

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 323**

51 Int. Cl.:

H02K 49/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.09.2013** **PCT/FR2013/052030**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.03.2014** **WO14033420**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.09.2013** **E 13766616 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2019** **EP 2893622**

54 Título: **Rotor de ralentizador electromagnético para vehículo, ralentizador que comprende un rotor de este tipo y vehículo provisto de un ralentizador de este tipo**

30 Prioridad:

03.09.2012 FR 1258182

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

03.06.2019

73 Titular/es:

TELMA (100.0%)
28, rue Paul Painlevé ZA du Vert Galant
95310 Saint-Ouen L'Aumône, FR

72 Inventor/es:

LOUNIS, RAFIK y
QUENNET, NICOLAS

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 715 323 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

Rotor de ralentizador electromagnético para vehículo, ralentizador que comprende un rotor de este tipo y vehículo provisto de un ralentizador de este tipo

Sector de la técnica

La invención está relacionada con el campo de los ralentizadores electromagnéticos y, de manera más particular, con los rotores de ralentizadores de este tipo.

Estado de la técnica

Los ralentizadores electromagnéticos son unos dispositivos que permiten completar los sistemas de frenado de los vehículos de cualquier categoría y, en concreto, de los vehículos terrestres de motor tales como unos trenes, unos vehículos pesados o también unos utilitarios, para los que son ventajosos de manera particular.

En efecto, durante el frenado denominado de servicio de vehículos de carga importante, por el hecho de su gran inercia, la energía a disipar para ralentizar incluso para obtener la parada del vehículo con un sistema de frenado convencional es tan importante que los elementos del sistema de frenado y, en concreto, las pastillas, experimentan un calentamiento que arrastra un desgaste prematuro.

Por lo tanto, se han elaborado los ralentizadores magnéticos que permiten obtener un frenado de aguante, es decir, ralentizar el vehículo disipando una parte importante de la energía de frenado, aliviando, de este modo, el sistema de frenado convencional.

Un ralentizador electromagnético permite disipar la energía por la generación de corrientes de Foucault. Para esto, el ralentizador comprende, en general, un estátor, fijado, por ejemplo, al bastidor del vehículo y un rotor, montado, por ejemplo, sobre un árbol de transmisión que lo arrastra en rotación. El estátor y el rotor están montados coaxiales, frente por frente el uno del otro, estableciéndose un espacio llamado entrehierro entre ellos, teniendo uno un papel de inductor de un campo magnético, teniendo el otro un papel de inducido.

En general, el estátor desempeña el papel del inductor y comprende tradicionalmente un electroimán que, cuando está recorrido por una corriente eléctrica, genera un campo magnético. El rotor comprende un elemento conductor, llamado inducido, que, cuando está sometido al campo magnético generado por el estátor y arrastrado en rotación por el árbol de transmisión, está recorrido por unas corrientes de Foucault. Unas fuerzas, llamadas fuerzas de Laplace, aparecen, entonces, y se oponen a la rotación del rotor. El par de frenado producido y aplicado, de este modo, sobre el árbol de transmisión permite ralentizar el vehículo.

El estátor puede estar asociado a uno o a varios rotores, por ejemplo, colocados a cada lado del estátor según su dirección axial.

Un problema mayor de los ralentizadores electromagnéticos es que las corrientes de Foucault producen un calentamiento importante del inducido del rotor que degrada sus propiedades físicas y disminuye la eficacia del ralentizador. En particular, el valor del par de frenado del ralentizador disminuye cuando la temperatura del inducido aumenta.

Por lo tanto, se han desarrollado unos medios para evacuar este calor y, en concreto, por conducción y por ventilación.

Para esto, el rotor comprende de manera habitual una mejilla solidaria con el inducido por medio de una pluralidad de aletas radiales. Algunas aletas están prolongadas para formar unos brazos, que realizan la unión con una corona de fijación, destinada a estar solidarizada en rotación con el cubo, de manera directa o por medio de una pieza de unión. De este modo, el calor del inducido se evacua hacia la mejilla mediante las aletas, donde se disipa, generando las aletas, igualmente, un efecto de ventilación.

