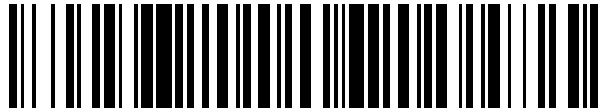


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 525 592**

51 Int. Cl.:

H02K 3/28

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.12.2006 E 06841632 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.11.2014 EP 1966871**

54 Título: **Máquina eléctrica, especialmente alternador**

30 Prioridad:

23.12.2005 DE 102005061892

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

26.12.2014

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)
POSTFACH 30 02 20
70442 STUTTGART, DE**

72 Inventor/es:

**WOLF, GERT y
PFITZKE, NORBERT**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 525 592 T3

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

Máquina eléctrica, especialmente alternador

Estado de la técnica

5 La invención se refiere a una máquina eléctrica, especialmente a un alternador con un arrollamiento de estator polifásico del tipo de la reivindicación 1.

10 En los generadores de corriente alterna para automóviles se emplean con preferencia máquinas eléctricas con un rotor de los de garras excitados a través de corriente continua, para poder alimentar en una medida suficiente la red de a bordo de corriente continua del automóvil respectivo también en la marcha en ralentí del motor de accionamiento. Además de otros numerosos requerimientos planteados al generador, hay que amortiguar también el llamado ruido magnético del generador, que se perceptible como perturbador especialmente en el intervalo inferior del número de revoluciones de la máquina. Para la supresión de los ruidos magnéticos se conoce dividir en el arrollamiento del estator trifásico de generador las secciones individuales del arrollamiento de tal manera que se insertan, en parte, en las ranuras de la sección de arrollamiento vecina. A través de estas medidas, sin embargo, se reduce la cesión de potencia del generador y se elevan las pérdidas. En virtud de la ondulación de la corriente continua cedida pueden aparecer, además, en las secciones de cables de los vehículos ruidos de vibraciones en determinadas zonas del número de revoluciones del motor de accionamiento.

15 Además, se conoce equipar el generador de corriente alterna con un sistema de seis fases para duplicar la frecuencia de la dirección continua y de esta manera reducir la ondulación de la corriente continua alimentada a través de una unidad de construcción de rectificador a un acumulador de la red de a bordo del automóvil. A este respecto, se conoce a partir del documento EP 0454 039 B1 (figura 6) configurar el arrollamiento de estator de un generador de corriente alterna a partir de dos sistemas de arrollamiento, respectivamente, con tres secciones de arrollamiento conectadas entre sí en un circuito de estrella. Las secciones de arrollamiento están desplazadas eléctricamente entre sí en el circuito eléctrico 120° en cada caso. Los dos sistemas de arrollamiento están desplazados eléctricamente entre sí aproximadamente 30° . Los ruidos magnéticos de la máquina que se producen en este caso son amortiguados, sin embargo, en una medida insuficiente especialmente en la zona inferior del número de revoluciones. En este caso es un inconveniente, además, la ondulación de la tensión y del par motor siempre todavía grande de tales máquinas, lo que se aplica especialmente para máquinas de alto rendimiento tanto en el modo de generador como también en el modo de motor.

20 Por último, se conoce a partir del documento DE 102 09 054 A1 utilizar para la amortiguación de los ruidos magnéticos y para la reducción de la ondulación de la corriente de una máquina eléctrica de un automóvil un arrollamiento de estator de siete fases y conectar sus siete secciones de fases, que se encuentran en las ranuras de un paquete de chapas de estator adyacentes entre sí en forma de estrella o conectarlas en serie para formar un heptágono. Tales soluciones tienen, en efecto, frente a los sistemas de siete fases, una ondulación más reducida de la corriente y ruidos magnéticos más pequeños; sin embargo, éstos son amortiguados siempre todavía en una medida insuficiente en una zona inferior del número de revoluciones. Además, allí el gradiente de la curva característica de la potencia de la máquina es demasiado reducido, puesto que en automóviles existe con frecuencia precisamente en la zona de marcha en ralentí del motor de combustión interna una necesidad de potencia alta en la red de a bordo.

25 Se conoce a partir del documento US 2005/0116570 A1 una máquina eléctrica de siete fases.

40 Ventajas de la invención

La máquina eléctrica de acuerdo con la invención con las características de la reivindicación 1 tiene la ventaja de que con el circuito de un arrollamiento de estator de siete fases frente a las formas de realización conocidas se consigue un aprovechamiento electromagnético mejorado, con lo que se reduce la ondulación de la tensión y la ondulación de par motor, se eleva la curva característica de la potencia, y se suprimen los ruidos condicionados magnéticamente, en particular en la zona inferior del número de revoluciones de la máquina. Como otra ventaja se considera que especialmente en máquinas de corriente alterna de alto rendimiento a través de la ondulación reducida de la tensión y del par motor se reducen también las cargas mecánicas de la máquina. Puesto que las conexiones entre las secciones de las fases están conducidas a un convertidor y en este caso las secciones de las fases están conectadas entre sí sobre una de las dos cabezas de arrollamiento de la máquina, de tal manera que desde las conexiones entre las secciones de las fases solamente una conexión está conducida, respectivamente, hacia uno de los siete puentes del rectificador, resulta un gasto de circuito reducido hacia el convertidor.

A través de las medidas indicadas en las reivindicaciones dependientes se obtienen configuraciones ventajosas y desarrollos de las características indicadas en la reivindicación 1.

55 Para una fabricación lo más sencilla posible y un régimen de carga uniforme de la máquina es conveniente que todas las siete secciones de las fases sean de la misma magnitud, estén constituidas por al menos una bobina y

estén conectadas entre sí con un ángulo eléctrico α , que está entre $180^\circ/7 \approx 25,7^\circ$ y $180^\circ *4/7 \approx 102,9^\circ$. En máquinas de cuatro polos o más es conveniente, además, que para la fabricación del arrollamiento del estator las secciones de fases individuales estén constituidas por varias bobinas conectadas con preferencia en serie. En el caso de un paquete de chapas de estator con división de los dientes de la misma magnitud en la periferia del intersticio de aire de trabajo de la máquina se obtiene una amortiguación óptima de los ruidos magnéticos, así como de la ondulación de la tensión y del par motor, cuando las secciones de fases están conectadas entre sí en un ángulo eléctrico α de $180^\circ/7*3^\circ \approx 77,3^\circ$. En el caso de una división desigual de los dientes, el óptimo a calcular en particular del ángulo eléctrico α está entre 60° y 100° . En este caso, se obtiene una amortiguación especialmente buena cuando en el circuito en serie de las siete secciones de fases se salta, respectivamente, una sección de fases eléctricamente siguiente, de manera que las secciones de fases están conectadas con preferencia en la secuencia de fases P1-P3-P5-P7-P2-P4-P6. Dado el caso, también se pueden saltar, respectivamente, dos secciones de fases eléctricamente siguientes.

En máquinas eléctricas, cuyo arrollamiento del estator se puede fabricar por medio de un alambre de arrollamiento, es conveniente que las bobinas de cada sección de arrollamiento sean arrolladas con el alambre de arrollamiento. A este respecto, dado el caso, puede ser todavía conveniente que también las secciones de arrollamiento para la fabricación del circuito en serie sean arrolladas de una manera más favorable con un alambre de arrollamiento.

