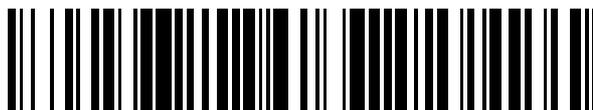


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 765**

51 Int. Cl.:

**H02K 1/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09764500 .6**

96 Fecha de presentación: **01.12.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2374198**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.10.2011**

54 Título: **Máquina eléctrica con un rotor de polos de garra**

30 Prioridad:

**08.12.2008 DE 102008054389**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

**13.12.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

**13.12.2012**

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)  
Postfach 30 02 20  
70442 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:

**WOLF, GERT;  
RAU, EBERHARD y  
SHENDI, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 392 765 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 con un rotor de polos de garra

Estado del arte

5 La presente invención hace referencia a una máquina eléctrica con un rotor de polos de garra, particularmente una máquina de polos de garra excitada eléctricamente para vehículos a motor, tal como se describe, por ejemplo, en la patente DE 10 2006 052 111 A1. La máquina eléctrica revelada en dicha patente, se conforma como un generador de corriente alterna con un bobinado del estator con cinco fases de bobinado, que se conforma opcionalmente como un bobinado ondulado simple o distribuido, y además presenta opcionalmente conexiones concentradas en una zona reducida de la periferia de la cabeza del bobinado, o distribuidas en su periferia. Las conexiones de las cinco 10 fases de bobinado se encuentran conectadas en forma de una estrella de cinco puntas (pentágono con cinco cruzamientos, pentagrama) con un sistema rectificador, en donde preferentemente todas las conexiones de fases de bobinado a conectar, se encuentran dispuestas en ranuras adyacentes.

Revelación de la presente invención

15 La máquina eléctrica conforme a la presente invención, con las características de la reivindicación independiente, resulta apropiada particularmente para utilizar como un generador accionado por correa o como un generador de arranque para vehículos a motor. Dicha máquina, en comparación con el estado del arte, presenta la ventaja que consiste en que mediante la conformación especial, por una parte, se puede incrementar considerablemente la superficie de la ranura del estator, y se puede reducir la pérdida por dispersión de la ranura y, por otra parte, el bobinado del estator se puede fabricar de manera económica como un bobinado de atracción con un factor de 20 llenado de ranuras elevado, y sin que exista el riesgo de dañar el aislamiento del bobinado. Además, se puede mejorar la geometría del núcleo del estator y, de esta manera, se pueden reducir los ruidos del flujo y los ruidos magnéticos.

25 Resulta particularmente económico cuando el núcleo laminado del estator se fabrica con bandas de chapa previamente estampadas, como un paquete bobinado de canto. El bobinado introducido en las ranuras del estator, se conforma, preferentemente, como un bobinado ondulado, particularmente como un bobinado ondulado con cinco fases de bobinado, que se conforma convenientemente como un bobinado ondulado distribuido. De esta manera, se pueden incrementar el factor de llenado de las ranuras y el diámetro de hilo del conductor, dado que la fuerza de atracción para el bobinado y la fricción en los flancos del diente resulta reducida en comparación con la ejecución con un bobinado ondulado simple. Mediante una distribución preferentemente simétrica de las conexiones del 30 bobinado en la periferia de la cabeza del bobinado de la máquina, se logra adicionalmente la simplificación de su conexión con elementos del rectificador dispuestos en la carcasa del estator, también distribuidos en el sentido periférico.

35 El rotor de la máquina conforme a la presente invención, se conforma preferentemente como un rotor de polos de garra con dieciséis polos, dado que de esta manera se puede reducir la altura del yugo del estator y, por consiguiente, se puede incrementar la profundidad de las ranuras con el mismo diámetro exterior. Otras particularidades y acondicionamientos ventajosos de la presente invención, se obtienen de las reivindicaciones y de la descripción de los ejemplos de ejecución.

Breve descripción de los dibujos

40 En los dibujos se representan ejemplos de ejecución de la presente invención y se explican en detalle en la siguiente descripción.

Se muestran:

Fig. 1 un corte longitudinal a través de un generador de corriente alterna para vehículos a motor, con un rotor de polos de garra,

45 Fig. 2 un esquema de conexiones de un generador de corriente alterna con cinco fases de bobinado, con un rectificador dispuesto a continuación,

Fig. 3 una vista de una lámina del estator de la máquina,

Fig. 4 un recorte de una lámina del estator, cuyos dientes presentan un ancho de diente constante,

Fig. 5 un recorte de una lámina del estator, cuyo ancho de diente en el yugo es considerablemente mayor que en el entrehierro, y

Fig. 6 una representación normalizada de las corrientes que se pueden alcanzar con un generador de corriente alterna que presenta la forma constructiva conforme a la presente invención.

5 Formas de ejecución de la presente invención

En la figura 1 se representa un corte a través de un generador de corriente alterna 10 para vehículos a motor. Dicho generador presenta, entre otros, una carcasa 13 conformada por dos piezas, compuesta por una primera placa de cojinete 13.1 y una segunda placa de cojinete 13.2. La placa de cojinete 13.1 y la placa de cojinete 13.2 alojan entre sí un estator 16 con un núcleo laminado 17 que presenta forma de anillo circular, en cuyas ranuras 15 abiertas hacia el interior, que se extienden axialmente, se dispone un bobinado del estator 18. Dicho estator de forma anular 16 rodea con su superficie, orientada radialmente hacia el interior, un rotor 20 excitado de manera electromagnética, que se conforma como un rotor de polos de garra con dieciséis polos. El rotor 20 está compuesto, entre otros, por dos platinas de polos de garra 22 y 23, en cuya periferia exterior se encuentran dispuestos respectivamente ocho dedos de polos de garra 24 y 25 que se extienden en el sentido axial. Ambas platinas de polos de garra 22 y 23 se encuentran dispuestas en el rotor 20, de manera que sus dedos de polos de garra 24, 25 que se extienden en el sentido axial, se alternen entre sí en la periferia del rotor 20 como polos N y S. De esta manera, se obtienen espacios intermedios de los polos de garra requeridos por razones magnéticas, entre los dedos de polos de garra 24 y 25 magnetizados en sentidos opuestos, que se extienden de manera levemente inclinada en relación con el eje de la máquina, debido a que los dedos de polos de garra se estrechan en dirección hacia sus extremos libres. Para la descripción a continuación de la presente invención, dicho desarrollo se indica de manera simplificada como axial.

