

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 618 261**

51 Int. Cl.:

**H02K 21/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.12.2013 PCT/EP2013/077230**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.06.2014 WO2014096095**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2013 E 13811209 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016 EP 2936662**

54 Título: **Máquina eléctrica**

30 Prioridad:

**19.12.2012 DE 102012223711**

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

**21.06.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**WOLF, GERT;  
WEBER, GERLINDE y  
SHENDI, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 618 261 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

Estado del arte

5 Por la solicitud EP 910155A1 se conoce una máquina eléctrica realizada como un así llamado generador de polo de uñas. La máquina eléctrica mencionada presenta un estator y un rotor, donde durante un movimiento de rotación, en la circunferencia del rotor, polos inductores o polos de uña, polarizados de forma diferente, dispuestos de forma contigua, generan una tensión del estator en un bobinado del estator. Los polos inductores de esa máquina están realizados como los así llamados polos de uñas.

10 Por el documento más cercano EP 0 762 617 A1 se conoce una máquina eléctrica según el preámbulo de la reivindicación 1.

El objeto de la presente invención consiste en alcanzar una reducción importante de la masa de cobre de una máquina eléctrica. Manteniendo el grado de efectividad y la salida de potencia se reduce tanto el peso del bobinado inductor, como también el peso del bobinado del estator. Puede aumentarse marcadamente además la densidad de potencia.

15 Formas de ejecución de la invención

Las figuras muestran:

Figura 1: un corte longitudinal a través de una máquina eléctrica;

Figura 2: una vista lateral de un hierro del estator;

Figura 3: una vista esquemática de una circunferencia externa desenrollada del rotor;

20 Figura 4: espacios intermedios entre dos ruedas del polo de uñas, en donde está colocado un dispositivo permanentemente magnético;

Figura 4A: una evolución de la tensión en vacío y de una corriente de carga completa en función de una relación constructiva variable de la máquina;

Figura 5: una vista lateral de una cabeza de bobinado y su recubrimiento a través de un ventilador;

25 Figura 6: una vista lateral de una ranura de un estator;

Figura 7: un diagrama en donde la corriente de salida estándar de 1800 1/min se considera en función de relaciones de la longitud y relaciones del diámetro del circuito magnético;

Figura 8: otro diagrama en donde la corriente de salida estándar de 1800 1/min se considera en función de otras relaciones de la longitud del circuito magnético;

30 Figura 9: un hierro del estator en otra vista frontal ampliada;

Figura 10: un diagrama en donde una relación de una corriente de salida de 1800/min se refiere a una relación de geometrías del hierro del estator;

Figura 11: un diagrama en donde se marca una relación de corriente y masa de cobre utilizada, mediante una relación de la longitud axial del hierro del estator y la longitud axial de rotación de la ruta electromagnética.

35 Descripción

40 En la figura 1 se representa un corte transversal a través de una máquina eléctrica 10, en este caso en la ejecución como generador o como generador de corriente alterna, en particular como generador trifásico, para vehículos a motor. No obstante, la máquina podría funcionar también como un generador de arranque con un controlador correspondiente. Dicha máquina eléctrica 10, entre otras cosas, presenta una carcasa 13 de 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 un así llamado estator 16 que se compone de un hierro del estator 17 esencialmente circular,

donde en sus ranuras que se extienden de modo axial, orientadas radialmente hacia el interior, está colocado un bobinado del estator 18. El estator 16 anular mencionado, con su superficie ranurada orientada radialmente hacia el interior, la cual se trata de una superficie 19 electromagnéticamente efectiva, rodea un rotor 20, el cual aquí se encuentra diseñado por ejemplo como rotor de polo de uñas.

5 Entre otras cosas, el rotor 20 se compone de dos placas de los polos 22 y 23, en cuya circunferencia externa se encuentran dispuestos dedos de los polos de uñas que se extienden respectivamente en dirección axial, como polos de uñas 24 y 25 electromagnéticamente polarizables. Las dos placas de los polos 22 y 23 están dispuestas en el rotor 20 de manera que sus polos de uñas 24, así como 25, que se extienden en dirección axial, se alternan en la circunferencia del rotor 20. De acuerdo con ello, el rotor 20 presenta igualmente una superficie 26  
10 electromagnéticamente efectiva. A través de los polos de uñas 24, así como 25, que se alternan en la circunferencia se producen espacios intermedios 21 magnéticamente necesarios, los cuales se denominan aquí también como espacios intermedios de los polos de uñas. El rotor 20, mediante un árbol 27 y cada uno de los cojinetes de rodillos 28 que se encuentran en cada lado del rotor, están montados de forma giratoria en la respectiva placa de cojinete 13.1, así como 13.2.

15 El rotor 20 presenta en total dos superficies frontales axiales, en las cuales respectivamente está fijado un ventilador 30. Dicho ventilador 30 se compone esencialmente de una sección en forma de placa o en forma de disco, desde la cual parten de forma conocida paletas del ventilador. Los ventiladores 30, mediante aberturas 40 en las placas de cojinete 13.1 y 13.2, se utilizan para posibilitar un intercambio, por ejemplo desde un lado frontal axial de la máquina 10, a través del espacio interno de la máquina eléctrica 10, hacia un entorno que se encuentra radialmente hacia el exterior. Para ello, las aberturas 40 se proporcionan esencialmente en los extremos axiales de las placas de cojinete 13.1 y 13.2, mediante los cuales, a través del ventilador 30, aire frío es aspirado hacia el espacio interno de la máquina eléctrica 10. Ese aire frío se acelera radialmente hacia el exterior a través de la rotación de los ventiladores 30, de manera que el mismo puede atravesar la cabeza del bobinado 45 esencialmente anular, permeable al aire frío. A través de ese efecto se refrigera la cabeza del bobinado 45. El aire frío, después de atravesar el excedente o  
20 la cabeza del bobinado 45, así como después de circular alrededor de dicha cabeza del bobinado 45, adopta un recorrido radialmente hacia el exterior, a través de aberturas que no se representan en la figura 1.

La tapa protectora 47 que se representa en la figura 1, la cual se encuentra en el lado derecho del generador, protege a diferentes componentes de las influencias del ambiente. De este modo, por ejemplo, la tapa protectora 47, recubre un así llamado conjunto de anillo colector 49 que sirve para suministrar corriente magnetizante a un bobinado de excitación 51. Alrededor de dicho conjunto de anillo colector 49 se encuentra dispuesto un cuerpo refrigerador 53 que en este caso actúa como cuerpo refrigerador positivo. El cuerpo refrigerador positivo mencionado se llama cuerpo refrigerador positivo porque el mismo se encuentra conectado de forma eléctricamente conductora a un polo positivo de un acumulador (por ejemplo un suministro de corriente del arrancador). La placa de cojinete 13.2 actúa como un así llamado cuerpo refrigerador negativo. Entre la placa de cojinete 13.2 y el cuerpo refrigerador 53 está dispuesta una placa de conexión 56 que se utiliza para conectar unos a otros en el cuerpo refrigerador 53 diodos negativos 58 dispuestos en la placa de cojinete 13.2 y diodos positivos, los cuales no se muestran en esta ilustración, representando una conexión en puente conocida.

