



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 294 690**

51 Int. Cl.:
H01F 30/02 (2006.01)
H01F 30/14 (2006.01)
H02M 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **05717117 .5**
86 Fecha de presentación : **21.03.2005**
87 Número de publicación de la solicitud: **1759397**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **07.03.2007**

54 Título: **Autotransformador con desfase de 40°.**

30 Prioridad: **07.05.2004 FR 04 04955**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2008

73 Titular/es: **THALES**
45, rue de Villiers
92526 Neuilly sur Seine, FR

72 Inventor/es: **Bruzy, Christophe;**
Blanchery, Francis y
Monroy, Gérard

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Autotransformador con desfase de 40°.

5 La invención concierne a los autotransformadores utilizados en particular para la conversión de energía eléctrica alterna (AC) en energía continua (DC).

10 La conversión alterna/continua a partir de una corriente de red de alimentación trifásica utiliza puentes rectificadores; en la teoría bastaría con un solo puente de dos veces tres diodos para hacer la rectificación de la corriente trifásica en corriente continua; pero en la práctica la utilización de un solo puente alimentado por la red trifásica produce una corriente continua afectada por una oscilación residual muy importante, que no es aceptable para muchas aplicaciones. Además, la rectificación provoca una re-inyección de corrientes en la red, estas corrientes teniendo frecuencias armónicas de la frecuencia de la corriente alterna de alimentación. Estas re-inyecciones de armónicas no son aceptables si las mismas son demasiado importantes.

15 Para reducir las ondulaciones residuales de la corriente continua y las armónicas re-inyectadas en la red, se ha propuesto ya aumentar el número de fases de la corriente de alimentación y el número de puentes rectificadores. Así, típicamente, se puede transformar el sistema trifásico, cuyas tres fases están espaciadas a 120°, en un sistema de nueve fases espaciadas a 40° que puede ser considerado como un sistema de tres redes trifásicas desplazadas en 40° una con respecto a la otra. Son utilizados tres puentes de seis diodos, cada puente siendo alimentado por una de estas redes. Estos convertidores AC/DC con dieciocho diodos son llamados también convertidores de 18 impulsos. Las ondulaciones residuales devienen débiles, también las re-inyecciones de armónicas. Las nueve fases son producidas a partir de transformadores. Autotransformadores pueden ser utilizados para reducir el peso y el recargamiento si no existe limitante de aislamiento entre los potenciales del lado de la red de alimentación y los potenciales del lado de la utilización.

20 La patente US 5,124,904 describe un convertidor de 18 impulsos. La tensión continua obtenida a partir de este sistema de nueve fases es más elevada que la que sería obtenida a partir de tres fases, por diversas razones, incluyendo el hecho de que la oscilación residual es más débil y que la tensión continua depende del valor medio de oscilación residual. Por razones de compatibilidad de equipos por ejemplo (tensión trifásica impuesta, tensión continua de utilización impuesta) se puede desear que no haya esta modificación de nivel de tensión continua cuando se reemplaza la rectificación de 6 diodos por una rectificación de 18 diodos. Para evitar llegar a una tensión continua más elevada que la que daría una rectificación simplemente trifásica (por el mismo valor de tensión de alimentación trifásica) entonces hay que prever en el autotransformador medios suplementarios de reducción de tensión. En la patente US 35 5,124,904, una realización prevé que estos medios estén constituidos por enrollados suplementarios que acrecientan la complejidad y el peso, así como las tasas de reactancia de escape.

40 La patente US 5,619,407 describe un autotransformador de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y propone una solución diferente para reducir la tensión continua proporcionada a la salida de los puentes rectificadores. Esta solución no utiliza enrollados suplementarios, pero es poco satisfactoria porque lleva a una estructura de autotransformador no simétrica; esta ausencia de simetría conduce a una distorsión armónica y por consiguiente una re-inyección demasiado importante de armónicas hacia la red de alimentación; esta distorsión es tanto más significativa si el porcentaje de reducción de tensión es importante (porcentaje en relación con la tensión continua que proporcionaría la rectificación trifásica simple).

45 Además, los sistemas descritos precedentemente no proporcionan solución para aumentar la tensión continua en relación con la que daría una rectificación simplemente trifásica de seis diodos. Ahora bien hay casos en los que se puede desear aumentar la tensión continua más que reducirla.

50 Se hace necesario por consiguiente un autotransformador mejorado que convierta una alimentación trifásica en sistema de nueve fases permitiendo escoger un nivel de tensión continua deseado (más elevado o menos elevado que el que daría una rectificación trifásica simple), conservando una débil distorsión armónica, y limitando el peso y el recargamiento del autotransformador.

55 De acuerdo con la invención, se propone un autotransformador elevador o reductor de tensión, destinado a ser conectado a una alimentación con tensión trifásica de amplitud dada y proporcionando nueve tensiones de salida de fases repartidas de 40° en 40° y de amplitudes idénticas más débiles o más fuertes que la amplitud entre el neutro y la fase de alimentación trifásica; el autotransformador incluye un núcleo magnético con tres ramas y en cada rama magnética una bobina principal teniendo un primer y un segundo borne, las tres bobinas principales estando eléctricamente conectadas entre ellas con montaje en triángulo, la bobina principal de una rama dada teniendo entre su primer y su segundo borne, una primera, una segunda, y una tercera tomas intermedias. El autotransformador está caracterizado porque incluye también, en cada rama magnética, tres bobinas auxiliares, la primera bobina auxiliar de otra rama teniendo un primer borne conectado respectivamente a una primera toma intermedia de la bobina principal de la rama dada y un segundo borne de entrada o salida presentando una tensión en fase con la tensión presente en el primer borne de esa bobina principal, las segunda y tercer bobinas auxiliares de la rama dada teniendo cada una un primer borne unido a una segunda o una tercera toma intermedia de una u otra de las otras ramas y un segundo borne constituyendo una salida respectiva entre nueve salidas del autotransformador.

ES 2 294 690 T3

Es de notar, como se explicará en detalle más adelante, que la fase de la tensión en el segundo borne de una bobina auxiliar está determinada por la posición de la toma intermedia a la cual esa bobina está conectada, por el número de espiras de la bobina auxiliar, y por la elección de la rama magnética en la cual esa bobina está ubicada.

5 El montaje puede ser el siguiente: la primera bobina auxiliar de una primera rama es conectada a la primera toma intermedia de la bobina principal de una segunda rama, el primer borne de la bobina principal de la segunda rama estando unida al segundo borne de la bobina principal de la primera rama.

10 En el caso en el que el autotransformador sea reductor de tensión, los primeros y segundos bornes de las bobinas principales constituyen entradas del autotransformador, destinadas a ser alimentadas por la tensión trifásica a transformar, y el segundo borne de la primera bobina auxiliar de una rama constituye una salida directa del autotransformador, en fase con una tensión en un borne de la alimentación trifásica.

15 De preferencia, considerando que dos bobinas principales montadas en dos ramas magnéticas diferentes están unidas, por un montaje en triángulo, a una entrada del autotransformador, la bobina auxiliar conectada a la salida directa en fase con la tensión trifásica presente sobre esta entrada está montada en la tercera rama magnética.

20 En el caso en el que el autotransformador sea elevador de tensión, los primeros y segundos bornes de las bobinas principales constituyen salidas directas del autotransformador, en fase con las tensiones de la alimentación trifásica, y el segundo borne de la primera bobina auxiliar de cada rama constituye una entrada respectiva de la alimentación trifásica.

25 Aún más de preferencia, considerando que dos bobinas principales, montadas en dos ramas magnéticas diferentes, están unidas a una misma salida directa del autotransformador en el montaje en triángulo, la bobina auxiliar conectada a una entrada en fase con esta salida está montada en la tercera rama magnética.

30 La invención propone igualmente un convertidor alterno-continuo caracterizado porque utiliza un autotransformador tal como es definido precedentemente, un diodo en directo estando unido entre cada salida del autotransformador y una salida positiva del convertidor y un diodo en inverso estando unido entre cada salida del autotransformador y una salida negativa del convertidor. En ese convertidor no es necesario intercalar auto-interfases entre cada grupo de tres diodos y una salida respectiva del convertidor como es el caso en algunos montajes del arte anterior.