Con respecto a la utilización de la máquina eléctrica como generador de corriente alterna en una red de a bordo de 14 V en automóviles resulta una amortiguación del ruido especialmente buena, cuando el número de los conductores de las secciones de fases o bien de las bobinas en las ranuras de estator es mayor que cinco y menos que diez, con preferencia es ocho.

Por lo demás, se ha comprobado que es conveniente con respecto a la amortiguación del ruido, que las secciones de fases estén insertadas con un factor de llenado de la ranura mayor que 50 % en las ranuras del paquete de chapas del estator.

Dibujo

Otros detalles de la invención se explican en detalle a continuación a modo de ejemplo con la ayuda de las figuras. En este caso:

La figura 1 muestra una sección longitudinal a través de un generador de corriente alterna para automóviles con un rotor de polos de garras.

La figura 2 muestra el diagrama de un generador de corriente alterna con arrollamiento de estator de acuerdo con la invención y unidad de construcción de rectificador.

La figura 3 muestra las curvas características del ruido con respecto al número de revoluciones de diferentes generadores de corriente alterna, y

La figura 4 muestra las curvas característica de la potencia con respecto al número de revoluciones de los generadores en una comparación.

La figura 5 muestra un esquema de arrollamiento de un arrollamiento ondulator de estator de acuerdo con la invención.

La figura 6 muestra otro esquema de arrollamiento con un arrollamiento de bucle de estator y

La figura 7 muestra un fragmento de un paquete de chapas de estator de la máquina eléctrica según la figura 2 con arrollamiento de estator de acuerdo con la invención.

La figura 8 muestra otra variante de circuito del arrollamiento de estator de siete fases.

Descripción de los ejemplos de realización

En la figura 1 se representa una sección a través de una máquina eléctrica en la forma de realización como generador de corriente alterna 10 para automóviles. Éste presenta, entre otras cosas, una carcasa 33 de dos partes, que está constituida por una primera placa de cojinete 33.1 y una segunda placa de cojinete 33.2. La placa de cojinete 33.1 y la placa de cojinete 33.2 reciben en sí un estator 36, con un paquete de chapas 18 en forma de anillo circular, en cuyas ranuras 35 abiertas hacia dentro y que se extienden axialmente está insertado un arrollamiento de estator 11a. El estator 36 en forma de anillo rodea con su superficie dirigida radialmente hacia dentro un rotor 12 excitado electromagnéticamente, que está configurado como rotor de polos de garras. El rotor 12 está constituido, entre otras cosas, por dos pletinas de polos de garras 42 y 43, en cuya periferia exterior están dispuestos unos linguetes de polos de garras 44 y 45 que se extienden, respectivamente, en dirección axial. Ambas pletinas de polos de garras 42 y 43 están dispuestas en el rotor 12, de tal manera que sus linguetes de polos de garras 44, 45, que se extienden en dirección axial, alternan en la periferia del rotor 12 entre sí como polo Norte y polo Sur. De esta manera

resultan espacios intermedios de polos de garras necesarios magnéticamente entre los linguetes de polos de garras 44 y 45 magnetizados en sentido opuesto, que debido a los linguetes de polos de garras que se extienden hacia sus extremos libres se extienden ligeramente inclinados con respecto al eje de la máquina. Para la descripción siguiente de la invención, este desarrollo se designa de forma simplificada como axial. El rotor 12 está alojado de forma giratoria por medio de un árbol 47 y un rodamiento 48 respectivo que se encuentra en un lado respectivo en las placas de cojinete 33.1 y 32.2 respectivas. Presenta dos superficies frontales axiales, en las que está fijado un rotor 50, respectivamente. Estos rotores 50 están constituidos esencialmente por una sección en forma de placa o bien en forma de disco, desde la que partes unas palas de ventilador de manera conocida. Estos ventiladores 50 sirven para posibilitar a través de orificios 60 en las placas de cojinete 33.1 y 33.2 un intercambio de aire entre el lado exterior y el espacio interior de la máquina eléctrica 10. A tal fin, los orificios 60 están previstos en los extremos axiales de las placas de cojinete 33.2 y 33.2, a través de las cuales se insufla aire de refrigeración por medio de los ventiladores 50 en el espacio interior de la máquina eléctrica 10. Este aire de refrigeración se acelera a través de la rotación de los ventiladores 50 radialmente hacia fuera, de manera que se pueden introducir a través de las cabezas de arrollamiento 63 permeables al aire de refrigeración sobre el lado de accionamiento y 66 sobre el lado de la electrónica (lado del anillo de fricción, lado de las escobillas o lado del rectificador). A través de este efecto se refrigeran las cabezas de arrollamiento. El aire de refrigeración toma, después de pasar a través de las cabezas de arrollamiento o bien después de circular alrededor de estas cabezas de arrollamiento, un camino radialmente hacia fuera a través de orificios no representados entre nervaduras indicadas. En la figura 1 sobre el lado derecho se encuentra una caperuza de protección 67, que proteger diferentes componentes contra influencias del medio ambiente. De esta manera, esta caperuza de protección 67 cubre, por ejemplo, un grupo de construcción de anillo de fricción 69, que suministra corriente de excitación a un arrollamiento de excitación 13. Alrededor de este grupo de construcción de anillo de fricción 69 está dispuesto un cuerpo de refrigeración 73, que actúa aquí como cuerpo de refrigeración positiva. La placa de cojinete 33.2 actúa como, por decirlo así, como cuerpo de refrigeración negativa. Entre la placa de cojinete 33.2 y el cuerpo de refrigeración 73 está dispuesta una placa de conexión 76, que conecta entre sí diodos negativos 78 fijados en la placa de cojinete 33.2 y diodos positivos no mostrados en esta representación de un rectificador 15 en el cuerpo de refrigeración 73 en forma de un circuito de puente.

La figura 2 muestra en representación esquemática una máquina eléctrica de acuerdo con la invención en forma de un generador de corriente alterna designado con 10 para la alimentación de la red de a bordo de automóviles. Tales generadores con un arrollamiento polifásico del estator 11 están equipados normalmente con un rotor de polos de garras 12 excitado eléctricamente, cuyo arrollamiento del excitador 13 es alimentado a través de un regulador 14 desde la salida de corriente continua de una unidad de construcción de rectificador 15 y que está fijado junto con el regulador 14 en la placa de cojinete trasera no representada del generador y está conectado fijamente con éste. De acuerdo con el número y el circuito de las secciones de fases del arrollamiento de estator 11 se cede en este caso en el funcionamiento del generador en la salida de la unidad de construcción del rectificador 15 una tensión continua más o menos ondulada a la red de a bordo del vehículo no representada, en la que los terminales de conexión positivos y negativos 16 de la unidad de construcción del rectificador se conectan directamente con una batería de acumulador del vehículo.