De manera correspondiente, en la figura 1 se muestra una máquina eléctrica 10 con un estator 16 que presenta un hierro del estator 17. El hierro del estator 17 posee una abertura 60 esencialmente cilíndrica con un eje central 63, véase también la figura 2. La abertura 60 aloja el rotor 20. El hierro del estator 17 posee una longitud axial L17a y el hierro del estator 17 sostiene el bobinado del estator 18. Además, el hierro del estator 17 posee un diámetro interno D17i y un diámetro externo D17a. También el rotor 20 posee un eje de rotación 66 que, en el estado montado, coincide con el eje central 63.

El rotor 20 posee un lado frontal axial 69 al cual se encuentra asociado un ventilador 30 con paletas del ventilador 72. El ventilador se encuentra conectado de forma resistente a la torsión con el rotor 20 - preferentemente de forma directa.

El rotor 20 presenta una ruta 75 que puede excitarse de forma electromagnética, la cual posee un núcleo del polo 78 al cual se unen en los dos extremos axiales de rotación 80, 82 en cada caso una placa polar 22, 23: Desde una placa polar 22 parten polos de uñas 24 que poseen una polaridad norte y desde la otra placa polar 23 parten polos de uñas 25 que poseen una polaridad sur, donde en la circunferencia del rotor 20 se alternan los polos de uña 24 y 25 según la polaridad norte y la polaridad sur. El núcleo del polo 78 dispuesto radialmente dentro de los polos de uñas 24, 25 posee una longitud axial de rotación L78.

En la figura 3 puede observarse una vista esquemática de una circunferencia externa desenrollada del rotor 20. Pueden observarse las superficies 84 y 85 trapezoidales de los polos de uña 24 y 25, las cuales guían el flujo electromagnético sobre la superficie límite del rotor 20, hacia las superficies límite en dientes del estator 16, así como lo alojan desde allí. El rotor 20 posee un espacio intermedio 21, ya mencionado, el cual presenta una dirección longitudinal, entre dos polos de uñas 24, 25 contiguos de polo opuesto. La dirección longitudinal 86 coincide con una línea central entre los polos de uñas 24 y 25. Si el espacio intermedio está limitado por ejemplo por superficies

laterales de los polos de uñas 24 y 25 que se extienden paralelamente una con respecto a otra, entonces la línea central se extiende en el centro, entre las dos superficies laterales de los polos de uñas 24 y 25.

Tal como se muestra en la figura 4, en el espacio intermedio 21, entre los dos polos de uñas 24, 25 se encuentra colocado un dispositivo permanentemente magnético 88. El dispositivo permanentemente magnético 88 posee una longitud L88 en la dirección longitudinal 86 del espacio intermedio 21 (secciones exclusivamente magnéticas, no activas, como elementos de sujeción). El dispositivo permanentemente magnético 88 se utiliza para compensar un flujo disperso electromagnético o magnético entre un polo de uña 24 con polaridad norte y un polo de uña 25 con polaridad sur. Se prevé que una relación de la longitud L88 del dispositivo permanentemente magnético 88 y la longitud axial de rotación L78 del núcleo del polo sea superior a 1,3. Es decir, que las puntas 123 y 124 de los polos de uñas 24 y 25 sobresalen respectivamente dentro de espacios intermedios 89 y 91 de partes inferiores de los polos de uñas 130 y 131 con la misma polaridad. Expresado de otro modo: una punta 123 de un polo de uñas 124 con polaridad norte sobresale entre dos partes inferiores del polo de uñas 125 con polaridad sur. Una parte inferior del polo de uñas se limita en este caso al área de volumen que se une en una parte que se eleva libremente de un polo de uñas 124, 125; en dirección axial. En la figura 4A se muestra un diagrama correspondiente que fue simulado considerando imanes permanentes. Por una parte, mediante la relación de L88/L78 se representa la evolución de la corriente IG generada en el caso de una carga completa y de la velocidad de rotación del rotor de 1800/min; por otra parte, ese diagrama muestra la evolución de la tensión inducida  $U_i$  en el caso de una tensión en vacío y de una corriente magnetizante IE de cero amperios en el bobinado del estator 18 en el caso de 18000/min. La relación mínima deseada de L88/L78 de 1,3 está constituida por el punto de inflexión de la evolución de la tensión  $U_i$  inducida. La relación preferente deseada de L88/L78 superior a 1,6 está constituida a través del descenso, el cual comienza con intensidad, de la tensión  $U_i$  inducida. Seleccionando la relación  $L88/L78 > 1,6$  se asegura que la tensión inducida a través de los imanes permanentes sea inferior a la tensión de Zener de los diodos. Ésta generalmente es  $\geq 20V$ .

En una variante se prevé que una relación de la longitud L88 del dispositivo permanentemente magnético 88 y la longitud axial de rotación L78 del núcleo del polo sea superior a 1,6.

Se define además que el bobinado del estator posea una cabeza de bobina 45 que presenta una conexión de cable 93 que, mediante una longitud axial de rotación L93, sea conducida distanciándose del hierro del estator 17 y nuevamente hacia el mismo. Si la conexión de cable 93 observada es la conexión de cable 93 que se eleva en mayor medida; figura 5, entonces esa es al mismo tiempo la longitud axial de rotación de la cabeza de bobina L45. El ventilador 30 está dispuesto radialmente en el interior de la cabeza de bobina 45, en las figuras 1 y 5. El área recubierta de forma conjunta en la dirección axial de rotación por la cabeza de bobina 45 y el ventilador 30, sobre la longitud L45a y la proporción de la longitud L93 de la conexión de cable 93 recubierta de forma axialmente rotacional por el ventilador 30, debe ser superior a 0,5; preferentemente superior a 0,7. De manera correspondiente, la relación de L45a con respecto a L45, así como de L45a con respecto a L93, debe ser superior a 0,5; preferentemente superior a 0,7.

El bobinado del estator 18 está colocado en ranuras 96, abiertas radialmente hacia el interior, del hierro del estator; figura 6. En este caso una superficie 100 electromagnéticamente efectiva define la ranura 96. La superficie 100 está definida por los dientes 103 y el fondo de la ranura 106, en dirección hacia la culata 109. Una superficie 110 en la abertura de la ranura 12 entre las dos partes superiores de los dientes 115 no es considerada, puesto que en esa forma de construcción de ese espacio no se prevé la disposición de un bobinado. Dentro de la superficie 100 electromagnéticamente efectiva de la ranura 96, y rodeada por un revestimiento de la ranura 116, se encuentra respectivamente una disposición de bobinado 117 electromagnéticamente efectiva del bobinado del estator 18; la cual comprende los lados de las bobinas 118, por ejemplo un bobinado de fases o de cadena. La disposición de bobinado 117 presenta al menos una sección transversal del alambre 120 con una superficie de la sección transversal del alambre A120 eléctricamente efectiva, donde una relación de al menos una superficie de la sección transversal del alambre A120 y, con ello, todas las secciones transversales del alambre (120) en una ranura (96) y la superficie electromagnéticamente efectiva 100, es inferior a 0,5.

