



19 ES	11 NUMERO 460.279	10 A1
	21	
	22 FECHA DE PRESENTACION 30.6.77	

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO P 26 29 642.4	1 de Julio de 1.976	Rep. Federal Alemana

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL H 02 K	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

54 TITULO DE LA INVENCION PERFECCIONAMIENTOS EN ARROLLAMIENTOS TRIFASICO DE POLOS CONMUTABLES.-
--

71 SOLICITANTE (S) SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT.-
--

DOMICILIO DEL SOLICITANTE Wittelsbacherplatz. 2, D-8000 München 2, República Federal Alemana.
--

72 INVENTOR (ES) Herbert Auinger, Dipl.-Ing.

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE Don José Miguel Gómez-Acebo Pombo.
--

20 JUL. 1978

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente demanda y según el contenido de la Memoria adjunta.

5. La presente invención se refiere a perfeccionamientos en arrollamientos trifásico de polos conmutables para una relación de números de pares de polos fraccionaria del primer número de par de polos y el segundo número de par de polos P_1 y P_2 según $P_1 : P_2 (3m \pm 1) : 3n$, con $P_2 = 3n$ como múltiplo entero del número de fases, siendo m y n números enteros positivos.

10. La deseada variación en escalones del número de revoluciones en máquinas trifásicas, especialmente motores asincrónicos de rotor en jaula de ardilla, mediante correspondiente variación del número de polos de estator eficaz, es conseguible por dos caminos, con un coste económicamente defendible. El primer camino es el empleo de un arrollamiento de estator por separado para cada número de polos deseado, lo cual
15. permite una amplia libertad en el dimensionamiento de los arrollamientos con relaciones de números de polos prácticamente arbitrarias, y especialmente posibilita grandes escalones de números de revoluciones. Ya que para cada arrollamiento hay a disposición solo una parte de la sección transversal de las
20. ranuras, se producen pérdidas de cobre relativamente altas, momentos reducidos así como una mala refrigeración de los arrollamientos. Con ésto queda muy disminuido el aprovechamiento de una semejante máquina. Además es relativamente grandes en coste para la fabricación de un estator semejante
25. con arrollamientos por separado.

30. Puede lograrse un mejor aprovechamiento de tales máquinas eléctricas con un único arrollamiento de polos conmutables para los diferentes escalones de número de revoluciones. En muchas relaciones de números de polos ésto es posible según el principio de inversión de corriente en una de las mitades de ramal de arrollamiento en cada caso, siendo necesario para

5. dos escalones de número de revoluciones, al haber solo seis puntos de conexión, además de un conmutador tripolar, un puente de punto-estrella conectable por separado. Un caso especial de tales arrollamientos trifásicos de polos conmutables es la conexión de Dahlander empleada más frecuentemente, para una relación de número de polos 2 : 1.

10. Los arrollamientos de estator con una relación de número de polos diferente de 2 : 1 se han dado a conocer como denominados arrollamientos de estator modulados en amplitud polar o bien como arrollamientos PAM (véase H. Schetelig y R. Wepler "Polumschaltbare Drehstrom-Käfigläufermotoren mit PAM-Wicklung" ETC-A tomo 92 (1.971) cuaderno 10, páginas 576 a 579, así como la literatura de patente citada allí).

15. También en los arrollamientos PAM cada ramal de arrollamiento está dividido en el centro y la conmutación de polos se efectúa mediante inversión del sentido de corriente en una mitad de ramal en cada caso. En general el número de bobinas individuales por polo y ramal de polo a polo es diferente. Además de esto en los arrollamiento PAM es diferente también la construcción de los tres ramales de arrollamiento cuando uno de los números de pares de polos es un múltiplo de tres. Por lo general se emplean para esto arrollamientos de dos capas con bobinas del mismo paso, estando ejecutado el ancho de bobina generalmente con el paso diametral del número de polos más alto.

25. En los estos arrollamientos PAM se renuncia a una forma de campo simétrica y tienen que aceptarse en parte armónicos y subarmónicos pares muy acusados. La simetría de arrollamientos completa necesaria de otro modo para evitar tales ondas armónicas de campo con un número de bobinas por ra-

30.

5. mal igual en cada caso en cada polo, se ha pretendido siempre desde hace tiempo según la secuencia "Die Wicklungen elektrischer Maschinen" tomo 3, editorial Springer, Viena 1954, lo cual conducía a arrollamientos esencialmente más complicados con un número relativamente grande de extremos de conexión y dispositivos de conmutación correspondientemente costosos.

10. Los subarmónicos y los armónicos de campo de número par se han de evitar en lo posible, especialmente en máquinas asincrónicas con entrehierro relativamente pequeño, a causa de posibles efectos parasitarios tales como ruidos, vibraciones, momentos de ondata armónicas, tensiones ondulatorias etc. Además de para una relación de números de pares de polos $p_1 : p_2 = 2 : 1$ (conexión Dahlander) esto no puede conseguirse sin embargo con el principio de la inversión del sentido de corriente en una mitad de ramal en cada caso (arrollamientos PAM). Más bien tienen que reagruparse para esto técnicamente las distintas derivaciones de arrollamiento, variándose en sucesión cambiada ciclicamente la asociación a los tres ramales, para lo cual son necesarios considerablemente más de 15. seis puntos de conexión y dispositivos de conmutación correspondientemente costosos, lo cual se desprende entre otras cosas también del citado libro de secuencias.

20. Así, pues, según la DT-PS 656.277, en la relación 3 : 2 de arrollamientos de polos conmutables, son necesarios por lo menos doce puntos de conexión, y en un arrollamiento según la DT-AS 1.022.306 siguen siendo necesarios todavía 25. nueve puntos de conexión así como medios de conmutación correspondientes. En ambos casos las distintas derivaciones de arrollamiento de los arrollamientos trifásicos construidos simétricos, están reagrupados después de la conmutación 30.

de polos en asociación de ramales cambiada cíclicamente.

Por la DT-AS 2.107.232 son conocidos arrollamientos trifásicos de polos conmutables con solo seis puntos de conexión, en los que la conmutación de polos se efectúa asimismo mediante permutación cíclica de la asociación de ramales.

5.

Aquí sin embargo las distintas derivaciones de arrollamiento que están conectadas en estrella triples para ambos escalones de número de polos, tienen que estar formadas de bobinas o

10.

grupos de bobinas de diferente número de espiras. Los números de espiras necesarias tienen que fijarse en dependencia de los deseados números de polos a través de funciones angulares, de las situaciones de las bobinas, lo cual es costoso y dificulta notablemente la fabricación de tales arrollamientos. Ya que en la práctica solo pueden ejecutarse números de espira enteros,

15.

que en casos individuales tienen que redondearse hacia arriba o hacia abajo, quedan asimetrías en las derivaciones de arrollamiento paralelas, de manera que pueden surgir corrientes de compensación condicionadas por ello. Surgen corrientes de compensación interiores por lo demás también en el arrollamiento

20.

según la DT-AS 1.022.306, ya que las derivaciones de arrollamiento conectadas en paralelo en el escalón de número de polos con conexión en triángulo triple presentan una situación de fase diferente.

25.

Por la revista "Revue General d'Electricité" 82 (1.973), 5, páginas 323 a 329, es conocida una conexión similar a la conexión a la DT-AS 2.107.232. El arrollamiento trifásico de 6/4 polos del que se trata allí, con solo seis extremos de conexión, representa un caso especial de arrollamientos denominados modulados en fase, que usualmente necesitan considerablemente más de seis extremos de conexión. Este arrollamiento

30.

- trifásico presenta una primera parte arrollamiento conectada en estrella triple con puntos centrales separados, que es eficaz, es decir se circula por corriente, en ambos números de polos, y una segunda parte de arrollamiento conectada a los extremos reunidos de la primera parte de arrollamiento, que está circulada solo durante el servicio con seis polos. Como consecuencia de que los ramales de arrollamiento de un arrollamiento de cuatro polos no pueden subdividirse fundamentalmente en tres derivaciones paralelas desarrolladas iguales, se produce en este conocido arrollamiento trifásico de polos conmutables, funcionamiento con cuatro polos, un campo rotativo con mucho contenido de ondas armónicas con marcados subarmónicos ($\nu = 1/2, 5/2, 7/2$ etc.) y campos superiores de número par. Mediante tales campos superiores se influencia desfavorablemente el comportamiento de funcionamiento, manifestándose como efectos parásitos los ruidos, vibraciones, momentos de ondas armónicas o tensiones de ondas ondulatorias, en especial al tratarse de máquinas asincrónicas con entrehierro relativamente pequeño.
- En las conexiones de polos que se basan en una asociación de ramales permutada de distintas derivaciones de arrollamiento, una adaptación de los números de espiras efectivos eficaces en ambos números de polos es sólo posible en medida relativamente limitada, mediante un fraccionamiento de las bobinas, lo cual vá siempre unido con un perjuicio de la forma de las curvas de campo. El ancho de bobina más favorable en lo referente a la forma del campo corresponde generalmente a la división de polos para el número de polos más alto. Por el contrario en los arrollamientos PAM se facilita una adaptación, ya que junto a la posibilidad del fraccionamiento

de las bobinas se dan las variantes con conexión en estrella, en triángulo, en estrella doble y en triángulo doble, conocidas por la conexión Dahlander.

5. La invención se fundamenta en el cometido de crear arrollamientos trifásicos de polos conmutables para las variadas posibilidades de combinación de número de polos citadas al principio, que necesitan un pequeño número de puntos de conexión, al ser posible seis o nueve, y salen adelante con un sencillo dispositivo de conmutación, debiendo conseguirse sin perjuicio de la simetría de campo una adaptación libre de los números de espiras efectivos de ambos números de polos, aún para una abertura de número de polos relativamente grande, empleándose bobinas de arrollamiento desarrolladas de forma convencional y ampliamente iguales. Además los
10. citados arrollamientos trifásicos deben presentar en ambos escalones de números de polos una amplia simetría, de manera que no pueda necesitarse corrientes de compensación internas y se suprimen lo más completamente posible las ondas armónicas de campo de número de par y subarmónicas.
15. La solución del cometido impuesto se logra según la invención porque cada ramal de arrollamiento en el primer número de par de polos $2p_1$ consta de $\frac{2p_1}{t}$ derivaciones de arrollamiento covalentes de las que un número G divisible por 3 de denominadas derivaciones de arrollamiento básico,
20. es conductor de corriente tanto en el primer número de polos $2p_1$ como también en segundo número de polos $2p_2$, estando asociado este G de derivaciones de arrollamiento básico para el número de polos segundo $2p_2$ a cada tercio de los tres ramales de arrollamiento, y el restante número N de derivaciones de arrollamiento están desarrolladas como denominados ra-
25. 30.

males neutros sin eficacia en el número de polos segundo $2p_2$, de manera que se efectúa una subdivisión en derivaciones de arrollamiento básico y derivaciones neutras según $G + N = \frac{2p_1}{t}$, donde t es un divisor entero del número de polos primero

5. $2p_1$.

Por tanto una condición necesaria para la subdivisión en las derivaciones de arrollamiento G y N , es que las bobinas que en el primer número de polos $2p_1$ pertenecen a un ramal de arrollamiento formado por $\frac{2p_1}{t}$ derivaciones de arrollamiento co-

10. valentes, en lo referente a su situación de fase están abiertas en abanico sin hueco y sin solaparse en toda la periferia de la estrella lateral de la bobina, en el segundo número de polos

$2p_2$ divisible por 3. Mientras que éste es el caso para relaciones de números de polos del tipo "número par : número impar" en

15. disposiciones de arrollamiento usuales con anchos de zona $\pi/3$, en una relación de número de par de polos p_1 tienen que extenderse en una zona de $2\pi/3$. Para ésto pueden preverse arrollamientos de tres zonas o una intercalación de ramales.

Son características las denominadas derivaciones neutras que solo en el primer número de polos $2p_1$ forman derivaciones de arrollamiento covalentes y son ineficaces en el segun-

20. do número de pares de polos p_2 divisible por tres. Al tratarse de $2p_1$ derivaciones neutras desarrolladas coaxiales al arrollamiento básico, se complementan en cada caso a cero las tensiones de bobinas inducidas en funcionamiento de $2p_2$ polos.

25.

En estrellas laterales de bobina para $p_2 = 3n$ existe una disposición de zonas simétricas de tres ejes, con sectores de derivación neutra γ situados alternativamente entre los sectores de ancho ρ ocupados por derivaciones de arrollamiento básico. Según la relación de subdivisión en derivaciones de arro-

30.

llamamiento básico y derivaciones de arrollamiento neutro éstos ángulos de sector suponen en conjunto

$$\frac{\delta}{\psi} = \frac{G}{N}$$

$$\text{con } \varphi + \psi = 2 \pi/3$$

5.

pudiendo componerse también de sectores elementales dispuestos intercalados los sectores pertenecientes a las derivaciones de arrollamiento neutro y arrollamiento básico.

10.

Para el proyecto técnico de los arrollamientos la estrella lateral de las bobinas o bien el plan de zonas para $2p_2 = 3n$ es un medio auxiliar importante para poder llevar a cabo la asociación de las bobinas a las distintas derivaciones.

15.

Ya que la invención parte de una distribución de arrollamientos convencional con dos $2p_1$, en el primer número de pares de polos hay condiciones completamente simétricas, y concretamente en independencia del ancho de bobinas elegido. En el segundo escalón de número de polos es eficaz únicamente el arrollamiento básico. En virtud de su configuración de

20.

arrollamientos de tres zonas no surgen armónicos de número par solo cuando, referido a p_2 , existen bobinas diametrales. Una diferente forma de pasos perjudica pues la simetría de campo en p_2 .

25.

Mientras que una variación del ancho de bobina influye los números de espiras efectivos de ambos escalones de números de polos - a través de los factores de fraccionamiento, es conseguible mediante intercalación de los ramales una determinación independiente, pudiendo dejarse los anchos de bobina en cada caso en el valor favorable $w = \tau_2$. Median-

30.

te intercalación de los ramales en el primer número de polos

5. pueden ejecutarse, especialmente al tratarse de números de ranuras más altos por polo y ramal, múltiples variantes, con lo cual son variables en un ancho campo los factores de zonas o bien de arrollamiento y con ello la relación de las inducciones de entrehierro, sin variar la conexión. Un importante caso especial le representan aquellos intercalamientos de ramales en los que zonas de arrollamiento de un ancho $\tau/3$ se abren en abanico a un campo de extensión doble, de $\frac{2\tau}{3}$ ya que con tales arrollamientos se produce una simetría de campo especialmente favorable.

10. Se logra una conmutación de polos especialmente sencilla con solo seis bornes de conexión y únicamente un conmutador tripolar, si las derivaciones de arrollamiento básico G para el primer número de polos $2p_1$ están firmemente enlazadas en conexión de estrella triple, con puntos centrales separados galvánicamente, formando estos últimos los puntos de conexión para el segundo escalón del número de polos. Las derivaciones neutras adaptadas correspondientemente en su número de espiras pueden estar conexionadas opcionalmente en paralelo o en serie al arrollamiento básico. En el último caso se eleva el número de espiras eficaz en el primer número de pares de polos p_1 , lo cual es recomendable en el sentido de una deseada adecuación de la inducción de entre hierro, cuando p_1 es mayor que el segundo número de pares de polos p_2 divisible por 3. En atención a la igual carga de corriente y al paso constante por las bobinas, se han de reducir los números de espiras de las bobinas w_N de las derivaciones neutras respecto a los números de espiras de las bobinas w_G del arrollamiento básico, a $1/3$, y se han de aumentar al triple sus secciones transversales de conductor. Con potencias muy diferenciadas, por ejem-

plo accionamientos de ventilador, en las derivaciones neutras conectadas en serie para el número de polos alto, son admisibles densidades de corriente notablemente aumentadas, sin perjuicio térmico, es decir puede reducirse correspondientemente su sección transversal y aumentarse su número de espiras.

5. En lugar de aumentarse el número de espiras de las derivaciones neutras, pueden también reducirse; en caso extremo hasta $w_N = 0$, es decir se suprime totalmente la derivación neutra.

Ambos casos conducen sin embargo a una simetría magnética perturbada y originan una ondulación de campos muy aumentada, con subarmónicos. El espacio de ranura que queda libre por la supresión de la derivación neutra, puede aprovecharse por ejemplo para disponer un arrollamiento adicional para el otro número de polos y mediante ello aumentar el número de espiras efectivas en p_2 , análogamente como en las derivaciones neutras conectadas en serie para el primer número de pares de polos.

10.

15.

En un arrollamiento trifásico según la invención con arrollamiento básico conectado en estrella triple/estrella triple los números de espiras de las bobinas a consecuencia de las derivaciones paralelas múltiples, es mayor que en los conocidos arrollamientos PAM conectados en triángulo/estrella doble y estrella barra/estrella doble, de manera que correspondientemente a los números de espiras de las bobinas de número par ejecutables, es posible una adaptación de la tensión en escalones más finos, o bien se dá una posibilidad de empleo también en máquinas de baja tensión con potencias altas.

20.

25.

Las medidas para la adaptación de los números de espiras efectivos, posibles mediante intercalación de ramales, variación del ancho de las bobinas, así como conexión opcional

30.

- en paralelo o serie de las derivaciones neutras, no son siempre suficientes para grandes aberturas del número de polos y/o para motores de ventilador, y más cuando al tratarse de pequeño número de polos tienen que aceptarse factores de arrollamiento relativamente bajos, lo cual empeora el aprovechamiento de la máquina. En estos casos es ventajoso prever en el arrollamiento básico una conmutación triángulo/triángulo triple o estrella/triángulo triple, pudiendo conectarse su derivación neutra dimensionada correspondientemente a su número de espiras, así mismo en paralelo o en conexión en serie "interior" o "exterior", al arrollamiento básico. El número de bornes necesario se eleva aquí, según sea la ejecución, a 9 hasta 12 bornes y tienen que ponerse en la conmutación enlaces de fuente para los escalones de triángulo múltiple. En comparación a las ejecuciones con seis bornes y arrollamiento básico conectado en estrella triple/estrella triple, aumenta la relación de los números de espiras de ramales polos altos: polos bajos de una a tres al tratarse de conmutación triángulo/triángulo triple o bien $3\sqrt{3}$ al tratarse de conmutación estrella/triángulo triple. En la conexión en serie "interior" de las derivaciones neutras estas relaciones pueden ampliarse todavía en $(1 + \frac{N}{G})$ veces para $p_1 \gg p_2$, estando ejecutadas todas las bobinas de las derivaciones de arrollamiento neutro y arrollamiento básico con el mismo número de espiras o la misma sección transversal del alambre.

La diferencia entre conexión en serie "interior" y "exterior" consiste en que las derivaciones de arrollamiento neutro y arrollamiento básico para la conexión en serie "interior" en cada ramal de arrollamiento se hallan directamente en serie y los tres ramales están conectados en triángulo o

- estrellas. Para la conexión en serie "exterior" las derivaciones neutras están conectadas en cada caso a puntos del triángulo del arrollamiento básico. Ya que entonces las derivaciones neutras conducen $\sqrt{3}$ veces la corriente de ramal, son necesarios para las mismas densidades de corriente y el mismo factor números de espiras de bobina reducidos con secciones transversales de conductor correspondientemente aumentadas. A causa de la situación de fase de estas corrientes, desplazada simultáneamente en $\pi/6$, se recomienda desarrollar las derivaciones neutras con ejes desplazados asimismo en $\pi/6$.
- 5.
- 10.

- Para la configuración práctica de los arrollamientos trifásicos de polos conmutables según la invención, son apropiados especialmente arrollamientos de dos tapas con bobinas del mismo ancho. En todas las agrupaciones de arrollamiento en las que se hallen una junto a otra por lo menos en cada caso dos lados de bobina pertenecientes al mismo ramal de arrollamiento, pueden reunirse estos grupos de bobina concentrados. Esto es posible por ejemplo en las variantes a, d y l representadas en la tabla XII, donde pueden reunirse en cada caso dos lados de bobina directamente contiguos, como bobinas dobles puestas concéntricamente. Una configuración de arrollamiento con tales grupos de bobinas concéntricos posibilita diferentes números de conductores en las bobinas exteriores e interiores sin variar por ello la situación de fases de toda la tensión de las bobinas.
- 15.
- 20.
- 25.

- De este modo al tratarse de grupos de bobinas con un paso diametral medio para un segundo número de par de polos de número impar ($p_2 = 3n$) las distintas bobinas pueden ejecutarse alternativamente con diferentes números de conductores por capa, por ejemplo 4 + 5 conductores por ranura. Según deba
- 30.

5. aumentarse el número de espiras efectivo del número de pares de polos más alto o del más bajo, obtendrán el mayor número de espiras las bobinas interiores o las exteriores, pudiendo ser también mayor de "uno" las diferencias entre los números de espiras de ambas bobinas. La diferencia "uno" permite las usuales "medias" espiras, por ejemplo 4, 5 espiras según el ejemplo anterior. Con bobinas del mismo ancho pueden ejecutarse de otro modo números de conductores diferente solo al tratarse de un paso de bobina diferente de la división de polos para p_2 .
- 10.

15. Si partiéndose de uno de estos arrollamientos de dos capas, se suprime cada segunda bobina, por ejemplo la bobina interior o la exterior de un grupo de bobinas concéntrico doble, y se ejecutan con número de espiras doble las bobinas que quedan, se produce un arrollamiento de una capa que presenta en verdad campos de ondas armónicas algo mayores que un arrollamiento de dos capas, pero es especialmente sencillo en su construcción. Una condición necesaria para tales arrollamientos ejecutados en una capa o con grupos de bobinas concéntricos, es un número de ranuras ampliado al doble o al triple respecto al número de ranuras mínimo necesario.
- 20.