El rotor 20 se encuentra alojado de manera que pueda rotar en las respectivas placas de cojinete 13.1 ó 13.2, mediante un eje 27 y mediante un cojinete de rodamiento 28 dispuesto a cada lado del rotor respectivamente. Dicho rotor presenta dos superficies frontales axiales en las que se fija respectivamente un ventilador 30. Dicho ventilador 30 está compuesto esencialmente por una sección en forma de placa, o bien en forma de disco, desde la cual se originan paletas del ventilador de una manera conocida. Dicho ventilador 30 se utiliza para permitir un intercambio de aire a través de orificios 40 en las placas de cojinete 13.1 y 13.2, entre el lado exterior y el espacio interior de la máquina eléctrica 10. Además, los orificios 40 se proporcionan en los extremos axiales de la placa de cojinete 13.1 y 13.2, a través de los cuales el ventilador 30 aspira aire de refrigeración hacia el espacio interior de la máquina eléctrica 10. Dicho aire de refrigeración se acelera radialmente hacia el exterior mediante la rotación del ventilador 30, de manera tal que dicho aire pueda ingresar a través de las cabezas del bobinado permeables al aire de refrigeración, 45 al sector de accionamiento y 46 al sector de la electrónica. Mediante dicho efecto se enfrían las cabezas del bobinado. Después del ingreso a través de las cabezas del bobinado, o bien después de la circulación por dichas cabezas del bobinado, el aire de refrigeración adopta un recorrido radial hacia el exterior, a través de orificios no representados.

En la figura 1 del lado derecho se encuentra una tapa protectora 47 que protege la pluralidad de componentes ante las influencias del entorno. De esta manera, dicha tapa protectora 47 cubre, por ejemplo, un grupo constructivo de anillos colectores 49 que se utilizan para alimentar un bobinado de excitación 29 con corriente de excitación. Alrededor de dicho grupo constructivo de anillos colectores 49 se encuentra dispuesto un disipador de calor 53 que, en este caso, actúa como un disipador de calor positivo. La placa de cojinete 13.2 actúa como el denominado disipador de calor negativo. Entre la placa de cojinete 13.2 y el disipador de calor 53, se dispone una placa de conexión 56 que se utiliza para conectar entre sí en el disipador de calor 53, mediante una conexión en puente, diodos negativos 58 fijados en la placa de cojinete 13.2, y diodos positivos de un rectificador 69 que no se muestran en dicha representación.

En la figura 2 se representa un generador de corriente alterna 10 con cinco fases de bobinado que conforman fases 70, 71, 72, 73,74, mediante un esquema de conexiones. La totalidad de las fases de bobinado 70, 71, 72, 73, 74 conforman el bobinado del estator 18. Las fases de bobinado que conforman cinco fases, se encuentran conectadas con un circuito principal en forma de una estrella de cinco puntas (pentagrama), en donde las fases conectadas respectivamente en las puntas de la estrella, encierran un ángulo de alrededor de 36°. En las conexiones de corriente y los puntos de interconexión 80, 81, 82, 83, 84 de las puntas de la estrella de cinco puntas, se encuentra conectado un rectificador en puente 69.

Las fases de bobinado 70 a 74 se encuentran interconectadas de la siguiente manera: La fase de bobinado 70 se encuentra conectada en el punto de interconexión 80 con la fase de bobinado 71. La fase de bobinado 71 se encuentra conectada en su extremo enfrentado, en el punto de interconexión 81, con la fase de bobinado 72. La fase de bobinado 72 se encuentra conectada en su extremo enfrentado, en el punto de interconexión 82, con la fase de bobinado 73. La fase de bobinado 73 se encuentra conectada en su extremo enfrentado, en el punto de interconexión 83, con la fase de bobinado 74. La fase de bobinado 74 se encuentra conectada en su extremo enfrentado, en el punto de interconexión 84, con la fase de bobinado 70. Los puntos de interconexión se encuentran dispuestos, preferentemente, de manera axial sobre o junto a la cabeza del bobinado 46 del sector electrónico, para

realizar recorridos de interconexión lo más cortos posible. Para ello, los respectivos hilos de conexión a interconectar de la fase de bobinado 70 a 74 de un punto de interconexión 80 a 84, salen preferentemente de ranuras 15 directamente adyacentes en el sentido periférico. Los puntos de interconexión 80 a 84 de las fases de bobinado 70 a 74, se encuentran unidos con el rectificador en puente 69, que está conformado por cinco diodos negativos 58 y cinco diodos positivos 59. Del lado de tensión continua, se encuentra conectado de manera paralela un regulador de tensión 66 que regula la tensión del generador mediante la influencia de la corriente en el bobinado de excitación 29. Adicionalmente, el regulador de tensión puede presentar una conexión con el rectificador, con el fin de medir la caída de tensión mediante un diodo y, de esta manera, determinar la velocidad actual del generador.

La red de a bordo de un vehículo a motor, se representa esquemáticamente mediante la batería 61 del vehículo a motor y mediante un dispositivo consumidor 62. Para mejorar la regulación, el bobinado de excitación 29 se puede activar alternativamente con la ayuda de cuatro etapas finales que se encuentran conectadas con un circuito en puente H. De esta manera, también se pueden aplicar corrientes de excitación negativas en el bobinado de excitación 29. De esta manera, se logran ventajas en la regulación de la tensión del generador, por ejemplo, en relación con la velocidad de regulación, dado que para la regulación rápida también se pueden aplicar tensiones negativas en el bobinado de excitación 29.

Naturalmente, también se muestran de una manera conocida, números de fases y formas de interconexión diferentes. En este aspecto, resulta importante mencionar los sistemas de tres y de seis fases con una conexión de triángulo o de estrella, como se explica en detalle, por ejemplo, en la solicitud de patente DE 10 2007 025 971.0.