La figura 7 muestra un diagrama, en donde sobre el eje x se observa la relación matemática ( $D17i/D17a$ ) mostrada para diferentes variantes de D17i y D17a. El núcleo del polo 78 posee un diámetro D78 y una longitud axial de rotación L78. El eje y de la figura 7, marcado a la derecha, indica la relación de L78 y D78 supuesta para muchas variantes. En el marco de esa realización, distintas relaciones han resultado convenientes: una relación de la longitud axial de rotación L78 del núcleo del polo 78 y el diámetro D78 del núcleo del polo 78 debe ubicarse entre 0,21 y 0,36, preferentemente entre 0,225 y 0,348 y de forma especialmente preferente entre 0,25 y 0,33. La relación del diámetro interno D17i del hierro del estator 17 y el diámetro externo D17a del hierro del estator 17 debe ser superior a 0,788 e inferior a 0,854, preferentemente superior a 0,795 e inferior a 0,848, donde de modo especialmente preferente debe ubicarse entre 0,802 y 0,841, véase también la figura 7, la cual fue simulada sin considerar los imanes permanentes.

Se prevé además que la ruta electromagnética 75, entre dos lados 69, 90 de las placas polares 22, 23, apartado uno de otro, posea la dirección axial de rotación L75, donde la relación de la longitud axial L17 del hierro del estator 17 y

la longitud axial de rotación L75 de la ruta electromagnética 77 del rotor 20 se ubica entre 0,68 y 1,0, preferentemente entre 0,70 y 0,95; figura 8. En esa figura se simuló sin considerar los imanes permanentes. En ese caso, la relación de una corriente de salida IGL y una corriente de salida máxima IGL,max a 1800 1/min se indica mediante la relación de la longitud L17a del hierro del estator 17 y la longitud axial de rotación L75 de la ruta electromagnética 75.

5 En una variante se prevé que una relación del diámetro D17i y la longitud axial de rotación L78 del núcleo del polo 78 sea superior a 5,0.

10 En la figura 9 se muestra el hierro del estator 17 en otra vista frontal ampliada. El hierro del estator 17 - del modo antes mencionado - sostiene el bobinado del estator 18 que se encuentra alojado en ranuras 96 abiertas radialmente hacia el interior. Cada ranura 96 está limitada en ambas direcciones circunferenciales, cada vez por un diente 103, donde los dientes 103, en la dirección circunferencial, poseen una anchura del diente mínima B103 y, en la dirección radial, una altura del diente H103. Para la relación de la altura del diente H103 y una anchura del diente mínima B103 debe aplicar un rango de 0,45 a 1,02. Preferentemente, para la relación de la altura del diente H103 y una anchura del diente mínima B103 debe aplicar un rango de 0,53 a 0,96; figura 10. Esa figura fue simulada sin considerar los imanes permanentes.

15 Con relación a la última variante mencionada de la sección de la ranura debe aplicar además el hecho de que una relación de la longitud axial L17a del hierro del estator 17 y de la longitud axial de rotación L78 del núcleo del polo 78 es superior a 1,8 e inferior a 2,68, preferentemente superior a 1,9 e inferior a 2,42; figura 11. Esa figura fue simulada sin considerar los imanes permanentes.

20 El núcleo del polo 78 puede estar definido de diferente modo: La variante mostrada en la figura 1 consiste en un núcleo del polo 78 cilíndrico anular que está desplazado en el árbol 27 y que se encuentra separado de las placas polares 22, 23. En otra forma de construcción conocida se proporciona un núcleo del polo 78 realizado en base a dos piezas adicionales correspondientes, de las cuales una se encuentra conformada respectivamente en las placas polares 22, 23. A través de un desplazamiento sobre el árbol 27, donde las dos piezas adicionales se orientan una hacia otra, se genera un núcleo del polo 78 equivalente. La longitud del núcleo del polo L78 es aquí la suma de las longitudes axiales de rotación de las piezas adicionales.

25 Asimismo, se considera especialmente preferente que la cantidad de las secciones transversales del alambre 120 sea exactamente cuatro por ranura.

30 Con respecto al dispositivo permanentemente magnético 88 cabe señalar que los espacios intermedios 21, según la posibilidad, deben estar completamente ocupados o llenados con uno o con varios imanes permanentes como parte del dispositivo permanentemente magnético 88. El imán o los imanes permanentes deben estar dispuestos en la dirección axial de rotación en el centro, entre puntas 123 y 124 de los polos de uñas 24 y 25. Se prevé además que las superficies laterales 127 y 128, visibles por ejemplo en la figura 1, preferentemente desde las puntas 123 y 124 hasta las partes inferiores de los polos de uñas 130 y 131 de los polos de uñas 24 y 25, estén mecanizadas para alojar uno o varios imanes permanentes, sin arranque de virutas o con arranque de virutas, en particular de forma continua, en la dirección longitudinal 86 del espacio intermedio 21. Para alojar uno o varios imanes permanentes, como pieza intermedia mecánica entre un imán permanente y un polo de uñas 24 y 25 se proporciona un elemento de sujeción, de manera que se fija en el polo de uñas 24 y/o 25, donde el mismo se utiliza respectivamente como soporte de un imán permanente. El elemento de sujeción puede estar dispuesto en ranuras, realizado individualmente de una pieza, entre dos polos de uñas 24 y/o 25, o ser un soporte colector que sostiene varios imanes permanentes en diferentes espacios intermedios 21. Como soporte colector éste puede estar realizado de forma anular o con forma de meandro en dirección radial y/o axial. Los imanes permanentes en sí mismos pueden ser menos - por ejemplo sólo la mitad y en este caso por ejemplo sólo en cada segundo espacio intermedio 21 - pero también pueden ser el doble, tantos como la cantidad de los polos de uñas 24 y 25. Los imanes permanentes pueden estar realizados en base a ferritas o en base a tierras raras.