El documento francés FR 2 584 878 (LABAVIA) presenta un ejemplo de rotor para ralentizador electromagnético, en el que las aletas que forman traviesa entre el disco inducido y la mejilla están descompuestas en al menos dos tramos, separados de manera angular el uno del otro y que se solapan radialmente de manera parcial, a manera de tejas. Algunas aletas están prolongadas para formar unos brazos y efectuar la unión con el árbol de transmisión.

El documento europeo EP 0 235 306 (LABAVIA) presenta una variante de un rotor para ralentizador electromagnético en el que se propone mejorar la evacuación del calor por la colocación de estrías o de ondulaciones sobre una de las caras de las aletas, con el fin de crear un flujo de aire entre las aletas favorable para el enfriamiento por ventilación.

El documento francés FR 2 864 719 (TELMA) describe otro ejemplo de rotor para ralentizador electromagnético. En

este documento, se propone modificar la forma de las aletas entre el inducido y la mejilla del rotor del documento francés FR 2 584 878 haciendo los tramos más cercanos del centro del disco del inducido sustancialmente planos y radiales.

- 5 Aunque las soluciones propuestas en el estado de la técnica permiten producir un efecto de enfriamiento, este permanece insuficiente y el inducido puede alcanzar unas temperaturas del orden de 700 °C a 800 °C.

Por otra parte, los brazos, unidos a la corona de fijación, al inducido y a la mejilla, están fuertemente solicitados, en particular, al nivel de su confluencia con el inducido a causa, en concreto:

- 10
- de las fuerzas de atracción magnética entre el inducido y el estátor, que tienden a desplazar de manera axial el rotor con respecto al estátor;
 - del par de frenado aplicado sobre el árbol de transmisión y de la resistencia de este último;
 - de la inercia del rotor.

15 La temperatura elevada del inducido debilita la confluencia del brazo sobre el inducido, que puede alcanzar unas temperaturas del orden de 600 °C. Su consistencia mecánica a las solicitaciones se encuentra por ello degradada y pueden aparecer una deformación plástica o unas figuras, que alteran el funcionamiento del ralentizador. Eventualmente, las deformaciones pueden ser tales que se desemboca en un contacto entre el rotor y el estátor, incluso en una rotura de la confluencia, de modo que el vehículo se encuentra inmovilizado hasta que se sustituya el ralentizador.

20 Existen unos ralentizadores, llamados "Hydral", que utilizan un circuito de agua de enfriamiento del motor para enfriar el ralentizador. No obstante, su diseño más complejo los hace más cotosos y más difíciles de montar sobre el vehículo.

Por consiguiente, existe una necesidad de un nuevo rotor de ralentizador electromagnético que remedie los inconvenientes anteriormente citados.

30 **Objeto de la invención**

Por lo tanto, un primer objeto de la presente invención es proponer un rotor para ralentizador electromagnético cuya resistencia mecánica a las solicitaciones está incrementada.

- 35 Un segundo objeto de la presente invención es proponer un rotor para ralentizador electromagnético cuya vida útil está aumentada.

Un tercer objeto de la presente invención es proponer un rotor para ralentizador electromagnético que limita las necesidades de sustitución.

- 40 Un cuarto objeto de la presente invención es proponer un rotor para ralentizador electromagnético a menor coste.

Un quinto objeto de la presente invención es proponer un rotor para ralentizador electromagnético de espacio necesario limitado.

- 45 Para esto, la invención propone, según un primer aspecto, un rotor de ralentizador electromagnético para vehículo, comprendiendo el rotor:

- al menos un inducido que se presenta en forma de un disco anular, adecuado para estar recorrido por unas corrientes de Foucault por el efecto de un campo electromagnético generado por un estátor, presentando el
- 50 inducido una cara interior,
- al menos una mejilla que se presenta en forma de un disco anular coaxial al inducido y que presenta una cara interior frente por frente y a distancia de la cara interior del inducido, siendo la mejilla solidaria con el inducido,
- al menos una corona de fijación coaxial al inducido, adecuada para estar solidarizada en rotación con un árbol de transmisión del vehículo,
- 55 - al menos un brazo, definido entre un borde superior y un borde inferior y que presenta una primera porción extrema solidaria con la cara interior de la mejilla por el borde inferior, extendiéndose la primera porción extrema entre la cara interior de la mejilla y la cara interior del inducido y presentando una segunda porción extrema solidaria con la corona de fijación,