En la figura 3 se representa esquemáticamente una lámina, o bien una vuelta de un núcleo laminado 17 del estator 16 de la máquina, compuesto por una banda de chapa y enrollado de canto de una manera conocida. Una línea de separación 35 indica en el núcleo del estator enrollado, el comienzo o el final de la banda de chapa, en el caso de un estator 16 curvado compuesto por un núcleo plano, dicha línea de separación indica los lados de unión unidos del núcleo laminado. Desde el yugo del estator 19 sobresalen hacia el interior dientes del estator 31, que en el entrehierro conforman cabezas de dientes 32. En el lado exterior del yugo del estator, sobresalen dientes exteriores 38 menores, enfrentados respectivamente a los dientes 31, que se encuentran dispuestos de manera uniforme en la periferia, a excepción de la zona de la línea de separación 35. Esencialmente, los dientes exteriores se encuentran magnéticamente inactivos, y se utilizan particularmente para el posicionamiento del estator 16 en la carcasa 13 de la máquina. El espacio libre entre los dientes exteriores 38 en la zona de la línea de separación 35 o una cavidad en correspondencia con las figuras 4 y 5, se puede utilizar simultáneamente como una marcación para la asignación de las posiciones de conexión del bobinado del estator, en la cabeza del bobinado 46. Sin embargo, para el centrado del núcleo laminado 17, el número de dientes exteriores 38 también se puede reducir hasta un número mínimo de tres dientes, que se encuentran dispuestos en la periferia esencialmente de manera uniforme. El posicionamiento de tornillos de sujeción del estator 39 en la periferia del yugo del estator 19, en la ejecución de acuerdo con la figura 3, se realiza entre los dientes exteriores 38, alternativamente en cavidades 34 en el yugo del estator 19, lo que se explica más detalladamente mediante las figuras 4 y 5. El diámetro interior del núcleo laminado del estator 17, se indica con el símbolo de referencia Di. El diámetro exterior del estator electromagnéticamente activo, se mide radialmente a lo largo de las ranuras 15, y se indica con el símbolo de referencia Da.

La figura 4 muestra un recorte de una lámina del estator, o bien una vista superior sobre el recorte correspondiente del núcleo laminado del estator 17. Las secciones de las láminas que conforman los dientes 31, se extienden en el sentido radial y presentan el mismo ancho a lo largo de su longitud completa. Por consiguiente, el ancho de diente Bz1 en la base del diente 33, corresponde al ancho de diente Bz2 en la cabeza del diente 32. Mediante la curvatura del yugo del estator 19, se logran forzosamente diferentes anchos de ranura Bn1 en la base de la ranura, y Bn2 en la zona de las aberturas de las ranuras. El ancho de la ranura se mide perpendicularmente en relación con una línea radial que divide la ranura 15 en dos superficies del mismo tamaño. Por lo tanto, Bn1 es el ancho en la base de la ranura, sin considerar el ensanchamiento de los dientes 31 a lo largo del contorno que se ensancha en la base de la ranura 36. Bn2 es el ancho mínimo de una ranura 15, sin considerar la zona de estrechamiento en la abertura de la ranura 37 a lo largo de las cabezas de diente 32. El punto inicial para la determinación del ancho de ranura Bn2, se encuentra convencionalmente entre  $1,024 \cdot Di$  y  $1,026 \cdot Di$  en correspondencia con la definición de Di en la figura 3. En el caso que los dientes 31 no presenten en el sentido periférico cabezas de dientes 32 salientes, entonces el ancho de ranura Bn2 se mide en  $1,025 \cdot Di$ .

En la ejecución de acuerdo con la figura 4, sobre el diente 31 representado a la derecha se encuentra un diente exterior 38, mientras que sobre el diente 31 adyacente se proporciona una cavidad 34 en el yugo del estator 19. Dicha cavidad se utiliza para el alojamiento parcial de un tornillo de sujeción del estator 39, mientras que el diente 38, como se ha explicado mediante la figura 3, se utiliza para el posicionamiento del estator 16 en la carcasa 13. La altura del yugo del estator 19 se indica con el símbolo de referencia H, la profundidad de la cavidad 34 con el símbolo de referencia T, el ancho de la cavidad 34 con el símbolo de referencia B, y el grosor del yugo restante entre una esquina de la ranura y la cavidad 34, se indica con el símbolo de referencia S. La altura de los dientes exteriores 38 se indica con el símbolo de referencia Z, y la división de las ranuras con el símbolo de referencia TN.

Para la medición conforme a la presente invención del núcleo laminado 17 del estator 16, se aplica lo siguiente:

La longitud axial del núcleo laminado del estator se adapta al rotor de polos de garra 20, y asciende de 20 a 45 mm, preferentemente de 30 a 40 mm. El diámetro interior  $D_i$  del núcleo laminado del estator 17 asciende de 90 a 115 mm, preferentemente de 99 a 112 mm. La proporción del diámetro interior  $D_i$  en relación con el diámetro exterior  $D_a$  del núcleo laminado del estator 17 se encuentra, al menos, en el centro de la ranura, en el rango de 0,70 a 0,77, preferentemente, en el rango de 0,73 a 0,75, mientras que la proporción del ancho de la ranura  $B_{n2}$  en la zona de la abertura de la ranura 37 en relación con el ancho de la ranura  $B_{n1}$  en la base de la ranura 36, se encuentra en el rango de 0,69 a 0,81, preferentemente de 0,73 a 0,78. Mediante dicha conformación del núcleo del estator 17 con una altura del yugo reducida  $H$ , que dependiendo del número de polos  $p$  de la máquina, se encuentra entre los 3 mm y 10 mm, preferentemente entre 3,5 y 6 mm, y que en el caso de un incremento simultáneo de la superficie de la ranura, se puede incrementar considerablemente la potencia de salida de la máquina, sin incrementar las dimensiones totales.

Para un bloqueo seguro de los tornillos de sujeción del estator 39, en la periferia exterior se dejan libres, al menos, tres cavidades 34 en el yugo del estator 19, que se disponen respectivamente centradas sobre los dientes del estator 31, y que se orientan radialmente. Las cavidades 34 presentan, preferentemente, una sección transversal con forma de segmento circular. La proporción de la profundidad  $T$  de las cavidades 34 en relación con la altura  $H$  del yugo del estator 19, se encuentra en el rango de 0,45 a 0,85, preferentemente en el rango de 0,55 a 0,65.

El ancho de los dientes 31 se dimensiona de manera que corresponda de 0,6 a 0,8 veces la altura del yugo  $H$ . Esto se aplica en el caso de un ancho de diente que permanece igual, de acuerdo con la figura 4, para su longitud radial completa, en el caso de una conformación cónica de los dientes 31, como se representa en la figura 5, se aplica la proporción de 0,6 a 0,8 para el ancho medio del diente  $B_z$  que se define como un valor medio de la suma obtenida a partir del ancho del diente  $B_{z1}$  en la base del diente 33, y del ancho del diente  $B_{z2}$  en la cabeza del diente 32, en donde el ancho del diente  $B_{z2}$  en la cabeza del diente no pasa a un nivel inferior a 1,5 mm, preferentemente a 1,75 mm.