## REIVINDICACIONES

1. Máquina eléctrica (10) con un estator (16) que presenta un hierro del estator (17), el cual posee una abertura (60) esencialmente cilíndrica con un eje central (63), y la abertura (60) aloja un rotor (20), donde el hierro del estator (17) posee una longitud axial (L17a), y el hierro del estator (17) sostiene un bobinado del estator (18), con el rotor (20) que posee un eje de rotación (66), donde el rotor (20) tiene un lado frontal axial (69) en donde se encuentra dispuesto un ventilador (30) con paletas del ventilador (72), el cual se encuentra conectado al rotor (20) de forma resistente a la torsión, donde el rotor (20) presenta una ruta (75) que puede excitarse de forma electromagnética, la cual posee un núcleo del polo (78) al cual se unen en los dos extremos axiales de rotación (80, 82) en cada caso una placa polar (22, 23), donde desde una placa polar (22) parten polos de uña (24) que poseen una polaridad norte y desde la otra placa polar (23) parten polos de uña (25) que poseen una polaridad sur, donde en la circunferencia del rotor (20) los polos de uñas (24) y (25) se alternan según polaridad norte y polaridad sur, y el rotor (20) posee un espacio intermedio (21) que presenta una dirección longitudinal (86), entre dos polos de uñas (24, 25) contiguos de polaridad opuesta, donde en un espacio intermedio (21) entre dos polos de uñas (24, 25) se encuentra colocado un dispositivo permanentemente magnético (88), donde el dispositivo permanentemente magnético (88) posee una longitud (L88) en la dirección longitudinal (86) del espacio intermedio (21), con un núcleo del polo (78) dispuesto radialmente dentro de los polos de uñas (24, 25), el cual posee una longitud axial de rotación (L78), caracterizada porque una relación de la longitud (L88) del dispositivo permanentemente magnético (88) y la longitud axial de rotación (L78) del núcleo del polo es superior a 1,3.
2. Máquina eléctrica según la reivindicación 1, caracterizada porque la relación del diámetro interno (D17i) del hierro del estator (17) y el diámetro externo (D17a) del hierro del estator (17) es superior a 0,788 e inferior a 0,854.
3. Máquina eléctrica según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque la relación de la longitud (L88) del dispositivo permanentemente magnético (88) y la longitud axial de rotación (L78) del núcleo del polo (78) es superior a 1,6.
4. Máquina eléctrica según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque la relación del diámetro interno (D17i) del hierro del estator (17) y el diámetro externo (D17a) del hierro del estator (17) es superior a 0,795 e inferior a 0,848, preferentemente superior a 0,802 e inferior a 0,841.
5. Máquina eléctrica según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque la ruta electromagnética (75) posee una longitud axial de rotación (L75) entre dos lados (69, 90), apartados uno de otro, de las placas polares (22, 23), donde la relación de la longitud axial (L17a) del hierro del estator (17) y de la longitud axial de rotación (L75) de la ruta electromagnética (75) del rotor (20) se ubica entre 0,7 y 1,0,
6. Máquina eléctrica según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el bobinado del estator (18) posee una cabeza de bobina (45) que presenta una conexión de cable (93) que, mediante una longitud axial de rotación (L93), es conducida distanciándose del hierro del estator (17) y nuevamente hacia el mismo, y donde el ventilador (30) está dispuesto radialmente en el interior y la proporción de la longitud (L93) de la conexión de cable (93) recubierta de forma axialmente rotacional por el ventilador (30), es superior a 0,5.
7. Máquina eléctrica según la reivindicación 6, caracterizada porque la proporción de la longitud (L93) de la conexión de cable recubierta de forma axialmente rotacional por el ventilador (30), es superior a 0,7.
8. Máquina eléctrica según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el dispositivo permanentemente magnético (88) se utiliza para una compensación de un flujo disperso entre un polo de uñas (24) con polaridad norte y un polo de uñas (25) con polaridad sur.
9. Máquina eléctrica según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque la abertura (60) esencialmente cilíndrica del hierro del estator (17) presenta un diámetro (D17i), donde una relación del diámetro (D17i) y la longitud axial de rotación (L78) del núcleo del polo (78) es superior a 5,0.
10. Máquina eléctrica según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el bobinado del estator (18) está insertado en ranuras (96) del hierro del estator (17), las cuales están abiertas radialmente hacia el interior, donde las ranuras (17) poseen respectivamente una superficie (100) electromagnéticamente efectiva, en donde se encuentra respectivamente una disposición de bobinado (117) electromagnéticamente efectiva del bobinado del estator (18), donde la disposición de bobinado (117) presenta al menos una sección transversal del alambre (120) con una superficie de la sección transversal del alambre eléctricamente efectiva (A120) y donde una relación de al menos una superficie de la sección transversal del alambre (A120) y la superficie electromagnéticamente efectiva (100) es inferior a 0,5.

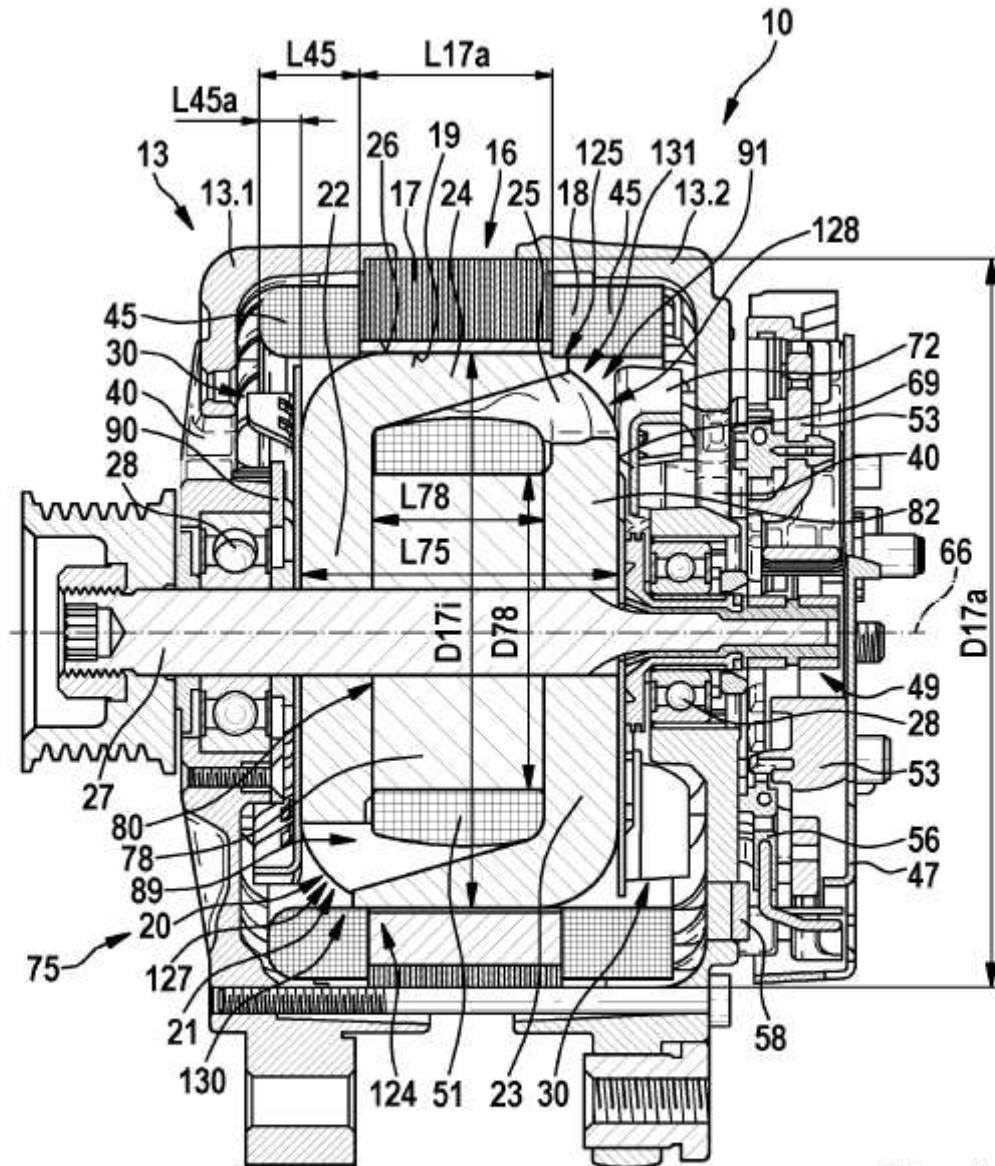
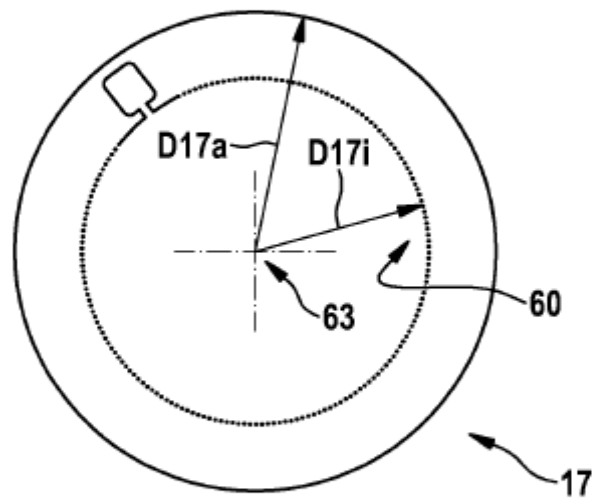