Por medio de los ventiladores utilizados normalmente en tales máquinas se inducen a medida que se incrementa el número de revoluciones ruidos del ventilador, a los que se superponen, según el tipo y el circuito del arrollamiento de estator 11, los ruidos magnéticos provocados en colaboración con el rotor de polos de garras 12 del arrollamiento de estator. Tales ruidos magnéticos aparecen especialmente en la zona inferior del número de revoluciones, de manera que se consideran como especialmente perturbadores.

Para amortiguar lo más fuertemente posible los ruidos magnéticos de la máquina eléctrica y reducir su ondulación de la tensión y del par motor, el arrollamiento de estator 11 del generador de corriente alterna 10 está provisto con un total de siete secciones de fases P1 a P7. Todas las siete secciones de fases son del mismo tamaño en lo que se refiere a su número de bobinas y número de arrollamientos y están conectadas entre sí con el mismo ángulo eléctrico α . En el ejemplo de realización según la figura 2, las secciones de fases P1 a P7 están conectadas en serie entre sí de tal manera que en el caso del circuito en serie se salta, respectivamente, una sección de fases eléctricamente siguiente. De esta manera, resulta según la figura 2 que las secciones de fases P1 a P7 están conectadas en serie en la secuencia de fases P1-P3-P5-P7-P2-P4-P6. De esta manera todas las secciones de fases P1 a P7 están conectadas entre sí en un ángulo eléctrico α de $80/7 \cdot 3^\circ \approx 77,1^\circ$. Por lo tanto, en el caso de generadores con división de los dientes de diferente magnitud de su paquete de chapas de estator no se pueden conectar entre sí las siete secciones de fases con el mismo ángulo eléctrico α . Para conseguir también aquí una buena amortiguación de los ruidos magnéticos y de la ondulación, es necesario conectar entre sí las secciones de fases P1 a P7 con la secuencia de fases mencionada anteriormente en un ángulo eléctrico α , que está en el intervalo entre 60° y 100° .

Por lo tanto, está prevista una máquina eléctrica, en particular un generador de corriente alterna para un automóvil con un rotor 12 y con linguetes de polos de garras 44, 45 que se extienden en dirección axial y que se alternan en la periferia del rotor 12 como polo Norte y polo Sur, con un estator 36, que presenta un núcleo de estator 18 con un arrollamiento de estator 11 dispuesto en ranuras 35 del núcleo de estator 18, en el que el estator 36 está colocado

opuesto al rotor 12, en el que el estator 36 y el rotor 12 está apoyado por dos placas de cojinete 33, con un arrollamiento de excitación 13 en forma de bobina anular, que está fijado en el rotor 12, en el que el arrollamiento de estator 11 presenta siete secciones de arrollamiento P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, que están conectadas en serie entre sí con un ángulo α eléctrico al menos aproximadamente igual, en el que en el circuito en serie de las secciones de fases P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 se salta en cada caso al menos una sección de fases P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 vecina. El circuito o bien la conexión en serie de las secciones de fases P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 es tal que el aparejo de arrollamiento activo eléctricamente del arrollamiento de estator 11 y, por lo tanto, de las siete secciones de fases P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 se cierra después de dos vueltas.

Por lo demás, está previsto un generador de corriente alterna 10, de acuerdo con el cual el arrollamiento de estator 11 presenta cabezas de arrollamiento 65, 66, que se pueden refrigerar en cada caso por medio de una corriente de aire de refrigeración aproximadamente radial, que es provocada por ventiladores 50 colocados al menos en un extremo axial de una pletina de polos de garras 42, 43.

Además, a partir de la figura 2 se puede reconocer que las uniones entre las secciones de fases P1 a P7 están conducidas, respectivamente, hacia uno de siete puentes del rectificador B1 a B7 de la unidad de construcción del rectificador 15. Los puentes del rectificador B1 a B7 están conectados en este caso de manera conocida en sí, respectivamente, por medio de dos diodos para formar una unidad de construcción de rectificador 15 de dos pasos. La conexión de las secciones de fases P1 a P7 se realiza en este caso de manera más conveniente en la cabeza trasera del arrollamiento de la máquina, en cuya zona está dispuesta de manera conocida también la unidad de construcción del rectificador 15. En este caso, está previsto que de las conexiones entre las secciones de fases P1 a P7 solamente una conexión 1a a 7a, respectivamente, está conducida hacia uno de los siete puentes del rectificador B1 a B7.

En la figura 3 se compara la curva característica del ruido dependiente del número de revoluciones emitida por el generador de corriente alterna según la figura 2 con la curva característica del ruido de generadores de corriente alterna conocidos del mismo tamaño de construcción. En este caso, se representa sobre el eje superior n1 la curva característica del ruido a de un generador de corriente alterna con arrollamiento de estator trifásico conocido. Muestra en la zona inferior del número de revoluciones entre 1500 y 4000 rpm una formación de ruido claramente intensificada, que se basa en ruido magnético del generador y que se superpone sobre el ruido del ventilador. A través de la desconexión de la regulación del ventilador del generador se obtienen los ruidos provocados solamente por el ventilador de la máquina de acuerdo con la curva característica a' de trazos. Sobre el eje central n2 se representa el nivel de sonido dependiente del número de revoluciones de un generador de corriente alterna con un arrollamiento de estator de siete fases, conectado para formar un heptágono como curva característica b. También aquí en la zona inferior del número de revoluciones entre 1500 y 4000 rpm se puede reconocer, frente al puro ruido del ventilador según la curva característica b' un nivel de sonido reducido frente a la curva característica a, pero todavía siempre elevado, que se percibe de la misma manera todavía como perturbador. Solamente en el caso de un generador de corriente alterna con un arrollamiento de estator de siete fases conectado según la figura 2 de acuerdo con la invención se amortigua, según la curva característica c sobre el eje n3 el nivel de ruido condicionado magnéticamente ahora también en la zona inferior del número de revoluciones hasta el punto de que éste no es ya prácticamente perceptible acústicamente frente al ruido del ventilador según la curva característica c'.

En la figura 4 se representan las curvas características de la potencia de los generadores en un diagrama sobre el número de revoluciones. La curva característica de trazos A muestra el desarrollo de la potencia cedida de un generador de corriente alterna con arrollamiento de estator trifásico conocido, cuya potencia nominal se evacúa con 100 % y que se consigue con un número de revoluciones n de 6000 rpm. La curva característica B de puntos y trazos muestra la potencia cedida de un generador, cuyo arrollamiento de estator está constituido de manera conocida por siete fases conectadas para formar un heptágono. La curva característica C de línea continua muestra la potencia cedida en función del número de revoluciones de un generador de acuerdo con la invención con arrollamiento de estator de siete fases, que está conectado según la figura 2.

En comparación con estas curvas características se puede reconocer que el generador configurado según la invención de acuerdo con su curva característica C ha alcanzado ya con aproximadamente 5000 rpm su potencia nominal y puede ceder claramente más potencia especialmente en la zona inferior del número de revoluciones que las formas de realización conocidas según las curvas características A y B. Con un número de revoluciones de marcha en ralentí n_0 de 1800 rpm se podría elevar de esta manera la potencia de aproximadamente 51 % según las curvas características A y B a 66 % según la curva característica C.