La proporción del ancho del diente de acuerdo con la figura 4, o del ancho medio del diente  $B_z$  de acuerdo con la figura 5 en relación con la división de las ranuras  $\tau_N$ , se debe encontrar entre 0,4 y 0,5, preferentemente entre 0,45 y 0,5. Además, para el ancho de diente o bien, el ancho medio de diente  $B_z$  en relación con el ancho  $B$  de una cavidad 34 en el yugo del estator 19, se aplica la proporción del ancho  $B$  de una cavidad en relación con el ancho del diente, o bien en relación con el ancho medio del diente  $B_z$ , que se encuentra en el rango de 0,4 a 0,65, preferentemente en el rango de 0,5 a 0,6. La proporción del grosor del yugo  $S$  reducido entre la base de la ranura 36 y una cavidad 34 en relación con la altura del yugo  $H$ , se encuentra preferentemente en el rango de 0,5 a 0,8, particularmente en el rango de 0,5 a 0,65. Los dientes exteriores 38 sobresalen sobre el diámetro exterior  $D_a$  magnéticamente activo del yugo del estator 19, sólo hasta el punto en que su altura  $Z$  no excede un valor de 0,15 a 0,35 de la altura  $H$  del yugo del estator 19. Mediante dichas medidas de conformación adicionales del núcleo laminado del estator 17, se pueden mejorar aún más la potencia de salida, los ruidos de la máquina y las condiciones de refuerzo de la máquina.

La figura 5 muestra una conformación alternativa de las láminas del estator, o bien del núcleo laminado 17 enrollado compuesto por una banda, o laminado con láminas individuales. De modo diferente a la ejecución de acuerdo con la figura 4, en este caso los dientes del estator 31 se realizan con un ancho continuamente en aumento, entre las cabezas de dientes 32 y las bases de dientes 33. Las especificaciones para el dimensionamiento del yugo, de los dientes y de las ranuras, se han mencionado anteriormente en relación con la figura 4, en donde, sin embargo, de acuerdo con la figura 5, para el dimensionamiento se toma como base el ancho medio del diente  $B_z$ , en lugar del ancho constante del diente. Por lo demás, para dicha ejecución valen las mismas reglas de dimensionamiento que las mencionadas en la descripción de la figura 4.

Otras medidas de conformación conciernen a la ejecución del bobinado del estator 18 y del rotor 20. Este último se debe realizar como un rotor de polos de garra 20 con dieciséis polos, dado que de esta manera se puede reducir aún más la altura del yugo  $H$  del estator 16, ya sea para lograr un diámetro exterior menor de la máquina, o para lograr una profundidad de ranura mayor con las mismas dimensiones constructivas. En relación con el bobinado del estator 18, dicho bobinado se conforma, preferentemente, como un bobinado ondulado, particularmente un bobinado ondulado con cinco fases de bobinado, en donde se prefiere una ejecución distribuida del bobinado. La ejecución distribuida del bobinado se logra mediante la inversión del sentido de bobinado, o bien de la dirección de bobinado, después de aproximadamente la mitad del número de vueltas, de manera tal que los conductores que salen de la misma ranura, se distribuyan en las cabezas del bobinado en ambos sentidos periféricos, hecho que logra cabezas de bobinado que sobresalen muy levemente en el sentido axial. La ejecución distribuida del bobinado proporciona la ventaja que consiste en una introducción más simple en las ranuras 15, con un riesgo reducido de dañar el aislamiento del bobinado. Simultáneamente, en el caso de una ejecución distribuida del bobinado, se puede lograr un llenado mayor de la ranura. Las conexiones de bobinado de las fases de bobinado del estator 70 a 74 para los puntos de interconexión 80 a 84 de acuerdo con la figura 2, se pueden conducir hacia el exterior desde las ranuras adyacentes, preferentemente en la periferia de las cabezas del bobinado, de manera distribuida entre sí, por lo que se obtienen conexiones reducidas con los elementos individuales del sistema rectificador 69, que se encuentran dispuestos de manera distribuida también sobre la sección transversal de la carcasa de la máquina 13. El bobinado del estator 18 realizado como un bobinado de atracción, se dispone de manera que las fases de bobinado

individuales 70 a 74 se encuentren dispuestas en capas en las cabezas del bobinado 45, 46 radialmente unas sobre otras.

5 La figura 6 muestra una representación normalizada de las corrientes de salida de la máquina que se pueden alcanzar con un generador de corriente alterna que presenta la forma constructiva conforme a la presente invención. Además, en la abscisa se registra la proporción del diámetro interior  $D_i$  en relación con el diámetro exterior  $D_a$  del núcleo laminado del estator 17, y en la ordenada se registra la proporción del ancho de ranura  $B_{n2}$  en la abertura de la ranura 37 en relación con el ancho de ranura  $B_{n1}$  en la base de la ranura. El diagrama muestra en un punto de funcionamiento convencional para el aprovechamiento máximo eléctrico y magnético del material, la variación de la potencia de salida mediante la modificación de las dimensiones relevantes en relación con el aprovechamiento.

10 Mediante el dimensionamiento recomendado de la máquina eléctrica, se logra una zona de potencia de salida máxima obtenible. La zona sombreada en dicha representación, conforme a la presente invención, para el dimensionamiento de las medidas mencionadas anteriormente, suministra corrientes de salida lo más elevadas posible en la respectiva ejecución de la máquina, como se observa en el desarrollo de las líneas que presentan corrientes del generador  $I_n$  iguales.