Fig. 1



**Fig. 2**



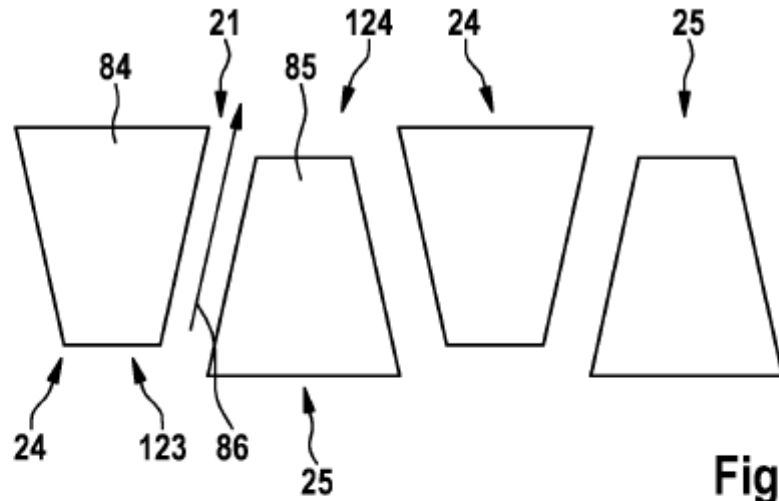


Fig. 3

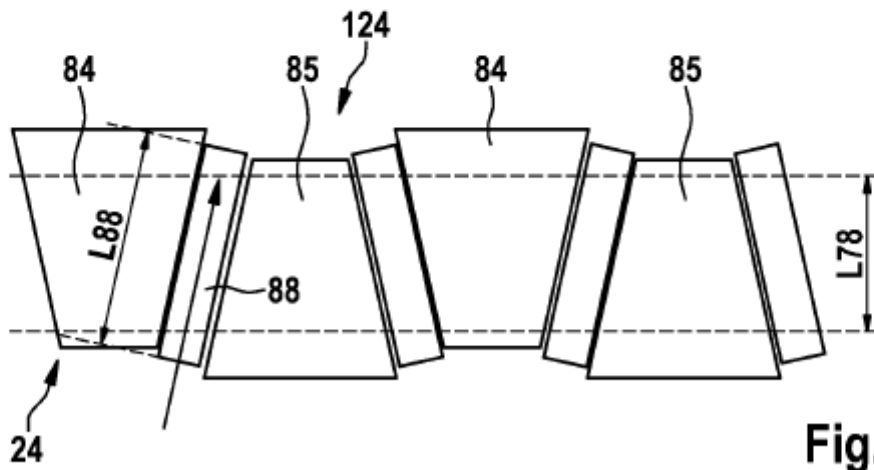


Fig. 4