35 Otras características y ventajas de la invención aparecerán durante la lectura de la descripción detallada que sigue y que está hecha con referencia a los dibujos anexados en los cuales:

• la figura 1, representa una vista de principio simplificada de un transformador de tres ramas magnéticas destinado a una utilización en trifase;

40 • la figura 2 representa una composición vectorial que permite definir las características de un autotransformador reductor de tensión, en un primer modo de realización de acuerdo con la invención;

• la figura 3 representa las bobinas previstas en una rama magnética del autotransformador;

45 • la figura 4 representa el montaje del autotransformador correspondiente a la composición vectorial de la figura 2;

• la figura 5 representa la composición vectorial correspondiente a un segundo modo de realización;

50 • la figura 6 representa el montaje de las bobinas de un autotransformador correspondiente a la composición vectorial de la figura 5;

• la figura 7 representa la composición vectorial correspondiente a un tercer modo de realización, para un autotransformador elevador de tensión;

55 • la figura 8 representa el montaje de las bobinas de una autotransformador correspondiente a la composición vectorial de la figura 7;

• la figura 9 representa un convertidor alterno/continuo que utiliza el autotransformador.

60 Se recuerda inicialmente algunos principios generales.

65 En la figura 1, se recuerda el principio clásico de un transformador trifásico formado por bobinas colocadas alrededor de las ramas de un triple circuito magnético cerrado. El triple circuito magnético cerrado incluye un núcleo ferromagnético con una rama central M12 para recibir las bobinas correspondientes a una primera fase, y dos ramas laterales M23 y M31, unidas a una rama central de un lado a otro de esta última, para recibir las bobinas de una segunda y de una tercera fase respectivamente. La rama central M12 y una de las ramas laterales forman un primer circuito magnético cerrado; la rama central y la otra rama lateral forman un segundo circuito magnético cerrado; las dos ramas laterales M23 y M31 forman un tercer circuito magnético cerrado.

ES 2 294 690 T3

Varias bobinas están enrolladas en cada rama, algunas formando primarias de transformador y otras formando secundarias. El montaje es idéntico para las tres ramas, es decir que las bobinas juegan el mismo rol en las diferentes ramas incluyendo el mismo número de espiras y los mismos sentidos de enrollamiento. A título de esquema simplificado se ha representado en la figura 1 una bobina principal respectiva B12, B23, B31 y una bobina auxiliar respectiva S12, S23, S31 en cada rama del núcleo magnético. Las bobinas de una misma rama magnética son recorridas por el mismo flujo magnético. Para más comodidad de representación, las bobinas auxiliares son representadas al lado de las bobinas principales, aunque en realidad las dos bobinas están colocadas en el mismo lugar (una alrededor de la otra, incluso las capas de una intercaladas entre las capas de la otra) para ser atravesadas exactamente por el mismo flujo magnético.

En el esquema de conexión más simple que se pueda imaginar, transformando una tensión trifásica en otra tensión trifásica, las bobinas principales podrían ser enrollados primarios de un transformador y las bobinas auxiliares serían enrollados secundarios. Las bobinas primarias podrían estar conectadas en triángulo o en estrella, para recibir la tensión trifásica a convertir. Las bobinas secundarias estarían también conectadas ya sea en triángulo ya sea en estrella para producir una tensión trifásica. Los flujos magnéticos que circulan en las tres ramas son idénticos pero desfasados en 120° los unos en relación con los otros. En la realización de un transformador que convierte una tensión trifásica en una tensión de nueve fases, el montaje es más complejo y utiliza un mayor número de bobinas como se verá, pero se conserva el principio de un circuito magnético de tres ramas simétricas en el cual los flujos magnéticos de las diferentes ramas están desfasados en 120° los unos en relación con los otros y en el cual las bobinas de una misma rama son todas recorridas por el mismo flujo magnético.

En los bornes de una bobina secundaria de una rama magnética aparece una tensión en fase con la tensión en los bornes de la bobina primaria de la misma rama. La tensión engendrada en la bobina secundaria depende

- del valor de tensión en los bornes del primario asociado,
- de la relación entre los números de espiras del primario y del secundario,
- y del sentido de rotación de la corriente en el enrollado de la bobina secundaria en relación con el sentido de la corriente en la bobina primaria (la fase de la tensión está invertida si los sentidos están invertidos).

Para un transformador con aislamiento entre potenciales del primario y potenciales del secundario, los bornes de las bobinas secundarias no están unidos a los bornes de las bobinas primarias o a otros elementos del circuito del lado del primario. Para un autotransformador (transformador sin aislamiento), los bornes de las bobinas secundarias pueden estar unidos a los bornes de las bobinas primarias o a tomas intermedias formadas en las bobinas primarias. La invención concierne a los autotransformadores.

Ahora se va explicar el principio de representación vectorial que permite describir el funcionamiento de un transformador más complejo y en particular de un autotransformador capaz de proporcionar nueve fases secundarias a partir de tres fases de la alimentación primaria.

La fase y la amplitud de la tensión (tensión simple presente en un punto del circuito o tensión diferencial presente entre dos puntos del circuito) pueden ser representadas por un vector cuya longitud representa la amplitud de la tensión alterna (simple o diferencial) y cuya orientación representa la fase de 0° a 360° de esa tensión alterna.

Para la constitución de un autotransformador capaz de producir nueve fases a partir de tres fases espaciadas en 120° , se buscan composiciones de vectores que, a partir de tres fases de partida, permitan fabricar las nueve fases buscadas.

Los vectores utilizados en esta composición son obtenidos por una parte a partir de puntos que representan los bornes de bobinas principales o auxiliares y por otra parte a partir de puntos que representan tomas intermedias de esas bobinas. La tensión obtenida entre dos tomas intermedias de una bobina principal está en fase con la tensión de la bobina principal (los vectores son por consiguiente co-lineales); su amplitud es una fracción de la tensión en los bornes de la bobina principal, esta fracción dependiendo de la relación entre el número de espiras del enrollado situadas entre las tomas intermedias y el número de espiras total de la bobina principal; la longitud relativa del vector que representa la tensión entre dos tomas intermedias de una bobina está determinada por esa relación de número de espiras.

De acuerdo con el mismo principio, la tensión obtenida en los bornes de una bobina auxiliar asociada a la bobina principal (es decir recorrida por el mismo flujo magnético por consiguiente enrollada en el mismo lugar en una misma rama magnética) está en fase con la tensión en los bornes de la bobina principal (los vectores son por consiguiente paralelos) y su amplitud está igualmente determinada por la relación entre el número de espiras de la bobina auxiliar y el número de espiras de la bobina principal; la longitud del vector que representa la tensión en la bobina auxiliar está por consiguiente, en relación con la longitud del vector que representa la tensión en la bobina principal, en la relación de los número de espiras.

ES 2 294 690 T3

En esta solicitud de patente, se utilizará la denominación “bobina principal” para designar una bobina que tiene dos extremidades y tomas intermedias, esta denominación no significa por tanto que la bobina principal sea necesariamente una bobina primaria del autotransformador. En realidad, en algunas realizaciones (transformador reductor de tensión) la bobina principal será efectivamente una bobina primaria en el sentido en que es directamente alimentada por una tensión a convertir; pero en otras realizaciones (transformador elevador) la bobina principal no será una bobina primaria puesto que la alimentación trifásica a convertir no será aplicada a los bornes de esa bobina.

La figura 2 representa una composición vectorial que permite llegar a la presente invención, en el caso de un autotransformador reductor de tensión. La alimentación trifásica del autotransformador es aplicada en tres puntos de entrada E1, E2, E3 del autotransformador y las tres bobinas principales B12, B23, B31 serán conectadas directamente, en montaje en triángulo, entre esos tres bornes: bobina B12 entre los bornes E1 Y E2; bobina B23 entre los bornes E2 y E3, bobina B31 entre los bornes E3 Y E1.

Por comodidad, en lo sucesivo, las mismas letras (por ejemplo E1 y E2) designarán a la vez los bornes de una bobina (en las figuras representando bobinas) y las extremidades del vector representando la tensión en los bornes de esa bobina (en las figuras representando las composiciones vectoriales).

La alimentación trifásica viene de una red de distribución de potencia alterna a una frecuencia que depende de las aplicaciones. En la aeronáutica, donde la invención resulta particularmente interesante porque las limitantes de peso, de recargamiento y de supresión de armónicas son grandes, la frecuencia es frecuentemente de 400 Hz y puede ser también de 800 Hz.