La figura 5 muestra de manera esquemática un esquema de arrollamiento de un arrollamiento de estator de siete fases 11a, en el que las siete secciones de fases P1 a P7 se insertan en forma de un arrollamiento ondulado en las ranuras de un paquete de chapas de estator no representado. En el presente caso del ejemplo, la máquina tiene un rotor 12a de dos polos. Sobre el lado derecho de la figura 4 se indica con línea de trazos que cada sección de fases P1 a P7 se inserta en varias sondas en las ranuras N1 a N14, de manera que para cada sección de fases P1 a P7 resulta en cada caso una bobina que está constituida por varios arrollamientos. Los comienzos de las secciones de fases P1 a P7 están designados allí con 1a a 7a y los extremos están designados con 1e a 7e. El paso de

arrollamiento de este arrollamiento ondulado 1a es siete ranuras. Los extremos 1e a 7e de las secciones de arrollamiento P1 a P7 forman aquí, respectivamente, las conexiones con el comienzo de las bobinas de la sección de fases conectada en serie con ellas a continuación. Puesto que también aquí en el circuito en serie de las secciones de fases P1 a P7, la sección de bobina eléctricamente siguiente, respectivamente, se salta eléctricamente para la obtención de una amortiguación óptima del ruido magnético y de la ondulación, se realiza también aquí el circuito en serie de las secciones de bobinas de la misma manera que en el ejemplo de realización según la figura 2. El extremo 1e de la primera sección de arrollamiento P1 se conecta con el comienzo del arrollamiento 3a de la sección de fases P3, cuyo extremo 3e se conecta con el comienzo 5a de la sección de fases P5, cuyo extremo 5e se conecta con el comienzo 7a de la sección de fases P7, cuyo extremo 7e se conecta con el comienzo 2a de la sección de fases P2, cuyo extremo 2e se conecta con el comienzo 4a de la sección de fases P4, cuyo extremo 4e se conecta con el comienzo 6a de la sección de fases P6 y cuyo extremo 6e se conecta finalmente con el comienzo 1a de la primera sección de fases P1. Todas las siete conexiones se encuentran en uno y el mismo lado en la cabeza trasera de arrollamiento 11a, de manera que los comienzos 1a a 7a de las secciones de fases P1 a P7 están conducidos para la conexión de una unidad de construcción de rectificador 15 con siete puentes de rectificador según la figura 2 desde la máquina.

En la figura 6 se representa como otro ejemplo de realización el esquema de arrollamiento de un arrollamiento de estator de siete fases en forma de un arrollamiento de bucle, que se inserta para un rotor de dos polos según la figura 5 de la misma manera en 14 ranuras N1 a N14 de un paquete de chapas de estator. Las secciones de fases Pa a P7 se forman aquí, respectivamente, por dos bobinas A1 a A14 conectadas en serie con un paso de arrollamiento de siete ranuras. Así, por ejemplo, para la sección de bobinas P1 se coloca la primera bobina S1, por ejemplo, con cuatro arrollamientos en las ranuras N1 y N8, de manera que el comienzo de la bobina 1a está conducido para la conexión de una unidad de construcción de rectificador 15 en la cabeza trasera de arrollamiento. A continuación se coloca sin interrupción la segunda bobina S2 con cuatro arrollamientos, respectivamente, en las ranuras N8 y N1 y se conduce su extremo 1e de la misma manera hacia la unidad de construcción de rectificador 15. De la misma manera se insertan entonces las bobinas S3 y S4 de la segunda sección de fases P2, respectivamente, con cuatro arrollamientos en las ranuras del estator, siendo dispuesta la bobina S3 en las ranuras N3 y N10 así como la bobina S4 en las ranuras N10 y N3. También aquí se conducen el comienzo 2a de la sección de bobinas P2 y su extremo 2e en la cabeza trasera de arrollamiento hacia la unidad de construcción de rectificador 15. Esto se repite ahora de la misma manera para las secciones de fases P3 a P7 siguientes, respectivamente. La conexión de las siete secciones de fases en la secuencia de fases según la figura 2 se realiza aquí a través de puentes de conductores no representados dentro de la unidad de construcción de rectificador 15. De manera ventajosa, en este caso se arrollan las dos bobinas S conectadas en serie de cada sección de arrollamiento P con un alambre de arrollamiento 17. De la misma manera, se pueden arrollar también todas las secciones de fases P para la consecución del circuito en serie deseado con un alambre de arrollamiento 17, de manera que entonces según la figura 4 se tienden los extremos 1e a 7e de las secciones de arrollamiento P1 a P7 como conexiones con el comienzo 3a a 2a respectivo de la sección de fases P siguiente sobre la cabeza de arrollamiento del lado del rectificador de la máquina.

La figura 7 muestra un fragmento de una placa de chapas de estator 18 del generador de corriente alterna 10 de la figura 2 con el arrollamiento de estator 11 de siete fases. En este caso, las secciones de fases P1, P5, P2, P6 están alojadas, respectivamente, en ranuras N1, N2, N3, N4 vecinas con ocho conductores L, respectivamente. En este caso, las secciones de fases P pueden estar fabricadas, respectivamente, según la figura 6 a partir de dos bobinas conectadas en serie con cuatro conductores L, respectivamente o según la figura 5 a partir de un arrollamiento ondulado respectivo con ocho ondas. Por lo demás, para la amortiguación de los ruidos magnéticos se ha revelado que es ventajoso que las secciones de fases P están insertadas con un factor de relleno de las ranuras Nf mayor que 50 % en las ranuras N del paquete de chapas de estator 18, como se puede reconocer en el forma de realización según la figura 7.

La figura 8 muestra otra posibilidad de conexión del arrollamiento de estator 11 de siete fases, saltando en el caso del circuito en serie de las secciones de fases P1 a P7 individuales, respectivamente, dos secciones de fases P siguientes. De esta manera, las secciones de fases P en la secuencia de fases P1-P4-P7-P3-P6-P2-P5 están conectadas en serie a través de las conexiones 1e a 7e. También aquí los comienzos 1a a 7a de las secciones de bobinas P1 a P7 están conducidos en el lado frontal para la conexión de una unidad de construcción de rectificador 15 según la figura 2. En esta realización del circuito, las secciones de fases P1 a P7 están conectadas en serie entre sí con un ángulo eléctrico α de $180/7^\circ \approx 25,7^\circ$. Esta variante está menos optimizada en cuanto al ruido y a la potencia frente a la forma de realización según la figura 2.

En virtud de las diferentes posibilidades de conexión para el circuito en serie del arrollamiento de estator 11 de siete secciones así como en virtud de las diferentes divisiones de dientes resulta, por consiguiente, para las secciones de fases P que se encuentran en serie, respectivamente, un ángulo eléctrico α en el intervalo entre 50° y 90° .