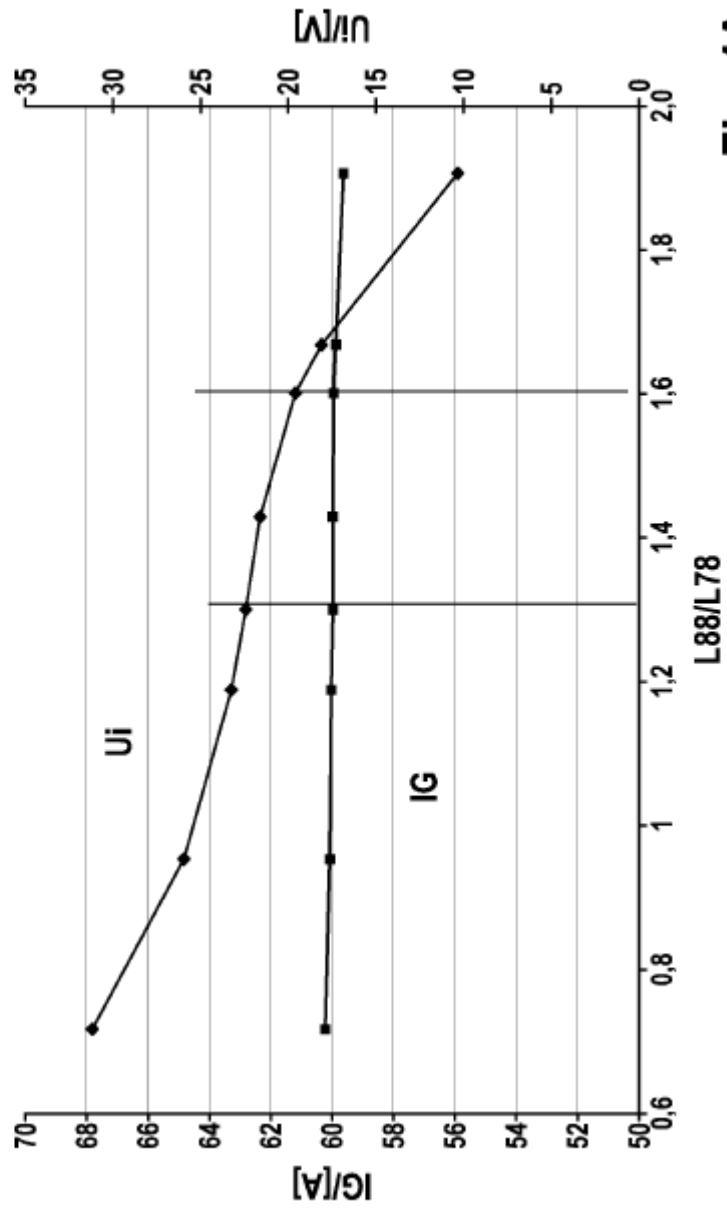


Fig. 4A

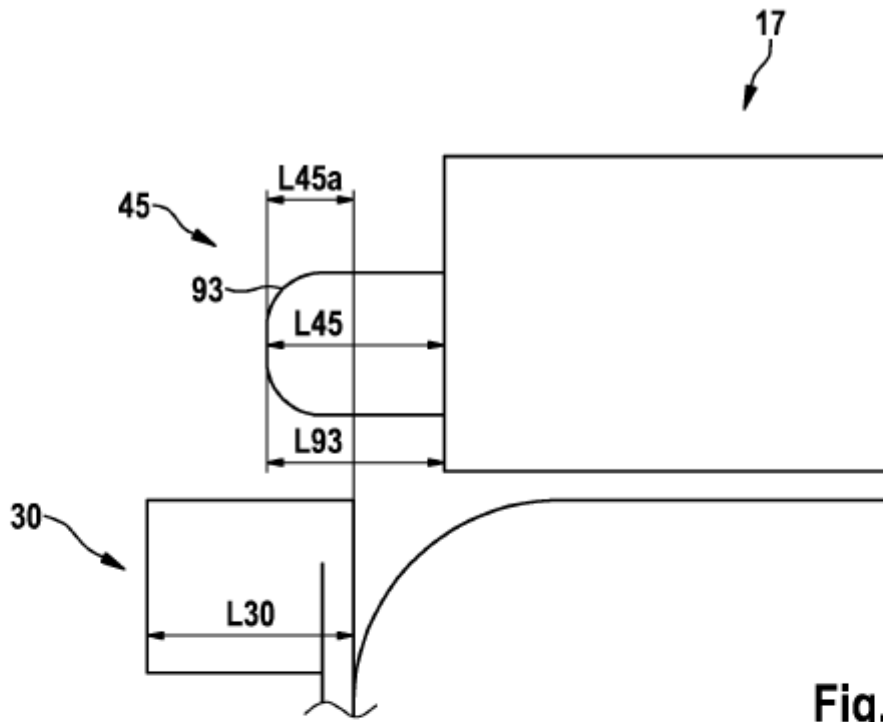


Fig. 5

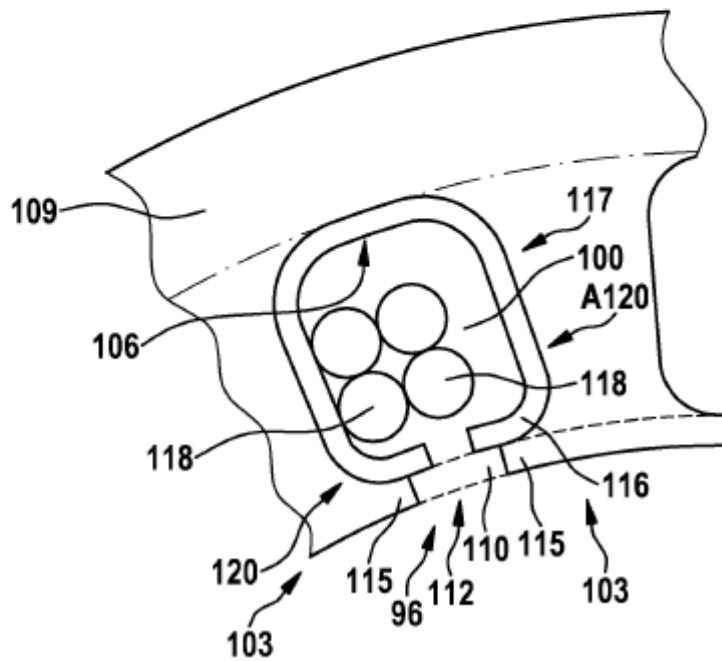


Fig. 6