25. Los arrollamientos de dos capas según la invención con derivaciones de arrollamiento neutro desarrolladas regularmente, corresponden, al tratarse de agrupación de zonas sin intercalación, en lo referente a sus campos de ondas armónicas existentes con $p_1 = 3m \pm 1$, a los arrollamientos trifásicos usuales. Mediante la intercalación de ramales pueden variarse en límites relativamente amplios los factores de arrollamiento, con el fin de lograr una relación de número de espiras favorablemente efectiva o bien una densidad de flujo favorable, per-
- 30.

5. maneciendo invariada la conexión. Sin embargo debido a esto puede surgir un porcentaje de armónicos mayor. Ya que tales campos de ondas armónicas influyen desfavorablemente el comportamiento de funcionamiento de por ejemplo una máquina asincrónica, interesa su eliminación o reducción especialmente al tratarse de máquinas grandes.

10. Para esto pueden ponerse uno sobre otro dos arrollamientos parciales desplazados entre sí o desarrollados diferentes, y conexiarse en serie en cada caso sus derivaciones de arrollamiento. Aquí pueden reunirse de modo en si conocido distintas bobinas, análogamente a la DT-OS 2.221.115, con lo cual se producen arrollamientos de dos capas solapados por zonas, fabricables sencillamente. Al tratarse de desarrollo de derivación neutra simétrico pueden reducirse a la misma magnitud debido a ello los campos de ondas armónicas de ambos números de polos, aún al no estar fraccionadas o estar fraccionadas a $2/3$ las bobinas, como al tratarse de arrollamientos de dos capas no conmutables, fraccionados favorablemente. Con otros anchos de bobina se produce un contenido de armónicos (arrollamiento pobre en armónicos) reducido todavía más. El desplazamiento de los arrollamientos parciales es covalente a un fraccionamiento de bobinas en lo referente a la reducción de armónicos. El coste de fabricación de tales arrollamientos es entonces en verdad similarmente alto al de arrollamientos separados, sin embargo es mejor el aprovechamiento de la máquina.

15.

20.

25.

30. Como ya se ha mencionado puede suprimirse también la derivación neutra eficaz solo con un escalón de número de polos. Una semejante ejecución con el arrollamiento básico solo condiciona sin embargo un bobinado de solo $\frac{G}{G+N}$ de la

- sección transversal de ranuras bobinable que hay a disposición al tratarse de un renurado regular. Para evitar un bobinado parcial desfavorable de ranuras y con el fin de aprovechar mejor el circuito magnético, la forma y el tamaño de la ranura puede estar adaptado a la respectiva ocupación de los lados de las bobinas. Aquí sin embargo la subdivisión de las zonas de arrollamiento en el primer número de par de polos $p_1 = 3m + 1$ no es simétrica en el distintos polos, lo cual origina armónicos de campo con número de orden fraccionario así como armónicos de número par. De todos modos solo surge un empeoramiento del contenido de armónicos en el primer número de par de polos $p_1 = 3m + 1$. La forma de campo en el segundo número de par de polos $p_2 = 3n$ queda sin influenciar.
- Puede prescindirse asimismo también de la coaxialidad de todas las derivaciones de arrollamiento conectadas en paralelo, puesta como condición en las exposiciones hechas hasta ahora, cuando puedan aceptarse las corrientes de compensación que surgen entonces. En este caso pueden ejecutarse arrollamientos trifásicos de polos conmutables para números de ranuras reducidos.
- Es también posible aplicar de modo en si conocido para uno de ambos números de pares de polos una tensión de alimentación más baja, especialmente mediante bobinas de reactancia antepuestas o divisores de tensión inductivos. En lugar de derivaciones de arrollamiento neutro que solo conducen corriente en el número de par de polos p_2 , puede preverse también un arrollamiento adicional por separado para el otro número de par de polos p_1 . Puede disponerse también para uno de ambos números de pares de polos un segundo arrollamiento dispuesto regularmente distribuido, que está unido con los bornes de conexión del número

de pares de polos concerniente.

5. Se dá una posibilidad de empleo especialmente ventajosa de los arrollamientos según la invención con conmutación estrella triple/estrella triple del arrollamiento básico para máquinas de acumulación por bombas de gran potencia, en las que hasta ahora eran necesarios arrollamientos por separado a causa de que se carecía de apropiados arrollamientos trifásicos de polos conmutables. (véase BBC-Mitteilungen 7/74, página 327 a 331). Para las diferencias de números de polos relativamente
10. bajas, necesitadas para ésto, en funcionamiento como generador y como motor, se ofrece de modo especialmente ventajoso el arrollamiento trifásico según la invención. Las bobinas ejecutadas con paso diametral en el número de pares de polos divisible por tres, están prácticamente fraccionadas en forma óptica para el otro
15. número de polos, de manera que resulta un contenido de armónicos mínimo, sin que sean necesarias medidas especiales, como la superposición de dos arrollamientos parciales desplazados mutuamente, para variantes de arrollamiento pobres en armónicos.
20. Al emplearse en máquinas asincrónicas de polos conmutables puede cubrirse una gama de potencias esencialmente mayor que en los arrollamientos PAM conocidos; por una parte a causa de la más favorable simetría de arrollamiento y de los pocos armónicos procedentes de ésta. Por otra parte a causa del más alto número de derivaciones de arrollamiento paralelas y de la
25. posibilidad de la intercalación de ramales, se consigue una adaptación esencialmente en escalones más finos de la magnetización, correspondientemente a los saltos de escalón conseguibles de los números de espiras efectivos.
30. La invención es empleable con las mismas ventajas tanto para arrollamientos trifásicos en el estator y/o en el rotor,

en máquinas rotativas, como también en máquinas desplazable, lineales o en forma de sector.

5. La invención se aclara seguidamente, y se fundamenta teóricamente, a base del dibujo y las tablas, en especial para diferentes ejemplos de ejecución de tales conexiones trifásicas.

10. La figura 1 muestra la situación de fases de las zonas de arrollamiento pertenecientes a un ramal, en el primer número de pares de polos p_1 para un disposición de arrollamientos en seis zonas convencional, las figuras 2a, b muestran situaciones de fases y anchos de zonas modificadas para un arrollamiento conmutable de dos $p_1 = 8$ y 10 a $2p_2 = 6$,

15. la figura 3 muestra la subdivisión de la estrella lateral de bobinas para $p_2 = 3$ n en sectores de arrollamiento básico de sectores de derivación neutra, la figura 4 muestra un esquema de arrollamientos con un arrollamiento básico conectado en estrella triple/estrella triple, con seis bornes y derivaciones neutras con $G:N = 9 : 1$ conectadas en paralelo,

20. la figura 5 muestra un esquema igual que el de la figura 4 con $G:N = 3 : 2$,

la figura 6 muestra una conexión de las derivaciones de arrollamiento básico igual a la figura 5 y derivaciones neutras con $G : N = 3 : 2$ conectadas en serie,

25. las figuras 7 a 9 muestran diversos esquemas de arrollamiento para mayores aperturas de los números de polos con derivaciones de arrollamiento básico conectadas en triángulo/triángulo triple y estrella/triángulo triple y en cada caso derivaciones neutras conectadas en paralelo,

30. las figuras 10a-e muestran la situación de fases de las corrientes para derivaciones neutras en la conexión en serie exterior y

posibilidades de desarrollo para ello, con ejes de arrollamiento desplazados $\pi/6$,
las figuras 11a, b, c

5. 12a, b, c muestran diversos esquemas para conmutaciones triángulo/triángulo o estrella/triángulo con bobinas de arrollamiento iguales y derivaciones neutras incluidas en conexiones en serie interiores,
las figuras 13 a 23 muestran ejemplos en los que están representados en cada caso la distribución lateral de las bobinas
10. de un ramal de arrollamiento del primer par de polos, su asociación a las distintas derivaciones de arrollamiento del arrollamiento básico y a las derivaciones neutras, la forma de campo existente en la representación polar del polígono de Goerges para arrollamientos de dos capas con diferentes pasos de bobina
15. y la estrella lateral de bobinas, mostrando en particular la figura 13 un arrollamiento de 10/6 polos para el número de ranuras mínimo $Z_N = 45$ ranuras, con zonas primitivas de ancho $2\pi/3$,
las figuras 14, 5 muestran dos variantes de un arrollamiento
20. de 10/6 polos para $Z_N = 90$ ranuras, con intercalaciones de ramales,
la figura 16 muestra un arrollamiento de 10/12 polos para $Z_N = 90$ ranuras,
las figuras 17 a 19 muestran diversos arrollamientos de 14/12
25. polos para $Z_N = 63$ y 126 ranuras,
la figura 20 muestra un arrollamiento de 20/6 polos para $Z_N = 72$ ranuras, que es ventajoso para un conmutación triángulo/triángulo triple o estrella/triángulo triple,
las figuras 21 a 23 muestran derivaciones neutras para conexión
30. en serie exterior, reunidas de diferentes modos, coaxiales o

desplazadas en $\pi/6$,

la figura 24 muestra en representación simplificada la diferencia entre los polígonos de Goerges simétricos de tres ejes así como periódicos.

5. Las tablas complementarias comprenden los siguientes resúmenes:

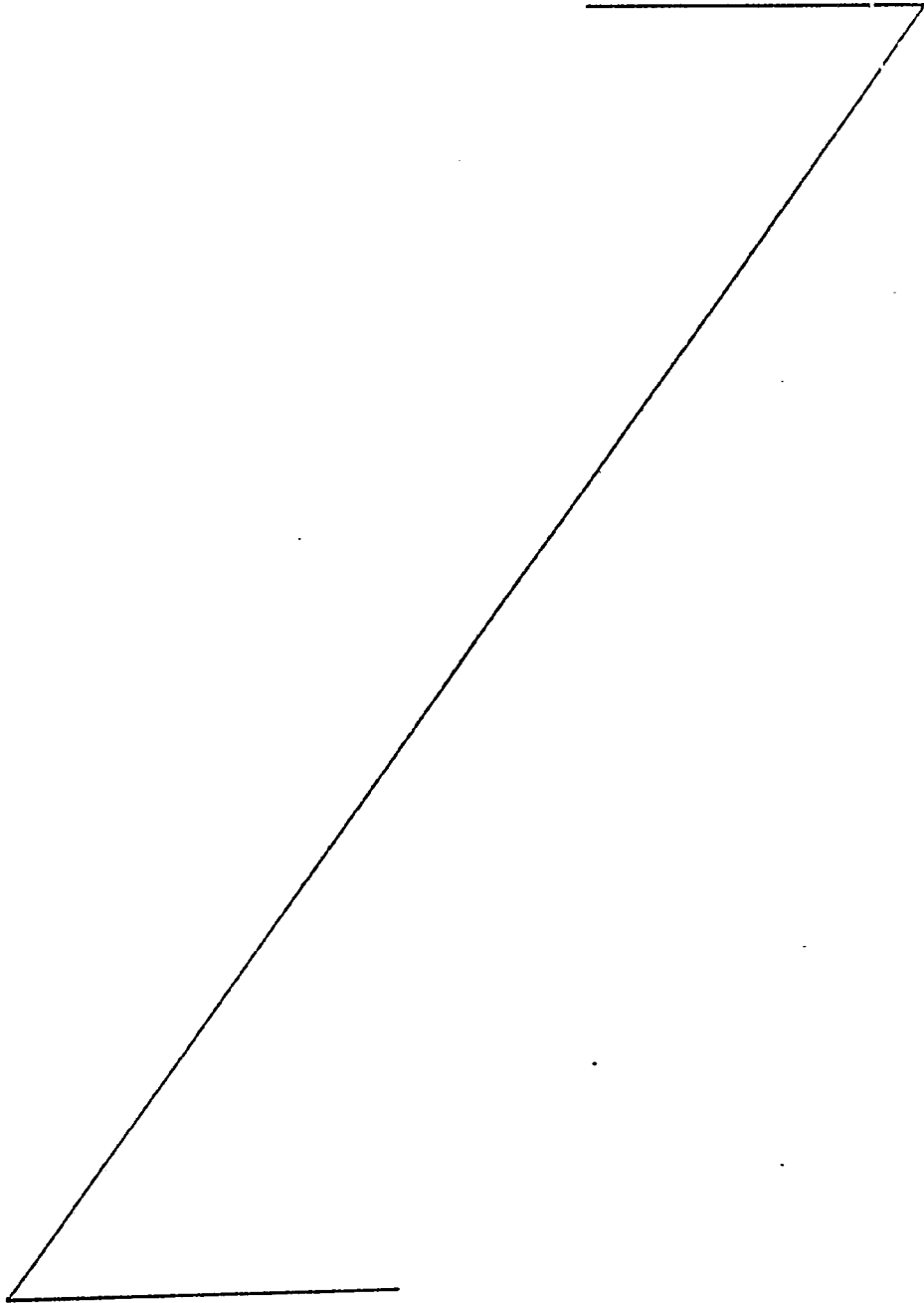


TABLA I

Posibilidades de distribución sistemáticas en G derivaciones de arrollamiento básico y N derivaciones neutras.

Los valores subrayados para G + N son realizables solo para arrollamientos de seis zonas.

m	2p ₁	G + N				
1	4	(3 + 1)				
	8	(6 + 2)	G + N			
2	10*	<u>9 + 1</u>	6 + 4			
	14*	12 + 2	<u>9 + 5</u>			
3	16	15 + 1	(12 + 4)			
	20	18 + 2	(15 + 5)	G + N		
4	22*	<u>21 + 1</u>	18 + 4	<u>15 + 7</u>		
	26*	24 + 2	<u>21 + 5</u>	18 + 8		
5	28	27 + 1	24 + 4	(21 + 7)		
	32	30 + 2	27 + 5	(24 + 8)	G + N	
6	34*	<u>33 + 1</u>	30 + 4	<u>27 + 7</u>	24 + 10	
	38*	36 + 2	<u>33 + 5</u>	30 + 8	<u>27 + 11</u>	
7	40	39 + 1	36 + 4	33 + 7	(30 + 10)	
	44	42 + 2	39 + 5	36 + 8	(33 + 11)	G + N
8	46*	<u>45 + 1</u>	42 + 4	<u>39 + 7</u>	36 + 10	<u>33 + 13</u>
	50	48 + 2	<u>45 + 5</u>	42 + 8	<u>39 + 11</u>	36 + 14
9	52	51 + 1	48 + 4	45 + 7	42 + 10	(39 + 13)
	56	54 + 2	51 + 5	48 + 8	45 + 11	(42 + 14)

$$P_1 = 3m \pm 1$$

Los números primos llevan \mp

Casos especiales G : N = 3 : 1 entre parentesis.

TABLA II

No. de bornes para derivaciones neutras paralelas.			
En el N ^o . de polos más alto.	Conexión de arrollamientos.		En el N ^o . de polos más bajo.
6	Estrella triple	Estrella triple 1 : 1	6
9	Triángulo	Triángulo triple 3 : 1	11
10	Estrella	Triángulo triple $\sqrt{3} : 1$	12

Relación de No. de polos alto : bajo

TABLA III

$\frac{P_1}{P_2}$	Extensión de zona $2\sqrt{3}$ necesaria. Al ser $P_1 = \text{impar}$.	Realizable con	
		Ancho de zona e interrelación de ramales a doble ex tensión $2\sqrt{3}$	Ancho de zona $2\sqrt{3}$ sin interrelación.
$\frac{\text{impar}}{\text{impar}}$	En todos los casos	Con Nos. de agujeros completos o fraccionarios. $q_1 = \frac{Z}{p^*}$	Con Nos. de agujeros partidos por dos o fraccionarios. $q_1 = \frac{Z}{2p^*}$
$\frac{\text{impar}}{\text{par}}$	Solo con Nos. de agujeros partidos por dos o fraccionarios. $q_1 = \frac{Z}{2p^*}$	NO	SI

p^* es un divisor primo > 3 del primer No. de pares de polos p_1

TABLA IV

Relaciones de Nos. de pares de polos realizables

Grupo	P ₂	2*	3*	4	5*	6	7*	8	9	10	11*	12	13*
1	3	I =	I	II	-	II	I	-					
	6	-	2x 2:3	I =	I	II	2x 4:3	2x 3:2	2x 5:3	I	-	I	
2	9		-	I	II	3x 2:3	II	I =	I	II	3x 4:3	II	
	12			-	I	-	I	4x 2:3	3x 4:3	2x 5:6	I =	I	2x 13:6
3	15				-	-	II	I	3x 3:5	5x 2:3	II	-	II
	18				-	I	I	2x 4:9	-	2x 5:9	I	6x 2:3	I
4	21						-	I	3x 3:7	I	II	-	II
	24							-	3x 3:8	2x 5:12	I	-	I
5	27								-	I	II	3x 4:9	II
	30									-	I	-	I
6	33												II
	36												I

P₁

Relación de Nos. de pares de polos: II impar

Relación de Nos. de pares de polos: I par 6 impar per

Extensión de zonas de 2U/3 necesarias

TABLA IV

Relaciones de Nos. de pares de polos

real

Grupo	P ₂	2*	3*	4	5*	6	7*	8	9	10	11*	12	13*	14	1
1	3	I	=	I	II	-	II	I	-						
	6	-	-	2x 2:3	I	=	I	2x 4:3	3x 3:2	2x 5:3	I	-	I	2x 7:3	-
2	9		-	I	II	3x 2:3	II	I	=	I	II	3x 4:3	II	I	3x 5:
	12			-	I	-	I	4x 2:3	3x 4:3	2x 5:6	I	=	I	2x 7:6	-
3	15				-	-	II	I	3x 3:5	5x 2:3	II	-	II	I	=
	18					-	I	2x 4:9	-	2x 5:9	I	6x 2:3	I	2x 7:9	3x 5:
4	21						-	I	3x 3:7	I	II	-	II	I	-
	24							-	3x 3:8	2x 5:12	I	-	I	2x 7:12	-
5	27								-	I	II	3x 4:9	II	I	3x 5:
	30									-	I	-	I	2x 7:15	-
6	33										-	-	II	I	.
	36											-	I	2x 7:18	3 5

I

Relación de Nos. de pares de polos: $\frac{\text{par}}{\text{impar}} \quad 6 \quad \frac{\text{impar}}{\text{par}}$

II

$\pi/3$ Zonas realizables

os realizables

P₁

	14	15	16	17*	18	19*	20	21	22	23*	24	25	26	
2	13*													
	I	2x 7:3	-	2x 8:3	I	-								
	II	I	3x 5:3	I	II	-	II	I	3x 7:3	I	II	3x 8:3	II	I
	I	2x 7:6	-	4x 4:3	I	6x 3:2	I	4x 5:3	-	2x 1:6	I	-	I	2x 13:6
	II	I	=	I	II	3x 6:5	II	5x 4:3	-	I	II	-	5x 5:3	I
3	I	2x 7:9	3x 5:6	2x 9:8	I	=	I	2x 10:9	3x 7:6	2x 11:9	I	6x 4:3	I	2x 13:9
	II	I	-	I	II	3x 6:7	II	I	=	I	II	3x 8:7	II	I
	I	2x 7:12	-	8x 2:3	I	6x 3:4	I	4x 5:6	-	2x 11:12	I	=	I	2x 13:12
9	II	I	3x 5:9	I	II	9x 2:3	II	I	3x 7:9	I	II	3x 8:9	II	I
	I	2x 7:15	-	2x 8:16	I	6x 3:5	I	10x 2:3	-	2x 11:15	I	-	5x 5:6	2x 13:15
	II	I	-	I	II	3x 11:6	II	I	-	1x 2:3	II	-	II	I
	I	2x 7:18	3x 5:12	4x 4:9	I	-	I	4x 5:9	3x 7:12	2x 11:12	I	12x 2:3	I	2x 13:18

II

Relación de Nos. de pares de polos: impar
impar

Extensión de zonas de 2 $\sqrt{3}$ necesarias

TABLA IV (Continuación)

		P ₁																										
		27	28	29*	30	31*	32	33	34	35	36	37*	38	39	40	41*	42	43*	44	45	46	47*	48	49	50	51	52	
-																												
I	4x 7:3			I	-	I	4x 8:3	-	2x 7:6	I	-																	
3x	5			II	-	II	I	-	I	5x 7:3	3x 12:5	II	I	-	5x 8:3													
9x	2x 3:2	14:9		I	6x 5:3	I	2x 16:9	3x 11:6	2x 17:9	I	-	I	2x 19:9	3x 13:6	2x 20:9													
3x	9:7			II	-	II	I	-	I	II	3x 12:7	II	I	-	I													
3x	4x 9:8	7:6		I	-	I	8x 4:3	-	2x 17:12	I	12x 5:2	I	2x 19:12	-	8x 5:3													
=	I	II	10:9	I	3x 10:9	II	I	3x 11:9	I	II	9x 4:3	II	I	3x 13:9	I													
3x	2x 9:10	4:15		I	=	I	2x 16:15	-	2x 17:15	I	6x 5:5	I	2x 19:15	-	10x 4:3													
3x	9:11			I	II	-	II	I	=	I	3x 12:11	II	I	-	I													
9x	4x 3:4	7:9		I	6x 5:6	I	4x 8:9	5x 11:12	2x 17:18	I	=	I	2x 19:18	3x 10:9	4x 10:9													

No realizabile



Repetición múltiple de un arrollamiento de bajo No. de polos, por ejemplo mediante yuxtaposición de dos arrollamientos de 8/6 polos se produce un arrollamiento de 16/12 polos.