La invención no está limitada a los ejemplos de realización representados y descritos según las figuras 1 a 8. De esta manera, en general, puede ser conveniente seleccionar en una aplicación de la invención en generadores de corriente alterna para automóviles con una tensión de la red de a bordo de 14V el número de conductores Z en las

5 ranuras N del paquete de chapas de estator 18 mayor que 5 y menor que 10, si esto se ofrece para la optimización de la potencia de la máquina. Una aplicación preferida de la invención resulta en generadores de corriente alterna para automóviles con rotores de polos de garras de cuatro a dieciocho polos y con una corriente de excitación controlada por regulador. En lugar de una sección de fases arrollada con un alambre de arrollamiento del arrollamiento del estator, en máquinas eléctricas de alto rendimiento puede ser conveniente, dado el caso, insertar barras de conductores prefabricadas en las ranuras del paquete de chapas de estator y conectarlas entre sí en la cabeza de arrollamiento en técnica conocida. Además, las bobinas individuales de las secciones de fases P se pueden conectar en serie como también en paralelo entre sí. En lugar de un alambre de arrollamiento grueso se pueden arrollar también dos o más alambres de arrollamiento para formar secciones de fases.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Máquina eléctrica, en particular un generador de corriente alterna para un automóvil con un rotor (12) y con linguetes de polos de garras (44, 45) que se extienden en dirección axial y que se alternan en la periferia del rotor (12) como polo Norte y polo Sur, con un estator (36), que presenta un núcleo de estator (18) con un arrollamiento de estator (11) dispuesto en ranuras (35) del núcleo de estator (18), en el que el estator (36) está colocado opuesto al rotor (12), en el que el estator (36) y el rotor (12) está apoyado por dos placas de cojinete (33), con un arrollamiento de excitación (13) en forma de bobina anular, que está fijado en el rotor (12), en el que el arrollamiento de estator (11) presenta siete secciones de arrollamiento (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7), que están conectadas en serie entre sí con un ángulo α eléctrico al menos aproximadamente igual, en el que en el circuito en serie de las secciones de fases (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7) se salta en cada caso al menos una sección de fases (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7) vecina, en el que los arrollamientos (1e a 7e) están conducidos entre las secciones de fases (P1 a P7) hacia un convertidor, caracterizada porque las secciones de fases (P1 a P7) están conectadas entre sí sobre una de las dos cabezas de arrollamiento de la máquina (10), de tal manera que desde los arrollamientos (1e a 7e) entre las secciones de fases (P1 a P7) solamente una conexión eléctrica está guiada en cada caso hacia uno de los siete puentes del rectificador (B1 a B7).
- 10 2.- Máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque el arrollamiento de estator (11) presenta cabezas de arrollamiento (65, 66), que se pueden refrigerar en cada caso por medio de una corriente de aire de refrigeración aproximadamente radial, que es provocada por ventiladores (50) colocados al menos en un extremo axial de una pletina de polos de garras (42, 43).
- 15 3.- Máquina eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque todas las siete secciones de fases (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7) son del mismo tamaño, están constituidas por al menos una bobina, en particular por varias bobinas (S1 a S14) y están conectadas entre sí con un ángulo eléctrico α , que está entre 60° y 100°.
- 20 4.- Máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizada porque las secciones de fases (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7) están conectadas entre sí con un ángulo eléctrico α entre 70° y 90°, con preferencia con un ángulo eléctrico α de $180^\circ/7 \cdot 3 \approx 77,1^\circ$.
- 25 5.- Máquina eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque todas las secciones de fases (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7) están conectadas en serie en una secuencia de fases (P1, P3, P5, P7, P2, P4, P6), en la que solamente se salta en cada caso una sección de fases (P).
- 30 6.- Máquina eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque un circuito o bien un circuito en serie de las series de fases (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7) es tal que el aparejo de arrollamiento eléctricamente activo del arrollamiento de estator (11) y, por lo tanto, de las siete secciones de fases (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7) se cierra después de dos vueltas.
- 35 7.- Máquina eléctrica, en particular generador de corriente alterna para automóviles de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el convertidor es una unidad de construcción de rectificador (15) con siete secciones de rectificador (B1 a B7).
- 40 8.- Máquina eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizada porque las bobinas (S1 a S14) de cada sección de arrollamiento (P1 a P7) y con preferencia también todas las secciones de arrollamiento (P1 a P7) están arrolladas en cada caso con al menos un alambre de arrollamiento (17).
- 45 9.- Máquina eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizada porque el número de los conductores (L) por cada sección de fases (P1 a P7) o bien cada bobina (S1 a S14) en las ranuras del estator (N1 a N14) es mayor que 5 y menor que 10, preferiblemente 8
- 10.- Máquina eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque las secciones de fases (P1 a P7) están insertadas con un factor de relleno de las ranuras (Nf) mayor del 50 % en ranuras (N1 a N14) de un paquete de chapas del estator (18) de la máquina.