15

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Máquina eléctrica con un rotor de polos de garra, particularmente una máquina de polos de garra (10) para vehículos a motor, excitada eléctricamente, al menos, con doce polos, con un estator (16) cuyo bobinado (18) está conformado por una pluralidad de fases de bobinado, y se conecta con sus conexiones de fases de bobinado (80 a 84) con un sistema rectificador o un sistema ondulator pulsado (69), **caracterizada porque** el núcleo laminado del estator (17) se conforma de manera que la proporción del diámetro interior (Di) entre las superficies frontales de las cabezas de dientes (32) de los dientes del estator (31) enfrentados diametralmente, en relación con el diámetro exterior (Da) del yugo del estator (19), se encuentre, al menos, en el centro de la ranura en el rango de 0,70 a 0,77, y la proporción del ancho de la ranura (Bn2) en la abertura de la ranura (37) en la zona de transición hacia la cabeza del diente (32), en relación con el ancho de la ranura (Bn1) en la base de la ranura (36), se encuentre en el rango de 10 0,69 a 0,81.
- 15 2. Máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** la proporción del diámetro interior (Di) en relación con el diámetro exterior (Da) del núcleo laminado del estator (17) se encuentra, al menos, en el centro de la ranura, en el rango de 0,73 a 0,75, y la proporción del ancho de la ranura (Bn2) en la abertura de la ranura (37) en relación con el ancho de la ranura (Bn1) en la base de la ranura (36), se encuentra en el rango de 0,73 a 0,78.
- 20 3. Máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada porque** el yugo del estator (19) presenta cavidades (34) alineadas radialmente en la periferia exterior, esencialmente de manera centrada sobre, al menos, tres dientes del estator (31).
- 25 4. Máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizada porque** las cavidades (34) en el yugo del estator (19) presentan esencialmente una forma de segmento circular.
- 30 5. Máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4, **caracterizada porque** la proporción de la profundidad (T) de las cavidades (34) en relación con la altura (H) del yugo del estator (19), se encuentra en el rango de 0,45 a 0,85, preferentemente en el rango de 0,55 a 0,65.
- 35 6. Máquina eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el núcleo laminado del estator (17) se conforma de manera que la proporción del ancho medio del diente (Bz) en relación con la altura del yugo (H), se encuentra en el rango de 0,6 a 0,8.
- 40 7. Máquina eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la proporción del ancho medio del diente (Bz) en relación con la división de las ranuras ( $\tau N$ ), se encuentra en el rango de 0,4 a 0,5, preferentemente en el rango de 0,45 a 0,5.
- 45 8. Máquina eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la proporción del grosor del yugo (S) entre una esquina en la base de la ranura (36) y una cavidad (34), en relación con la altura del yugo (H), se encuentra en el rango de 0,5 a 0,8, preferentemente en el rango de 0,5 a 0,65.
9. Máquina eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la proporción del ancho (B) de una cavidad (34) en el yugo del estator (19), en relación con el ancho medio del diente (Bz), se encuentra en el rango de 0,4 a 0,65, preferentemente en el rango de 0,5 a 0,6.
10. Máquina eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** en la periferia del yugo del estator (19), se conforman dientes exteriores (38).
11. Máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizada porque** la proporción de la altura (Z) del diente exterior (38) en relación con la altura (H) del yugo del estator (19), se encuentra en el rango de 0,15 a 0,35.
12. Máquina eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el núcleo laminado del estator (17) está conformado por una banda de chapa previamente estampada, como un paquete bobinado de canto.
13. Máquina eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el rotor de polos de garra (20) está conformado por dieciséis polos.
14. Máquina eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el bobinado del estator (18) está conformado como un bobinado ondulado.

15. Máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizada porque** el bobinado del estator (18) está conformado como un bobinado ondulado con cinco fases de bobinado.
16. Máquina eléctrica de acuerdo con la reivindicación 14 ó 15, **caracterizada porque** el bobinado del estator (18) está conformado como un bobinado ondulado distribuido.
- 5 17. Máquina eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** las conexiones (80 a 84) de las fases de bobinado del estator (70 a 74), se conducen hacia el exterior hacia el sistema rectificador (69) de una manera distribuida en la periferia del estator (16).
18. Máquina eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el bobinado del estator (18) está conformado como un bobinado de atracción.
- 10 19. Máquina eléctrica de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** las fases de bobinado (70 a 74) del bobinado del estator (18), se encuentran dispuestas en capas en las cabezas del bobinado (45, 46) radialmente unas sobre otras.