TABLA IV (Continuación)

P ₁														41*42
27	28	29*	30	31*	32	33	34	35	36	37*	38	39	40	
-														
I	4x 7:3	I	-	I	4x 8:3	-	2x 17:6	I	-					II -
3x 9:5	I	II	-	II	I	-	I	5x 7:3	3x 12:5	II	I	-	5x 8:3	I 6x 7:3
9x 3:2	2x 14:9	I	6x 5:3	I	2x 16:9	3x 11:6	2x 17:9	I	-	I	2x 19:9	3x 13:6	2x 20:9	II -
3x 9:7	I	II	-	II	I	-	I	II	3x 12:7	II	I	-	I	I -
3x 9:8	4x 7:6	I	-	I	8x 4:3	-	2x 17:12	I	12x 3:2	I	2x 19:12	-	8x 5:3	II 3x 14:3
=	I	II	3x 10:9	II	I	3x 11:9	I	II	9x 4:3	II	I	3x 13:9	I	I -
3x 9:10	2x 14:15	I	=	I	2x 16:15	-	2x 17:15	I	6x 6:5	I	2x 19:15	-	10x 4:3	II -
3x 9:11	I	II	-	II	I	=	I	II	3x 12:11	II	I	-	I	I 6x 7:3
9x 3:4	4x 7:9	I	6x 5:6	I	4x 8:9	5x 11:12	2x 17:18	I	=	I	2x 19:18	3x 13:12	4x 10:9	

....X
...:...

Repetición múltiple de un arrollamiento de bajo No. de polos, por ejemplo mediante yuxtaposición de dos arrollamientos de 8/6 polos se produce un arrollamiento de 16/12 polos.

		41*	42	43*	44	45	46	47*	48	49	50	51	52	
39	40													
		II	-	II	I	-								
	5x 8:3	I	6x 7:3	I	2x 22:9	-	2x 23:9	I	6x 8:3	I	2x 25:9	3x 17:6	2x 26:9	
	2x 20:9	II	-	II	I	3x 15:7	I	II	-	7x 7:3	I	-	I	
	I	I	-	I	4x 11:6	-	2x 23:12	I	-	I	2x 25:12	-	4x 13:6	
	8x 5:3	II	3x 14:9	II	I	9x 5:3	I	II	3x 16:9	II	I	3x 17:9	I	
	I	I	-	I	2x 22:15	15x 3:2	2x 23:15	I	-	I	10x 5:3	-	2x 26:15	
	10x 4:3	II	-	II	I	3x 15:11	I	II	-	II	I	-	I	
	I	I	6x 7:6	I	4x 11:9	-	2x 23:18	I	12x 4:3	I	2x 25:18	3x 17:12	4x 13:9	
x 12	4x 10:9													



No realizable

de
colla
16/12

TABLA V

Nos. de ranuras mínimos Z_N necesarios

$2p_2 = 6$ $Z_N = \frac{G+N}{t_1} \cdot 9$	$2p_1 =$	4	8	<u>10*</u>	<u>14*</u>	16	20	<u>22*</u>	<u>26*</u>											
	Z_N	36	36	45	63	36	36	99	117											
	q_1	3	1,5	1,5	1,5	3/4	3/5	1,5	1,5											
	q_2	2	2	2,5	3,5	2	2	5,5	6,5											
	G:N	3:1	3:1	3:2	6:1	3:1	3:1	9:2	12:1 9:4											
$2p_2 = 12$ $Z_N = 9 \cdot \frac{G+N}{t} \cdot u$	$u \times$ $p_1' : p_2'$	2x 2:3				2x 4:3	2x 5:3			2x 7:3	2x 8:3									
	$2p_1 =$	8	<u>10*</u>	<u>14*</u>	16	<u>20</u>	<u>22*</u>	<u>26*</u>	<u>28</u>	<u>32*</u>										
	Z_N	72	45	63	72	90	99	117	126	72										
	q_1	3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	3/4										
	G:N	3:1	3:2	6:1	3:1	3:2	9:2	12:1 9:4	6:1	3:1										
$2p_2 = 18$ $Z_N = 27 \cdot \frac{G+N}{t} \cdot u$	$u \times$ $p_1' : p_2'$			3x 2:3						3x 4:3			3x 5:3					3x 7:3		
	$2p_1 =$	8	<u>10*</u>	12	<u>14*</u>	16	20	<u>22*</u>	24	<u>26*</u>	28	<u>30</u>	32	<u>34*</u>	<u>38*</u>	40	<u>42</u>	44	<u>46*</u>	
	Z_N	108	135	108	189	108	108	297	108	351	108	135	108	459	513	108	189	108	621	
	q_1	4,5	4,5	3	4,5	9/4	9/5	4,5	1,5	4,5	9/7	1,5	9/8	4,5	4,5	9/10	1,5	9/11	4,5	
	G:N	3:1	3:2	3:1	6:1	3:1	3:1	9:2	3:1	12:1 9:4	3:1	3:2	3:1	15:2 12:5	18:1 15:4	3:1	6:1	3:1	21:2 18:5	
$2p_2 = 24$ $Z_N = 9 \cdot \frac{G+N}{t} \cdot u$	$u \times$ $p_1' : p_2'$			4x 2:3	3x 3:4	2x 5:5			2x 7:6	4x 4:3		6x 3:2		4x 5:3	2x 11:6				2x 13:6	3x 9:4
	$2p_1 =$	<u>10*</u>	<u>14*</u>	16	18	<u>20</u>	<u>22*</u>	<u>26*</u>	<u>28</u>	32	<u>34*</u>	36	<u>38*</u>	<u>40</u>	44	46*	<u>50</u>	52	54	
	Z_N	45	63	144	108	90	99	117	126	144	153	216	171	180	198	207	45	334	324	
	q_1	1,5	1,5	3	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	1,5	1,5	1,5	1,5	3/10	1,5	2	
	G:N	3:2	6:1	3:1	3:1	3:2	9:2	12:1 9:4	6:1	3:1	15:2 12:5	3:1	15:4	3:2	9:2	18:5	3:2	12:1 9:4	3:1	

* significa Nos. primos para p_1

los primeros Nos. de polos $2p_1$ subrayados presentan anchos de zona $2\pi/3$.

TABLA VI

10/6 polos
 $Z_N = 45$ ranuras
 $G:N = 3:2$
 N en serie

	Peso	10 Polos $W_{10} = 3 \cdot 2 = 5$		6 Polos $W_6 = 3$		B_6/B_{10}
		ξ_{10}	Forma de campo	ξ_6	Forma de campo	
Gruppierung α	1 - 6	0,831	} Fig. 13d	0,816	} Fig. 13a α	1,02
	1 - 7	0,731		0,896		0,316
	1 - 8	0,543		0,937		0,579
	1 - 23	0,831		0,937		0,687
Gruppierung β	1 - 6	0,831	} Fig. 13d	0,675	} Fig. 13a β	1,23
	1 - 7	0,731		0,741		0,966
	1 - 8	0,543		0,775		0,731
	1 - 23	0,831		0,775		1,07

TABLA VII

10/6 polos
 $Z_N = 90$ ranuras
 $G:N = 9:1$

Peso	6 Polos		10 Polos		B_6/B_{10}	
	ξ_6	Forma de campo	ξ_{10}	Forma de campo	En para lelo $W_{10} = W_6 = 9$	En serie $W_{10} = 10; W_6 = 9$
1 - 8	0,5470		0,793		0,869	0,966
1 - 9	0,6080	Fig. 15c	0,831	Fig. 14b	0,820	0,911
1 - 10	0,6619		0,844		0,765	0,850

TABLA VIII

10/12 polos
 $Z_N = 90$ ranuras
 $G:N = 9:1$

Peso	12 Polos		10 Polos		B_{10}/B_{12}	
	ξ_{12}	Forma de campo	ξ_{10}	Extensión de zonas.	En para lelo $W_{12} = W_{10} = 9$	En serie $W_{12} = 10; W_{10} = 9$
1 - 8	0,855	} Fig. 16c	0,902	} Fig. 16a $\pi/3$	0,79	0,88
1 - 9	0,855		0,945		0,75	0,84
1 - 8	0,855	} Fig. 16d	0,793	} Fig. 16b $2\pi/3$	0,90	1,00
1 - 9	0,855		0,831		0,86	0,95

TABLA IX
 14/12 polos
 $Z_N = 3$
 63 ranuras
 $G:N = 6:1$

Peso	14 Polos		12 Polos		B / B 12 14	
	ξ_{14}	Forma de cam po	ξ_{12}	Forma de cam po	En para lelo $N_{12}=N_{14}=6$	En serie $N_{12}=6; N_{14}=7$
1 - 6	0,831	Fig.17c	0,872	Fig.17d	0,817	0,953
1 - 5	0,831		0,814		0,875	1,02

TABLA X
 14/12 polos
 $Z_N = 126$ ranuras
 $G:N = 6:1$

Peso	14 polos		12 polos		B / B 12 14	
	ξ_{14}	Forma de cam po	ξ_{12}	Forma de cam po	En para lelo $N_{12}=N_{14}=6$	En serie $N_{12}=6; N_{14}=7$
1 - 11	0,831	Extensio de zona 2/3 Fig.18c	0,869	Fig.18d	0,820	0,956
1 - 10	0,844		0,850		0,851	0,993
1 - 11	0,945	Ancho de zona 2/3 Fig.19b	0,869	Fig.19b	0,923	1,087

TABLA XI

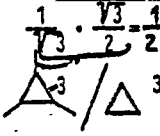
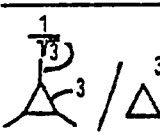
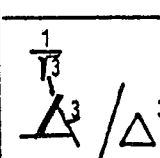
		Conexión 20/6 polos	$\frac{W_{20}}{W_6}$	No. espi- ras nece- sario bo- binas de derivación neutra.	Relación de densidades de flujo, $B_{20}:B_6$, con peso			
					1 - 13 $\xi_{20} = 0,828$ $\xi_6 = 0,903$	1 - 12 0,953 0,895	1 - 11 0,298 0,672	
Derivación neutra en serie exterior	Derivación neutra en paralelo	Δ/Δ^3	3	3	1,211	1,044	1,078	
		Y/Δ^3	$3\sqrt{3}$		0,699	0,603	0,623	
	Derivación neutra en serie interior	Δ/Δ^3	4	1	0,908	0,783	0,809	
		Y/Δ^3	$4\sqrt{3}$		0,525	0,452	0,467	
	Desplazado en $\pi/6$	3 zonas	$\frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{1}{2}$ 	$3 \cdot \frac{1}{2} \sqrt{3}$ = 3,866	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	0,940	0,810	0,837
		6 zonas	$\frac{1}{\sqrt{3}}$ 	$3 + 1$ = 4		0,908	0,783	0,809
Coaxial		$\frac{1}{\sqrt{3}}$ 	3,326	1,093		0,941	0,973	

TABLA XII

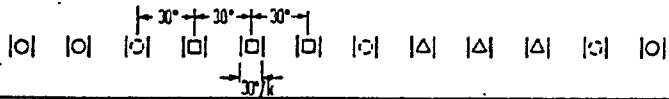
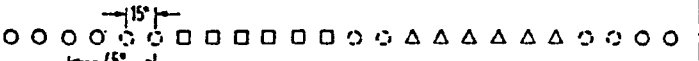
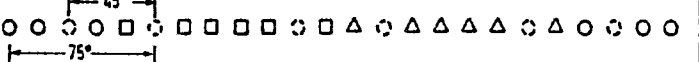
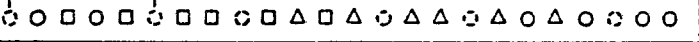
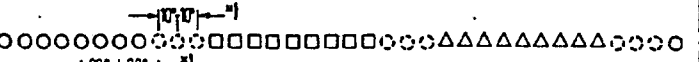
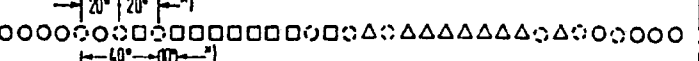
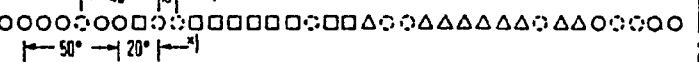
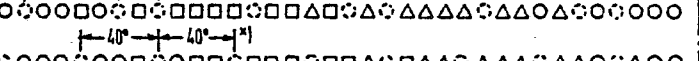
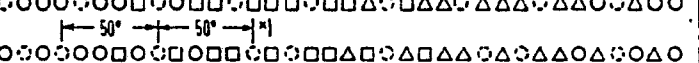
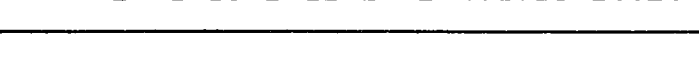
Diferentes agrupaciones de zona para $q_1 = 6$ (solo una capa)			Zonenfaktor ξ_z
0	$\pi/2$	π	
a)	•••••	•••••	0,956
b)	•• ••	•• ••	0,927
c)	• • • • •	• • • • •	0,870
d)	•• ••	•• ••	0,841
e)	• • • • •	• • • • •	0,815
f)	• • • • •	• • • • •	0,786
g)	• • • • •	• • • • •	0,736
h)	•• ••	•• ••	0,898
i)	• • • • •	• • • • •	0,871
k)	• • • • •	• • • • •	0,818
l)	•• ••	•••••	0,734

TABLA XIII

	Esquema de combinación.	Desplazamiento. δ	Agrupación de zona resultante.	Zonenfaktor ξ_z
Asimétrico		90°	•• •••	0,685
		70°	•• •••	0,760
		50°	•• •••	0,814
		30°	•••••	0,843
		10°	•••••	0,847
		-10°	•••••	0,826
		-30°	•••••	0,779
	-50°	•••••	0,710	
		70°	•• •• •	0,707
		50°	•• •• •	0,738
		30°	•• •• •	0,785
		10°	•• •• •	0,789
		-10°	•• •• •	0,769
		-30°	•• •• •	0,725
-50°		•• •• •	0,660	
Simétrico		90°	•• •••	0,650
		70°	•• •••	0,700
		50°	•• •••	0,729
		30°	•• •••	0,726
		-10°	•• •••	0,720
		-10°	•• •••	0,623
		-30°	•• •••	0,625

TABLA XIV

Intercalación de ramales al ser $p_2 = 3n$

		Agrupación elemental con zonas parciales de $30/K$ ° electricos para $2p_1 = 3m$ y $G : N = 3 : 1$	Factor de distribución de zonas. $\xi_Z = 0,9107$	
			Factor total ^{*)} $\xi_Z = \xi_Z \xi_V$	
	Variante		ξ_V	ξ_Z
N = 2	α		0,9914	0,9029
	β		0,9239	0,8414
	γ		0,7934	0,7225
N = 3	α		0,9899	0,9015
	β		0,9598	0,8741
	γ		0,9302	0,8471
	δ		0,8724	0,7944
	ϵ		0,8440	0,7686
	η		0,7619	0,6938

*) con ξ_V como factor de desplazamiento a causa del angulo de desplazamiento entre las agrupaciones elementales.

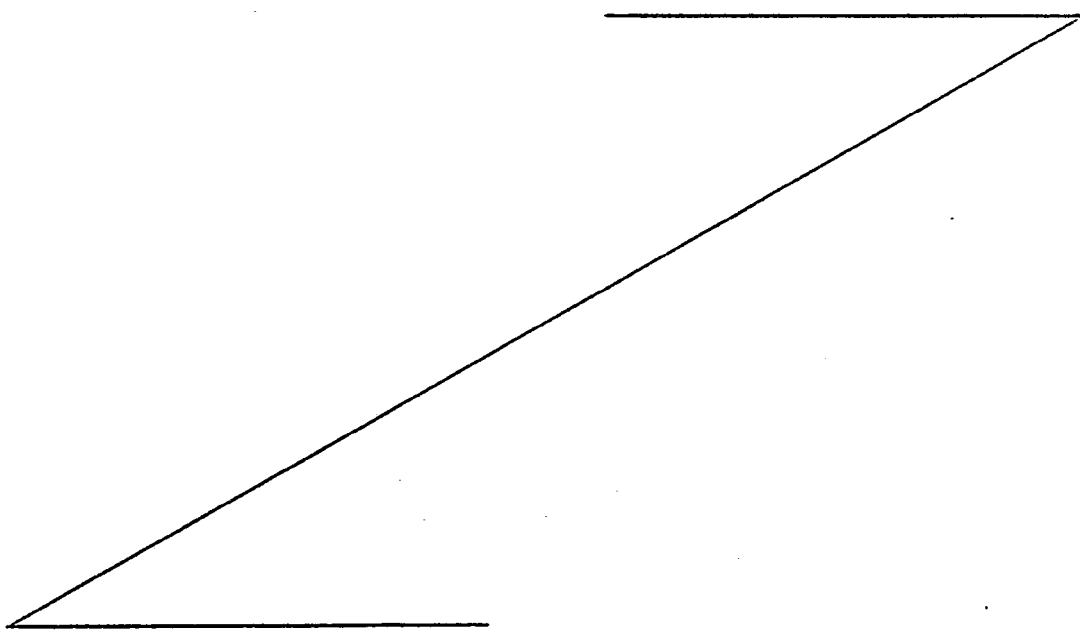


TABLA XV

Número de periodicidad o bien de ejes de simetría en los polígonos de Goerges.

		Ancho de zona en P_1			
		$\tau/3$	$\pi/3$ con ramales 3 intercalados 2/3	$2\tau/3$	
en P_1	Ancho de bobina W cualquiera	6	6	3 $W = \tau/6$	
	Derivación neutra su-primida o en serie con $w_N \neq \frac{w_G}{\tau}$	3	3	3	
en P_2	Ancho de bobina W igual a 2	6	6	6	
	Ancho de bobina W desigual de τ_2	1	$P_1 = \text{par}$		3
			$\frac{P_1}{P_2}$ doble impar		
			1) 6	2) 3	

- 1) Dos sistemas parciales (positivo-negativo) idénticos y agrupados cofésicos.
- 2) Todas las derivaciones de arrollamiento con puestos de la misma cantidad de bobinas de uno y otro sistema parcial.
- 3) Con distribución diferente.

Los conceptos utilizados seguidamente se definen del modo siguiente:

Las derivaciones neutras constan en cada caso de la misma cantidad de bobinas conectadas en serie.

5. El ramal de arrollamiento de cada una de las fases se compone de varias derivaciones de arrollamiento.

La estrella de ranuras dá la situación de fases de las distintas ranuras en grados eléctricos y sirve en cada caso para un número de polos asociado.

10. Estrella lateral de bobinas (con la misma numeración que la estrella de ranuras) se refiere en cada caso a los lados de las bobinas que se hallan en una capa de ranuras.

15. Las zonas de arrollamiento son secciones ocupadas con lados de bobinas del mismo ramal de arrollamiento o bien derivación de arrollamiento (es decir zonas periféricas en la máquina o sectores en la estrella lateral de bobinas).

Eje de zona es la línea de simetría de una zona de arrollamiento.

20. Con los símbolos O , Δ , \square se designan las derivaciones de arrollamiento básico y con \circ las derivaciones neutras. Las derivaciones de arrollamiento básico caracterizadas con símbolos iguales pertenecen en segundo número de par de polos $2p_2$ en cada caso al mismo ramal de arrollamiento.

25. Una condición básica para los arrollamientos de polos conmutables según la invención es que las zonas de arrollamiento cofásicas en cada caso de un ramal de arrollamiento para el primer número de polos $2p_1$, en lo referente a sus situaciones de fase en el segundo número de polos $2p_2$ se abren en abanico sin huecos y sin solaparse por toda la periferia de la estrella lateral de ranuras o bien de bobinas. Las citadas zonas

30.

- de arrollamiento se hallan espacialmente distribuidas uniformemente sobre la periferia distanciadas entre sí en la separación de la división de polos τ 1. Estas comprenden al tratarse de un arrollamiento de agujero entero sin intercalación, desarrollado en forma convencional, en cada caso $q_1 = \frac{Z_N}{6p_1}$ lados de bobina ubicados en ranuras situadas unas junto a otras. Las zonas de arrollamiento sucesivas están circun-
5. ladas alternativamente en contra sentido, lo cual se expresa en la figura 1 mediante las puntas de flecha que en los ejes de zonas numerados con números pares están dirigidas al centro.
10. El ancho de zona supone: $\tau/3$ en el primer número de pares de polos p_1 ; para el segundo número de pares de polos p_2 este ancho varia en la relación de número de polos a $\beta = \frac{\tau}{3} \cdot \frac{p_2}{p_1}$.
15. Los ejes de zonas sucesivos que en el primer número de pares de polos están distanciados en el ángulo eléctrico τ , comprenden entonces el ángulo $\alpha = \tau \frac{p_2}{p_1}$, como se muestra en la figura 2a para una conmutación de 8/6 polos y en la figura 2b para una conmutación de 10/6 polos. Con α' se designa el
20. ángulo respectivo entre los ejes de zonas directamente contiguos.
- Para abrir en abanico en forma exigida, sin huecos y sin solape, las zonas de arrollamiento en toda la periferia de la estrella de ranuras β/α' , tiene que ser un número
25. entero. Sin embargo éste es el caso para los arrollamientos primitivos con anchos de zona $\tau/3$ en el primer número de polos $2p_1$, solo cuando la relación de números de pares de polos $p_1 : p_2$ ó $p_2 : p_1$ es una fracción de número par : número impar (figura 2a).
30. Al tratarse de una relación de números de pares de

polos impar : impar (relación impar doble) es por el contrario $\beta : \alpha'$ una fracción con la cifra dos en el numerador (figura 2B) de manera que con zonas de arrollamiento de ancho

5. $\pi/3$ en el primer número de pares de polos p_1 no pueden cumplirse las exigencias impuestas de que se rellene sin solapa y sin huecos toda la periferia de la estrella lateral de bobinas para el segundo número de pares de polos $p_2 = 3 N$. En un caso semejante tienen que preverse por tanto arrollamientos de tres zonas con la mitad del número de zonas de arrollamiento de doble ancho $2 \pi/3$, lo cual limita sin embargo las posibilidades de distribución en derivaciones de arrollamiento cofásicas, o es necesaria, con un número sin limitar de derivaciones paralelas, una intercalación de ramales a doble extensión de zona, en lo cual se entrará más adelante a base de ejemplos de ejecución.
- 10.
- 15.

