entre dicho circuito y la fase.



Cuadro III

<u>Circuito</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
Magnitud del voltaje (p.u.)	1,0026	0,9949	1,0026
Voltaje de la fase angular (relación)	0,0000	0,0000	0,0000

5            Como se deduce de este Cuadro III, existe un alto grado de equilibrio entre los tres circuitos -1-, -2- y -3- conectados en paralelo, queda una pequeña magnitud de voltaje sin equilibrar y no se produce desplazamiento angular de fase o de cuadratura desequilibrada entre los circuitos. En este último respecto se sigue que el esquema de la invención muestra mejoras en las conexiones mecánicas a causa de su distribución simétrica, y solo aparece un despreciable aumento en el calentamiento, comparativamente con la exactitud de un enrollamiento equilibrado.

15            Debe entenderse que dicho relativo calentamiento del enrollamiento de la armadura depende del grado de inclinación de este enrollamiento de las bobinas y de otros factores del proyecto, como del planeado flujo por polo. Para un determinado proyecto, el relativo calentamiento del circuito en su grado máximo está calculado con los valores expresados en el Cuadro IV que sigue:

Cuadro IV

<u>Grado de inclinación</u>	<u>del enrollamiento</u>	<u>Calentamiento relativo</u>
	12/18	1,016
	13/18	1,047
25	14/18	1,008
	15/18	1,035
	16/18	1,094
	17/18	1,018

30            Este cuadro fué preparado con los mismos datos empleados en la tabla IV de la patente norteamericana nº 3201627 para poder realizar



una exacta comparación, y se pudo ver que los valores del relativo calentamiento eran algo mayores. Sin embargo, en máquinas de mayor reactancia y tipos más amplios, la invención dá menor relación de calentamiento; así para el generador con grado 15/18 de inclinación el relativo factor de calentamiento es 1,0113 para la presente invención y era de 1,0119 en modelos precedentes. Por lo tanto, mejoras en relación con estas características de calentamiento son asimismo posibles, utilizando correctamente la invención.

Los técnicos en estas materias se darán cuenta de que partiendo de la figura 2, pueden crearse nuevos diagramas con sólo girar en sentido contrario al de las agujas del reloj los sectores relativos a las bobinas de los grupos polares A", A''' y A'''' con ángulos 90°, 180° y 270°; y del mismo modo las de los grupos polares B''''', B' y B'' en ángulos 90°, 180° y 270°, y las de los grupos polares C''''', C'''' y C' en ángulos de 90°, 180° y 270° respectivamente.

Los esquemas de enrollamiento presentados proporcionan perfeccionamientos eléctricos con relación a la antes mencionada patente norteamericana 3201627, pero además presentan mejoras desde el punto de vista mecánico, gracias a un más fácil modo de construir el generador. Por ejemplo, donde antes eran necesarios <sup>42</sup> terminales de conexiones de los enrollamientos; 9 o 10 situaciones separadas axialmente para barras de unión polo-a-polo y anillos de conexión, la presente invención solo necesita 36 terminales y para la colocación de las barras y anillos bastan 8 posiciones axiales.

De cuanto se ha expuesto se deducen los perfeccionamientos que presentan los enrollamientos múltiples montados según la invención, simétricamente en una armadura donde no existe cuadratura sin equilibrar y con un simplificado montaje desde el punto de vista mecánico.



EN RESUMEN: la presente Patente de Invención que por veinte años se solicita para España ha de recaer sobre las siguientes reivindicaciones:

1ª.- MEJORAS EN LOS ENROLLAMIENTOS MÚLTIPLES EN EL INDUCIDO DE  
5 LAS DINAMOS POLIFÁSICAS, caracterizadas en que cada fase del enrollamiento está agrupada en cuatro grupos polares e incluye tres circuitos conectados en paralelo; cada circuito de cada fase del enrollamiento comprende un determinado número de bobinas conectadas en serie de las cuales dos son laterales y dos de dichos grupos polares contiene bobinas laterales en uno solo de sus circuitos.  
10

2ª.- MEJORAS EN LOS ENROLLAMIENTOS MÚLTIPLES EN EL INDUCIDO DE LAS DINAMOS POLIFÁSICAS, de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizadas en que los otros dos grupos polares tienen doble circuito y cada uno solo contiene bobinas laterales de dos circuitos y hay  
15 un circuito común para ambos grupos polares de doble circuito.