Se define arbitrariamente, para la composición vectorial, un punto neutro de origen O y las tensiones simples de entrada y de salida del autotransformador serán referenciadas en relación con ese punto. Así, el vector OE1 representa la amplitud y la fase de la tensión simple presente en el borne E1 de la alimentación trifásica. El punto neutro O constituye un punto virtual (entrada y salida por montaje en triángulo) del circuito; si se supone que la alimentación trifásica aplicada en E1, E2, E3, está bien equilibrada, el punto neutro representa el punto de referencia en el que la suma vectorial de las tensiones OE1, OE2, OE3 es nula. En la representación vectorial, el punto O es el centro de un triángulo equilátero cuyas sumas son los puntos E1, E2, E3. Los vectores OE2 y OE3, de la misma amplitud que el vector OE1 están respectivamente orientados a $+120^\circ$ y -120° del vector de referencia OE1. Si la alimentación aplicada en los bornes E1, E2, E3 es una alimentación trifásica en triángulo (caso preferido), los vectores E1, E2, E2E3, E3E1 representan las amplitudes y fases de las tensiones entre líneas de la alimentación, aplicadas a los bornes de las bobinas primarias. Estos están a 120° los unos de los otros. Para simplificar la noción vectorial, en todo lo que sigue la primera letra de un vector es considerada como el origen del vector y la segunda letra es la salida del vector; así, OE1 representa el vector partiendo de O y llegando hasta E1 y no lo inverso.

En la figura 2, se ha escogido como referencia de fase la fase de la tensión simple OE1 (dirección vertical). La dirección del vector E1E2 es a $+150^\circ$; la del vector E2E3 es a $+270^\circ$; y la del vector E3E1 es a $+30^\circ$.

La composición vectorial de la figura 2 permite fabricar nueve tensiones de fases a 40° las unas de las otras y amplitudes idénticas, más débiles que la de la tensión trifásica de alimentación.

De acuerdo con la invención, tres de las nueve fases son alineadas con las fases OE1, OE2, OE3 de la alimentación trifásica del autotransformador.

A partir de una hipótesis de partida de coeficiente k representando la relación entre el valor Va' de la tensión de las nueve fases y el valor Va de la tensión de entrada (simple OE1, OE2, OE3), se procede como sigue: se traza a partir del punto neutro O tres sistemas de tres vectores de la misma amplitud Va' igual a la amplitud de OE1 multiplicada por la relación de reducción k:

$$Va' = Va * k$$

Es de señalar que k es inferior a 1 y puede descender hasta aproximadamente 0,56.

Los vectores del primer sistema definen tres puntos A1, A2 y A3 sobre el círculo de centro O y de radio. Los vectores OA1, OA2, OA3 son alineados con los vectores OE1, OE2, OE3 respectivamente y son por consiguiente espaciados a 120° los unos en relación con los otros. Los vectores del segundo sistema definen tres puntos B1, B2, B3 sobre el mismo círculo de centro O y con radio Va'. Los vectores OB1, OB2, OB3 se deducen de los vectores OA1, OA2, OA3 por rotación de $+40^\circ$. En fin, los vectores del tercer sistema, OC1, OC2, OC3, se deducen de los vectores OB1, OB2, OB3 por una nueva rotación de $+40^\circ$ (se habría podido decir también que los vectores del tercer sistema se deducen de los vectores OA1, OA2, OA3 por una rotación de -40° , lo que vuelve estrictamente al mismo invirtiendo las denominaciones C1 y C3).

Se llega por consiguiente a nueve vectores espaciados a 40° y teniendo por amplitud $Va' = k * Va$.

Sobre el vector E1E2, se definen tres puntos intermedios K1, K'1, K''1 que constituirán físicamente tomas intermedias de la bobina principal B12.

ES 2 294 690 T3

El punto K1 es el punto de intersección entre el vector E1E2 y una recta que pasa por el punto A1 y paralelo al vector E3E1. Se verá que en otra realización posible, la recta que pasa por A1 es trazada paralelamente al vector E2E3 más que E3E1.

5 El punto K'1 es el punto de intersección del vector E1 E2 con una recta que pasa por el punto B1 y trazada paralelamente al vector E2E3.

En fin, el punto K''1 es el punto de intersección del vector E1E2 con una recta que pasa por el punto C1 y trazada paralelamente al vector E3E1.

10

De la misma manera, repitiendo las operaciones por intercambio circular, se encuentran en el vector E2E3 tomas intermedias K2 (intersección con una recta que pasa por A2 y paralela a E1E2), K'2 (intersección con una recta que pasa por B2 y paralela a E3E1) y K''2 (intersección con una recta que pasa por C2 y paralela a E1E2).

15

Del mismo modo, se repiten las mismas operaciones para determinar las tomas intermedias K3, K'3, K''3 en el vector E3E1.

20

En esta construcción, o haciendo un cálculo trigonométrico de la cual la recopia sería molesta y que es trivial puesto que todos los ángulos son conocidos así como las longitudes respectivas de OA1 y OE1, se miden las longitudes de los vectores E1K1, A1K1, E1K'1, B1K'1, K''1C1, y E1K''1. Las longitudes de los otros vectores, obtenidos por intercambio circular, son evidentemente idénticas.

25

Estas longitudes, relacionadas con la longitud del vector E1 E2, definirán números de espiras de bobinas relacionadas con el número N total de espiras de la bobina primaria.

Así, la toma intermedia K1 en la bobina principal B12 está en una posición tal que la relación n_1/N entre el número n_1 de las espiras que se encuentra entre E1 y K1 y el número total N de espiras de la bobina primaria B12 es:

30

$$n_1/N = E1K1/E1E2$$

Del mismo modo, las tomas intermedias K'1 y K''1 están ubicadas en posiciones tales como la relación entre el número n'_1 de espiras situadas entre E1 y K'1 y el número total N de espiras es:

35

$$n'_1/N = E1K'1/E1E2$$

y la relación entre el número de espiras n''_1 situadas entre E1 y K''1 y el número de espiras total N es:

40

$$n''_1/N = E1K''1/E1E2$$

45

Los puntos A1, B1 y C1 son determinados a partir de los vectores K1A1, K'1B1, y K''1C1 cuyas orientaciones no son las del vector E1E2. Las tensiones correspondientes a estos vectores serán por consiguiente definidas a partir de bobinas auxiliares; las bobinas auxiliares están ubicadas en las otras dos ramas magnéticas M23 y M31 del circuito magnético. Estas bobinas tendrán una primera extremidad unida a una toma intermedia, K1, K'1 o K''1 respectivamente, de la bobina principal B12 y una segunda extremidad que constituirá una salida A1, B1 o C1 respectivamente del autotransformador.

50

Así, una bobina auxiliar ubicada en la tercera rama M31 del circuito magnético (la que porta la tercera bobina primaria B31 conectada entre E3 y E1) servirá para establecer una tensión representada por el vector K1A1 puesto que este vector es paralelo al vector E3E1. Esta bobina tendrá una extremidad conectada a la toma K1 y su otra extremidad constituirá un borne de salida A1 del autotransformador. Del mismo modo, una bobina auxiliar ubicada en la segunda rama del circuito magnético (la que porta la segunda bobina principal B23 conectada entre E2 y E3) servirá para establecer una tensión representada por el vector K'1B1 puesto que el vector K'1B1 es paralelo a E2E3. Esta bobina tendrá una extremidad conectada a la toma K'1 y su otra extremidad constituirá una segunda salida B1 del autotransformador, desplazado en fase a 40° con relación a la salida A1. Más aún del mismo modo, una bobina auxiliar ubicada en la tercera rama magnética M31 (la que porta la bobina principal B31 conectada entre E3 y E1) servirá para establecer la tensión K''1C1. Esta bobina tendrá una extremidad conectada a la toma intermedia K''1 y otra extremidad definiendo una tercera salida C1 desfasada a 40° en relación con la segunda.

60

Las otras salidas A2, B2, C2 luego las salidas A3, B3, C3 son realizadas de acuerdo con el mismo principio, por intercambio circular.

65

La figura 3 representa las bobinas ubicadas en la primera rama M12 del circuito magnético: la bobina principal B12 situada entre los bornes de entrada E1 y E2, con sus tomas intermedias K1, K'1 y K''1; y tres bobinas auxiliares X12, Y12 y Z12, que están ubicadas en la misma rama magnética M12 que la bobina principal B12 y recorridas por el mismo flujo magnético, pero que no están conectadas directamente a la bobina principal B12. Estas bobinas auxiliares

ES 2 294 690 T3

X12, Y12, Z12 producen las tensiones representadas por los vectores K2A2, K'3B3, y K''2C2 que deben estar todos en fase (u oposición de fase) con la tensión de la bobina principal B12. Estas bobinas están por consiguiente conectadas cada una entre una toma intermedia K2, K'3 o K''2 de las bobinas principales B23 y B31 y una salida respectiva A2, B3 o C2 del autotransformador.