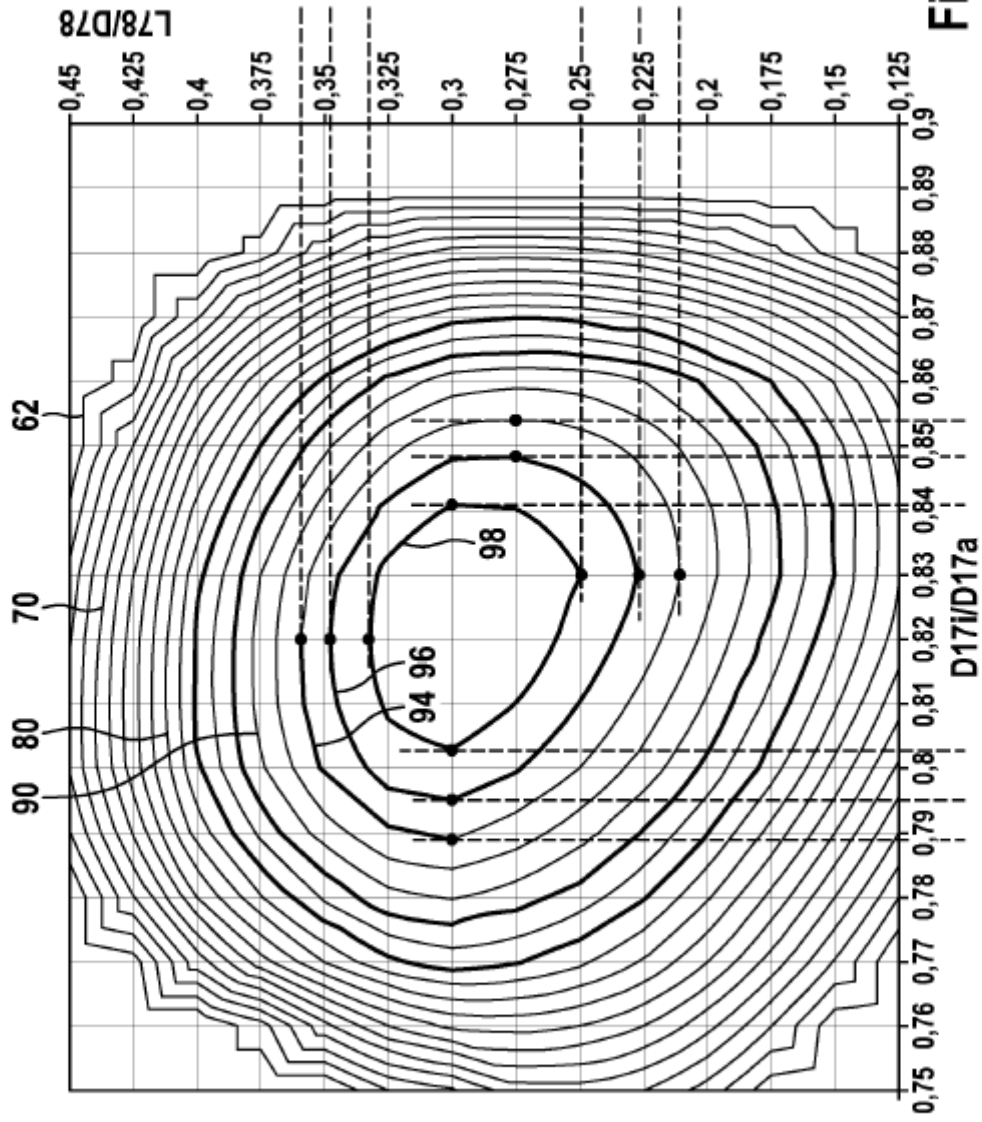


Fig. 7

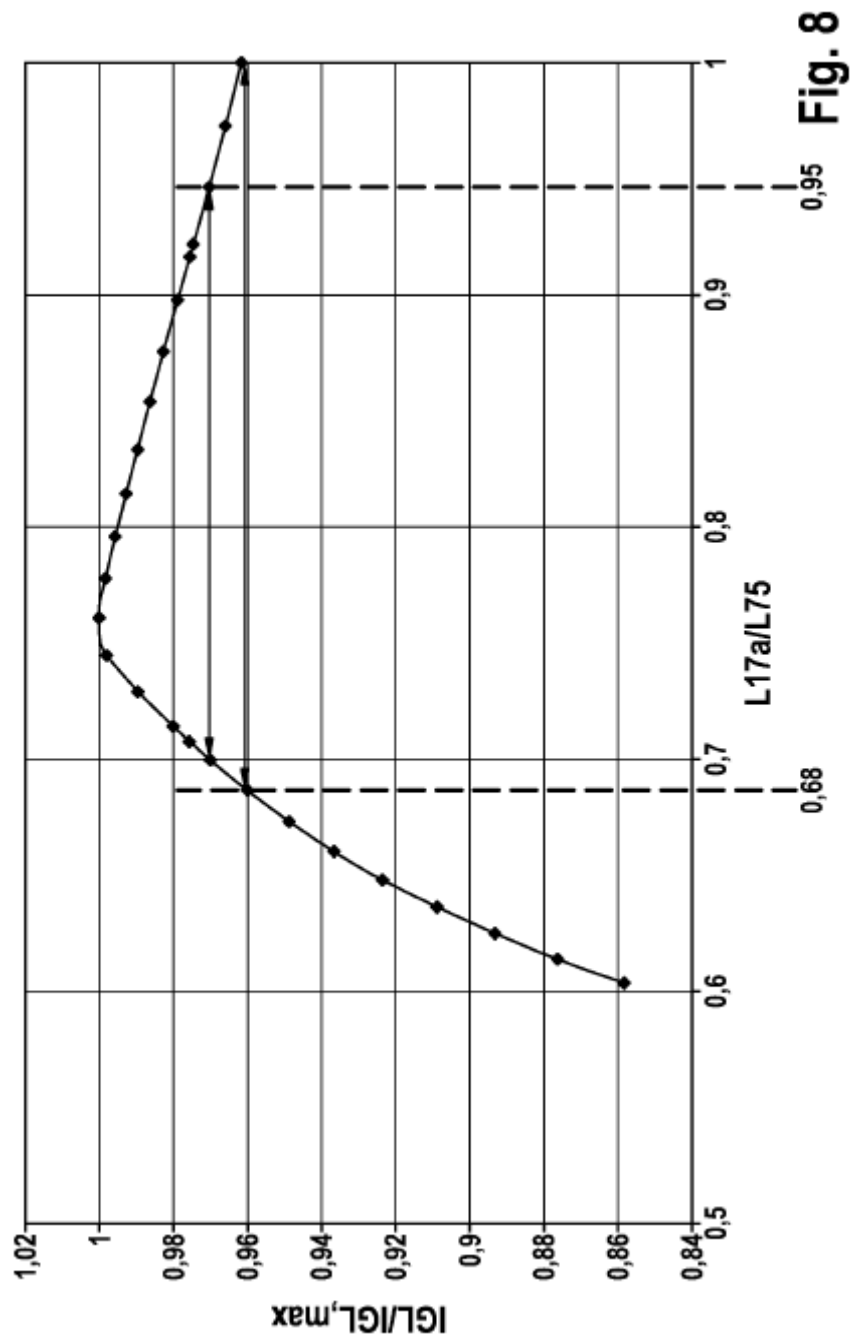
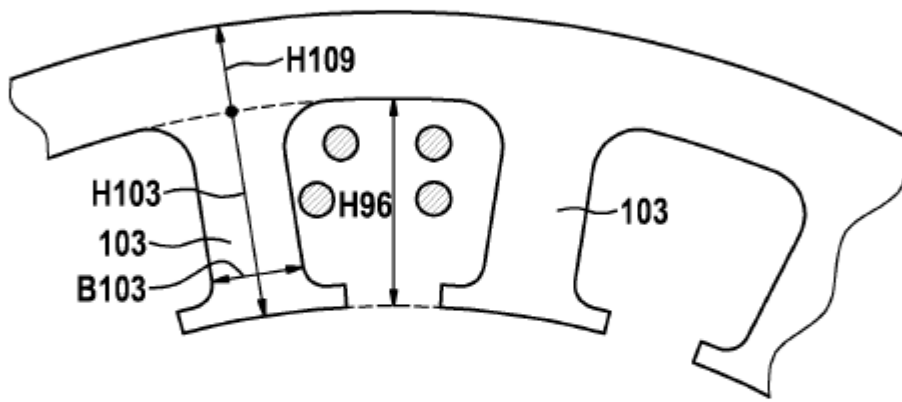