3ª.- MEJORAS EN LOS ENROLLAMIENTOS MÚLTIPLES EN EL INDUCIDO DE LAS DINAMOS POLIFÁSICAS, de acuerdo con la reivindicación 2ª, caracterizadas en que las bobinas laterales de dicho común circuito se hallan colocadas en las mismas respectivas ranuras en cada uno de los  
20 dobles circuitos del grupo polar.

4ª.- MEJORAS EN LOS ENROLLAMIENTOS MÚLTIPLES EN EL INDUCIDO DE LAS DINAMOS POLIFÁSICAS, de acuerdo con la reivindicación 3ª, caracterizadas en que el primero de los grupos polares sólo tiene bobinas en su primer circuito, el segundo grupo polar tiene bobinas en sus  
25 primero y segundo circuitos, el tercer grupo polar tiene bobinas en sus segundo y tercer circuitos y el cuarto grupo polar sólo tiene bobinas en su tercer circuito.

5ª.- MEJORAS EN LOS ENROLLAMIENTOS MÚLTIPLES EN EL INDUCIDO DE LAS DINAMOS POLIFÁSICAS, de acuerdo con la reivindicación 4ª, caracterizadas en que los citados enrollamientos se hallan dispuestos en  
30



setenta y dos ranuras del núcleo; dichos enrollamientos se distinguen por los números uno, dos y tres, y de acuerdo con ello las bobinas laterales de los respectivos grupos polares están colocadas con la ordenación llllll en el primer grupo polar, con la ordenación

5 2l22l2 en el segundo grupo polar, con la ordenación 232232 en el tercer grupo polar y con la ordenación 333333 en el cuarto grupo polar.

6ª.- Por último se reivindica como objeto sobre el que ha de recaer la presente Patente de Invención que por veinte años se solicita registrar para España, - - - - -

10

p o r

" MEJORAS EN LOS ENROLLAMIENTOS MÚLTIPLES EN EL INDUCIDO DE LAS DINAMOS POLIFÁSICAS "

15 Todo conforme queda expresado en la presente Memoria Descriptiva que consta de doce hojas foliadas y escritas a máquina por una sola cara y planos que se acompañan.