Los números de espiras n_x , n_y y n_z de estas tres bobinas X12, Y12 y Z12 son calculados en relación con el número N de espiras de la bobina principal en función de la longitud de estos tres vectores:

$$n_x/N = K2A2/E1E2$$

$$n_y/N = K'3B3/E1E2$$

$$n_z/N = K''2C2/E1E2$$

De la misma manera, la segunda rama magnética M23 del autotransformador incluye una bobina principal B23 conectada entre los bornes E2 y E3, con sus tomas intermedias K2, K'2, K''2, y tres bobinas secundarias X23, Y23, Z23 destinadas a realizar las tensiones de vectores K3A3, K'1B1, y K''3C3 en fase u oposición de fase con la tensión de alimentación aplicada a la bobina principal B23 situada entre E2 y E3. Los números de espiras de X23, Y23, Z23 son aún n_x , n_y y n_z . Los números de espiras n_2 , n'_2 , n''_2 que definen las tomas intermedias son los mismos que los números n_1 , n'_1 , n''_1 .

Y finalmente la misma descripción puede ser hecha para la tercera rama magnética M31 con su bobina principal B31 en N espiras y sus tomas intermedias K3, K'3, K''3 con números de espiras n_3 , n'_3 , n''_3 idénticas a los números n_1 , n'_1 , n''_1 y n_2 , n'_2 , n''_2 . Y tres bobinas secundarias independientes X31, Y31, Z31 situadas en la misma rama magnética para producir, gracias a números de espiras n_x , n_y y n_z , las tensiones representadas por los vectores K''1C1, K'2B2, y K1A1.

Se notará que para convertidores de mucha potencia (varias decenas, incluso varias centenas de kVa) el número de espiras es muy reducido y no se utilizan más que números enteros de espiras o a veces números enteros de semi-espiras. Por esto los números de espiras teóricas, que dependen de la relación k entre tensión de salida y tensión de entrada, deben ser redondeados en la unidad o la semi-unidad superior o inferior. Además, estando dado que la composición vectorial da ángulos y longitudes ligeramente diferentes de acuerdo si el autotransformador está cargado normalmente o no está cargado, se puede ajustar la elección del número de espiras (valor superior o inferior) para aproximarse lo más posible a la teoría ya sea vacío, ya sea con carga completa, ya sea con media carga.

Típicamente, para un autotransformador de 150 kVa, con una relación de transformación $k = 1/1,14$ el número de espiras N puede ser de 73 espiras, n_1 , n_2 , n_3 puede ser de 3 espiras, n'_1 , n'_2 , n'_3 una quincena de espiras, n''_1 , n''_2 , n''_3 de aproximadamente 60 espiras, n_x igual a n_1 , 3 espiras, n_y y n_z iguales a una quincena de espiras. Estos números son dados a título indicativo.

La figura 4 representa tres ramas magnéticas con sus conjuntos de bobinas principales y secundarias respectivas, y esta vez con las conexiones que establecen completamente las amplitudes y fases de tensiones deseadas que permiten que las salidas A1, B1, C1, A2, B2, C2, A3 B3, C3 representen un sistema de nueve fases teniendo la amplitud V_a' deseada y pudiendo alimentar directamente un sistema de tres puentes rectificadores de 6 diodos cada uno. En la figura 4, para tener en cuenta la cuestión del sentido relativo de enrollado de las bobinas, se ha considerado que todos los enrollados van en el mismo sentido de rotación cuando se desplaza de la izquierda hacia la derecha y es por esto que por ejemplo la toma intermedia K1 está unida al borne de la derecha de la bobina X31, la salida A1 siendo el borne de la izquierda, porque el vector K1A1 debe estar orientado en sentido inverso del vector E3E1 (por consiguiente A1K1 orientado en el mismo sentido que E3E1).

Modificación posible del esquema de la figura 2

El esquema de la figura 4 y el esquema vectorial de la figura 2 pueden ser modificados en el sentido que la bobina que produce la tensión desfasada a $+40^\circ$ en B1 podría ser una bobina de la rama M31 más que una bobina de la rama M23, e inversamente la bobina que produce la tensión desfasada a -40° en C1 estaría en la rama M23 más que en M31. En este caso el número de espiras de esa bobina y sobre todo la posición de las tomas intermedias K'1 y K''1 serían cambiadas puesto que el punto K'1 sería ahora la intersección con E1E2 de una recta paralela a E3E1 y no E2E3; K''1 sería la intersección de E1E2 con una recta paralela a E2E3.

Realización de las figuras 5 y 6

La figura 5 representa, en forma de composición vectorial, y la figura 6 representa, en forma material, una variante en la cual la tensión de salida en el borne A1 es obtenida a partir de una bobina X23a enrollada en la rama magnética M23 y conectada a una toma intermedia K1a de la bobina B12, y no por una bobina X31 en la rama M31. Los puntos A2 y A3 siguen el mismo principio que el punto A1, por intercambio circular. Los puntos B1, B2, B3, C1, C2, C3 son obtenidos de la misma manera que en las figuras 2 y 4.

ES 2 294 690 T3

La bobina X23a, colocada en la toma intermedia K1a de la bobina primaria B12 (entre E1 y E2) y el punto de salida A1, corresponde a un vector trazado de la manera siguiente: a partir del punto A1 sobre el eje OE1 y tal como $OA1/OE1 = k$ (k siendo la relación de reducción de tensión deseada) se traza una paralela a E2E3 y esta paralela intercepta al vector E1E2 en el punto K1a. La medida de E1K1a (o el cálculo trigonométrico) da el número de espiras n1a entre E1 y la primera toma intermedia K1a (no existe ya la toma K1 de la figura 2). La medida de K1aA1 da el número de espiras nxa de la bobina X23a que sirve para establecer este vector. Los vectores k'1B1 y k''1C1 que dan los puntos K'1 y K''1 son obtenidos de la misma manera que en la figura 2 y su medida da la posición de las tomas intermedias K'1 y K''1.

La figura 6 representa, para la rama M12, los enrollados correspondientes a esta variante, con sus conexiones: la bobina principal B12, entre E1 y E2 incluye las tomas intermedias K1a, K'1 y K''2. De la toma K1a parte la bobina X23a con nxa espiras, y la otra extremidad de esa bobina constituye el borne de salida A1 del autotransformador. La bobina X23a está enrollada en la rama magnética M23 en el mismo sentido que la bobina principal B23. Del punto K'1 parte una bobina Y23 de ny espiras enrolladas en la rama M23, en el sentido inverso de la bobina B23, y la otra extremidad de esa bobina Y23 constituye el borne de salida B1. Del punto K''1 parte la bobina Z31, enrollada en la rama M31 en el mismo sentido que la bobina principal B31, y su extremidad constituye el borne de salida C1. Los bornes de salida A2, B2, C2 son obtenidos a partir de las otras bobinas principales y auxiliares por intercambio circular. Como es explicado a propósito de la realización de la figura 2, los puntos B1 y C1 podrían ser obtenidos a partir de bobinas Y31 y Z23 más que Y23 y Z31, las tomas K'1 y K''1 no estando entonces en los mismos lugares.

Se notará que de acuerdo con el valor de la relación de reducción de tensión k deseado el punto K1a puede situarse entre el borne E1 y el borne K'1 (caso de la figura 5, para k relativamente próximo a 1) o entre el borne K'1 y el borne E2 (k inferior a aproximadamente 2/3).

La realización de las figuras 5 y 6 presenta una ventaja significativa en términos de dominio de los flujos de escape. Esto resulta de que, para un mismo coeficiente k de reducción de tensión, la longitud del vector E1K1a de la figura 5 es superior a la del vector E1K1 de la figura 2.