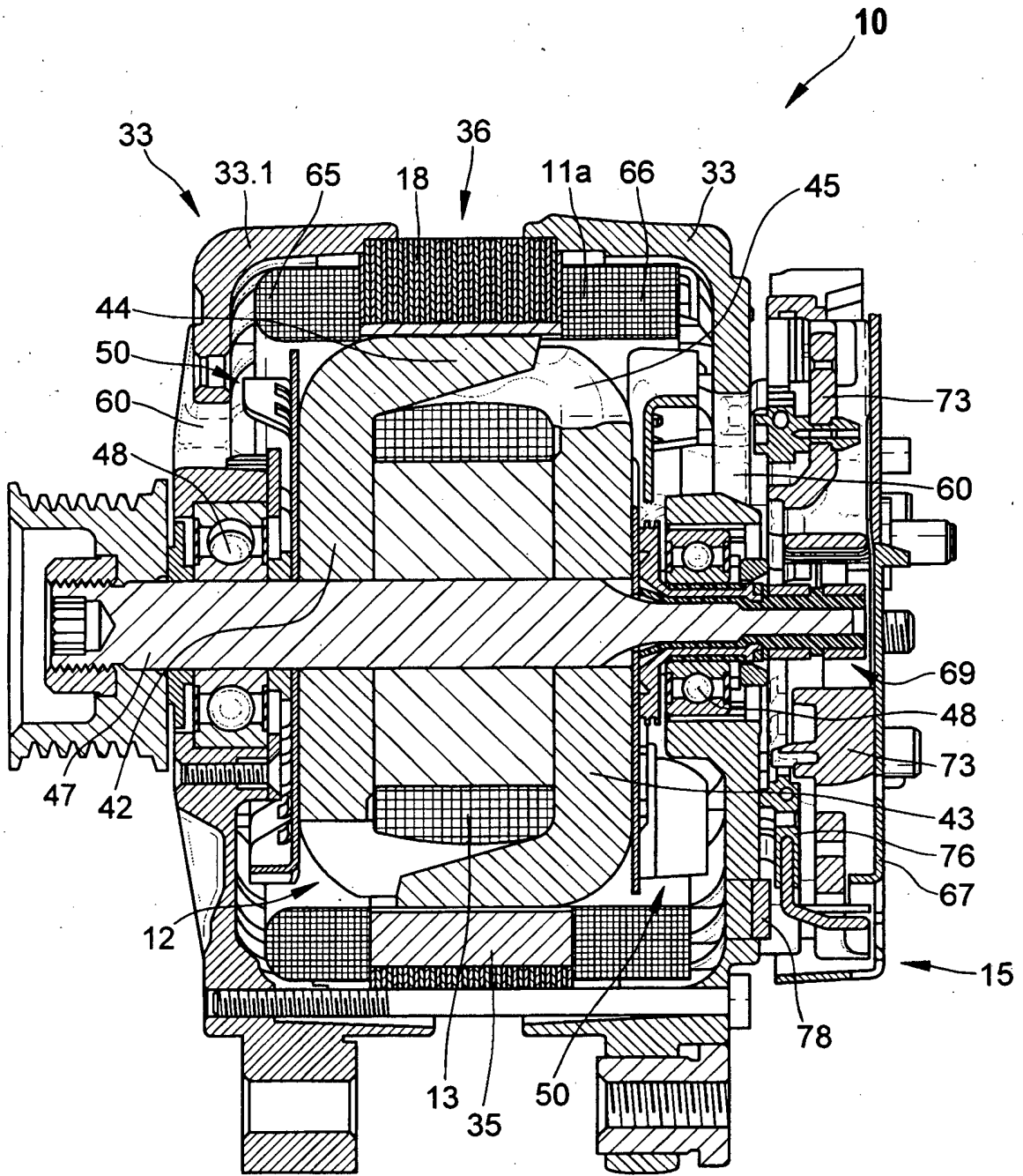


Fig. 1

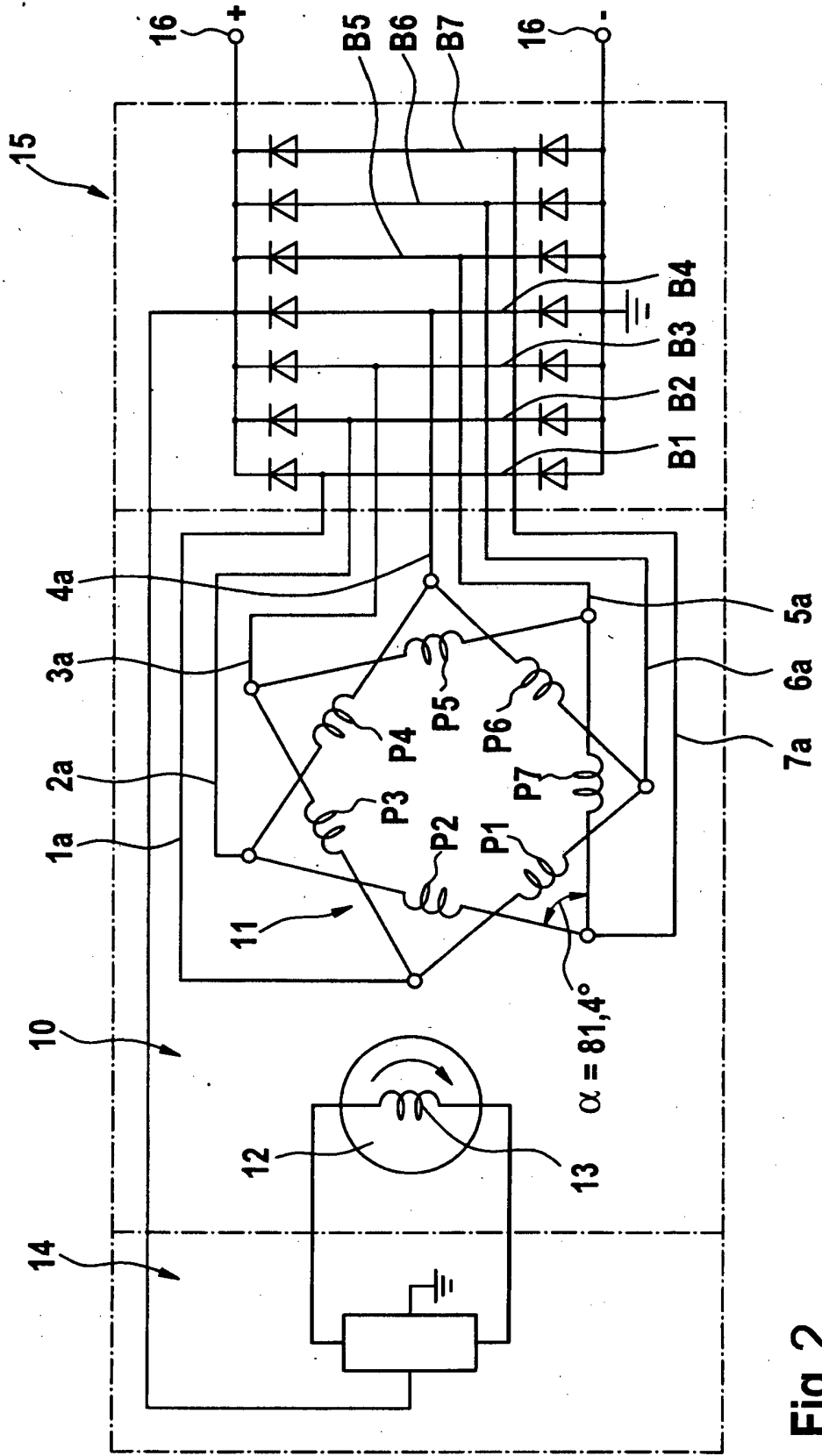


Fig.2