Madrid, 26 AGO. 1969

P. A. .  
**PEDRO FELIU MAÑA**  
 P. P.

FIG.1

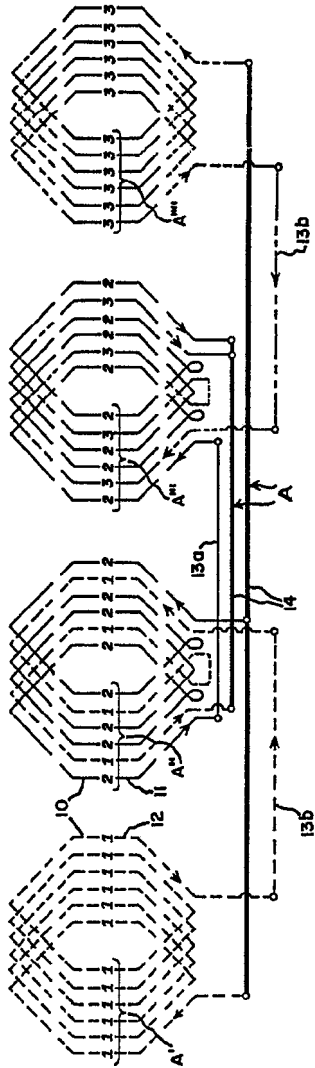
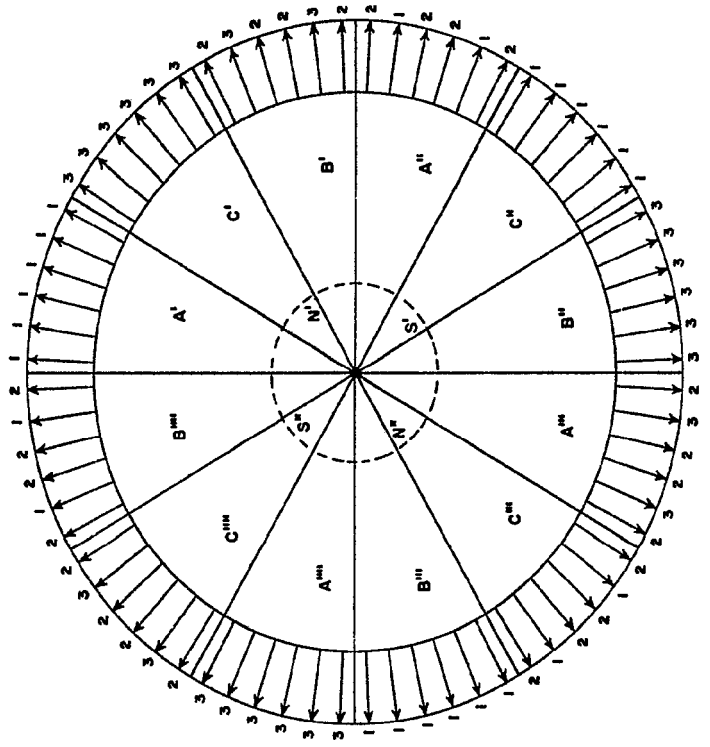