Si ambos números de pares de polos presentan un divisor común u , resultan entonces u veces estrellas congruentes con $2p_1/u$ y p_1/u ejes de zona de fase diferente. Aquí representa u un factor de multiplicación, correspondientemente al cual se repite un arrollamiento de polos bajos, prácticamente u veces en la periferia de la máquina.

20.

25. La característica de los arrollamientos de la característica según la invención es la subdivisión de cada ramal de arrollamiento del primer número de polos $2p_1$ en $2p_1/t$ derivaciones de arrollamiento cofásicas. De éstas un número G divisible por tres forma el denominado arrollamiento básico que es eficaz para ambos escalones de números de polos y para la conmutación de polos al segundo número de polos $2p_2$ se reagrupa formando en cada caso un tercio en los tres ramales de arrollamiento. Las restantes N derivaciones de arrollamiento
- 30.

están desarrolladas como denominadas derivaciones neutras y son eficaces solo en el primer número de pares de polos p_1 . En el segundo escalón de número de polos con $2p_1 = 3n$ se complementan a cero por el contrario las tensiones inducidas en ellos.

5.

De modo característico se asocian para esto las bobinas de arrollamiento a las distintas derivaciones de arrollamiento, de tal manera que en la zona de arrollamiento para dos $2p_2 = 6n$ en lo referente a su situación de fases, abierta en abanico en toda la periferia de la estrella lateral de bobinas, resulta una disposición de sectores simétrica de tres ejes según la figura 3.

10.

Entre los sectores formados por las derivaciones de arrollamiento básico con ancho φ se hallan en cada caso los sectores con ancho ψ formados por las derivaciones neutras (\odot) . Correspondientemente a la distribución en derivaciones de arrollamiento básico y derivaciones neutras, los ángulos de sector se comportan como $\varphi/\psi \neq G/N$ con $\varphi + \psi = 2\pi/3$.

15.

Además de la distribución de sectores que se muestra en la figura 3 son posibles también distribuciones de zonas intercaladas para $p_2 = 3n$, para lo cual los sectores φ y/o ψ pueden subdividirse y disponerse desplazados mutuamente, como se aclarará seguidamente a base de ejemplos de ejecución.

20.

Cada derivación neutra está compuesta en cada caso de tres secciones de arrollamiento en serie, que corresponden a los tres sectores de derivación neutra (\odot) de la figura 3, desplazados mutuamente en $2\pi/3$, o bien en cada caso a una parte de los mismos.

25.

30.

Es posible una conmutación de polos especialmente

5. sencilla con solo seis bornes de conexión y únicamente un interruptor tripolar como dispositivo de conmutación, si las derivaciones de arrollamiento del arrollamiento básico se conectan de modo en si conocido en conexión de estrella triple (Y^3) con puntos de estrella separados galvánicamente, formando los tres puntos de estrella los puntos de conexión para el segundo escalón de número de polos. Las derivaciones neutras pueden entonces conectarse asimismo en estrella (Y) y estar conectadas en paralelo al arrollamiento básico.

10. Ya que los arrollamientos de agujero entero de seis zonas pueden subdividirse regularmente en un máximo $2p_1$ derivaciones paralelas covalentes, para el número de partes de arrollamiento que forman en cada caso los arrollamientos básico y de derivación neutra sirve $G + N = 2p_1/t$, siendo t un divisor entero de $2p_1$.

15. Un ramal de arrollamiento $2p_1 = 10$ polos, puede dividirse por ejemplo en 10 o 5 derivaciones cofásicas. El número G de las derivaciones de arrollamiento básicos existentes en ambos números de polos es tres, o un número divisible por tres, de manera que puede elegirse según la figura 4, al tratarse de diez derivaciones cofásicas, una distribución $G/N = 9 : 1$. Las bobinas de las derivaciones neutras conectadas en paralelo tienen que ejecutarse para esto con triple número de espiras. Pero partiéndose de cinco derivaciones cofásicas pueden obtener también todas las bobinas el mismo número de espiras y estar conectadas en paralelo según la figura 5. Las derivaciones neutras comprenden en este caso $2/5$ de todo el arrollamiento.

25. Ya que al estar conectadas en paralelo las derivaciones neutras en ambos escalones de números de polos son efi-

30.

caces los mismos números de espiras $w_1 = w_2$, esta conexión es apropiada sobre todo para números de pares de polos p_1 y p_2 próximos, para obtener en funcionamiento con la misma tensión densidades de flujo de entrehierro b_1 y b_2 adaptadas según

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{w_2 \xi_2}{w_1 \xi_1} \frac{p_1}{p_2}$$

Según la figura 6 la derivación neutra al ser igual el número de bornes de conexión puede estar conectada también en serie al arrollamiento básico. Mediante ésto se eleva el número de espiras eficaz en el primer número de polos $2p_1$, de manera que esta variante de conexión se recomienda para $p_1 > p_2$ y mayores diferencias de números de polos, para adaptar entre sí las densidades de flujo en el entrehierro. La conexión según la figura 6 es apropiada por ejemplo para un arrollamiento conmutable de 6/10, donde en atención a una carga de corriente constante y a pasos de bobinas compensados, en $2p_1 = 10$ tienen que estar en relación 3: 2 los números de espiras de las bobinas de arrollamiento básico y de derivados neutra.

La tabla I muestra un resumen sistemático de las distribuciones posibles en diferentes números de polos primeros $2p_1 = 4 \dots 56$, de todo el arrollamiento en G derivaciones de arrollamiento básico y N derivaciones neutras. Los números G y N indicados son números relativos que se refieren en cada caso al número máximo posible de derivaciones paralelas $a_{\max} = N + G = 2p_1$.

En las conexiones de las figuras 4, 5 y 6 son necesarios números de espiras diferentes para las bobinas de arrollamiento básico y de derivación neutra, en dependencia

de que las derivaciones neutras se conecten en paralelo o en serie al arrollamiento básico. En estas conexiones todas las derivaciones de arrollamiento pertenecientes a un ramal son en verbal cofásicas y tienen el mismo factor de arrollamiento; sin embargo las derivaciones neutras y de arrollamiento básico están compuesta generalmente de un diferente número de bobinas.

5.

En atención a la igualdad de tensión sirve en la conexión en paralelo para los necesarios números de espiras de las bobinas

10.

$$w_N \text{ (II)} = G / (EN) \cdot w_G \cdot a_N$$

y a causa de la corriente de bobina triple en la conexión en serie:

$$w_N \text{ (---)} = \frac{1}{3} w_G \cdot a_N ,$$

significando w_G y G_n los números de espiras de las bobinas

15.

de las derivaciones de arrollamiento básico y derivaciones neutras y a_N el número de caminos paralelos de derivación neutra existentes en cada caso. Mediante una a_N veces conexión en paralelo de derivación neutra se multiplica correspondientemente el número necesario de espiras de bobina w_N ; véase por ejemplo

20.

la figura 5 donde están previstas $a_N = 2$ derivaciones neutras paralelas para obtener los mismos números de espiras de bobina $w_N = w_G$. El número de fases paralelas de derivación neutra máximo posible $a_{N, \max}$ está fijado por el máximo común divisor t de los valores numerales para G y N expuestos en la tabla I.

25.

Para determinados casos de empleo, especialmente al tratarse de grandes diferencias de números de polos y/o para motores para el accionamiento de bombas o ventiladores, de deseable aumentar considerablemente el número de espiras eficaz en el número de polos mayor.

30.

En el caso de $p_1 \gg p_2$, por ejemplo al tratarse de

máquinas 16/6 o 20/6 polos, puede emplearse para ésto para el arrollamiento básico una conmutación triángulo/triángulo triple (Δ / Δ^3) como se indica en la figura 7. Las derivaciones neutras dimensionadas correspondientemente en su número de espiras se hallan en cada caso en paralelo a las tres derivaciones neutras conectadas en serie. En contraposición a la relación indicada para la conexión anterior, es necesario para ésto un número de espiras de bobina ampliado al triple $w_N(I)\Delta = \frac{G}{N} w_G \cdot a_N$.

Con las relaciones U, V, W se alude a la pertenencia a los tres ramales de arrollamiento en el primer número de par de polos p_1 . Desde ahora son necesarios nueve en lugar de los seis bornes de conexión necesarios hasta ahora. En las figuras 7d, 7c se indican los esquemas de conexión, donde para dos p_1 hay una conexión en triángulo con derivación neutra paralela y para $2p_2$ una conexión en triángulo triple con en caso dado $G/3$ derivaciones de arrollamiento básico y derivación neutra cerrada en corto, es decir, sin eficacia.

Si en caso contrario se verifica que $p_2 \gg p_1$, por ejemplo 4/18 polos, pueden entonces conectarse las derivaciones de arrollamiento según la figura 8.

La derivación neutra -cuyas bobinas están ejecutadas aquí con el mismo número de espiras w_N (II) como en las conmutaciones de estrella múltiple con seis bornes tratadas al principio -exige dos bornes adicionales-. En el escalón de polos el arrollamiento básico conectado en triángulo, siendo sin eficacia las derivaciones neutras cerradas en corto. Para funcionamiento con polos bajos se aplican las conexiones de red a 1, 2 y 3 y son necesarios ocho puentes de conexión en cada caso entre los bornes 1-4-7, 2-5-8-10 y 3-6-9-11 para una conexión en triángulo cuadruple. Si según otra variante que se aclara más

adelante se suprimen las derivaciones neutras o se dispone en su lugar un arrollamiento adicional conectado en paralelo al arrollamiento básico, para el número de pares de polos p_2 divisible por tres, se simplifica la conexión a nueve bornes, como en la figura 7.

5.

Con 10 bornes puede realizarse también una conmutación estrella/triángulo triple del arrollamiento básico, como se representa analógicamente a la figura 7 en la figura 9 para $p_1 \gg p_2$. El borne 10 es necesario en segundo escalón de número de polos con $p_2 = 3n$ con el fin de cerrar la conexión en triángulo triple en unión con los puentes de conexión 1-4-7. Al tratarse de una relación de número de polos inversa con $p_2 \gg p_1$ y conexión estrella/triángulo cuádruple son necesarios dos bornes de derivación neutra adicionales, analógicamente a la figura 8.

10.

En la tabla II están resumidos los necesarios números de bornes y las relaciones de números de espiras para derivaciones neutra conectadas en paralelo.

15.

En todos los casos pueden preverse en lugar de la conexión en paralelo de las derivaciones neutras efectuadas en las figuras 7 a 9, también una conexión en serie exterior con conexión a los puntos de triángulo del arrollamiento básico. En el esquema de conexiones de las figuras 7b y 7c han de insertarse entonces las derivaciones neutras en cada caso entre R, S, T y los bornes 1, 4 y 7 o bien los bornes 1, 2 y 3 y son necesarios en total doce extremos de conexión. Las derivaciones neutras conducen entonces $\sqrt{3}$ veces corrientes de ramal, de manera que sus bobinas necesitan un número de espiras recíproco a él reducido a $\sqrt{3}/3$. A causa de la situación de fase de estas corrientes desplazada al mismo tiempo en $\pi/6$ (figura 10a) se recomienda desarrollar las derivaciones neutras según la figura

20.

25.

30.

10b, de manera que sus ejes estén desplazados así mismo en $\pi/6$.

5. Como ejemplo esquemático la figura 10 muestra para el primer número de polos $2p_1$ los ejes de zona U, V, W de los tres ramales de un arrollamiento de seis zonas sin intercalar, representando cada uno en cada caso G derivaciones de arrollamiento básico cofásicas. Las últimas están formadas, por ejemplo en el ramal U, como resulta según la figura 3 de la distribución de las zonas de arrollamiento indicadas en la figura 1, de diferentes partes de las zonas de arrollamiento superiores (numeradas con números impares) y las inferiores (números pares).
10. De las figuras 10d y e se desprenden dos posibilidades para la necesaria reunión de las derivaciones neutras para un arrollamiento básico en conexión en triángulo según la figura 10b, desplazadas en fase $\pi/6$ apropiadas para conexión en serie exterior.
- 15.

- Según la figura 10d las derivaciones neutras están dispuestas en tres zonas, estando reunidas en cada caso dos zonas parciales directamente contiguas formando una zona de derivación neutra. En las zonas parciales (-U, -V y -W) de los tres ramales circuladas por corriente negativamente en caso normal, se invierte el sentido de paso.
- 20.

- Al subdividirse por mitades cada una de las zonas parciales, puede conseguirse según la figura 10e también una disposición de derivaciones neutras de seis zonas. Para esto tiene que ser de todos modos par el número de lados de bobina de diferente fase por cada zona parcial.
- 25.

- De modo análogo pueden desarrollarse las derivaciones neutras en disposiciones de arrollamiento para el primer número de polos $2p_1$, en tres zonas y/o ramales intercalados.
- 30.

Con un total doce extremos de conexión puede ejecutar-

- se también una conexión en serie ("interior" de las derivaciones neutras, como se representa en la figura 11 para una conmutación triángulo/triángulo triple y en la figura 12 para una conmutación estrella/triángulo triple. Todas las bobinas de arrollamiento están para ésto ejecutadas totalmente idénticas, y las derivaciones neutras y de arrollamiento básico están agrupadas cofásicas. Estas dos conexiones son apropiadas especialmente cuando el primer número de polos $2p_1$ es mucho mayor que el segundo número de polos $2p_2$ divisible por tres.
5. A consecuencia de la conexión en serie de la derivación neutra se eleva en cada caso en $(1 + \frac{N}{G})$ veces la relación de números de espiras $\frac{w_1}{w_2}$.
10. Los esquemas de conexión para el primer número de polos $2p_1$ altos se muestran en las figuras 11b y 12b y los puentes de conexión necesarios para la conmutación al segundo número de polos $2p_2$ bajo, se desprenden de las figuras 11c y 12c. Las derivaciones neutras están entonces cerradas en corto.
15. Junto a los arrollamientos de agujero completo considerados en la aclaración del principio básico, son realizables también arrollamientos de agujero fraccionario. Ya que en los arrollamientos de agujero completo la disposición de los lados de las bobinas se repite después de cada polo, es suficiente si según la figura 2 al averiguarse la situación de fase existente en el otro número de polos, se consideran solo los ejes de zona. Al completarse formando una estrella lateral de bobinas representa cada radio en la estrella de los ejes de zona en cada caso un abanico de radio simétrico con un número de lados de bobina correspondiente al número de agujeros q_1 . En
20. contraposición a éstos, en los arrollamientos de agujero fraccio-
- 25.
- 30.

- nario las zonas de arrollamiento se forman alternativamente en cada caso de un número diferente de lados de bobina, repitiéndose la disposición únicamente después de U divisiones polares, significando U el denominado "esquema primitivo" del arrollamiento. El número quebrado q es un número ficticio que indica el valor medio de números de lados de bobina diferentes alternativamente por polo y ramal. Los ejes de zona sólo no bastan ya para juzgar la simetría de la estrella de lados de bobina, en especial cuando el primer número de pares de polos p_1 es un número impar.
5. Como se aclaró ya para una relación doble impar de números de pares de polos, al tratarse de un primer número de pares de polos p_1 impar, son necesarias disposiciones de zona parciales con un campo de extensión por encima de $2 \pi/3$.
10. La tabla III contiene un resumen de estos casos. Los anchos y campos de extensión indicados de las zonas de arrollamiento se refieren, al tratarse de arrollamientos de agujero fraccionarios, a la estrella de lados de bobina de $2p_1$ polos resultante. Al tratarse de un arrollamiento de agujero entero sin intercalación son idénticos el ancho de zona y el campo de extensión. Mediante intercalación de ramales puede ensancharse arbitrariamente el campo de extensión de las zonas de arrollamiento. Un importante caso especial lo representan las intercalaciones de ramales en las que zonas de arrollamiento de ancho $\pi/3$ se abren en abanico sobre un campo de extensión exactamente el doble de ancho $2 \pi/3$. Tales disposiciones de arrollamiento son por ejemplo al tratarse de una relación de número de polos doble, impar, más ventajosas que los arrollamientos de tres zonas, porque no producen indeseados armónicos de número par.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

5. Según la tabla III al tratarse de un primer número de pares de polos p_1 impar se necesitan zonas de arrollamiento que se extienden sobre $2 \pi/3$. Con una relación de número de polos doble impar esto sirve en general, ya que el otro caso existe correspondientemente a la figura 2b una apertura de zonas β/α' demasiado pequeña.

10. Los primeros números de pares de polos p_1 impares son números primos (p^*) o productos de varios números primos mayores de 3. En atención a la necesaria distribución en varias derivaciones de arrollamiento cofásicas para las derivaciones de arrollamiento básico y neutras, son realizables al tratarse de números primos para p_1 solo arrollamientos de medio agujero con $q_1 = \frac{Z}{2}$, siendo necesario prever zonas de arrollamiento

15. de doble ancho ($2 \pi/3$) para obtener estrellas de lados de bobina uniformes y agrupadas simétricamente en tres ejes. Análogamente esto sirve para número de agujeros $q_1 = Z/2p$, cuando p_1 es un producto de números primos p^* mayores de tres.

20. Considerando que en ambos números de polos tienen que existir números de agujeros ejecutables regularmente q_1 y q_2 -que son los números de ranuras por polo y ramal-, se obtiene como números de ranuras mínimos necesarios

$$Z_N = \frac{18 \cdot p_1}{t} \cdot u = 9 \cdot \frac{G+N}{f} \cdot u,$$

para $n \neq 3k$, es decir al ser $p_2 = 3, 6, 12, 15 \dots$ etc., o bien

$$Z_N = \frac{54 \cdot p_1}{t} \cdot u = 27 \cdot \frac{G+N}{t} \cdot u$$

25. para $n \neq 3k$, es decir al ser $p_2 = p, 18, 27$ etc.

La última igualdad resulta de las condiciones de posibilidad de ejecución limitadas de arrollamientos con $p_2 = 9 \cdot k$, en las que son posibles solo números de agujeros fraccionarios con $q_2 = Z/2k$.

30. El factor u se ha de aplicar en ambas igualdades cuan-

do p_1 y p_2 son reducibles, es decir cuando $p_1 = u \cdot p_1'$, y $p_2 = p_2'$.

5. Esto significa que a lo largo de la periferia se repiten u veces una disposición de arrollamientos conmutables en relación $p_1' : p_2'$.

10. Las igualdades indicadas para los números de ranuras mínimos pueden derivarse por ejemplo de la estrella de lados de bobina para $p_2 = 3n$ según la figura 3. Los ángulos de apertura φ, ψ de los sectores ocupados por derivaciones de arrollamiento básico y derivaciones neutras, se comportan en dependencia de la distribución elegida de las derivaciones de arrollamiento como $\frac{G}{N} = \frac{\varphi}{\psi}$ con $\varphi + \psi = 2/3$.

15. El elemento de arrollamiento más pequeño es una bobina individual que aparece como radio en la estrella de lados de bobina. Según sea la distribución elegida en derivaciones de arrollamiento básico y derivaciones neutras es necesario un número mínimo de radios distribuidos uniformemente correspondientemente a $\frac{G+N}{t} \cdot 3$. Ya que el número de radios corresponde a los lados de bobinas de la capa superior de un único ramal de arrollamiento, distribuidos en toda la periferia

20. en lo referente a su situación de fases, el número de ranuras mínimo tiene que suponer el triple, o sea $\frac{G+N}{t} \cdot 9$ con $n \neq 3k$.

25. Los números de ranuras $\frac{G+N}{t} \cdot 27$ elevado otra vez en el triple, con $n = 3k$, es decir $p_2 = 9, 18, 27$ etc. son necesarios para evitar arrollamientos de agujero en tercios, sectores, etc. ejecutables no regularmente.

30. En la tabla IV están resumidas una serie de relaciones de números de pares de polos ejecutables prácticamente, con aperturas de números de polos $p_1 : p_2$ o bien $p_2 : p_1$ hasta aproximadamente tres. Disposiciones de arrollamiento que

- se repiten varias veces a lo largo de la periferia están indicadas en cada caso como valores numerales u $\frac{p_1'}{p_2'}$ (con q como factor multiplicador). Las zonas designadas con I se refieren a relaciones de números de pares de polos impar/par ejecutables en seis zonas. En el caso de que el primer número de pares de polos sea un número primo (p_1^*) son ejecutables zonas de arrollamiento de ancho $\sqrt[3]{3}$ solo en arrollamientos de agujero completo, correspondientemente a la tabla III. En arrollamientos de medio agujero y con relaciones de números de pares de polos dobles impares caracterizadas con II, tienen que preverse arrollamientos con extensión de zonas de doble ancho ($2 \sqrt[3]{3}$). Las relaciones de números de pares de polos dotadas del signo - no son realizables.
5. Para arrollamientos conmutables a segundos números de polos $2p_1 = 6, 12, 18$ y 24 , la tabla V contiene un resumen de los números de ranuras mínimas necesarios. Para la distribución de las derivaciones de arrollamiento básico y derivaciones neutras se han seleccionado aquí según la tabla I para G y N aquellos valores que presentan el máximo común divisor t.
10. Los ejemplos subrayados exigen el primer número de pares de polos p_1 una agrupación de arrollamiento con $2 \sqrt[3]{3}$ de ancho. Pero pueden ejecutarse también arrollamientos de seis zonas al tratarse de segundos números de pares de polos p_2 pares y número de ranuras multiplicado por 2. Números de ranuras ejecutables más altos resultan la tabla I mediante multiplicación de los números de ranuras mínimos indicados o mediante elección de una diferente distribución en derivaciones de arrollamiento básico y derivaciones neutras. Así, pues, para un arrollamiento de $20/18$ polos, para una distribución $G : N = 3 : 2$ el número de ranuras posibles más próximo por encima Z_N supone $27 (3 + 2)$
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

= 135.