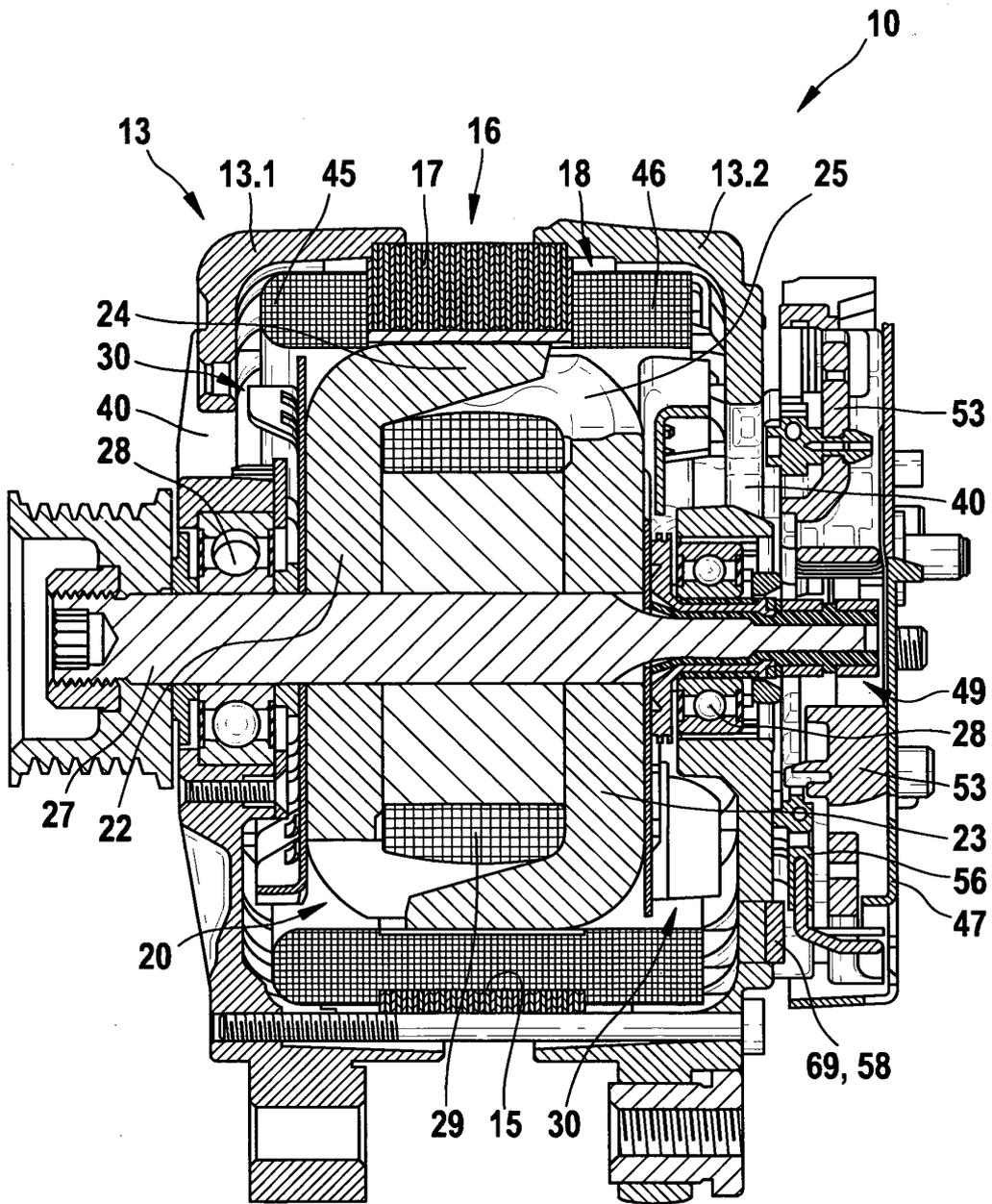


Fig. 1

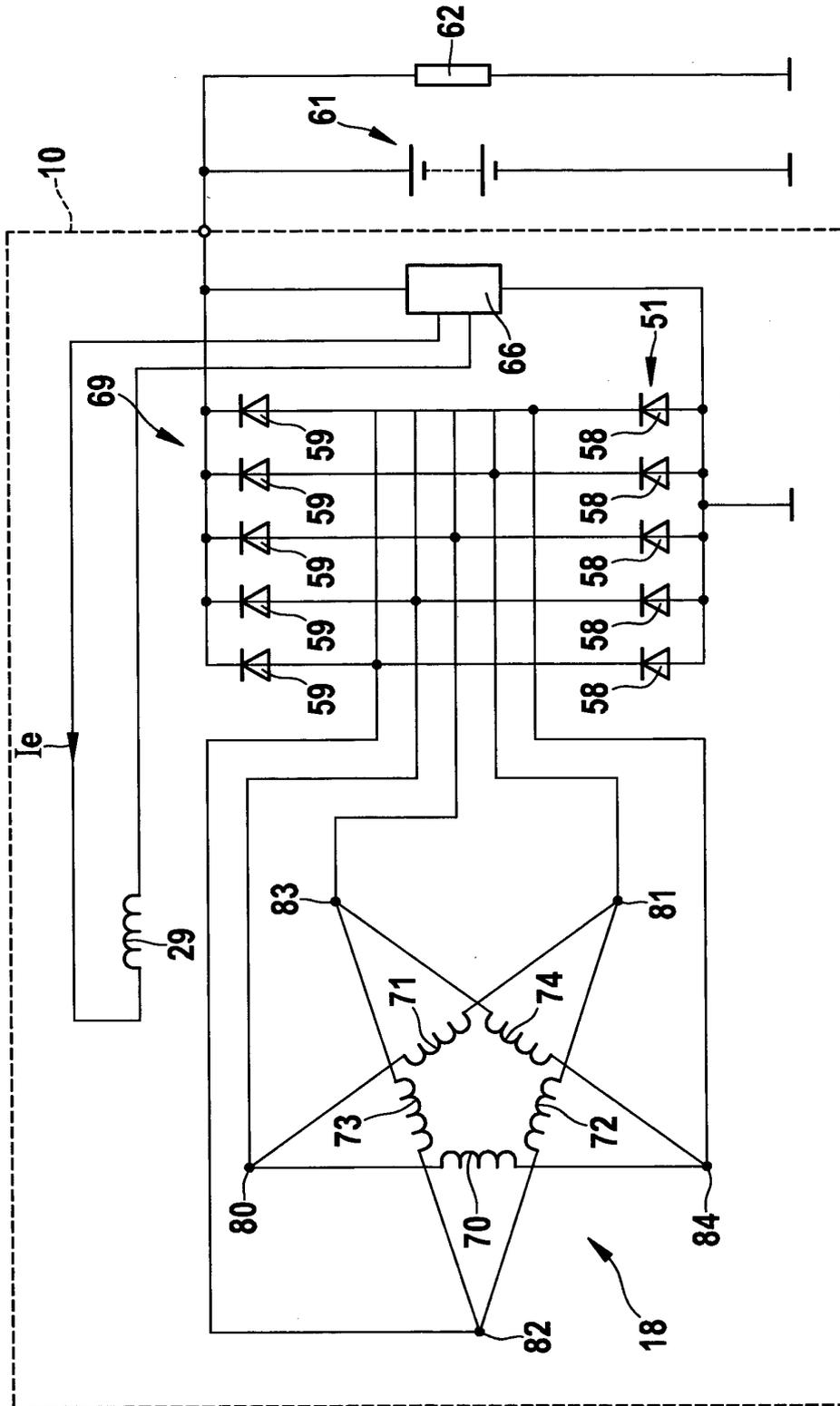
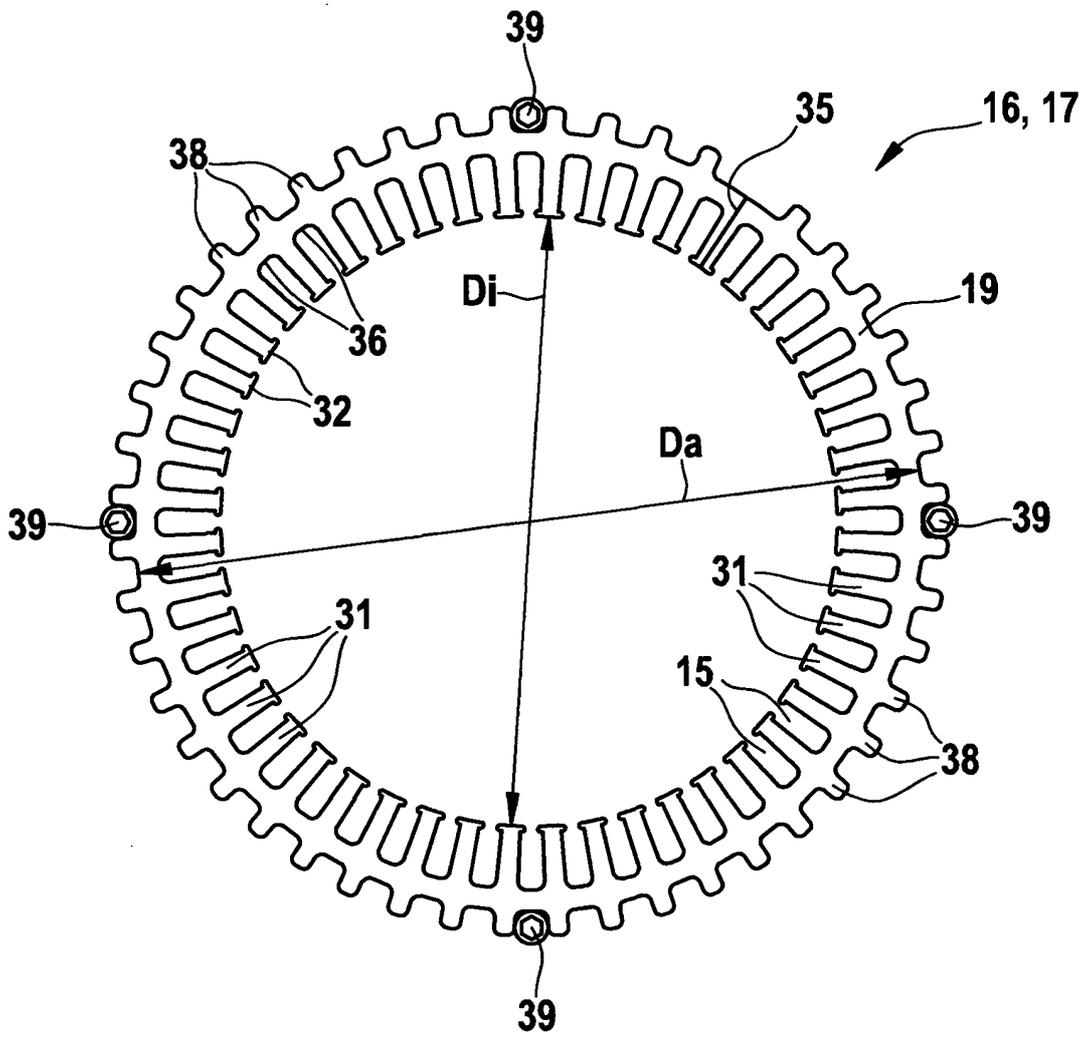