Fig. 8



**Fig. 9**

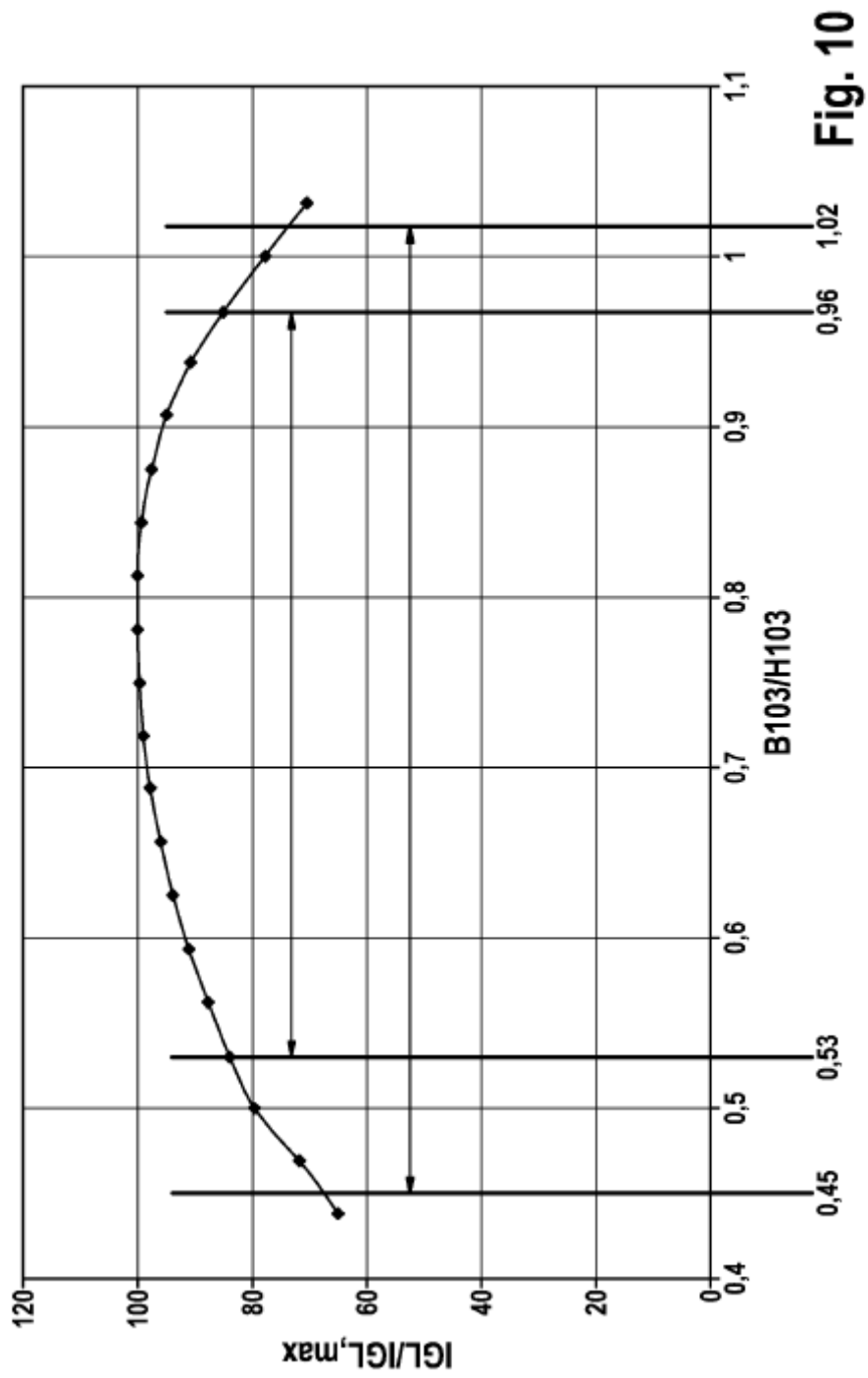


Fig. 10

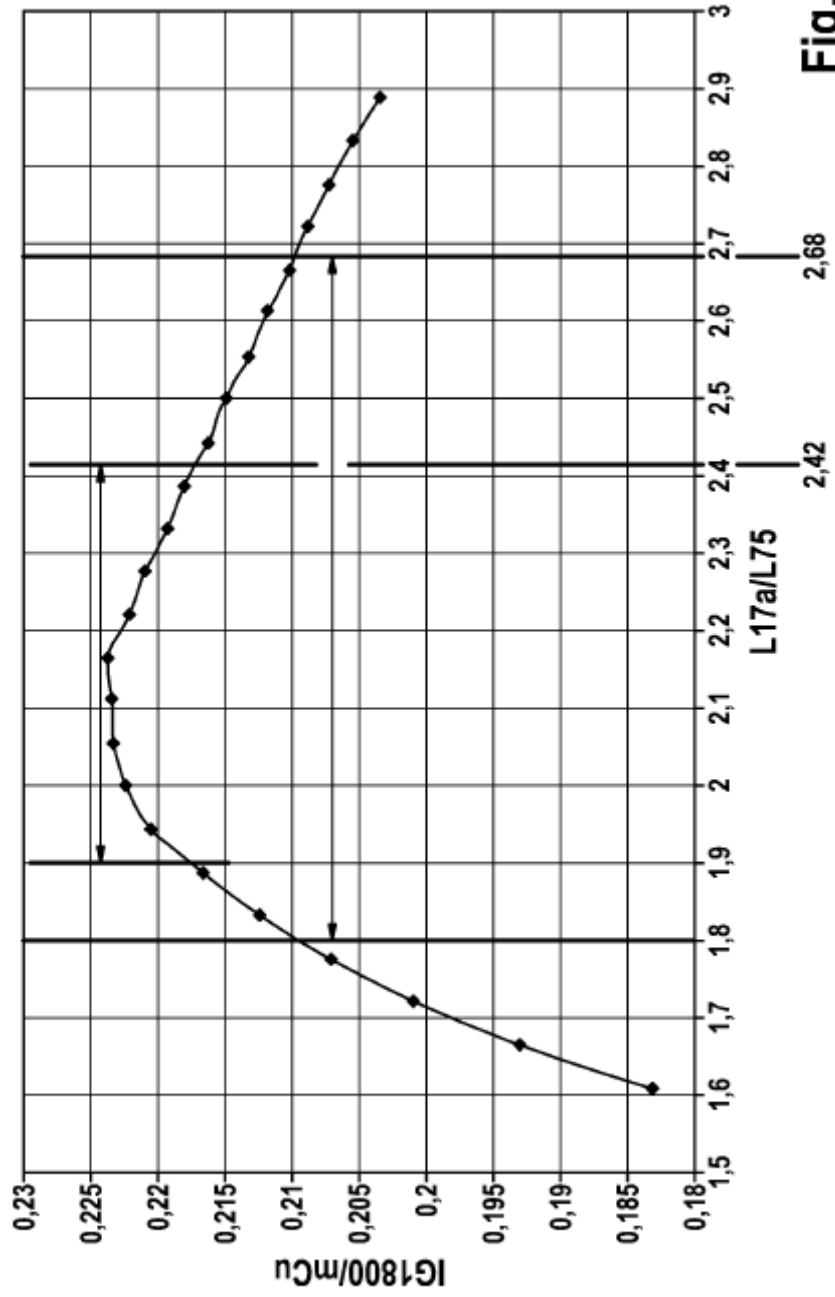


Fig. 11