- 60 el borde superior del brazo está a distancia de la cara interior del inducido sobre el conjunto de la dimensión radial del brazo, de manera que se forme un espacio entre el brazo y el inducido, por que el brazo presenta, cuando se ve en un plano perpendicular al eje de rotación del rotor, un punto de inflexión de manera que se forme una S. Estando el rotor caracterizado por que la segunda porción extrema del brazo es una porción curva en un plano perpendicular al eje de rotación del rotor, por que el brazo comprende una porción intermedia entre la primera porción extrema y la segunda porción extrema, siendo la porción intermedia una porción curva en un plano perpendicular al eje de rotación del rotor, con un radio de curvatura invertido con respecto al radio
- 65

de curvatura de la segunda porción extrema,
y por que los radios de curvatura de la segunda porción extrema y de la porción intermedia del brazo se eligen de manera que se satisfaga la siguiente relación:

$$10 \% \leq \left| 1 - \frac{R2}{R1} \right| \leq 20 \%.$$

El espacio formado de este modo entre el brazo y el inducido permite disminuir de manera considerable la transferencia de calor entre los brazos y el inducido, que refuerza la resistencia del rotor a las temperaturas elevadas.

Preferentemente, los radios de curvatura de la segunda porción extrema y de la porción intermedia del brazo se eligen de modo que:

$$\left| 1 - \frac{R2}{R1} \right| = 15 \%$$

Según un modo de realización preferente, la dimensión del espacio entre el brazo y la cara interior del inducido, según una dirección axial, es superior o igual a 8 mm.

Preferentemente, el rotor comprende una pluralidad de aletas entre la cara interior de la mejilla y la cara interior del inducido, que solidariza la mejilla y el inducido. Las aletas permiten crear unos pasillos de circulación de las corrientes de aire y crear un efecto de ventilación, que favorece la disipación del calor.

El brazo se extiende, por ejemplo, según un ángulo de 45 ° en un plano perpendicular al eje de rotación del rotor.

Según un modo preferente de realización, la primera porción extrema del brazo se extiende de manera radial en un plano perpendicular al eje de rotación del rotor.

Preferentemente, el rotor comprende una pluralidad de brazos.

Según un segundo aspecto, la invención propone un ralentizador electromagnético, en concreto, para vehículo, que comprende al menos un estátor adecuado para inducir un campo electromagnético cuando está recorrido por una corriente eléctrica y al menos un rotor tal como se ha descrito más arriba, estando la cara exterior del inducido, opuesta a la cara interior del inducido, frente por frente del estátor y a distancia del estátor.

La vida útil del ralentizador está aumentada, de este modo, gracias al nuevo rotor, más resistente respecto a las temperaturas elevadas.

Según un tercer aspecto, la invención propone un vehículo que comprende un árbol de transmisión entre un motor y un órgano de desplazamiento, tal como una rueda y que comprende al menos un ralentizador electromagnético tal como el mencionado más arriba. El estátor es, entonces, solidario con el chasis del vehículo y la corona de fijación está montada sobre un árbol de transmisión, de modo que rotor está arrastrado en rotación por el árbol de transmisión.

El vehículo, incluso pesado, puede, de este modo, ralentizar o frenar de manera más rápida gracias al ralentizador menos sensible a las temperaturas elevadas.

45 Descripción de las figuras

Otros objetos y ventajas aparecerán a la luz de la descripción hecha a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una vista en perspectiva de un rotor según el estado de la técnica;
- la figura 2 es una vista de frente del rotor de la figura 1;
- la figura 3 es una vista similar a la de la figura 2, en la que se ha retirado la mejilla del rotor,
- la figura 4 es una vista de lado del rotor de la figura 1;
- la figura 5 es una vista en perspectiva de un nuevo rotor según la invención;
- la figura 6 es una vista de frente del rotor de la figura 5,
- la figura 7 es una vista similar a la de la figura 6, en la que se ha retirado la mejilla del rotor,
- la figura 8 es una vista de lado del rotor de la figura 5;
- la figura 9 es una vista en detalle de la figura 8;
- la figura 10 es una vista en detalle del rotor de la figura 6.