Fig. 2



**Fig. 3**

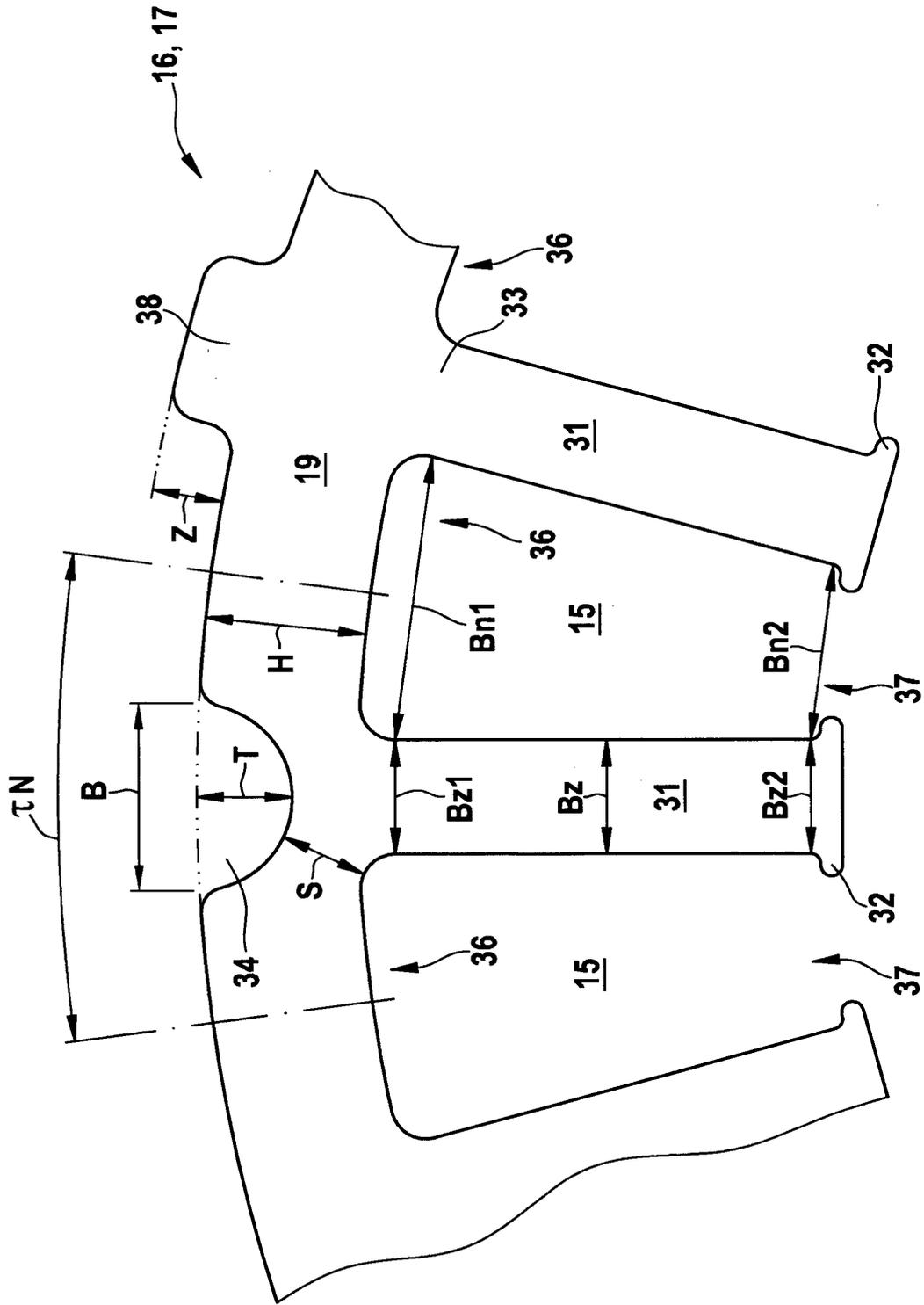


Fig. 4