5. Es claro que al aumentar los números de polos aumentan también los números de ranuras mínimos necesarios. Resultan números de ranuras especialmente altos, en especial al tratarse de segundos números de pares de polos $p_2 = 9, 18, 27$ etc., y asimismo cuando el primer número de pares de polos p_1 es un número primo puro ($p^{\#}$), porque aquí existen solo valores primos entre sí para G y N.

10. Otra cosa es por el contrario al tratarse de primeros números de pares de polos p_1 impares, que son un producto de dos números primos ($p^{\#}$) mayores de 3, por ejemplo para

$$p_1 = 5 \cdot 5 = 25$$

$$p_1 = 5 \cdot 7 = 35$$

$$p_1 = 7 \cdot 7 = 49$$

15. Aquí son posibles números de agujeros fraccionario con el doble de divisores primos en el numerador, de manera que puede ejecutarse por ejemplo un arrollamiento conmutable de 50/48 polos ya con $Z_N = 45$ ranuras y una distribución de las derivaciones de arrollamiento con $G = 30$ y $N = 20$. Al doblarse el número de ranuras a $Z_N = 90$ se hacen posibles también agrupaciones de arrollamiento con zonas de ancho $7/3$ en la estrella de lados de bobina y una distribución con $G:N = 9:1$, es decir $G = 45$ y $N = 5$.

25. En la figura 13 se muestra un arrollamiento conmutable de 10/6 polos para un número de ranuras mínimo necesario $Z_N = 45$ y una distribución $G:N = 3:2$. Para esto es necesaria una agrupación primitiva con zona de arrollamiento de ancho $2 \cdot 7/3$, para la que en la figura 13a se muestran los lados de bobina de la capa superior del ramal de arrollamiento de $2p_1 =$

30. 10 polos. En la figura 13 están dibujado debajo los ejes de

5. zona para el segundo número de polos $2p_2 = 6$. Según la figura 13c son posibles dos diferentes agrupaciones de seis polos α, β para una distribución con $G:N = 3:2$. Opcionalmente sirven aquí los símbolos de asociación a las distintas derivaciones de arrollamiento indicados en la figura 13a por encima de los lados de bobina.

10. La agrupación α corresponde a la disposición de zonas representada en la figura 3; la agrupación β es una variante intercalada simétricamente con zonas de arrollamiento básico subdivididas en tres y abiertas en abanico (en cada caso un lado de bobinas). Entre medias se hallan los sectores de derivación neutra (1) y (2) formados por en cada caso un lado de bobinas. Frente a la representación de la figura 3 completamente a modo de sectores, en la figura 13c se representa en cada caso solo la zona de una zona de arrollamiento básico con el ancho y los sectores parciales de derivación neutra inmediatamente contiguos con un ancho total τ_4 -o sea en total solo un tercio del plan de zonas de $2p_2$ polos- en arrollamiento lineal.

20. Para la adaptación recíproca de las densidades de flujo en el entrehierro se recomienda una conexión en serie de las derivaciones neutras según la figura 6.

25. Según sea el paso resultan los factores de arrollamiento y relaciones de densidad de flujo resumidos en la tabla VI. Los pertenecientes polígonos de paso se representan en la figuras 13d y 13e. Con el número de ranuras mínimas elegido $Z_N = 45$ suponen las divisiones polares $\tau_6 = 7,5$ ranuras y $\tau_{10} = 4,5$ ranuras. Al elegirse el paso 1 a 8 más próximo a 6 (paso $W = 7$) las bobinas para el otro número de polos con $\frac{W}{\tau_{10}} = \frac{7}{4,5} = 1,56$ estarían excesivamente fraccionadas y

30.

así pues sería muy bajo el factor de arrollamiento ξ_{10} . Es por tanto ventajoso acortar los pasos a 1 a 7 ó 1 a 6 (pasos $W = 6$ o $W = 5$).

5. Ya que ambos números de pares de polos p_1 y p_2 son signos impares, puede elegirse también un paso 1 a 23 (ancho de paso $W = 22$). Esto correspondería a la mitad de la periferia de la máquina y resultaría el fraccionamiento más pequeño posible para ambos números de polos, porque entonces el ancho de bobina W de tres divisiones polares ($3 \zeta_6$) con $2p_2 = 6$ o bien de 5 divisiones polares ($5 \zeta_{10}$) con $2p_1 = 10$ diferiría solo en cada caso solo en una mitad de división de ranura. Pero un semejante arrollamiento presentaría cabezas de arrollamiento relativamente largas.

10. En las figuras 13d y 13e están representadas para $2p_1 = 10$ así como para $2p_2 = 6$, agrupaciones α y β para anchos de bobina $W = 6$, $W = 5$ y $W = 7$ así como para $W = 22$, diagramas polares de las curvas de excitación de campo (polígono de Georges). Los valores pertenecientes de los factores de arrollamiento y relaciones de densidad de flujo B_6/B_{10} , están resumidos en la tabla VI.

15. De los polígonos de Georges, no simétricos polares según las figuras 13d y e, puede verse que con el número de ranuras mínimo $Z_N = 45$ surgen armónicos de número par que pueden evitarse con el doble número de ranuras $Z_N = 90$. Para esto pueden intercalarse uno en otro dos arrollamientos según la figura 13a, de manera que los lados de bobina de un arrollamiento (una mitad) ocupan en cada caso las ranuras impares y los lados de bobina del otro arrollamiento (la otra mitad) ocupan en cada caso las ranuras pares, estando desplazadas las dos mitades en la mitad del contorno de la máquina y circuladas por

20.
25.
30.

corriente en sentido contrario.

5. Este arrollamiento se indica en la figura 14, estando representados de trazos los lados de bobina de la segunda mitad. La asociación a las derivaciones de arrollamiento se ha efectuado según la variante figura 13c. Se produce con ésto un arrollamiento de seiz zonas con intercalación de ramales simétrica, con doble extensión de zona. Con un ancho de bobina $W = 10$ (paso 1 a 11) los factores de arrollamiento y las relaciones de densidad de flujo son idénticos a los valores de la tabla VI para paso 1 a 6, agrupación (primera fila).

10. Al aumentarse el ancho de bobina a $W = 11$ resulta $\xi_{10} = 0,793$ $\xi_6 = 0,861$ y $B_6 / B_{10} = 0,921$. Al reducirse el ancho de bobina a $W = 9$ será $\xi_{10} = 0,844$ $\xi_6 = 0,762$ y $B_6 / B_{10} = 1,11$, suponiéndose en ambos casos una conexión en serie sin variar de las derivaciones neutras según la figura 6.

15. Las pertenientes curvas de paso también para $W = 10$ (polígono de Georges) están representadas en las figuras 14b y 14c. Se muestra que en ambos números de polos son simétricas en seis ejes en cada caso, independientemente del ancho de paso, lo cual está condicionado por la extensión de zonas doblada a $2 \sqrt{3}$.

20. Las zonas de arrollamientos abiertas en abanico mediante dicha intercalación de ramales a extensión de zonas $2 \sqrt{3}$, permiten un número ilimitado de derivaciones de arrollamiento cofásicas, de manera que uno de estos arrollamientos de 10 polos para $Z_N = 90$ ranuras según la figura 15, puede distribuirse también en relación $G:N = 9:1$. La figura 15 muestra la perteniente estrella de lados de bobina para $2p_2 = 6$. Allí los lados de bobina del primer sistema parcial que se halla en ranuras impares están representados fuera del círculo y los lados

25. de bobina del segundo sistema parcial dentro del círculo con

30.

sentido de corriente negativo.

5. En la tabla VII están resumidos los factores de arrollamiento y relaciones de densidad de flujo resultantes para diferentes anchos de bobina, aludiéndose a los pertenecientes polígonos de Georges. La derivación neutra puede conectarse opcionalmente en paralelo o en serie a las derivaciones de arrollamiento básico. Al tratarse de una conexión en paralelo según la figura 4, las bobinas de derivación neutra se han de ejecutar con número de espiras triple respecto a las bobinas de las derivaciones de arrollamiento básico, por el contrario al tratarse de conexión en serie necesitan solo un tercio de los números de espiras para las bobinas de las derivaciones de arrollamiento básico. Los pertenecientes polígonos de Georges están representados en la figura 15c para funcionamiento de seis polos. Estos muestran una periodicidad triaxial. Para el escalón de 10 polos los polígonos permanecen invariados de seis ejes según la figura 14c.
- 10.
- 15.

20. Según la figura 15b están asociados a las distintas derivaciones de arrollamiento de cada sistema parcial (mitades de ramal con lados de bobina representados con trazo lleno y de trazos en la figura 15a) en cada caso la misma cantidad de lados de bobina, y concretamente de los dibujados dentro del círculo 5 en cada caso al arrollamiento básico (sector φ_1) y de los que se hallan dentro del círculo en cada caso al arrollamiento básico así como un lado de bobina a la derivación neutra (sectores φ_2 y ψ). Aquí es válido análogamente a la figura 3 $\frac{G}{N} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{4}$. A consecuencia de la igualdad de fase de ambos sistemas parciales pueden ejecutarse también diferentes distribuciones. En los sectores de solape ψ puede cambiarse la asociación de los distintos lados de bobina, por ejemplo
- 25.
- 30.

55 y - 10 ó 57 y -12, sin variar por ello los factores de arrollamiento ξ_6 y ξ_{10} .

5. Sin embargo esto influenciará la ondulación armónica de campo y la simetría de ramal en funcionamiento de seis polos, de manera que se pierde la periodicidad triaxial existente según la figura 15c y se hacen en conjunto más irregulares los polígonos de Georges.

10. Como otro ejemplo están representados para un arrollamiento conmutable de 10/12 polos los lados de bobina de la capa superior de un ramal de arrollamiento de 10 polos para $Z_N = 90$ ranuras, en la figura 16 para zonas de arrollamiento convencionales de ancho $\pi/3$, y en la figura 16b para zonas de arrollamiento con intercalación de ramales (abiertas en abanico a extensión $2\pi/3$. La pertenencia caracterizada por los símbolos de asociación, a los distintas derivaciones de arrollamiento produce en 15. estrella de lados de bobina de seis polos, correspondientemente a la relación de distribución $G:N = 9:1$ elegida, en ambos casos la misma agrupación con anchos de sector $\rho = 108^\circ$ $\gamma = 12^\circ$.

20. En la tabla VIII se indican para anchos de bobina $W = 7$ y $W = 8$ los pertenecientes factores de arrollamiento y relaciones de densidad de flujo, con una conexión opcional en paralelo o en serie de la derivación neutra. Los dos anchos de bobina difieren de la división polar $\tau_{12} = 7,5$ en cada caso solo en la mitad de una división de ranuras, de manera que resultan 25. los mismos factores de arrollamiento $\xi_{12} = 0,855$.

30. De los polígonos de Georges de las figuras 16c y 16d resulta que la agrupación de partida de la figura 16b presenta esencialmente menos armónicos y mejor simetría de arrollamiento en funcionamiento de doce polos (figura 16d). Aquí existen redes poligonales simétricas triaxiales y más juntas. Las redes poligo-

nales de la figura 16c son por el contrario simétricas solo en un eje y los bucles de polígono interiores y exteriores se abren relativamente mucho entre si. La simetría solo en un eje alude a ramales de arrollamiento agrupados diferentemente. En todos los casos se cierran las redes poligonales unicamente después de dos vueltas, lo cual muestra que se excita un subarmónico de medio número de polos.

Para un arrollamiento conmutable de 14/12 polos se indican en la figura 17a los lados de bobina de la capa superior de un ramal para $2p_1 = 14$ con zonas de arrollamiento de $2\pi/3$ de ancho. Con el número de ranuras mínimo elegido $Z_N = 63$ los números de agujero suponen $q_{14} = 1,5$ y $q_{12} = 1,75$ ranuras por polo y ramal. La asociación indicada de los lados de bobina a las distintas derivaciones de arrollamiento se encuentra a base de la estrella de bobina de doce polos en la figura 17b, estando determinado para la distribución en derivaciones de arrollamiento básico y derivaciones neutras $G:N = \mathcal{P} : \mathcal{U} = 6:1$.

La derivación neutra puede estar conectada en paralelo o en serie al arrollamiento básico conectado en estrella triple/estrella triple. La conexión en paralelo exige entonces bobinas con números de espiras duplicado respecto a las derivaciones de arrollamiento básico.

Para anchos de bobina de $W = 5$ y $W = 4$ -corresponde $\gamma_{14} \pm 1/2$ - resultan los valores numerales registrados en la tabla IX así como los polígonos de Georges representados en las figuras 17c y d, estando representado para $2p_1 = 14$ también el caso con derivación neutra suprimida.

Mediante duplicación del número de ranuras a $Z_N = 126$ pueden reducirse notablemente tanto los armónicos de campo de número par en ambos números de polos (carencia de simetría polar

en los polígonos de Georges) como también los subarmónicos en dos $p_2 = 12$ (entre abrimiento de las redes poligonales), si se prevé una agrupación primitiva con intercalación de ramales con extensión de zonas duplicada. En la figura 18a se muestra la situación espacial de los lados de bobinas de un ramal de 14 polos y en la figura 18b la perteneciente estrella de lados de bobina para $2p_2 = 12$. Los lados de bobina numerados con número par dibujados por fuera del círculo son positivos, los restantes están circulados negativamente. Los ejes de ambos sistemas parciales están desplazados uno respecto a otro en el ángulo $\delta = \frac{\alpha N}{2} = \left(\frac{60}{7}\right)^\circ$ correspondiente a la mitad de una división de ranura α_N .

En comparación a los valores en la tabla IX se reducen por tanto los factores de arrollamiento ξ_{12} con el mismo ancho de bobina relativo a $\cos \frac{\delta}{2}$ veces. Es también posible elegir mayor el ángulo δ , por ejemplo $\delta = 3 \frac{\alpha N}{2}$. Los lados de bobina circulados negativamente, dibujados de trazos en la figura 18a están entonces asociados de otro modo a las distintas derivaciones. Con $\delta = 3 \frac{\alpha N}{2}$, esta asociación es igual por pares para zonas de arrollamiento sucesivas, es decir los lados de bobina 11, 13, 15 están asociados entonces en el mismo orden que los lados de bobina 2, 4, 6 a las distintas derivaciones, e igualmente los lados de bobina 29, 31, 33 como los 20, 22, 24, etc.

Los polígonos de paso válidos para un arrollamiento según las figuras 18a y b están representados en las figuras 18c y d para anchos de bobina de $W = 10$ y $W = 9$. La forma de campo esencialmente mejorada se vé claramente al compararse el polígono para paso 1-11 con la figura 17c y d para paso 1-6. En ambos casos el ancho de bobina relativo es igual y supone

$$\frac{W}{Z_{14}} = \frac{10}{9} \text{ y } \frac{W}{Z_{12}} = \frac{20}{21} \text{ respectivamente.}$$

Con el número de ranuras $Z_N = 126$ suponen $q_{14} = 3$ y

$q_{12} = 3,5$. Para el primer número de polos $2p_1 = 14$ puede por tanto ejecutarse también una disposición de zonas normal $\pi/3$,

5. como se muestra en la figura 19a. Verdaderamente entonces el factor de arrollamiento ξ_{14} es más alto, sin embargo es desfavorable la forma de campo en funcionamiento de 12 polos. Como en el arrollamiento de 12/10 polos de las figuras 16a y b, el perteneciente polígono de Georges de la figura 19b es ahora
10. simétrico en un eje. Los dos polígonos de paso en la figura 19b para funcionamiento en 14 y 12 polos, valen para un paso de bobina de 1-11.

En la tabla X están resumidas las relaciones de densidad de flujo, factores de arrollamiento e indicaciones de formas de campo para diferentes pasos de bobina.

15.

En los ejemplos de ejecución descritos en las figuras 13 a 19, las nueve derivaciones de arrollamiento básico están conectadas en estrella triple, de manera que ambos escalones existe el mismo número de espiras. Son conseguibles posibilidades de adaptación para los números de espiras efectivos en ambos números de polos, mediante intercalación de ramales, variación del paso de bobina así como mediante conexión opcional en paralelo o serie de la derivación neutra en el primer número de pares de polos $p_1 = 3m \pm 1$.

20.

Para mayores aberturas del número de polos y/o para motores de ventilador, es ventajoso prever para el arrollamiento básico conmutaciones triángulo/triángulo triple o estrella/triángulo triple, donde la derivación neutra dimensionadamente correspondientemente en su número de espiras, pueden estar conectada según las figuras 7 a 12, en cada caso en paralelo o en conexión

25.

30.

- en serie interior o exterior al arrollamiento básico. Como ejemplo para ésto se representa en las figuras 20 a 23 un arrollamiento de 20/6 polos para $Z_N = 72$ ranuras. La figura 20a muestra la situación espacial de los lados de bobina de la capa superior pertenecientes al ramal de arrollamiento U en el primer número de polos $2p_1 = 20$, que están distribuidos según el número de agujero fraccionario existente $q_1 = \frac{72}{3 \cdot 20} = 1,2$ según el esquema de agrupación 1-1-1-1-2 en los distintos polos. Debajo están dibujados (Figura 20b) los ejes de zona para el segundo número de polos $2p_2 = 6$, con cuya ayuda se encuentra la asociación indicada a las distintas derivaciones de arrollamiento, según la figura 20c.

- La situación de fases de los distintos lados de bobinas en ambos números de polos se vé en la estrella de lados de bobina en la figura 20d para $2p_1 = 20$ y en la figura 20e para el segundo número de polos $2p_2 = 6$. Existe en cada caso una disposición de zonas sin interlación según las figuras 1 y 3, suponiendo la distribución en derivaciones de arrollamiento básico y derivaciones neutras $G:N = \mathcal{J} : \mathcal{Y} = 3:1$.

- El paso de bobina está ventajosamente con 1-13, 1-12 ó 1-11. Este corresponde entonces en el primer caso exactamente a la división de polos γ_2 y se halla en cada caso cerca en la división de polos triple para γ_1 ($3\gamma_1 = 3 \cdot 3, 6 = 10,8$).

- Los factores de arrollamiento ξ_{20} y ξ_6 de todos modos altos, existentes aquí se indican en la cabecera de la tabla XI. Según sea la conexión y configuración de las derivaciones neutras resultan las relaciones de inducción B_{20}/B_6 en el entrehierro. Las respectivas relaciones de números de espiras y los necesarios números de espiras para las deriva-

ciones neutras, se indican igualmente. Para la conexión en serie se han tomado flujos de bobina o bien densidades de corriente contactes. Pero en principio son sin embargo también posibles números de espiras por bobina W_N diferentes de éstos. Asimismo puede suprimirse la derivación neutra.

5.

La asociación de bobinas indicada en la figura 20 muestra derivaciones neutras que son cofásicas al arrollamiento básico. En la figura 21 están representados de nuevo todos los lados de bobina pertenecientes a las derivaciones neutras, sirviendo la figura 21a para el primer número de polos $2p_1 = 20$ y la figura 21b para el segundo número de polos $2p_2 = 6$. Como se vé en la figura 21b, en funcionamiento de seis polos se complementan a cero las tensiones inducidas, de manera que entonces las derivaciones neutras no tienen tensión y por tanto pueden cerrarse en corto.

10.

15.

Por el contrario este no es el caso en las derivaciones neutras de las figuras 22 y 23 previstas para conexión en serie exterior. Como se desprende de las figuras 22b y 23b, en funcionamiento de seis polos queden tensiones residuales que miran en la dirección de la resultante R. Ya que éstas son de igual magnitud para los tres ramales, pueden enlazarse los bornes de derivación neutra exteriores; sin embargo tiene que evitarse un cortocircuito entre el comienzo y el final de las derivaciones neutras. Para el primer número de polos las bobinas de derivación neutra están reunidas de tal manera que los ejes de derivación neutra están desplazados en cada caso $\pi/6$ respecto a los ejes de ramal de arrollamiento básico. Están dibujadas de trazo lleno en cada caso las bobinas de derivación neutra para (U-W), indicando la figura 22a una disposición de derivaciones neutras de seis zonas correspondientemente a la fi-

20.

25.

30.

gura 10b, y la figura 23a una configuración de derivaciones neutras de tres zonas correspondiente a la figura 10d.

5. El número de variantes posibles en el primer número de polos $2p_1$ mediante intercalación de ramales, crece comprensiblemente al aumentar los números de ranuras. La tabla XII debe aclarar esto en el ejemplo de un arrollamiento trifásico de seis zonas con $q_1 = 6$ ranuras por polo y ramal. En a hasta l están resumidas agrupaciones de zonas diferentemente intercaladas para el escalón de $2p_1$ polos, que son todas apropiadas para la conmutación de polos según la invención y pueden transformarse en agrupaciones idénticas de $2p_1$ polos, según la figura 3 o variantes intercaladas de estas. En la parte derecha están indicados en cada caso los pertenecientes factores de zona.
10. Las agrupaciones a hasta g son en cada caso simétricas, las agrupaciones h hasta l, son por el contrario asimétricas. Como se indica en la tabla XII mediante puntos y círculos, las variantes h hasta k se obtienen porque por ejemplo en las ranuras de número impar se dispone una agrupación parcial intercalada y en las ranuras de número par una agrupación parcial sin intercalar, para la mitad del número de ranuras $q'_1 = 3$, y éstos arrollamientos agrupados parcialmente, en cada caso simétricos en sí, se disponen desplazados en 1, 3 ó 5 ranuras. La variante l resulta directamente de una agrupación asimétrica posible para $q'_1 = 3$ mediante duplicación del número de ranuras.
15. En las agrupaciones simétricas pueden imaginarse producidas las variantes a, b, c y f de dos agrupaciones parciales sin intercalar y desplazadas en 1, 3, 5 y 7 ranuras, y las variantes d y e de dos agrupaciones parciales de número de ranuras.
- 20.
- 25.
- 30.

ras divisible por dos, simétricas, intercaladas a extensión duplicada $\frac{2\pi}{3}$ y desplazadas en 1 y 3 ranuras.