Modificación posible de las figuras 2 y 5 con la ayuda de un vector simétrico al vector K1 A1 o K1 aA1

Se notará que la salida A1 puede ser obtenida a partir de un vector simétrico al vector K1A1 (o K1aA1) en relación con el eje OE1. Esto viene a ser lo mismo, pero, de acuerdo con la constitución física de las bobinas en los núcleos magnéticos, esto puede facilitar las conexiones entre bobinas (en las conexiones de bobinas de los autotransformadores de potencia hay que evitar cruzamientos de conexiones y hay que utilizar conexiones lo más cortas posibles). En este caso, el punto K1 que sirve de punto de partida a una bobina auxiliar de producción de una tensión en el borne A1 en fase con el borne E1, sería reemplazado por una toma intermedia de la bobina B31 (entre E3 y E1 pero próxima a E1). La bobina auxiliar yendo de esta toma (K1s, no representada) hacia el punto A1 sería una bobina en la rama M12 del nudo magnético, girando en el mismo sentido que la bobina conectada entre E1 y E2. O entonces, partiendo de otra toma intermedia (K1as, no representada) en la bobina B31, próxima al borne E1 y simétrica con el punto K1a en relación con la recta OE1, se conectaría una bobina auxiliar enrollada en la rama M23, y girando de A1 hacia K1as en el mismo sentido que la bobina principal B23 conectada entre E2 y E3.

Modificación posible de las figuras 2 y 5 con dos bobinas llegando a un mismo borne de salida A1

En una realización ventajosa se puede incluso prever que haya a la vez una toma intermedia K1 en la bobina principal B12 (próxima a E1) y una toma intermedia K1s, simétrica con K1 en relación con la recta OA1, en la bobina principal B31 (igualmente próxima a E1), y dos bobinas auxiliares partiendo respectivamente de estos dos puntos K1 y K1s y llegando al mismo borne A1, una de estas bobinas estando en la rama M31 y la otra en la rama M12. Se podría hacer del mismo modo perfeccionando el esquema de la figura 5, con dos bobinas simétricas, una partiendo de la toma K1a en la bobina principal B12 (próxima a E1) y la otra partiendo de un punto K1as simétrico, ubicado en B31 y próximo a E1, estas dos bobinas, enrolladas en la rama M23, llevando al mismo borne A1.

En otras palabras, si se consideran dos bobinas principales (B12, B31) unidas a un mismo borne común (E1) y la primera toma intermedia (K1 o K1a) prevista en una de las dos, se prevé también una cuarta toma intermedia (K1s o K1as) ubicada en la otra, con un mismo número de espiras de una parte entre el borne común (E1) y dicha primera toma intermedia (K1 o K1a) y por otra parte entre el borne común (E1) y dicha cuarta toma intermedia (K1s o K1as); partiendo de estas dos tomas intermedias (K1 y K1s, o entonces K1a y K1as), se conectan dos bobinas auxiliares que se unen ambas al borne que está en fase con la tensión en el borne común E1, es decir el borne de salida A1.

Las realizaciones que acaban de ser descritas, con dos bobinas auxiliares que llevan a un mismo borne de salida A1, son perfectamente simétricas y equilibradas. En efecto, lo que acaba de ser dicho para el borne A1 es evidentemente aplicado también a los bornes A2 y A3.

La figura 7 representa otra variante de realización, destinada a elevar la tensión en las nueve fases en relación con el valor de la tensión trifásica de alimentación. La relación k es en este caso superior a 1.

ES 2 294 690 T3

Las bobinas principales que son utilizadas en la construcción y que incluyen tomas intermedias no son más las bobinas primarias del transformador es decir que ellas no están ya conectadas entre los bornes de entrada E1, E2, E3 del transformador.

- 5 La construcción vectorial es la siguiente: se trazan los vectores OE1, OE2, OE3 a 120° los unos de los otros, representando la alimentación trifásica, los bornes E1, E2, E3 siendo las entradas del transformador. Se prolonga el vector OE1 hasta un punto A1 tal como $OA1/OE1 = k$. Del mismo modo para obtener A2 y A3. Los bornes A1, A2, A3 constituyen los tres primeros bornes de salida (salidas directas) del autotransformador.
- 10 Se determinan los puntos B1, B2, B3 (salidas desfasadas a $+40^\circ$) sobre el círculo de centro O y de radio OA1, de manera que OB1, OB2, OB3 estén desfasados a $+40^\circ$ en relación con OA1, OA2, OA3. Se determinan también los puntos C1, C2, C3 (salidas desfasadas a $+80^\circ$) sobre el mismo círculo, de manera que OC1, OC2, OC3 estén desfasados a $+80^\circ$ en relación con OA1, OA2, OA3.
- 15 Del punto E1, se traza ya sea una recta paralela a A3A1 para determinar un punto de intersección K1 en el vector A1A2 (como se buscaba el punto K1 en E1 E2 en la figura 2), ya sea, de preferencia, una recta paralela a A3A2 para determinar un punto de intersección K1b en el vector A1A2 (como se buscaba el punto K1 tiene en E1E2 en la figura 5). En la figura 7, esta segunda solución es adoptada.
- 20 Del punto B1, se traza una recta paralela a A2A3 para encontrar el punto K'1 (intersección con A1A2). Y del punto C1 se traza una recta paralela a A1A3 para encontrar el punto K''1 (intersección con A1A2).

El autotransformador es realizado a partir de esta construcción vectorial como está representado en la figura 8 y utilizando las bobinas siguientes:

- 25
- bobina principal B12 sobre en rama magnética M12, esta bobina están conectada entre las salidas A1 y A2, con tomas intermedias K'1, K1b, K''1; y bobinas principales no representadas B23 en la rama M23 entre A2 y A3 y B31 en la rama M31 entre A3 y A1; con respectivamente en B23 las tomas intermedias K'2, K2b y K''2 y en B31 las tomas K'3, K3b y K''3;
 - bobinas auxiliares X23b en la rama M23, conectada entre la toma K1b y la entrada E1 del autotransformador, esta bobina girando en el mismo sentido, yendo de K1b hacia E1, que la bobina principal B23 yendo de A2 hacia A3; y del mismo modo bobinas auxiliares no representadas X31b en la rama M31 y X12B en la rama B12;
 - bobina auxiliar Y23 en la rama M23, yendo de la toma K'1 a la salida B1 del autotransformador; esta bobina gira de B1 hacia K'1 en el mismo sentido que la bobina B23; y del mismo modo bobinas no representadas Y31 en la rama M31, yendo de K'2 a B2, y Y12 en la rama M12, yendo de K'3 a B3.
 - bobina auxiliar Z31 en la rama M31, yendo de K''1 a C1 girando en el mismo sentido que B31; y del mismo modo bobinas no representadas Z12 en la rama M12, de K''2 a C2, y Z23 sobre la rama M23, de K''3 a C3.
- 30
- 35
- 40

- La figura 8 representa la configuración de las bobinas asociadas a la rama magnética M12 y a la bobina principal B12 (entre A1 y A2) de esta rama; como en la figura 6, las bobinas de una misma rama magnética son representadas en una misma línea y al lado las unas a las otras aunque en la práctica sean bobinadas las unos en las otras, incluso imbricadas las unas con las otras.
- 45

- El autotransformador elevador de tensión de las figuras 7 y 8 ($k > 1$) funciona aplicando una tensión trifásica en las entradas E1, E2, E3 y recogiendo en las salidas directas A1, A2, A3, las salidas desfasadas a $+40^\circ$ B1, B2, B3 y las salidas desfasadas a -40° C3, C2, C1, una tensión en nueve fases de amplitud k veces más elevada que la tensión trifásica de partida.
- 50

- Como esto ha sido hecho a propósito de la figura 2 y la figura 5, se puede prever modificar también la figura 7; la modificación más ventajosa consiste en conectar no una sola bobina auxiliar de la toma intermedia K'1b hacia el borne E1, sino dos bobinas vectorialmente simétricas en relación con la recta OA1. Para esto, se prevé en la figura 7 una cuarta toma intermedia (K1bs, no representada) en la bobina principal B23, a una distancia (es decir un número de espiras) del borne A1 que es la misma que la distancia entre A1 y K1b. De esta cuarta toma intermedia K1 bs parte una bobina auxiliar bobinada en la rama M23, simétrica con la bobina X23b y llevando también al borne de entrada E1.
- 55
- 60

- En otras palabras, si se consideran dos bobinas principales (A12, A31) unidas a un mismo borne común (A1) y la primera toma intermedia (K1b) prevista sobre una de ellas, se prevé también una cuarta toma intermedia (K1bs) situada en la otra, con un mismo número de espiras de una parte entre el borne común (A1) y la primera toma intermedia (K1b) y de otra parte entre dicha cuarta toma intermedia (K1bs) y el borne común: partiendo de estas dos tomas intermedias (K1b y K1bs), se conectan dos bobinas auxiliares que se unen ambas al borne (E1) que está en fase con la tensión sobre el borne común A1; el borne E1 es aquí un borne de entrada.
- 65

ES 2 294 690 T3

Ya sea el autotransformador elevador de tensión o reductor de tensión, puede ser directamente utilizado para realizar una conversión de tensión alterna/continua.