FIG.2

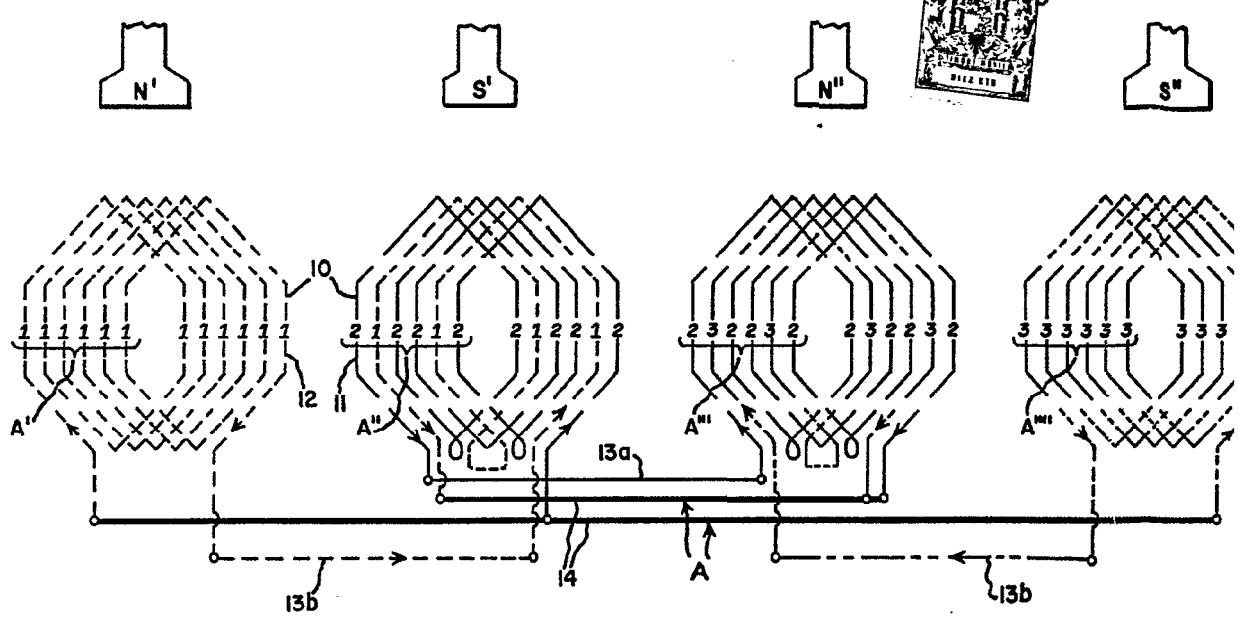


Madrid, 26 de Mayo de 1933

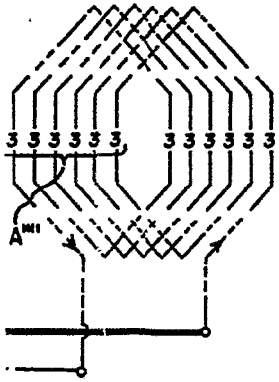
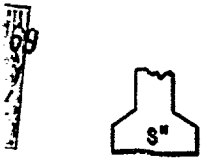
P. A.  
PEDRO FELIU MARRA  
P. P.

FIG. I

26 AGO 1989

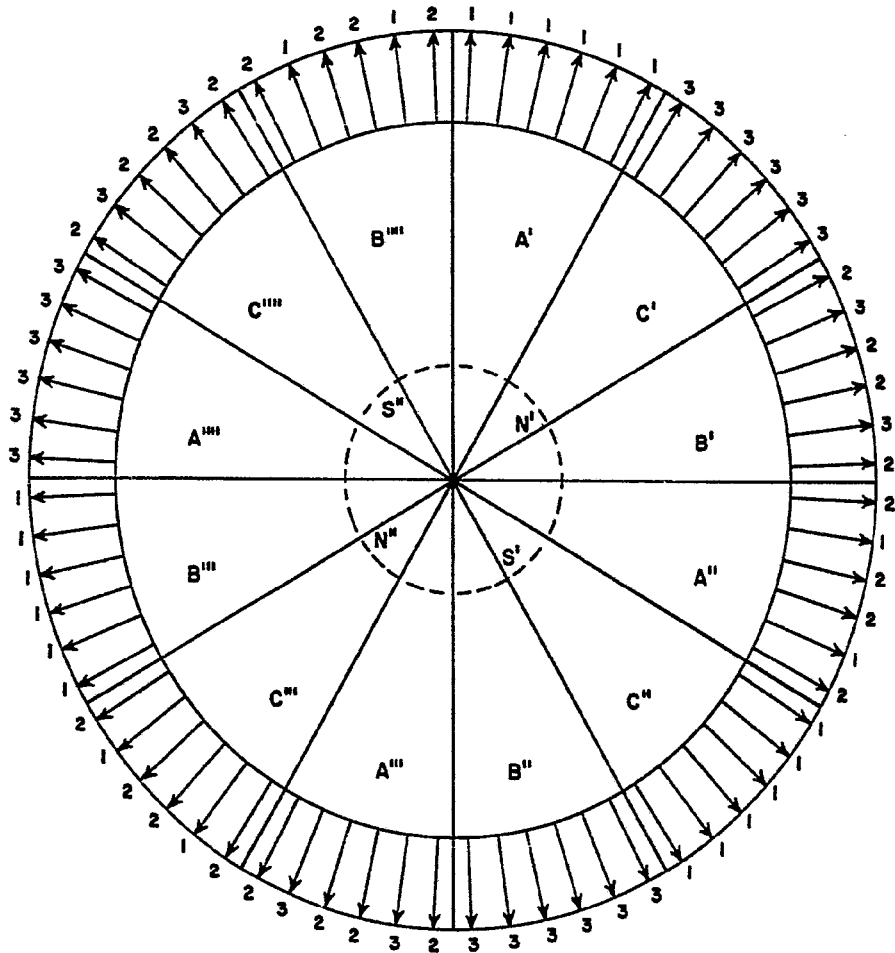


Madrid, 26 AGO 1989  
P. A.,  
PEDRO FELIU MAÑA  
P. P.



b

FIG.2



1953