5. En la tabla XII no está en modo alguno completo el número de agrupaciones de zonas posibles con $q_1 = 6$. Mediante combinación de una agrupación parcial asimétrica con agrupaciones simétricas en cada caso para la mitad del número de agujero $q'_1 = 3$, que se disponen en cada caso desplazadas en el ángulo, pueden conseguirse otras intercalaciones asimétricas (tabla XIII). En la parte inferior de la tabla XIII se muestran otras intercalaciones de ramales simétricas que pueden conseguirse a partir de agrupaciones parciales para $q'_1 = 3$ asimétricas, combinadas en forma simétrica.

10. Todas estas intercalaciones según las tablas XII y XIII pueden ejecutarse también en el arrollamiento de 20/6 polos para $Z_N = 72$ ranuras con $q_1 = \frac{6}{5}$. Las distribuciones de zona representadas se producen entonces de todos modos sólo en la suma sobre en cada caso seis polos (véase la figura 20d), que corresponde a una disposición sin intercalar según la tabla XII variante a.

15. Como ya se ha dicho son posibles agrupaciones de zona con intercalación de ramales también en el segundo número de pares de polos divisible por 3. Estas pueden formarse en números de ranuras mínimos elevados en el factor k mediante agrupaciones elementales desplazadas mutuamente en k.

20. Por ejemplo para una distribución con $G : N = 3:1$ se han de prever doce de estos sectores elementales anchos $(30/k)^\circ$, como está indicado en la cabecera de la tabla XIV, de los que pueden derivarse disposiciones de zona diferentemente intercaladas. Esta agrupación elemental corresponde a la disposición básica de la figura 3 con $\varphi = \pi/2$ y $\psi = \pi/6$. Tres

25. Tres

30. Tres

sectores elementales contiguos con ancho eléctrico $(30/k)^\circ$ pertenecen a la misma zona de arrollamiento básico cuyo factor de distribución de zona supone así pues $\xi'_Z = \frac{1}{3} \cdot (\cos 0^\circ + 2 \cdot \cos 30^\circ) = 0,9107$. El cuarto sector está asociado en cada caso a la zona de derivación neutra.

5.

Mediante desplazamiento recíproco de k de estas agrupaciones elementales resultan las distintas variantes representadas en la tabla XIV para $k = 2$ y 3 . Conforme vá agrandando el desplazamiento recíproco de las agrupaciones elementales vá empeorando el factor de zonas ξ_Z . Los factores de desplazamiento ξ_V a consecuencia del ángulo desplazamiento entre las distintas agrupaciones elementales están indicados en la tabla XIV.

10.

Las agrupaciones intercaladas de este tipo presuponen un número de ranuras suficientemente alto por polo. Mientras que la agrupación sin intercalar según la figura 3 es ejecutable con el número de ranuras mínimas $Z_N/2p_2 = 6$ ranuras por polo, las agrupaciones de la tabla XIV necesitan $Z_N/2p_2 = 12$ ranuras por polo para $k = 2$. Las variantes α a η para $k = 3$ según la tabla XIV requieren por lo menos $Z_N/2p_2 = 18$ ranuras por polo. En general con el número de pares de polos $p_2 = 3n$ para una agrupación elemental subdividida k veces y con una distribución en arrollamientos de derivación básica y derivación neutra en relación $G : N = 3:1$ son necesarias por lo menos $Z_N/2p_2 = k \cdot 6$ ranuras por polo.

15.

20.

25.

Para otras relaciones de distribución, especialmente aquellas con $N > 2$ se eleva todavía considerablemente el número de intercalaciones posibles con $p_2 = 3n$. Por ejemplo con $G:N = 3:2$ pueden ejecutarse ya con el número de ranuras mínimas necesario $Z_N = 45$ las dos diferentes agrupaciones elementales

30.

α y β indicadas en la figura 13c. Con ambas puede lograrse ahora, con números de ranuras más altos, mediante intercalación y combinación recíproca, un número de variantes que aumenta enormemente.

5. Mediante intercalación de ramales es posible fijar independientemente entre sí los números de espiras de ambos números de polos. Ya que el ancho de bobina puede dejarse en cada caso en el valor más favorable $W = \tau_2$, esta medida no trae consigo ningún perjuicio de la simetría de campo, en
10. contraposición a un fraccionamiento de bobinas modificado (véase la tabla XV). En el sentido de una inducción de entrehierro adaptada, es necesario que en el número de polos más alto exista también el mayor número de espiras efectivo. Por tanto en
15. las conmutaciones de estrella múltiple con derivaciones neutras paralelas y solo seis bornes, la intercalación de ramales se empleará preferentemente en el número de polos pequeño.

Como puede extraerse de la tabla XV, los anchos de zona y los anchos de paso de bobina tienen una esencial influencia sobre la forma de campo y la simetría de ambos números de
20. polos. Como criterio de simetría se indica en cada caso el número Z de ejes de periodicidad del polígono de Georges, mediante el cual están determinados según $\gamma = k \cdot Z \pm 1$ los números ordinales que surgen de los armónicos de campo.

La diferencia entre periodicidad y simetría se aclara a base de la figura 24.
25.

La figura 15c son ejemplos reales de polígonos periódicos triaxiales. En el primer número de polos $2p_1$ e intercalaciones de ramales asimétricas resultan polígonos periódicos de seis ejes. Al tratarse de polígonos de seis ejes la periodicidad tiene el mismo significado que simetría polar. Los arrolla-
30.

mientos de seis zonas con intercalación de ramales, simétricos o no, presentan siempre una simetría en seis ejes, independientemente del ancho de bobina.

5. En el segundo escalón de número de polos ($p_2 = 3n$) es eficaz solo el arrollamiento básico. En virtud de su configuración de arrollamiento de tres zonas, no surgen entonces ahora armónicos de campo de número par, cuando referido a $2p_2$ existe un paso diametral. Con anchos de paso diferentes y arrollamientos primitivos con zonas de arrollamiento de ancho $\pi/3$ en p_1
10. el polígono de Georges para p_2 es simétrico normalmente solo en un eje.

15. Al haberse suprimido o estar conectadas en serie las derivaciones neutras, que están desplazadas en fase y/o presentan números de espira de bobinas diferente, empeora la forma de campo y aparecen ondas subarmónicas. El polígono de Georges no se cierra hasta después de varias vueltas y el número de ejes de simetría que quedan está partido por dos.

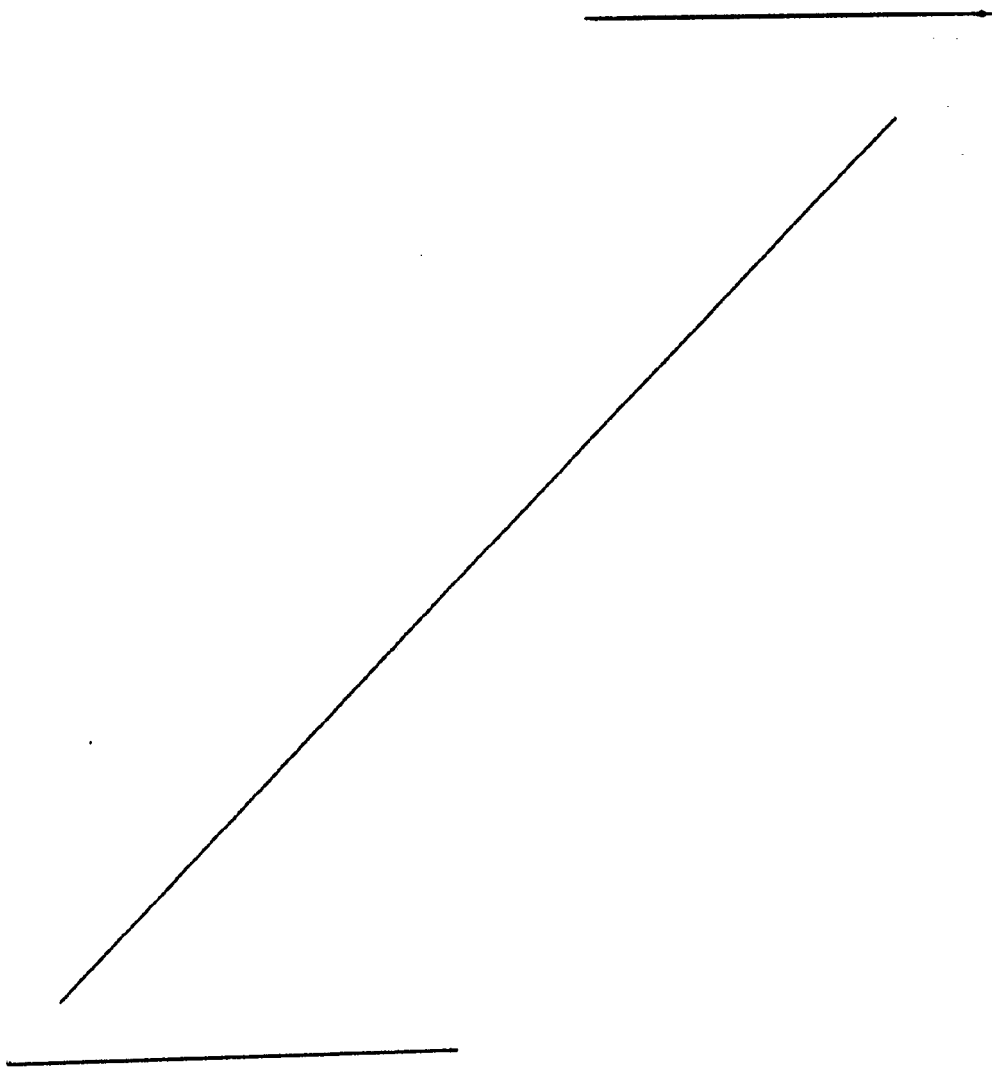
20. Un caso especial importante existe en las agrupaciones primitivas con intercalación de ramales con extensión de zonas $2\pi/3$. Estos llevan con p_1 par a una simetría triaxial, como es siempre el caso también en los arrollamientos primitivos de tres zonas. Al haber una relación de números de polos impar doble el arrollamiento puede subdividirse según las figuras 14 a 18 en dos sistemas parciales, cada uno de los cuales
25. corresponde a un arrollamiento de tres zonas para la mitad del número de ranuras. Si la subdivisión en derivaciones de arrollamiento básico y derivaciones neutras se efectúa de manera que ambos sistemas parciales sean idénticos y agrupados cofásicos, se producen aquí también seis ejes de simetría independientemente del ancho de bobina 6 (figura 14c). Para una distribución
- 30.

en la que es constante solo el número de bobinas del primero y segundo sistema parciales asociadas a los distintas derivaciones de arrollamiento, quedan tres ejes de simetria o bien ejes de periodicidad (figura 15c). Al ser diferente la distribución se pierde la simetria.

5.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas, son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

10.



REIVINDICACIONES

5. 1.- Perfeccionamientos en arrollamientos trifásicos de polos conmutables, para una relación de pares de polos fraccionaria del primer número de par de polos y del segundo número de par de polos p_1 y p_2 según $p_1:p_2 = (3m + 1) : 3n$ con $p_2 = 3n$ como múltiplo entero de número de fases, donde m y n son números enteros positivos, caracterizados porque cada ramal de arrollamiento en el primer número de par de polos $2p_1$ consta de $\frac{2p_1}{t}$ derivaciones de arrollamiento covalentes, de las que un número G divisible por 3 de denominadas derivaciones de arrollamiento básico es conductor de corriente tanto en el primer número de polos $2p_1$ como también en el segundo número de polos $2p_2$, estando asociado éste G de derivaciones de arrollamiento básico para el número de polos segundo $2p_2$ a cada tercio de los tres ramales de arrollamiento, y el restante número N de derivaciones de arrollamiento están desarrollados como denominados ramales neutros sin eficacia en el número de polos segundo $2p_2$, de manera que se efectúa una subdivisión en derivaciones de arrollamiento básico y derivaciones neutras según $G + N = \frac{2p_1}{t}$, donde t es un divisor entero del número de polos primeros $2p_1$.

25. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados por una distribución de arrollamientos de tal tipo que las bobinas pertenecientes en el primer número de polos $2p_1$ a un ramal de arrollamiento formado por $\frac{2p_1}{t}$ de derivaciones de arrollamiento cofásicas en lo referente a su situación de fase están abiertas en abanico sin hueco y sin solaparse en toda la periferia de la estrella lateral de la bobina en el número de polos segundo $2p_2$ divisible por 3.

30. 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2,

5. caracterizados porque en la estrella lateral de bobinas para el número de pares de polos segundo $p_2 = 3n$ los sectores ocupados por las derivaciones de arrollamiento básico que forman en cada caso un ramal por los $p_1 = 3m \pm 1$ (zonas de arrollamiento básico) presentan un ancho total de φ eléctricos y los sectores situados entre medias en cada caso (zonas de derivación neutras) presentan un ancho total de ψ eléctricos, con $\varphi : \psi = G : N$ y $\varphi + \psi = 2 \cdot \pi/3$.


10. 4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 3, caracterizados porque las zonas de arrollamiento básico y las zonas de derivación neutra están imbricadas.

15. 5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4, caracterizados porque el grupo de estrellas laterales de bobinas imbricado está compuesto de $k = 2, 3 \dots$ agrupaciones elementales desplazadas reciprocamente, donde cada agrupación elemental está formada por sectores elementales sucesivos a separaciones de en cada caso k divisiones de sector, de las que en cada caso G sectores elementales pertenecen a la misma zona de arrollamientos básicos y N sectores elementales pertenecen en cada caso a la zona de derivación neutra.

20. 6.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque los lados de bobinas de las derivaciones de arrollamiento básico y derivaciones neutras pertenecientes en el número de par de polos primero $p_1 = 3m \pm 1$ en cada caso a un ramal de arrollamiento, están dispuestos imbricados por ramales.

25. 7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6, caracterizados por un imbricado por ramales tal que en anchos de zona $\pi/3$ se consigue una dimensión de zonas duplicada a $2 \cdot \pi/3$.

30.

5. 8.- Perfeccionamientos según la reivindicación 7, caracterizados porque cuando presenta un primer número de par de polos p_1 impar, la dimensión de zonas doblada está formada por dos sistemas parciales de la mitad del número de ranuras desplazados entre sí en una mitad periférica y circulado por corriente en contrasentido, uno de los cuales ocupa las ranuras impares y el otro las ranuras pares, y cada uno presenta -referido a la mitad del número de ranuras- una disposición de zonas sin imbricar con $2 \pi/3$ de ancho.
10. 9.- Perfeccionamientos según la reivindicación 8, caracterizados porque el ancho de las bobinas supone un múltiplo impar de la división de ranuras.
15. 10.- Perfeccionamientos según la reivindicación 8, caracterizados porque ambos sistemas parciales están subdivididos del mismo modo y están asociados a las distintas derivaciones de arrollamiento del arrollamiento básico y del arrollamiento de derivación neutro.
20. 11.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque tanto las derivaciones de arrollamiento neutro como las derivaciones de arrollamiento básico constan en cada caso de bobinas del mismo número de espigas y de la misma sección transversal de conductor.
25. 12.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el G de derivaciones de arrollamiento del arrollamiento básico para el número de polos primero $2p_1$ están unidos firmemente en conexión de estrella triple con puntos centrales separados galvánicamente que constituyen los puntos de conexión para el segundo escalón de número de polos $2p_2$.
30. 13.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque las G derivaciones de arrollamiento de
- 

la arrollamiento básico para el número de polos más alto están conectadas firmemente en triángulo y son conmutables en triángulo triple para el número de polos más pequeño.

5.

14.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque las G derivaciones de arrollamiento de arrollamiento básico para el número de polos más alto están conectados firmemente en estrella y son conectables en triángulo triple para el número de polos más pequeño.

10.

15.- Perfeccionamientos según la reivindicación 12, caracterizados porque las N derivaciones neutras están conectadas firmemente en estrella y están conectadas en paralelo al arrollamiento básico a los puntos de conexión para el número de polos primero (donde su número de espiras de bobina $w_N = \frac{G}{N} w_G \cdot a_N$ (con $w_H =$ número de espiras de bobina en el arrollamiento básico y $a_N =$ número existente en caso dado de caminos en paralelo de la derivación neutra).

15.

20.

16.- Perfeccionamientos según la reivindicación 13 ó 14, caracterizados porque cuando $p_1 \ll p_2$, las derivaciones neutras N están conectadas fijas en triángulo y en el número de polos primero $2p_1$ está conectada en paralelo a los arrollamientos básicos conectados en triángulo (al tratarse de p_1 p_2) o bien en triángulo triple (al tratarse de $p_1 \gg p_2$), donde el número de espiras de las bobinas de derivación neutra en el primer caso supone $w_N = \frac{G}{N} \cdot w_G \cdot a_n$, y por el contrario en el segundo caso supone $w_N = \frac{G}{3N} \cdot w_G \cdot a_n$.

25.

30.

17.- Perfeccionamientos según la reivindicación 14, caracterizados porque cuando $p_1 \gg p_2$, las n derivaciones neutras están conectadas fijas en estrella y en el número de polos primero $2p_1$ están conectadas en paralelo al arrollamiento básico conectado asimismo en estrella, suponiendo el número de espi-

ras de la bobina de derivación neutra $w_N = \frac{G}{N} \cdot w_G \cdot a_N$.

5. 18.- Perfeccionamientos según la reivindicación 12, caracterizados porque los comienzos de las derivaciones neutras están enlazados en cada caso directamente con los tres extremos de las derivaciones de arrollamiento básico reunidos en cada caso formando un punto de conexión, y los extremos de las derivaciones neutras constituyen los puntos de conexión para el número de par de polos primero.

10. 19.- Perfeccionamientos según la reivindicación 18, caracterizados porque las bobinas de las derivaciones neutras presentan un número de espiras menor y una mayor sección transversal del conductor que las bobinas de las derivaciones de arrollamiento básico.

15. 20.- Perfeccionamientos según la reivindicación 18, caracterizados porque las bobinas de las derivaciones neutras en lo referente al número de espiras y a la sección transversal del conductor se diferencian en el factor tres de las derivaciones de arrollamiento básico.

20. 21.- Perfeccionamientos según la reivindicación 14, caracterizados porque cuando $p_1 \gg p_2$, las derivaciones de arrollamiento neutro y arrollamiento básico en cada ramal de arrollamiento se hallan directamente en serie y los tres ramales están conectados en triángulo o bien en estrella.

25. 22.- Perfeccionamientos según la reivindicación 21, caracterizados porque todas las bobinas de arrollamiento de las derivaciones neutra y de arrollamiento básico presentan el mismo número de espiras y la misma sección transversal del hilo.

30. 23.- Perfeccionamientos según la reivindicación 13, caracterizados porque los comienzos de las derivaciones neutras están enlazados en cada caso directamente con los puntos del

triángulo del arrollamiento básico, y los extremos de las derivaciones neutras constituyen los puntos de conexión para el número de polos primero.

5. 24.- Perfeccionamientos según la reivindicación 23, caracterizados porque las bobinas de las derivaciones neutras presentan un número de espiras menor en el factor 3 y una sección transversal de hilo mayor en el mismo factor que las bobinas del arrollamiento básico.

10. 25.- Perfeccionamientos según la reivindicación 23, caracterizados porque las derivaciones neutras están reunidas de tal manera que sus ejes están desplazados en $1/6$ respecto a las derivaciones de arrollamiento básico.

15. 26.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque todas las bobinas de arrollamiento están ejecutadas al menos aproximadamente con un paso de diámetro para el número de par de polos divisible por 3, suponiendo el ancho de bobina aproximadamente l_2 o un múltiplo impar de él.

20. 27.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque las bobinas de arrollamiento están reunidas formando grupos de bobinas concéntricos.

25. 28.- Perfeccionamientos según la reivindicación 27, caracterizados porque cuando el arrollamiento es de dos capas con relleno de ranuras unitario, los números de espiras se eligen diferentes dentro de cada grupo de bobinas concéntrico.

30. 29.- Perfeccionamientos según la reivindicación 28, caracterizados porque para forman un arrollamiento de una capa una de las mitades de bobinas concéntricas se suprime y la otra mitad de las bobinas concéntricas se ejecuta con doble número

pg

de espiras.

5.

30.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque consta de dos arrollamientos parciales dispuestos uno junto a otro o uno sobre otro en las ranuras, y/o situados desplazados reciprocamente y/o desarrollados de diferente modo, cuyas derivaciones de arrollamiento están conectadas en serie en cada caso.

10.

31.- Perfeccionamientos según la reivindicación 30, caracterizados porque las distintas bobinas de arrollamiento de ambos arrollamientos parciales están reunidas, de manera que se producen arrollamientos de dos capas solapados por zonas.

15.

32.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque al ser unitaria la forma de las ranuras se suprimen las derivaciones neutras, y las concernientes ranuras están ocupadas como máximo parcialmente con lados de bobinas de arrollamiento básico.

20.

33.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque las derivaciones neutras se suprimen, y la forma de la ranura está adaptada en lo referente a su sección transversal bobinable, a las respectiva ocupación lateral de bobinas.

25.

34.- Perfeccionamientos según la reivindicación 33, caracterizados porque el ancho de diente entre ranuras contiguas en cada caso está dimensionado aproximadamente igual.

30.

35.- Perfeccionamientos según una o varias de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque está dispuesto un segundo arrollamiento dispuesto distribuido equidistante, para uno de ambos pares de polos, que está enlazado fijo con los correspondientes puntos de conexión del arrollamiento de polos conmutables.

36.- Perfeccionamientos en arrollamientos trifásico de polos conmutables, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria.