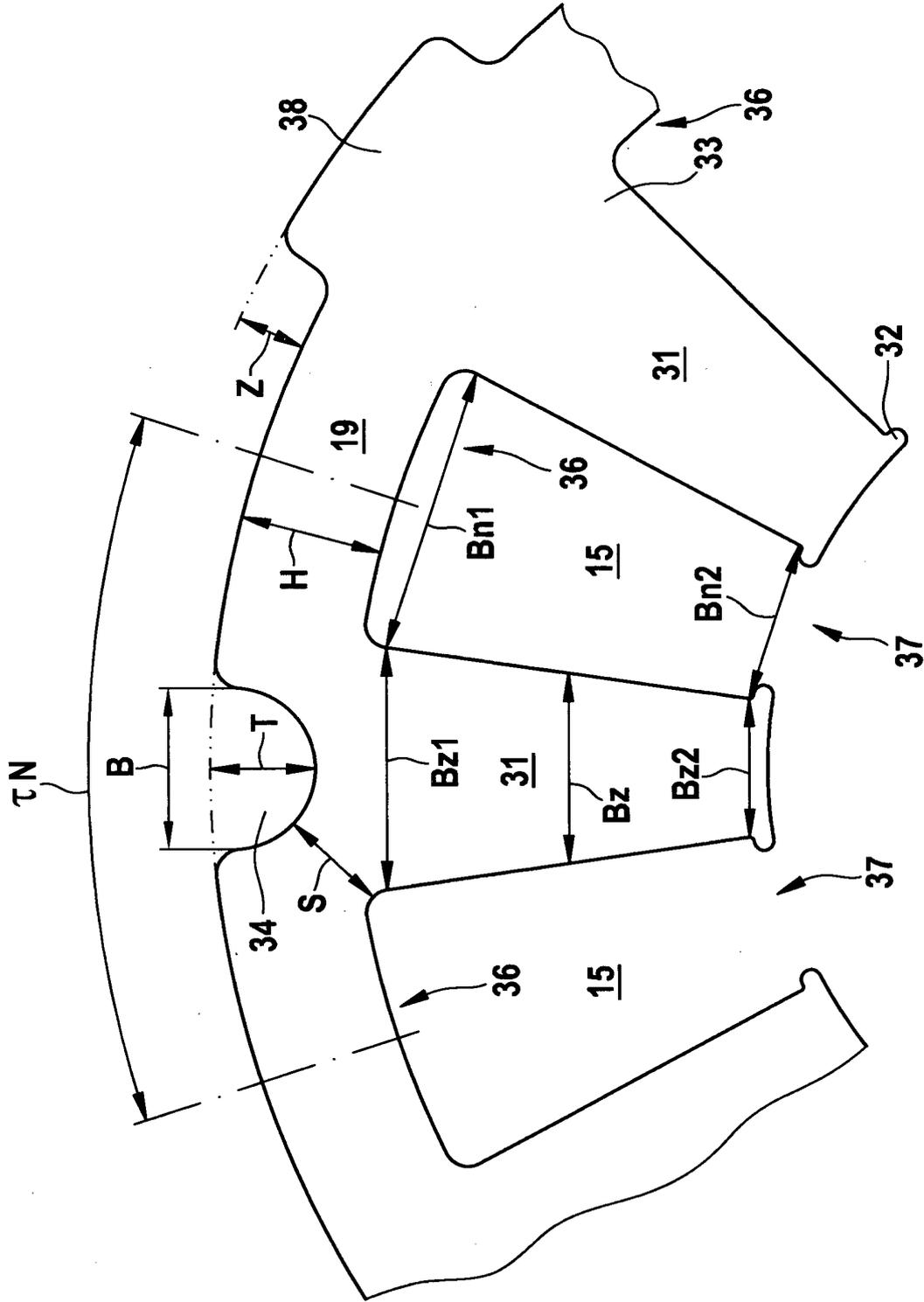


Fig. 5

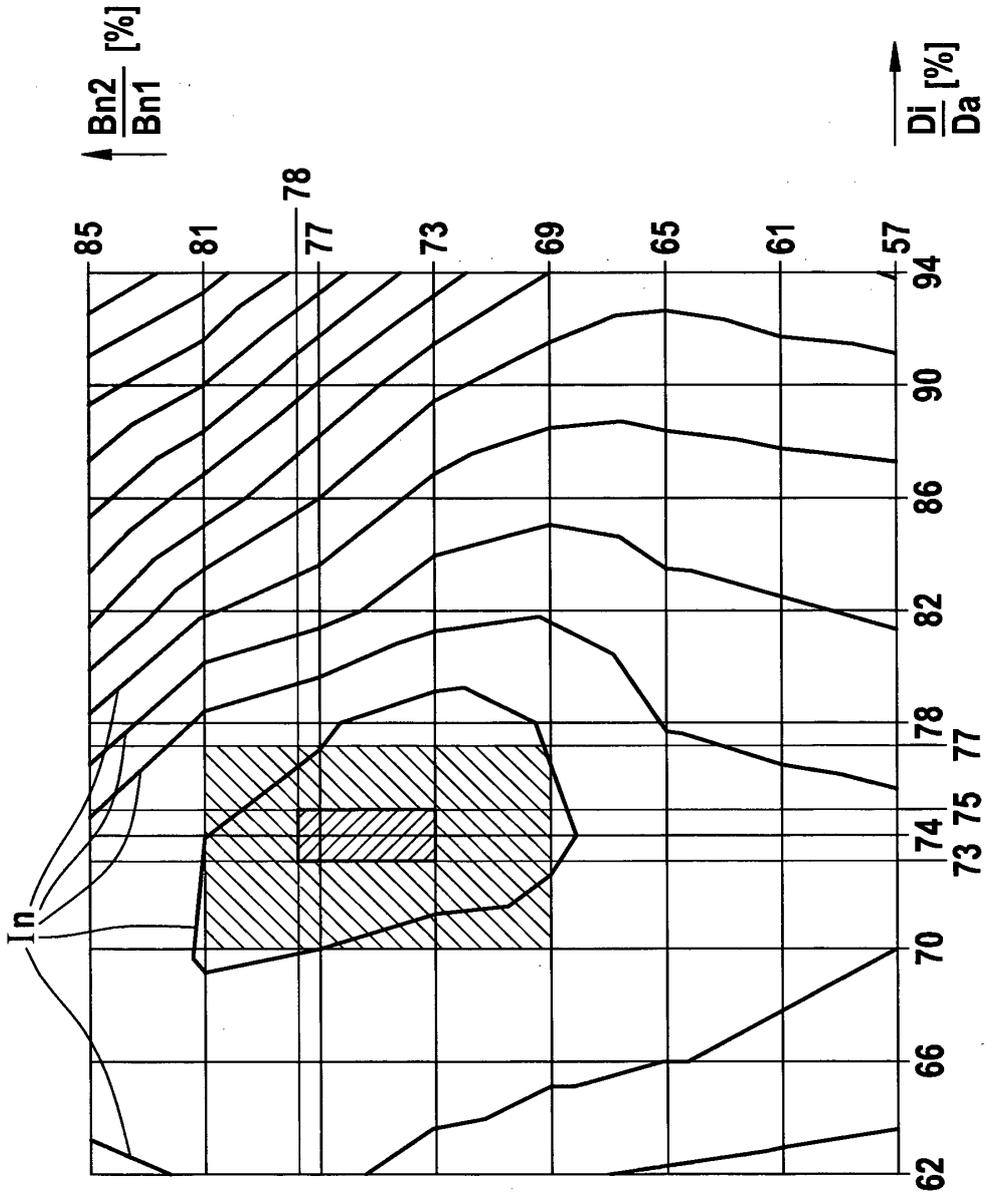


Fig. 6