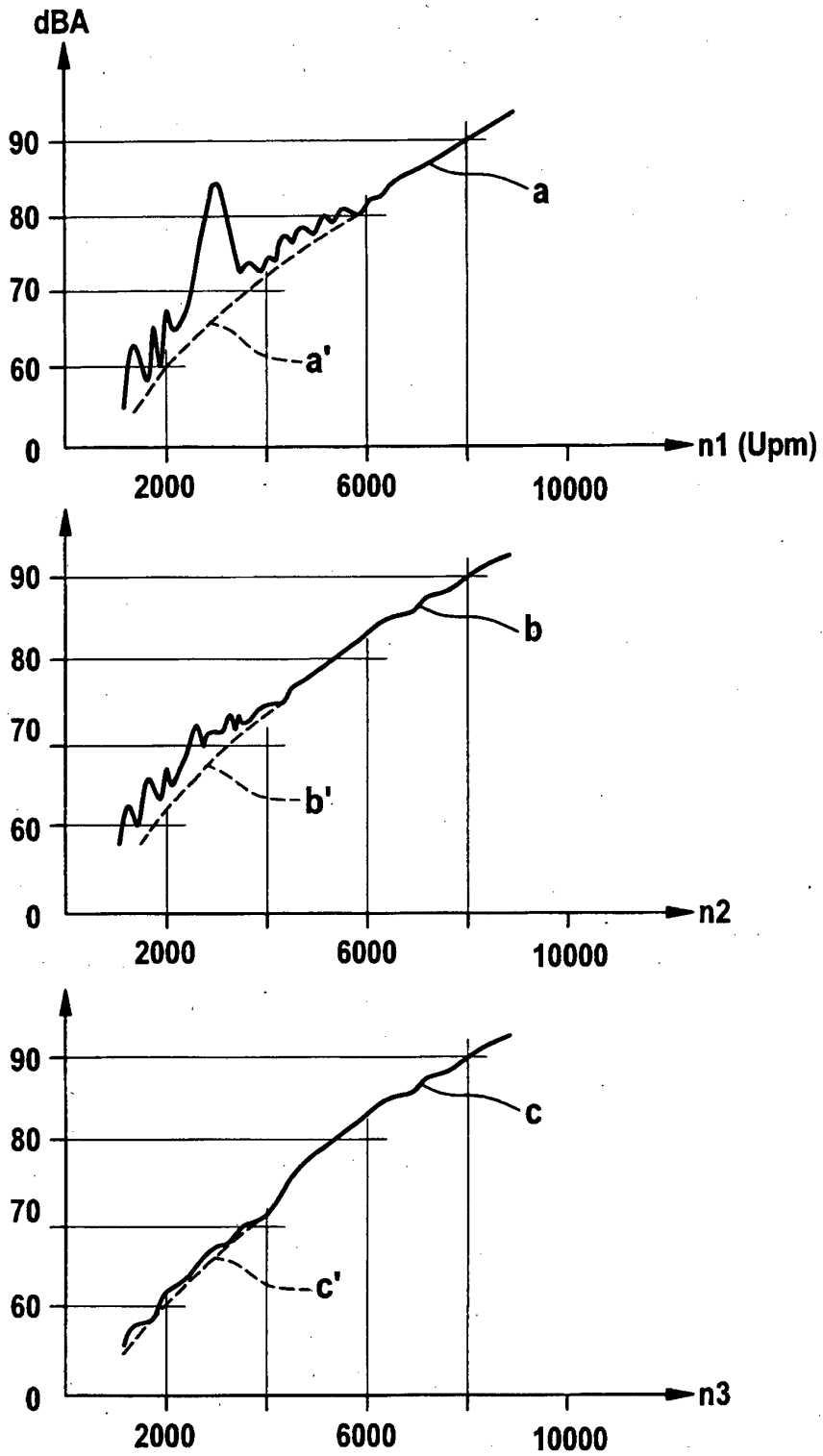
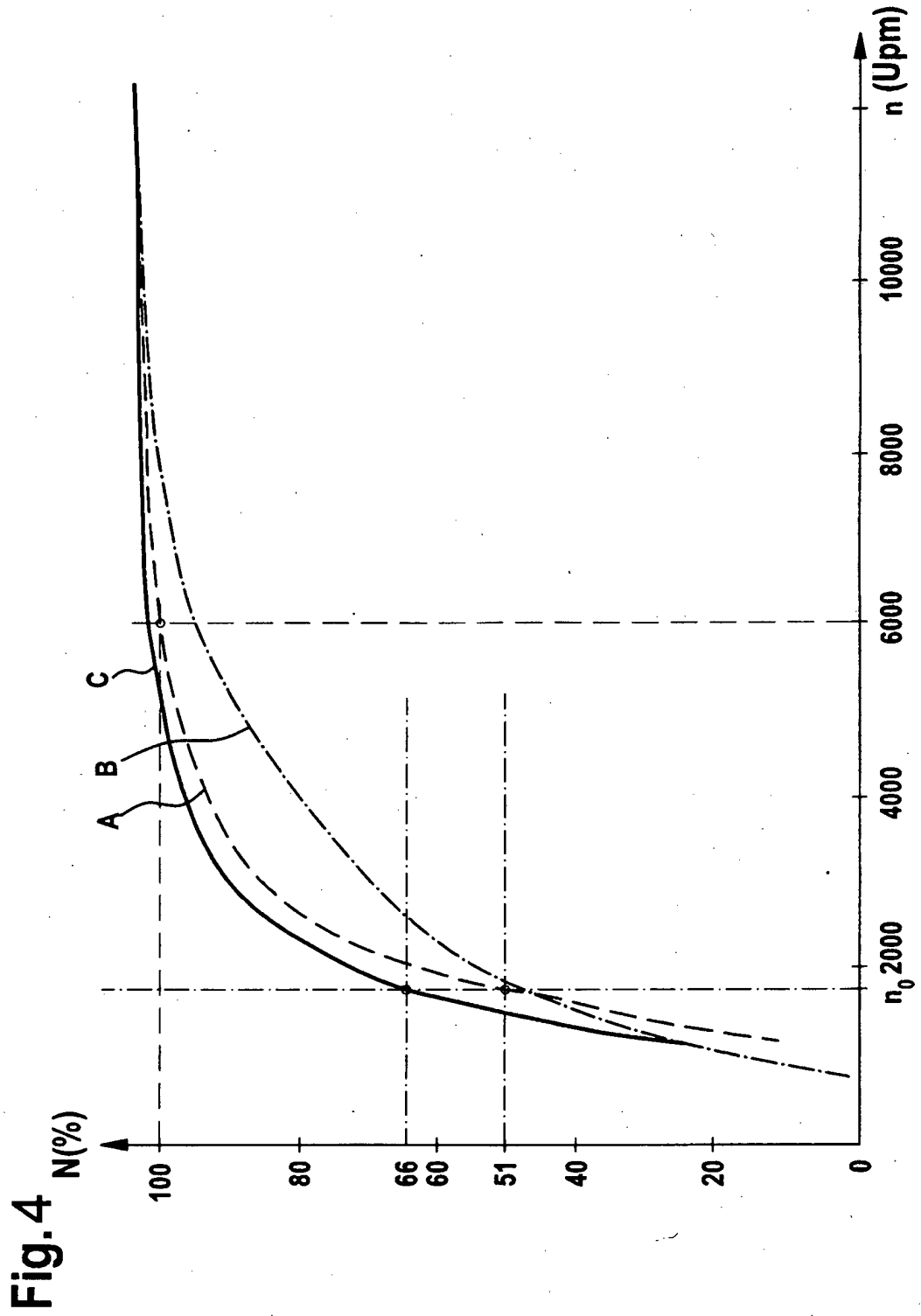
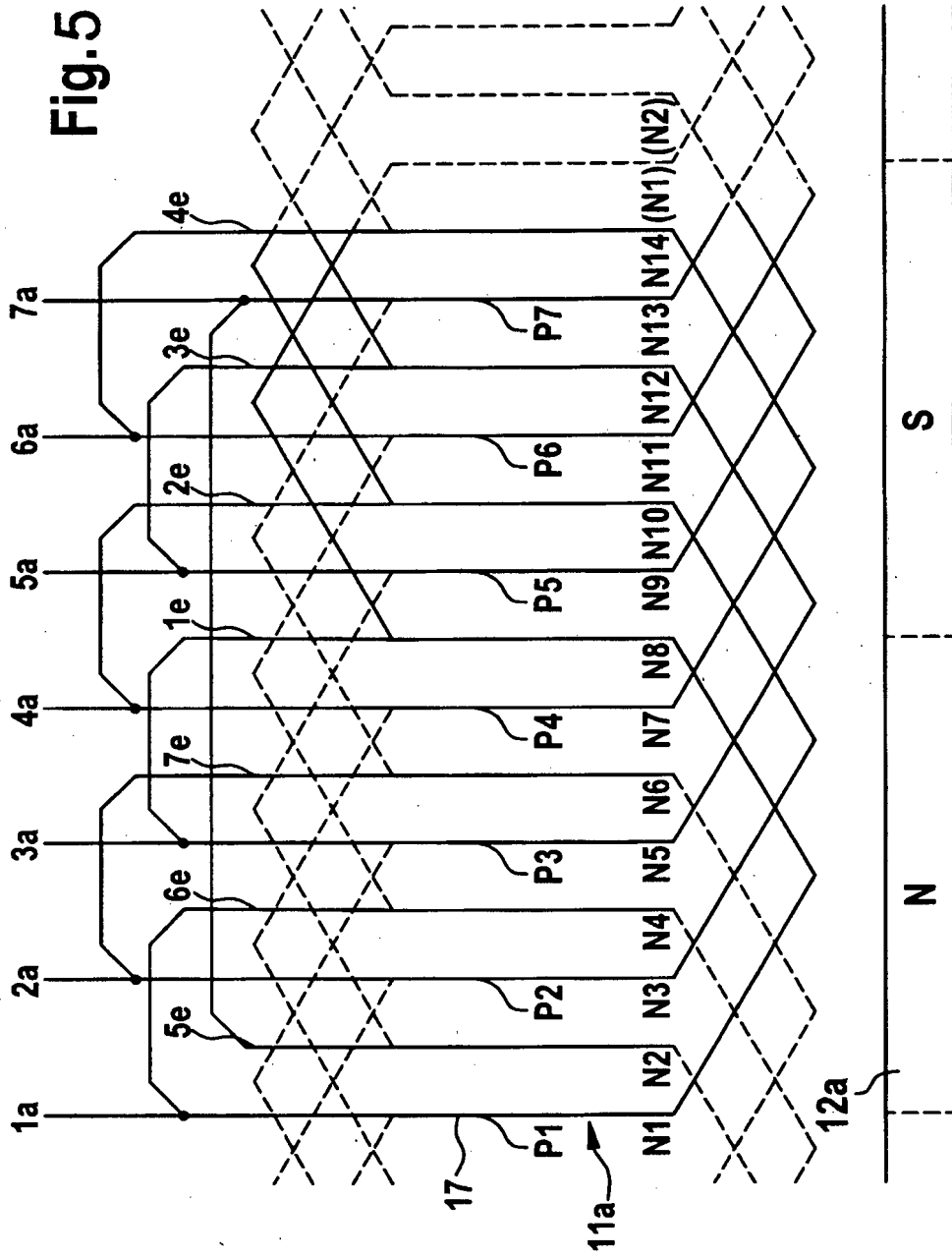