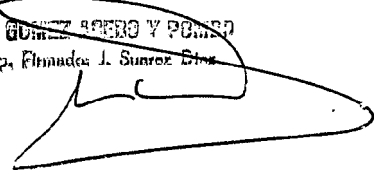
Esta Memoria consta de 70 hojas escritas a máquina por una sola cara.

5.

Madrid, 16 MAYO 1978

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT.-

~~D. RA. GONZALEZ ARBERO Y PONS~~
p. p. Firmado: J. Suarez Diaz



ps

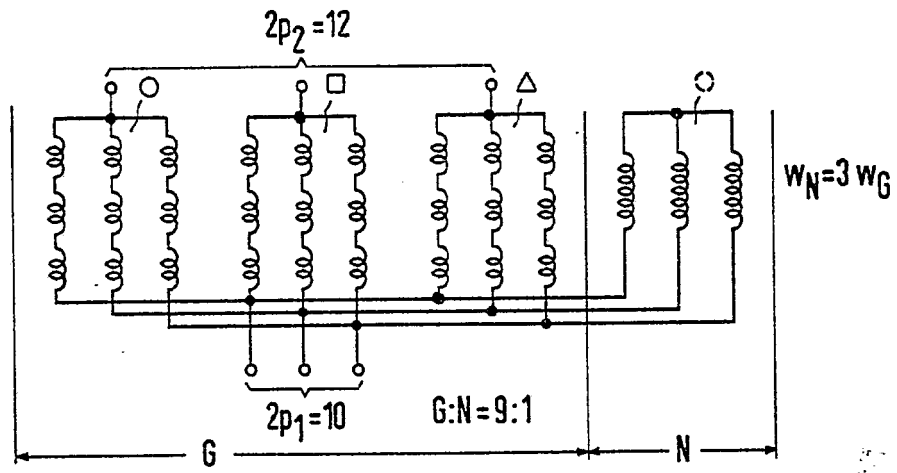


Fig.4

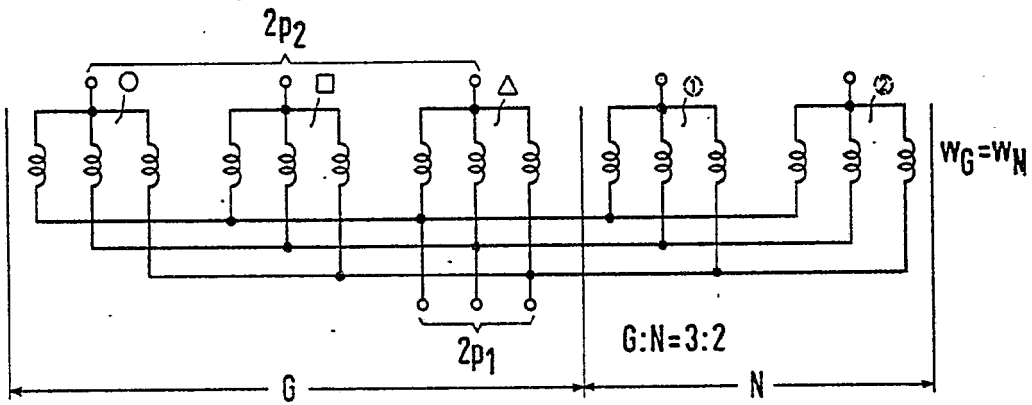


Fig.5

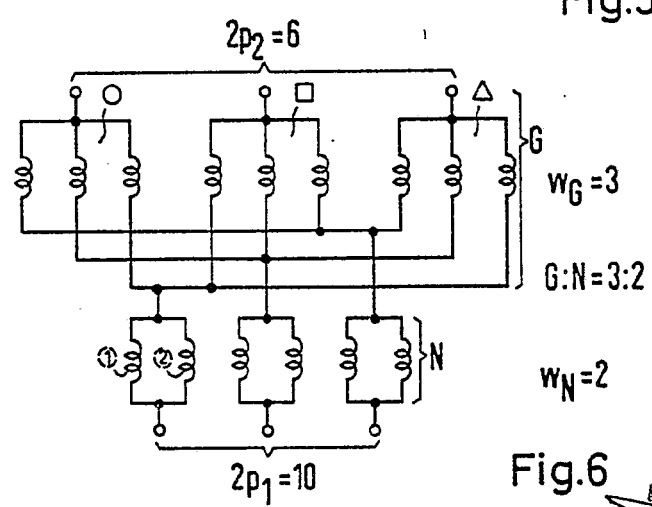
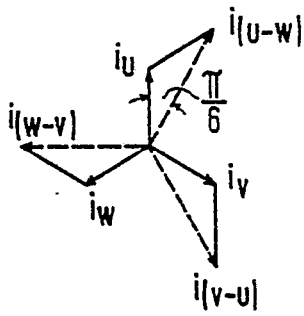


Fig.6

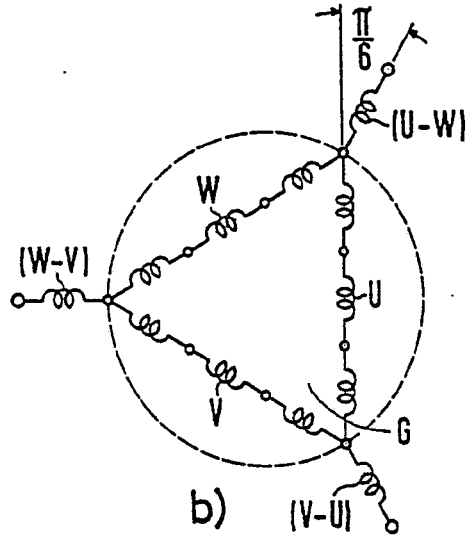
16 MAYO 1978

Madrid

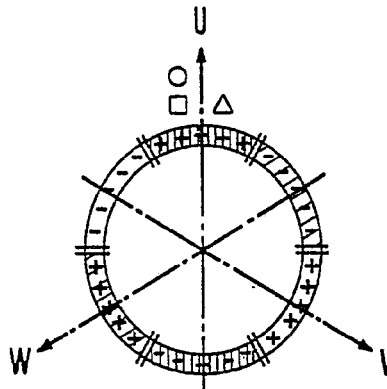
[Handwritten signature]



a)

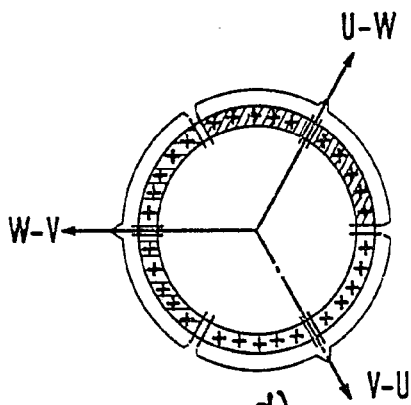


b)

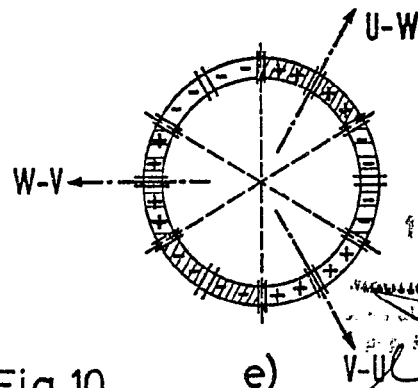


c)

ESCALA
VARIABLE



d)



e)

Fig.10

ESCALA
VARIABLE

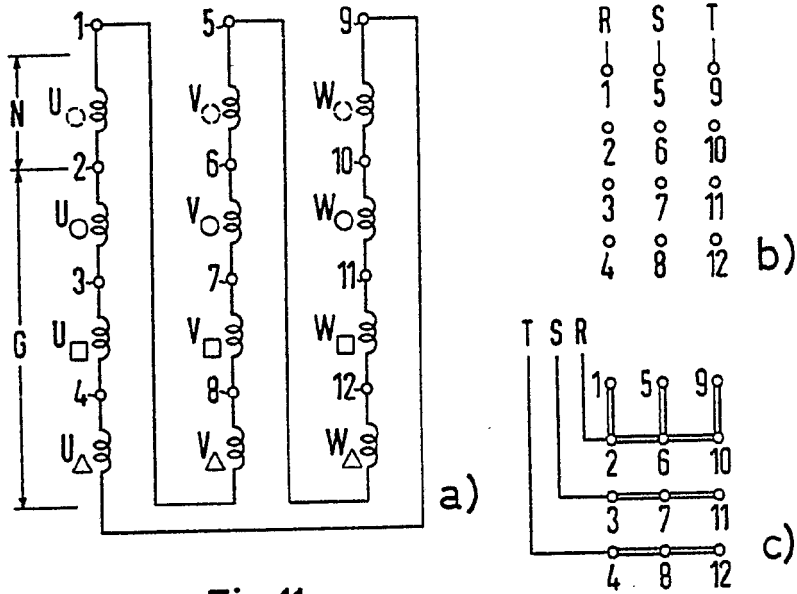


Fig.11

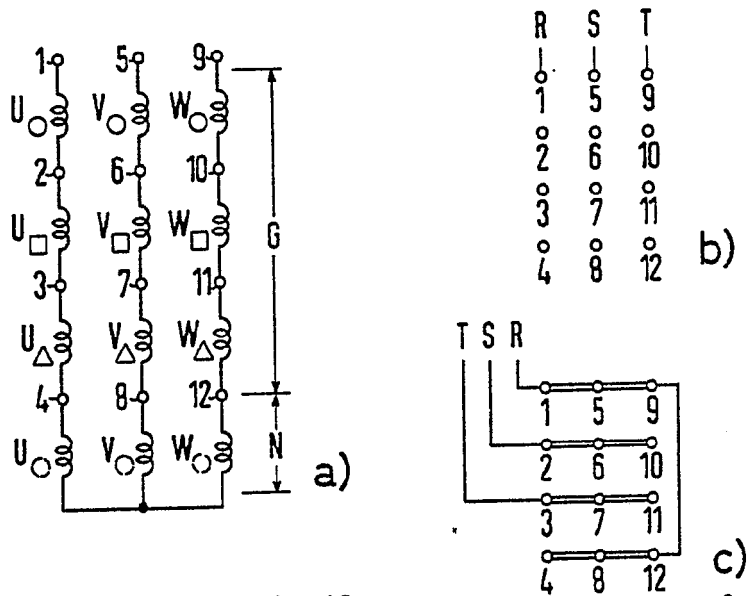
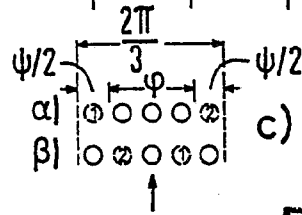
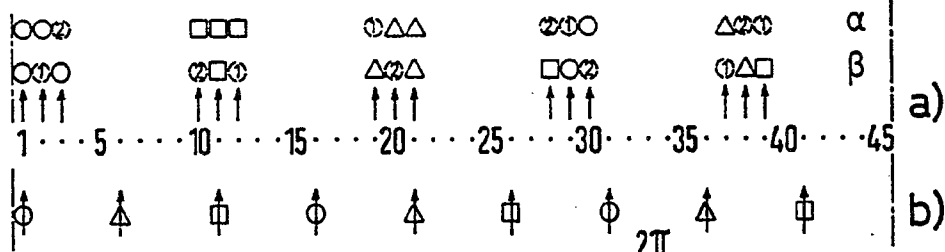


Fig.12

16 MAYO 1978

Madrid

J. M. GARCÍA RIVERA Y POMBO
E. P. Elmadari J. Sanchez Diaz



ESCALA VARIABLE

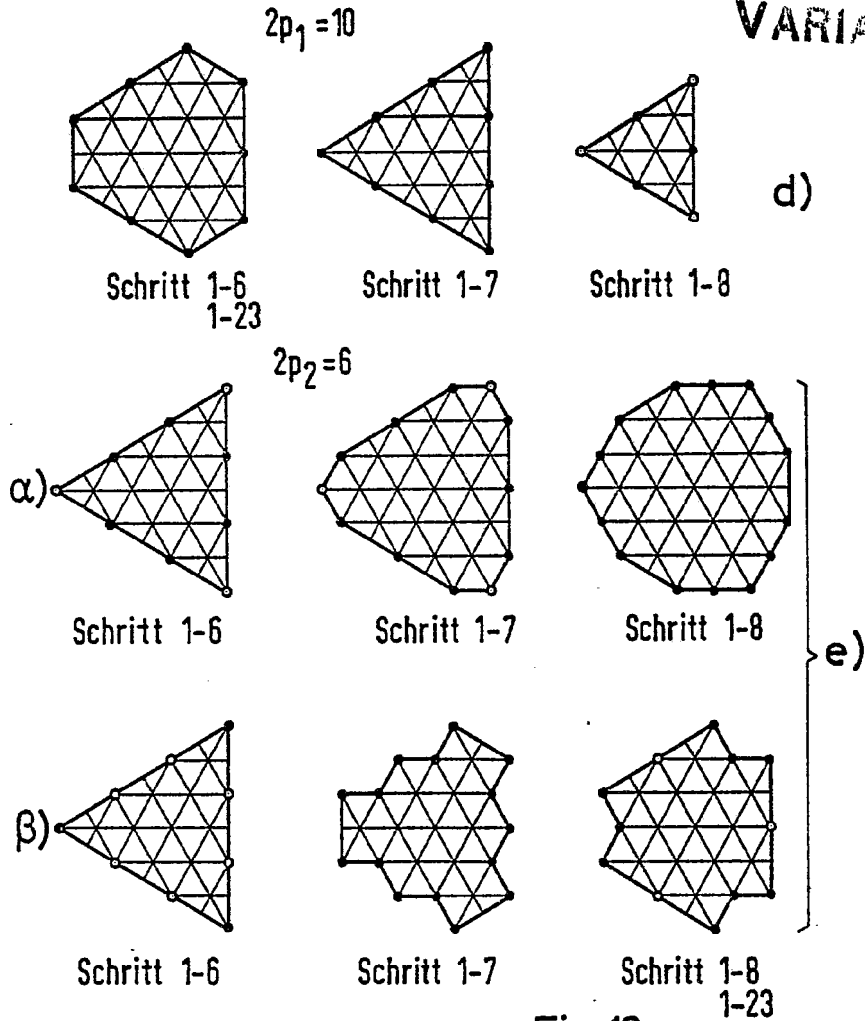


Fig.13

Maurus 16 MAYO 1978
J. M. GOMEZ ASEDO Y ROMBO
por el Firmador J. Suarez Diaz

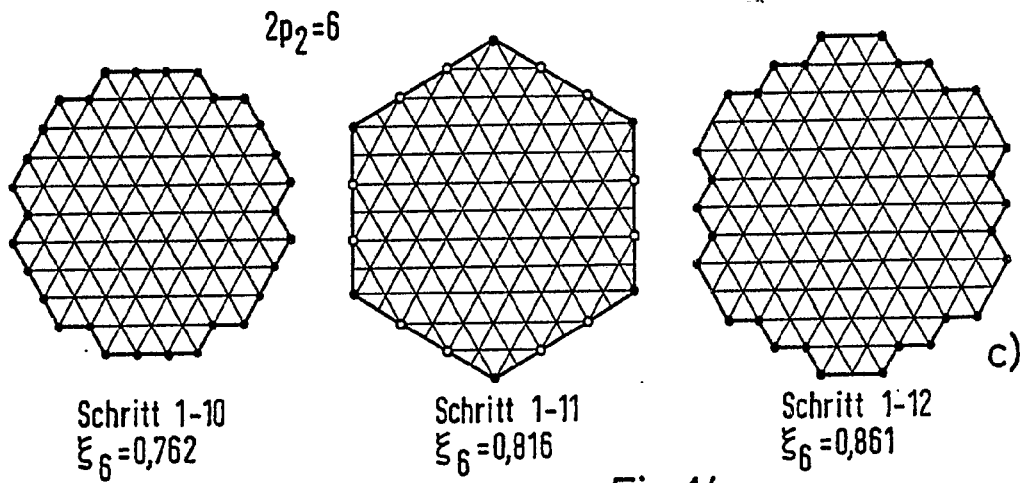
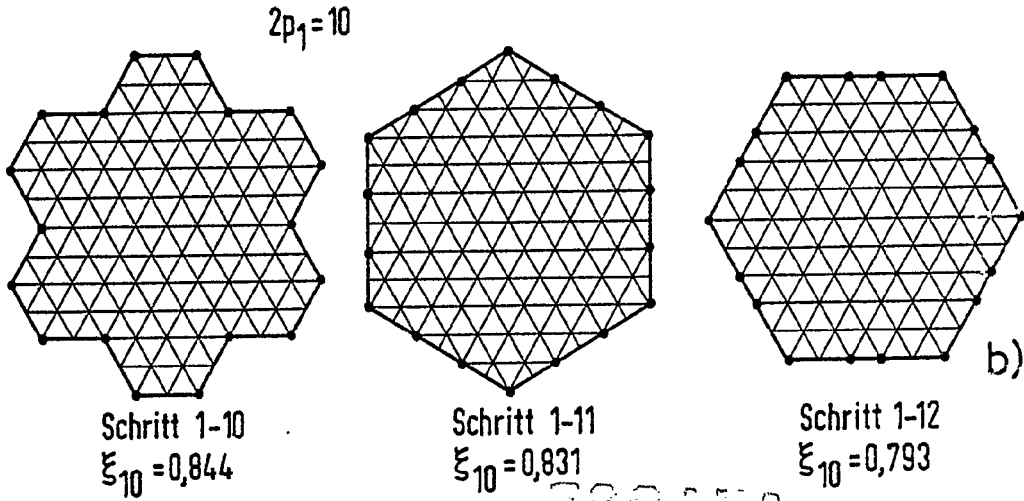
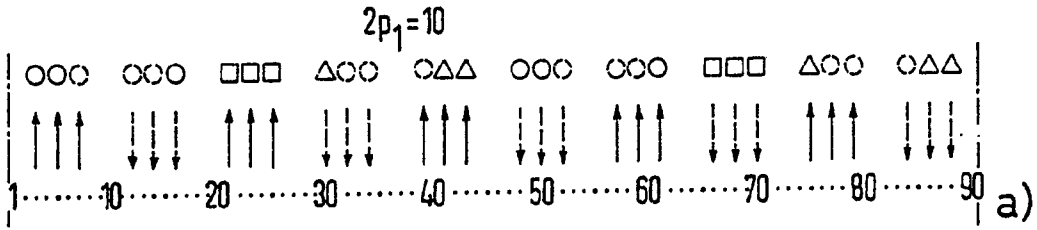
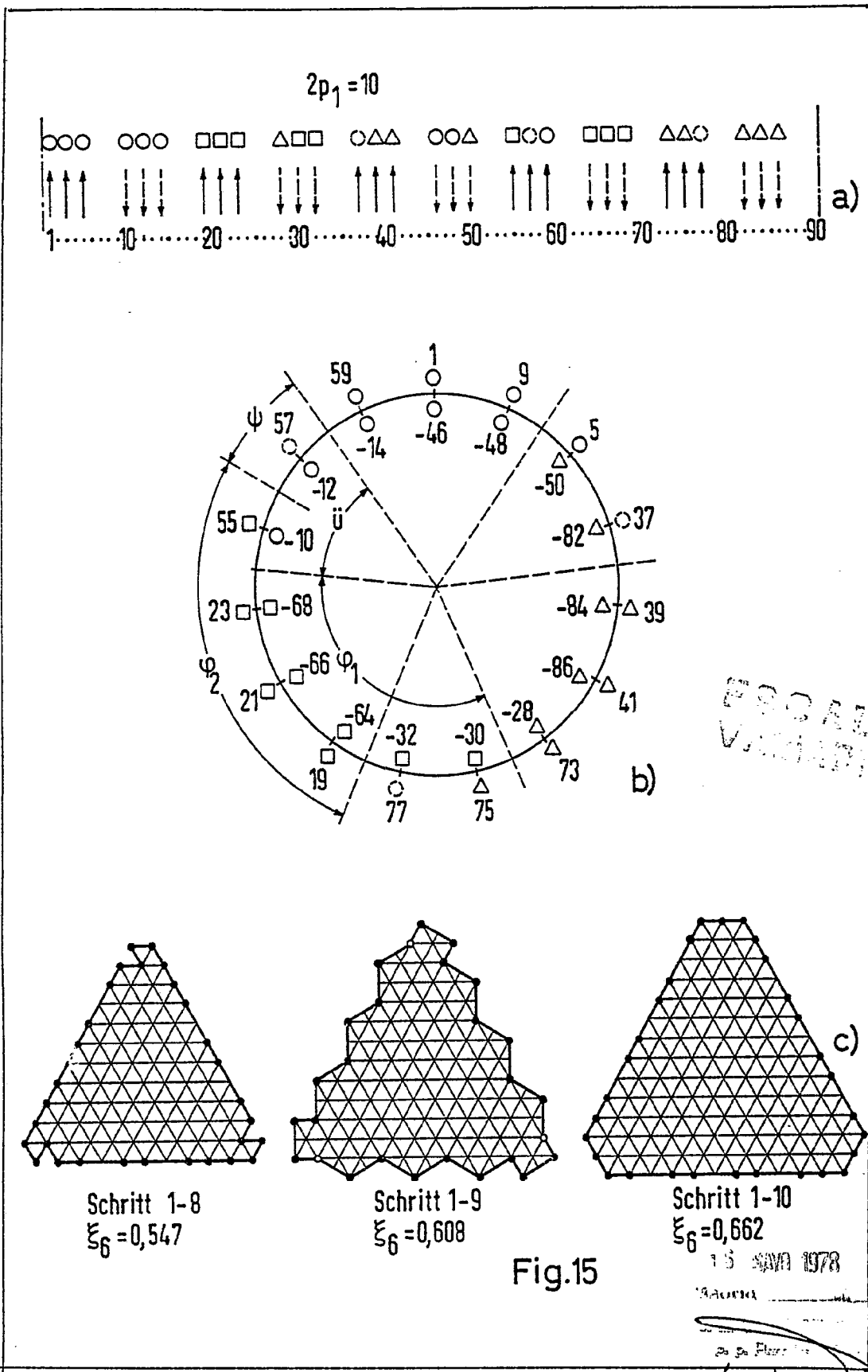