Para esto, como es representado en la figura 9, se conecta la alimentación trifásica a las entradas E1, E2 y E3 y se conectan las salidas del autotransformador AT a un triple puente rectificador de tres veces seis diodos.

Las salidas directas (A1, A2, A3) están conectadas a un primer puente PA de seis diodos Da1, Da2, Da3, Da'1, Da'2, Da'3. Las salidas desfasadas a +40° están conectadas a un segundo puente PB de seis diodos Db1, Db2, Db3, Db'1, Db'2, Db'3. Y las salidas desfasadas a -40° están conectadas a un tercer puente PC de seis diodos Dc1, Dc2, Dc3, Dc'1, Dc'2, Dc'3.

Los tres puentes rectificadores tienen salidas comunes S y S' que constituyen salidas del convertidor.

El diodo Da1 está conectado en directo entre la salida A1 y un borne positivo S constituyendo uno de los dos bornes de salida continua del convertidor. El diodo Da'1 está conectado en inversa entre la salida A1 y un borne negativo S' constituyendo el otro borne de salida del convertidor.

La conexión es la misma para todos los diodos: el diodo Da2 y el diodo Da'2 están conectados en directo y en inverso respectivamente entre A1 de una parte y S y S' respectivamente de la otra parte. El diodo Db1 y el diodo Db'1 están conectados en directo y en inverso respectivamente entre B1 de una parte y S y S' de la otra parte. Y así sucesivamente, un diodo en directo está conectado entre un borne de salida del autotransformador y el borne S y un diodo en inverso es conectado en inverso entre ese borne de salida y el borne S'.

No es necesario intercalar una auto interfase entre las salidas reunidas de un grupo de tres diodos en directo (por ejemplo Da1, Da2, Da3) y el borne S o entre las salidas reunidas de un grupo de tres diodos en inverso (Da'1, Da'2, Da'3) y S'.

REIVINDICACIONES

1. Autotransformador elevador o reductor de tensión, destinado a ser conectado a una alimentación con tensión trifásica de amplitud dada y proporcionando nueve tensiones de salida de fases repartidas de 40° en 40° y amplitudes idénticas más fuertes o más débiles que la amplitud entre el neutro y la fase de alimentación trifásica, el autotransformador incluyendo un núcleo magnético con tres ramas (M12, M23, M31) y en cada rama magnética una bobina principal (B12) teniendo un primer (E1) y un segundo bornes (E2), las tres bobinas principales (B12, B23, B31) estando eléctricamente conectadas entre sí en montaje en triángulo, la bobina principal (B12) de una rama dada (M12) teniendo entre su primer y su segundo bornes, una primera (K1a), una segunda (K'1), y una tercera (K''1) tomas intermedias, **caracterizado** porque el mismo incluye también en cada rama magnética (M12) tres bobinas auxiliares (X12, Y12, Z12), la primera bobina auxiliar (X23a) de otra rama (M23) teniendo un primer borne conectado respectivamente a una primera toma intermedia (K1a) de la bobina principal (B12) de la rama dada y un segundo borne de entrada o salida (A1) presentando una tensión en fase con la tensión presente en el primer borne (E1) de esa bobina principal, las segunda y tercera bobinas auxiliares (Y12, Z12) de la rama dada teniendo cada una un primer borne unido a una segunda (K'2) o una tercera (K'3) toma intermedia de una u otra de las otras ramas y un segundo borne (C2, B3) constituyendo una salida respectiva entre nueve salidas del autotransformador.

2. Autotransformador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la primera bobina auxiliar (X12) de la primera rama (M12) está conectada a la primera toma intermedia (K2) de la bobina principal (B23) de una segunda rama (M23), el primer borne (E2) de la bobina principal de la segunda rama estando unido al segundo borne (E2) de la bobina principal de la primera rama.

3. Autotransformador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** porque constituye un autotransformador reductor de tensión, porque los primero y segundo bornes de las bobinas principales constituyen entradas (E1, E2, E3) del autotransformador, destinadas a ser alimentadas por la tensión trifásica a transformar, y porque el segundo borne de la primera bobina auxiliar (X12) de una rama (M12) constituye una salida directa (A2, A3) del autotransformador, en fase con una tensión en un borne (E2, E3) de la alimentación trifásica.

4. Autotransformador de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado** porque, dos bobinas principales (B12, B31) montadas en dos ramas magnéticas diferentes (M12, M31) estando unidas a una entrada (E1) del autotransformador, la bobina auxiliar (X23a) conectada a la salida directa (A1) en fase con la tensión trifásica presente en esa entrada está montada en la tercera rama magnética (M23).

5. Autotransformador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** porque constituye un autotransformador elevador de tensión, porque los primero y segundo bornes de las bobinas principales constituyen salidas directas (A1, A2, A3) del autotransformador, en fase con las tensiones de alimentación trifásica, y porque el segundo borne de la primera bobina auxiliar (X23b, X31b, X12b) de cada rama constituye una entrada respectiva (E1, E2, E3) de la alimentación trifásica.

6. Autotransformador de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado** porque, dos bobinas principales, montadas en dos ramas magnéticas diferentes (M12, M31), estando unidas a una misma salida directa (A1) del autotransformador en el montaje en triángulo, la bobina auxiliar conectada a una entrada (E1) en fase con esa salida está montada en la tercera rama magnética (M23).

7. Autotransformador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque la primera toma intermedia (K1, K1a) de una bobina principal está situada entre un primer borne (E1, A1) de esa bobina principal y la segunda toma intermedia (K'1).

8. Autotransformador de acuerdo con una de la reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque la primera toma intermedia (K1, K1a) de una bobina principal está situada entre las segunda (K'1) y tercera (K''1) tomas intermedias de esta bobina.

9. Autotransformador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque, si se consideran dos bobinas principales (B12, B31) unidas a un mismo borne común (E1 o A1) y la primera toma intermedia prevista sobre una de ellas, se prevé también una cuarta toma intermedia situada sobre la otra, con un mismo número de espiras de un parte entre el borne común y dicha primera toma intermedia y de otra parte entre el borne común y dicha cuarta toma intermedia, y, partiendo de esas dos tomas intermedias, dos bobinas auxiliares unidas a dicho segundo borne de entrada o salida que está en fase con la tensión en el borne común.

10. Convertidor alterno-continuo **caracterizado** porque utiliza un autotransformador de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, un diodo (Da1) en directo estando unido entre cada salida (A1) del autotransformador y una salida positiva (S) del convertidor y un diodo en inverso (Da'1) estando unido entre cada salida (A1) del autotransformador y una salida negativa (S') del convertidor.