Fig. 3





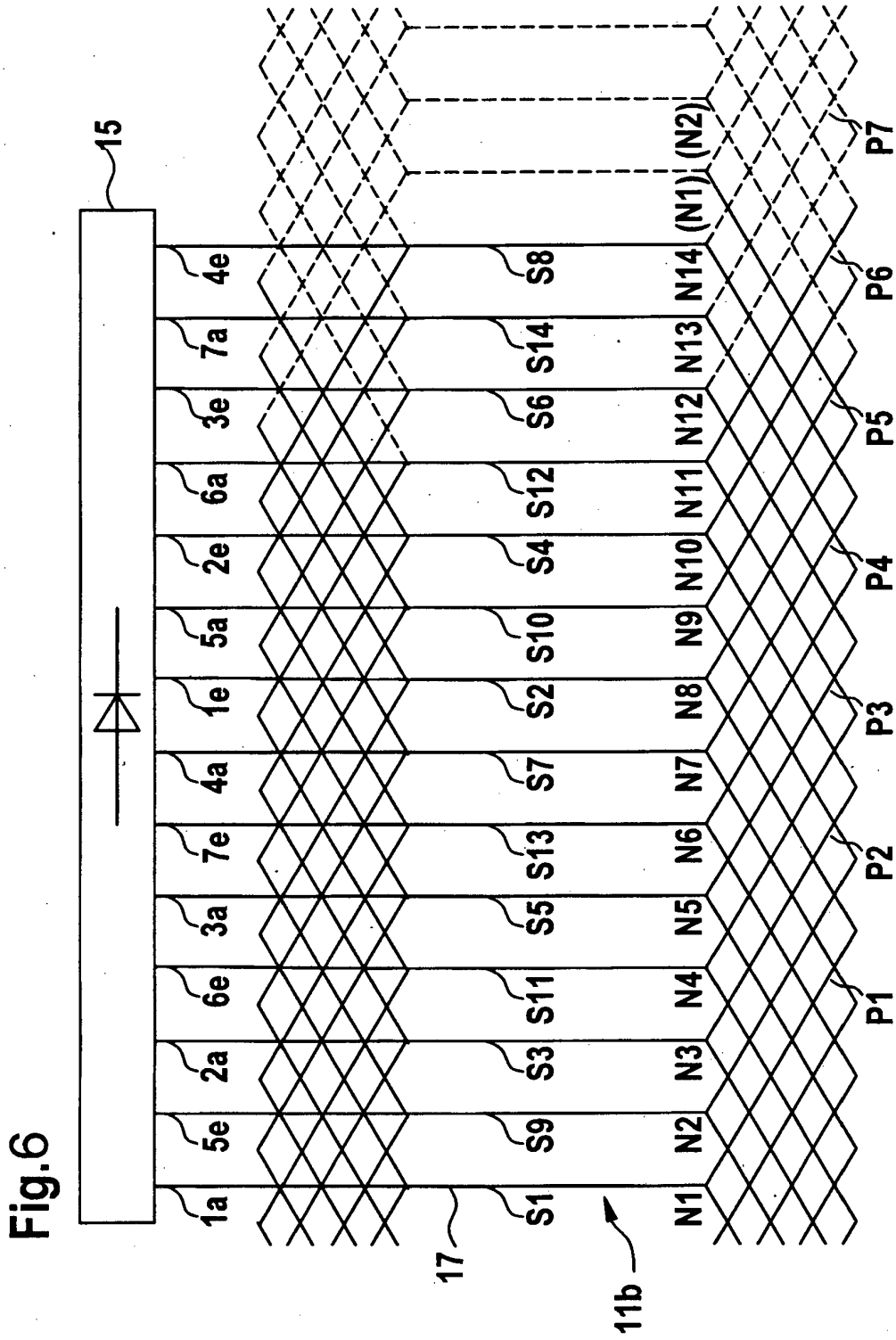


Fig. 7

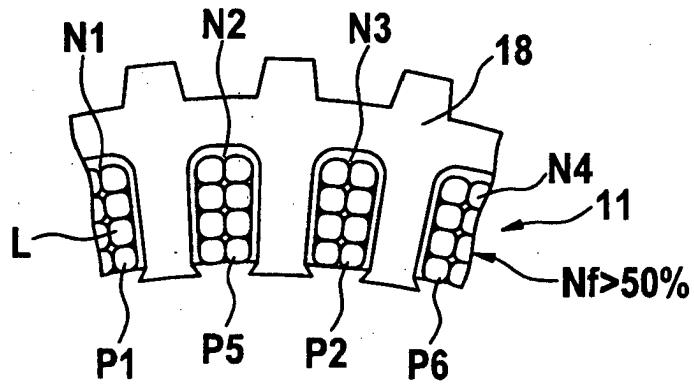


Fig. 8