Fig.14

16 MAY 1978
J. M. GÓMEZ MEDO Y PONDO
En la Firma de J. Suárez Díaz



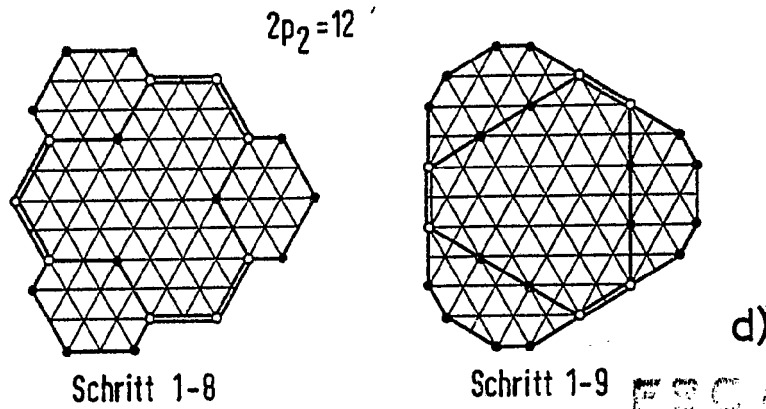
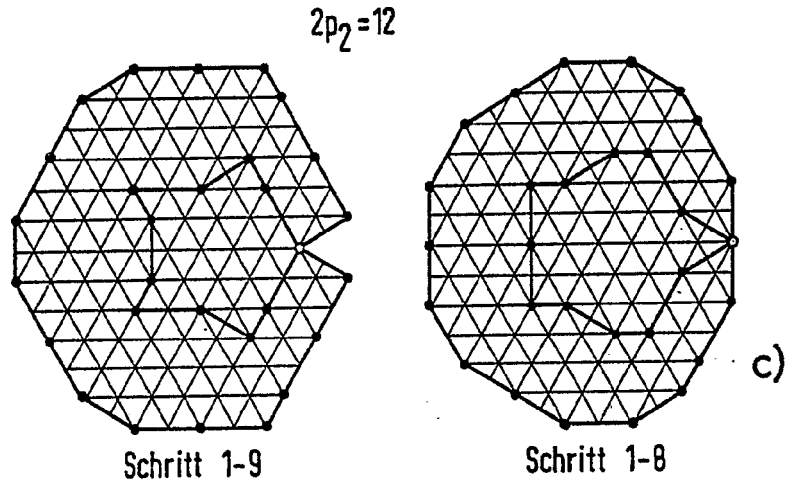
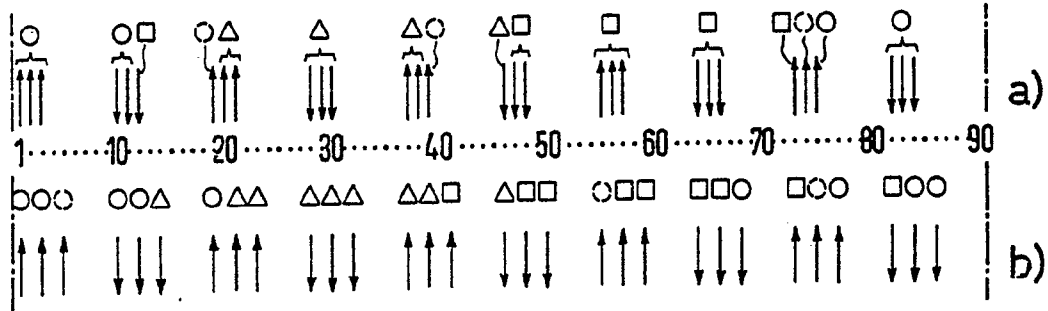


Fig.16

ESCALA
VARIABLE

15 MAYO 1973

[Handwritten signature]

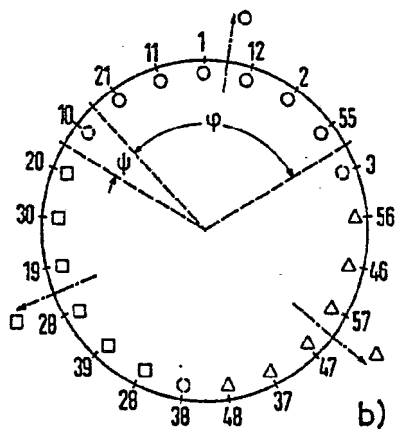
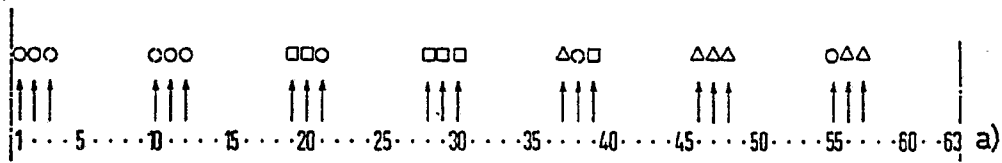
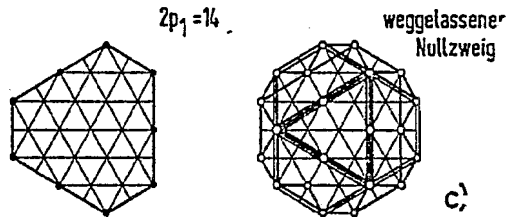
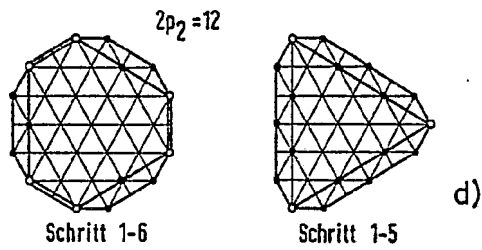


Fig.17



Für Schritt 1-6 und 1-5 jeweils gleich



**ESCALA
VARIABLE**

16 MAYO 1978

J. M. HERRERA Y PONS
p. p. Fernando J. Suarez

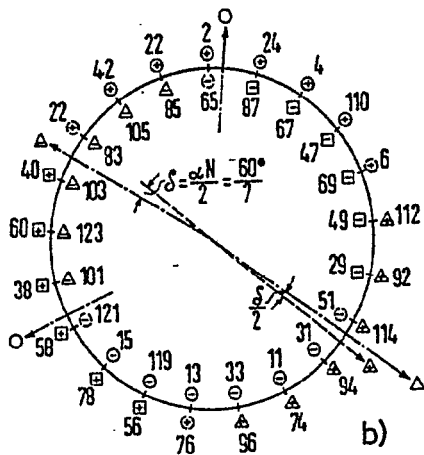
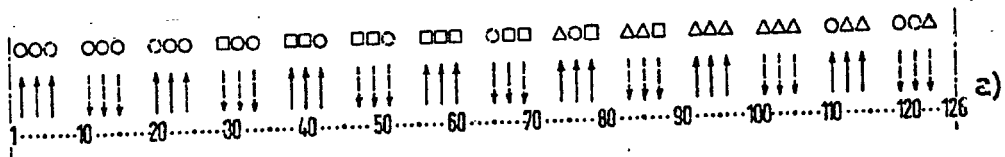
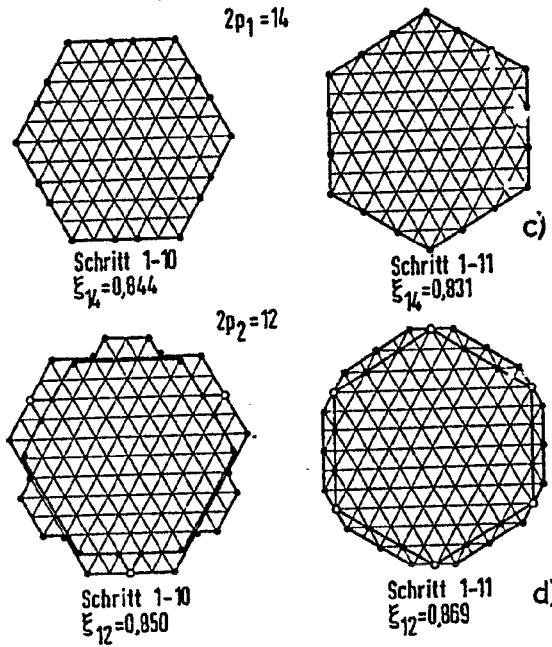


Fig.18



RECIBIDA 16 MAYO 1978

Dr. GONZALEZ GARCIA Y PONS
Sr. Director General de Estudios Científicos

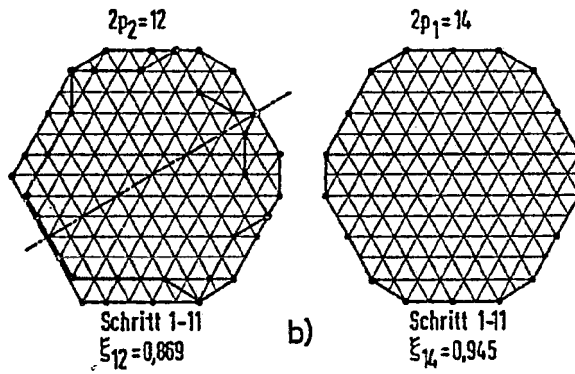
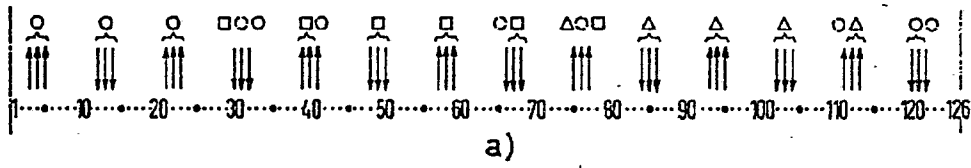


Fig.19

16 MAYO 1978
I. M. SUÑEZ ABEJO Y POMBO
p. p. Firmador E. Suñez Díaz

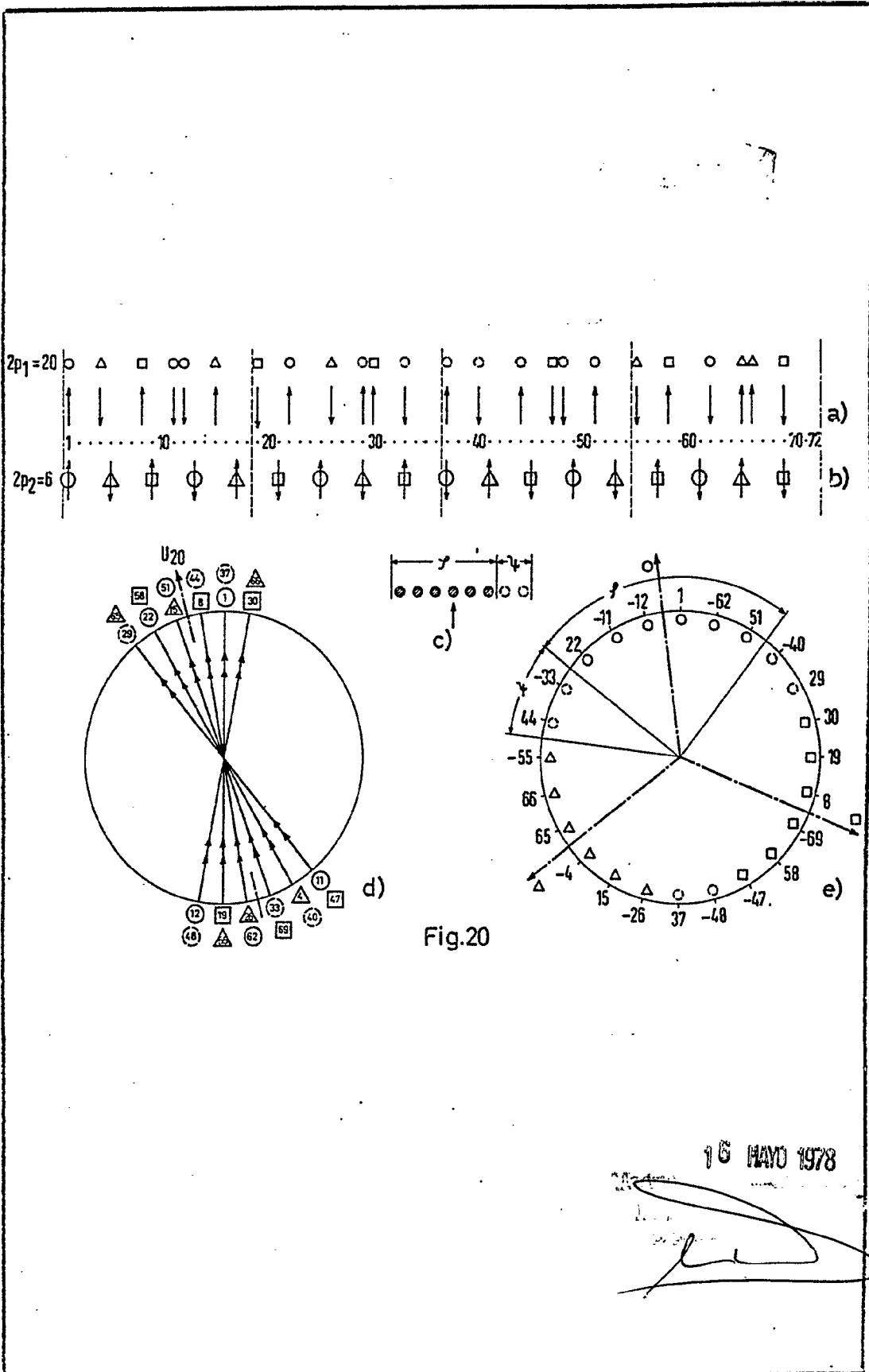


Fig.20

16 MAYO 1978

[Handwritten signature]

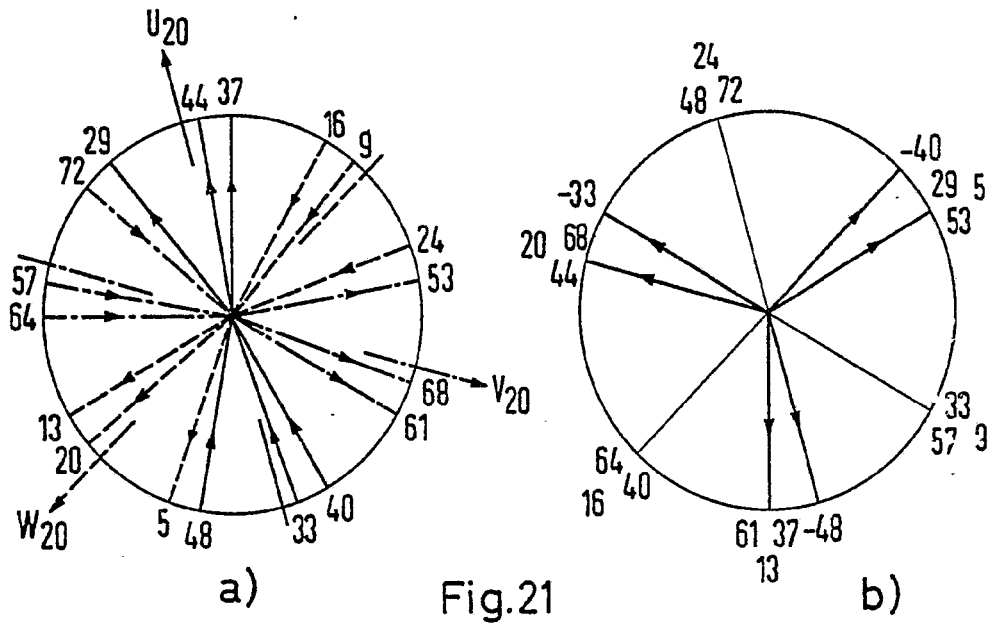


Fig. 21

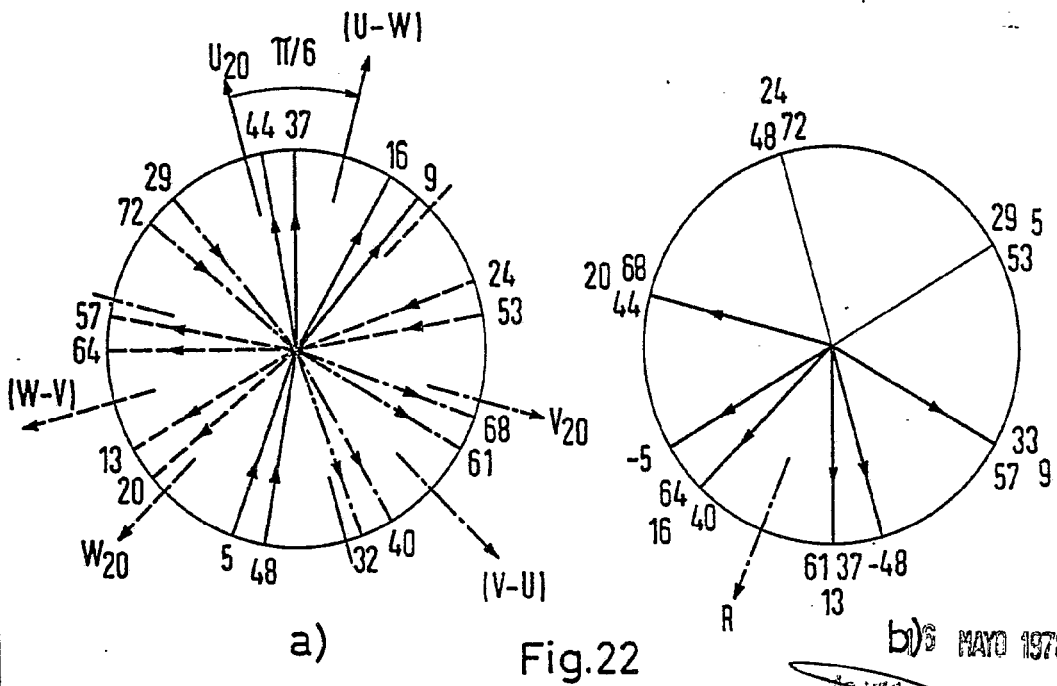


Fig. 22

b) 5 MAYO 1978

[Handwritten signature]

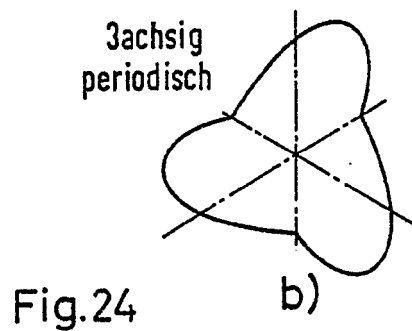
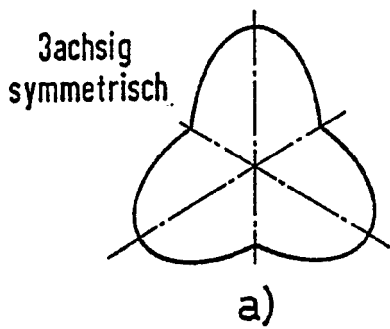
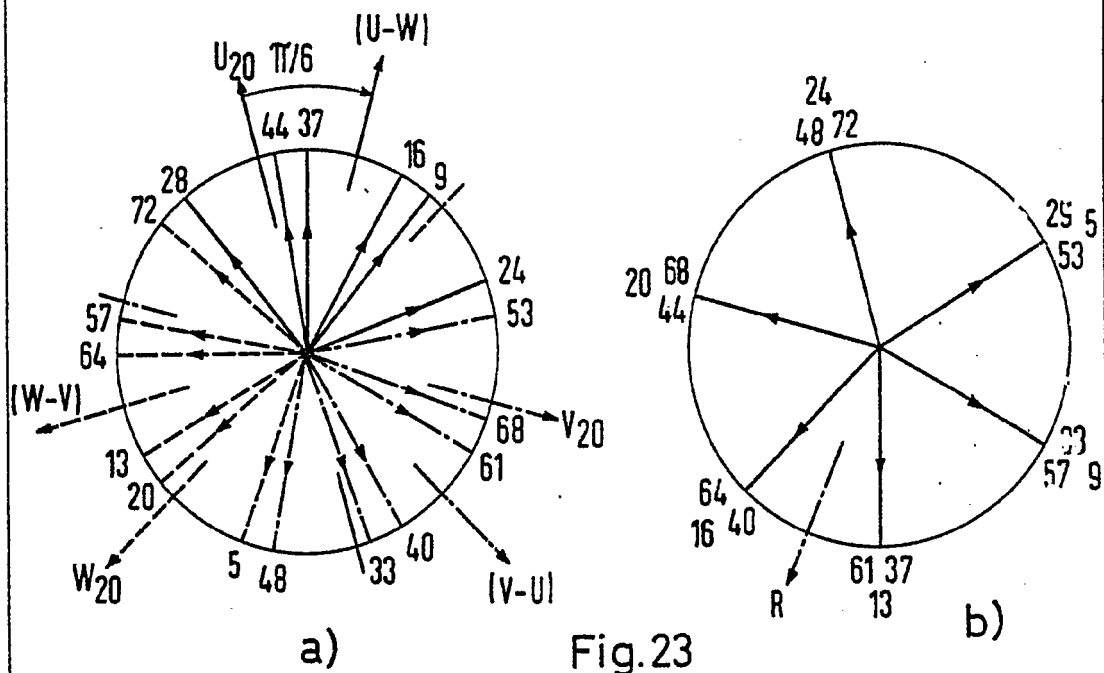


Fig. 24

16 MAYO 1978

2. AN. GONZALEZ...

[Handwritten signature]