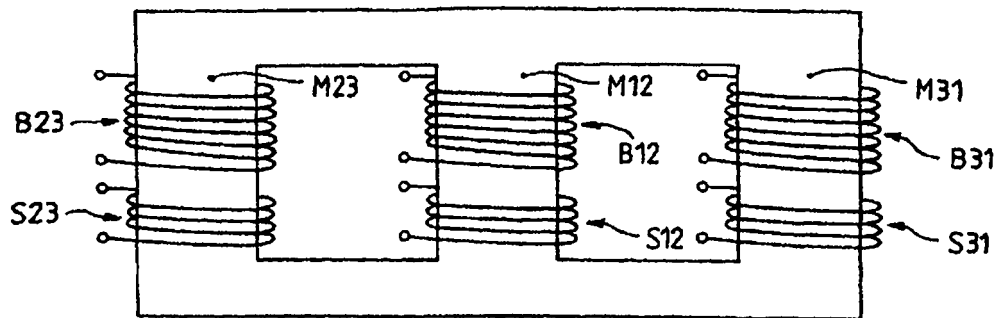


FIG.1

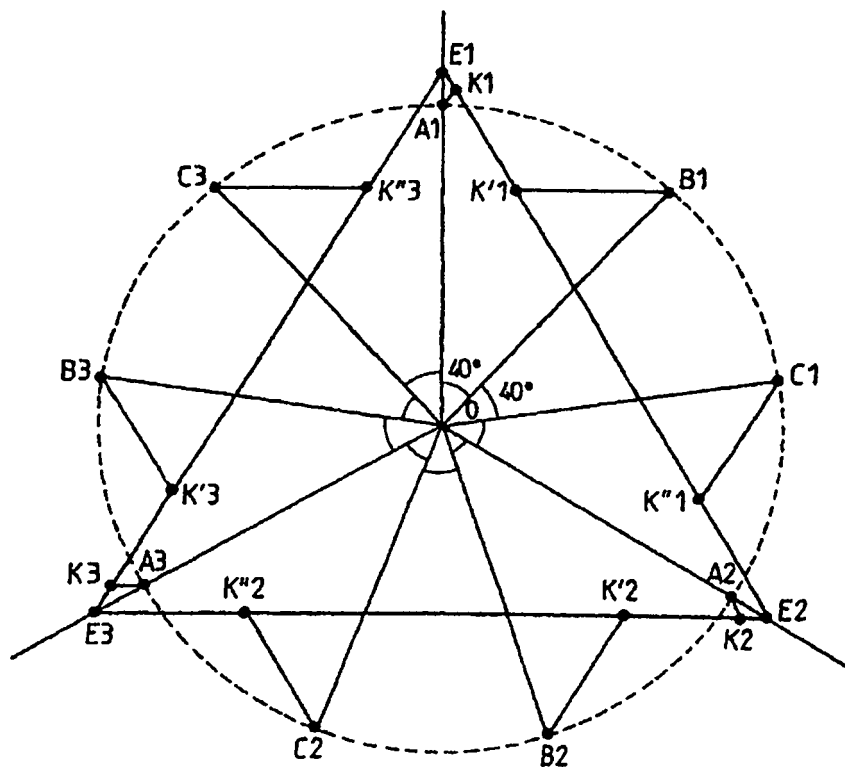
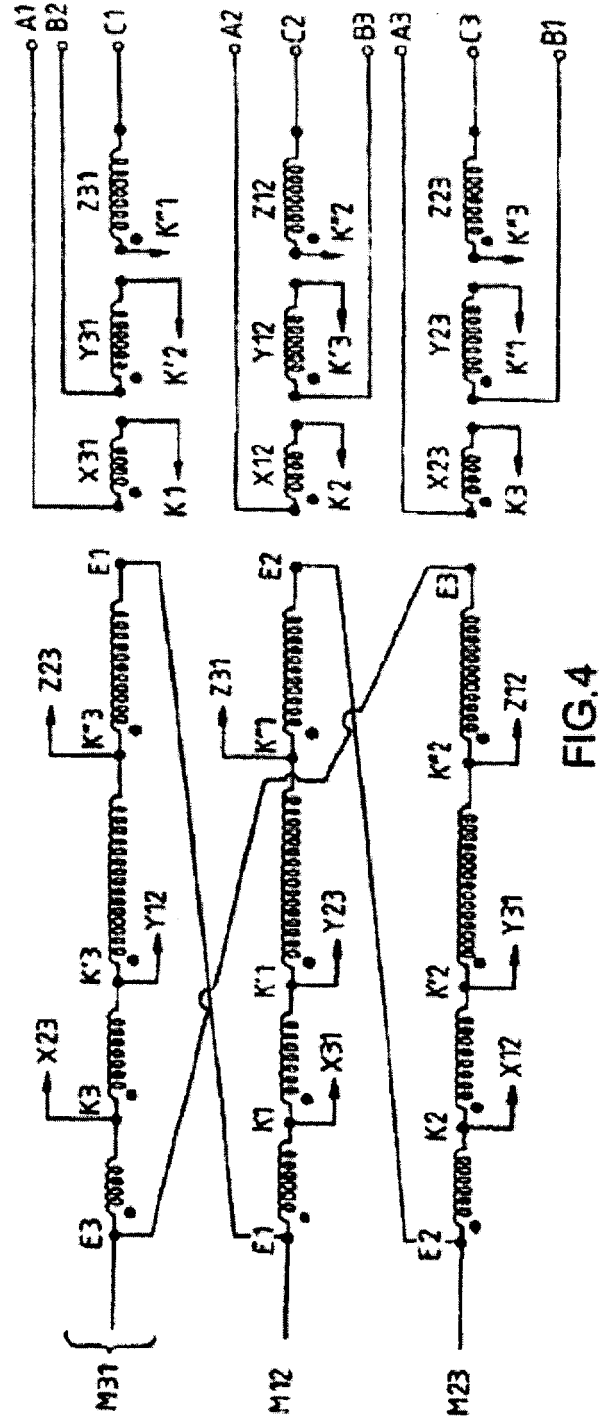
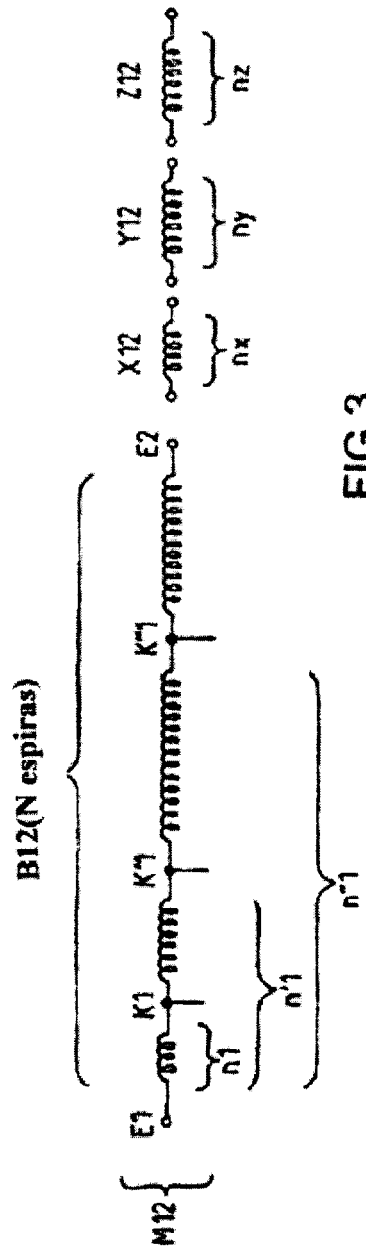


FIG.2



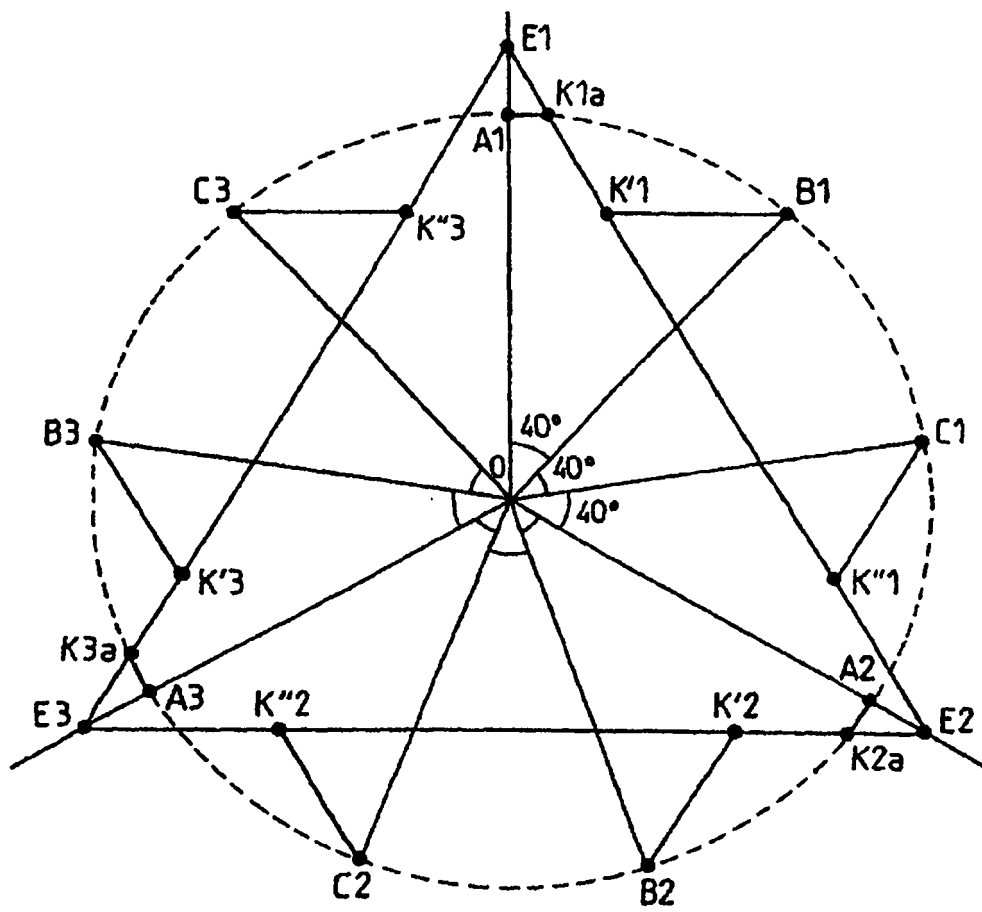
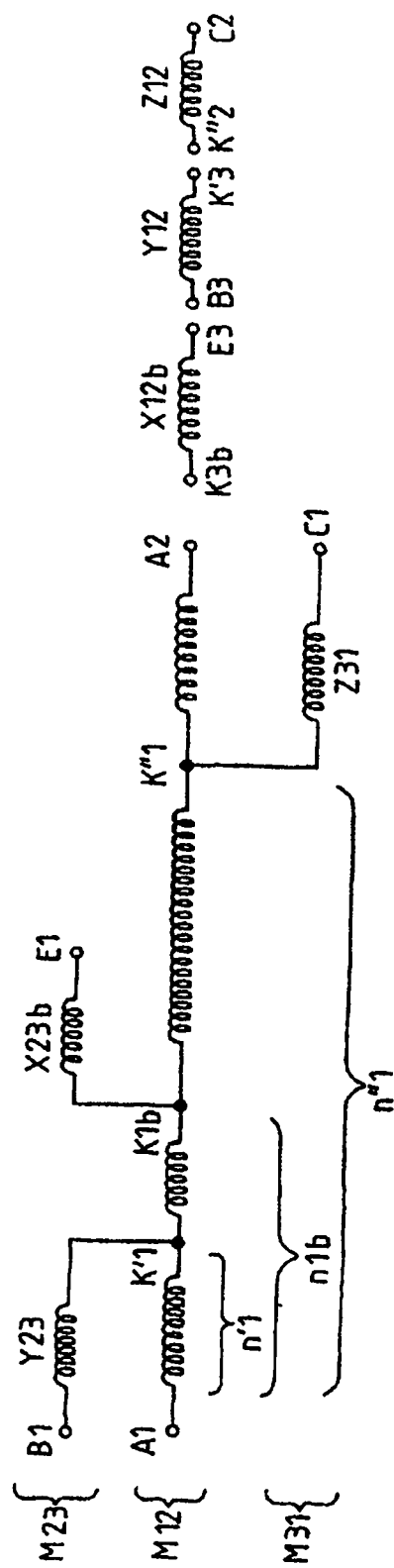
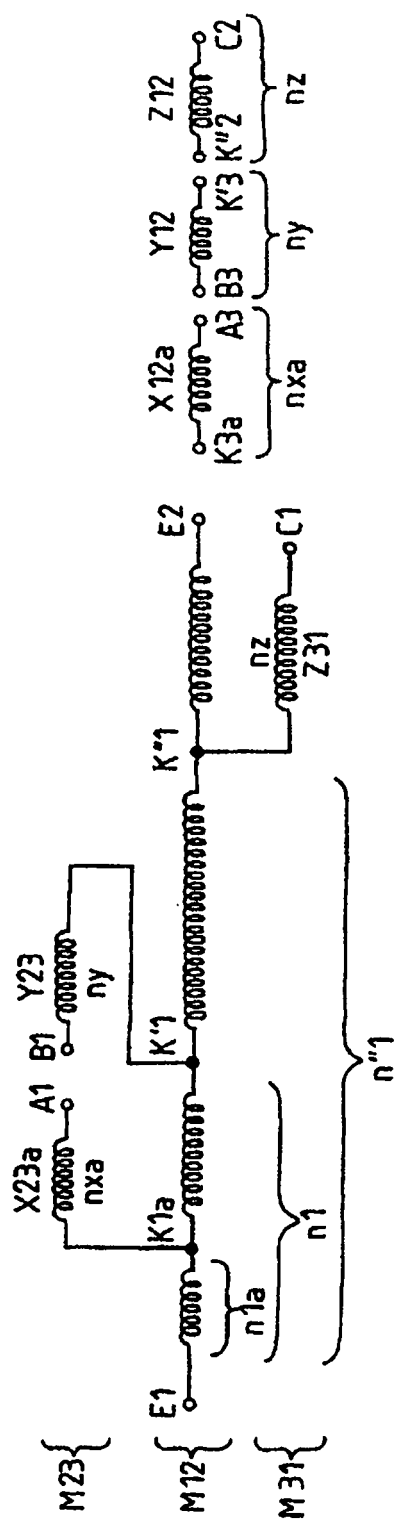


FIG.5



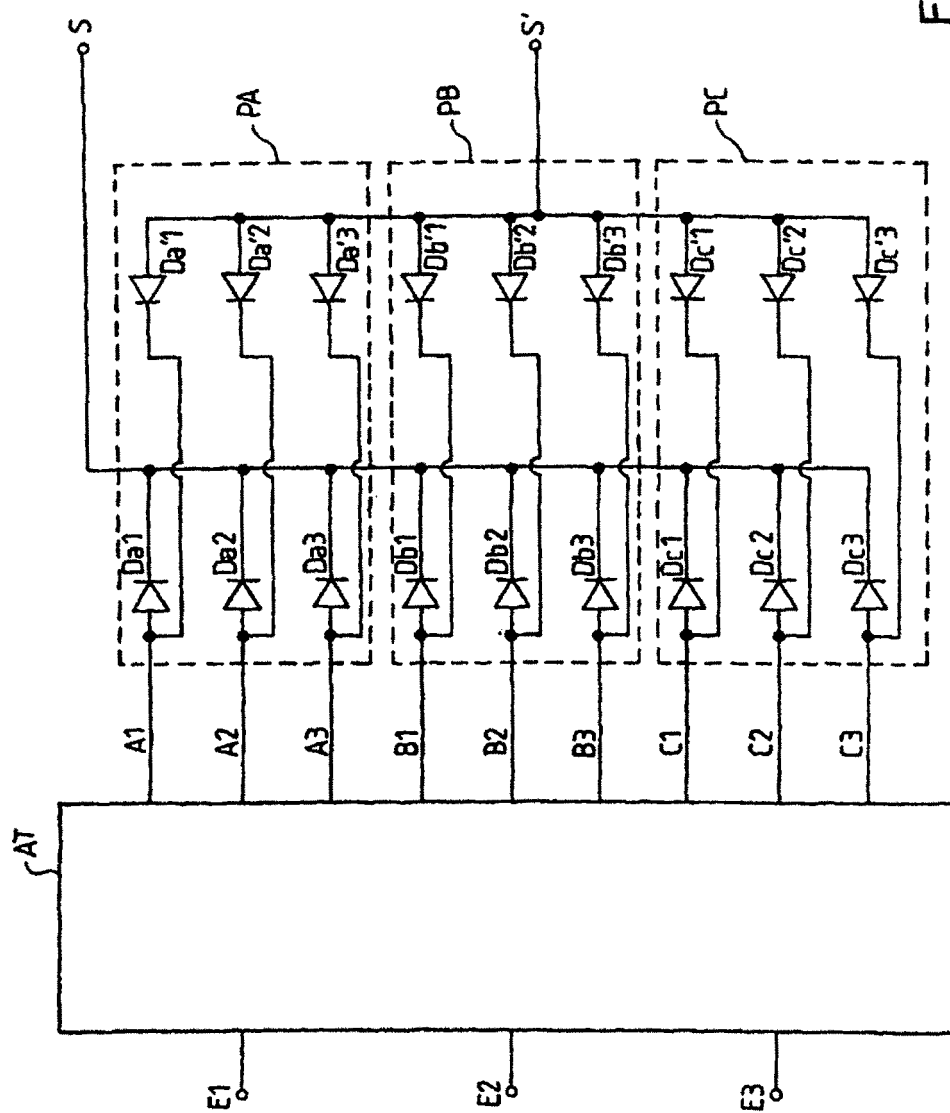


FIG.9