Descripción detallada de la invención

En las figuras 1 a 4, se ha representado un rotor 1 de ralentizador electromagnético según el estado de la técnica, para un vehículo de motor. El rotor se presenta preferentemente en forma de una pieza monobloque, de material

ferromagnético, obtenida por moldeo. El ralentizador comprende, además, un estátor, no ilustrado, como se ha descrito en la introducción, estando un entrehierro formado entre el estátor y el rotor. El rotor 1 se hará, por ejemplo, solidario en rotación con un árbol de transmisión entre el motor y unos órganos de desplazamiento, tales como unas ruedas, mientras que el estátor se hará solidario con el chasis del vehículo.

5 El rotor 1 comprende un inducido 2 en forma de un disco anular y presenta una cara 3 exterior y una cara 4 interior, sustancialmente planas, pero no necesariamente paralelas. El rotor 1 comprende, además, una mejilla 5 en forma de un disco, igualmente, anular que presenta una cara 6 exterior y una cara 7 interior sustancialmente planas. El inducido 2 y la mejilla 5 están colocados de manera coaxial sobre un eje A, que es el eje de rotación del rotor 1, de modo que sus caras 4, 7 interiores están frente por frente y a distancia la una de la otra. Por ejemplo, el diámetro interior de la mejilla 5 es preferentemente superior o igual al diámetro interior del inducido 2, mientras que el diámetro exterior de la mejilla 5 es preferentemente inferior o igual al diámetro exterior del inducido 2. El espesor del inducido 2 es preferentemente superior al espesor de la mejilla 5.

15 En lo que sigue, el término "axial" hace referencia a la dirección paralela al eje A de los discos, es decir, el eje de rotación y el término "radial" hace referencia a la dirección paralela a los radios de los discos del inducido 2 y de la mejilla 5.

20 El inducido 2 y la mejilla 5 son solidarios, de modo que una parte del calor generado en el inducido 2 por las corrientes de Foucault se evacua por conducción hacia la mejilla 5, que disipa el calor en el aire.

25 Preferentemente, unas aletas 8 están repartidas de manera regular en corona radial entre el inducido 2 y la mejilla 5 y se extienden de una cara interior a la otra, que solidarizan el inducido 2 y la mejilla 5 formando al mismo tiempo traviesas. Una aleta 8 se presenta, por ejemplo, en forma de una placa curvada, definida, por una parte, entre un borde 9 interior y un borde 10 exterior derechos y, por otra parte, entre un borde 11 superior solidario con la cara 4 interior del inducido 2 y un borde 12 inferior solidario con la cara 7 interior de la mejilla 5, siendo el borde 11 inferior y el borde 12 superior curvados. Ventajosamente, el borde 10 exterior, es decir, el más alejado del eje A de rotación, no se extiende más allá de la periferia del inducido 2 o de la mejilla 5, de manera que se limite el espacio necesario.

30 De este modo, cuando el rotor 1 está arrastrado en rotación alrededor del eje A de rotación, las aletas 8 favorecen la circulación del aire en los pasillos definidos entre las aletas 8 para enfriar el rotor 1 y, de manera más particular, el inducido 2, correspondiendo el sentido de curvatura de las aletas 8, por ejemplo, al sentido de rotación del rotor 1 alrededor del eje A de rotación.

35 El rotor 1 comprende ventajosamente una corona 13 de fijación, en forma de un cilindro hueco coaxial al inducido 2 y a la mejilla 5, para solidarizar en rotación el rotor 1 con un árbol de transmisión del vehículo. La corona 13 puede estar montada de manera directa sobre el árbol o gracias a una pieza intermedia. Para esto, la corona 13 está provista ventajosamente de perforaciones 14 que se extienden de manera axial, con el fin de permitir la inserción de medios de fijación de tipo tornillería entre la corona 13 y el árbol de transmisión o la pieza intermedia.

40 El rotor 1 incluye, por otra parte, unos brazos 15, formados ventajosamente en la prolongación de algunas aletas 8, siguiendo la curvatura de aletas 8 y que se extienden hasta la corona 13, a la que están fijados, por ejemplo, sobre su superficie 16 cilíndrica. Preferentemente, los brazos 15 están repartidos sobre las caras 4, 7 interiores del inducido 2 y de la mejilla 5 de manera regular, por ejemplo, para ocho brazos 15, cada 45 °.

45 Los brazos 15 se encuentran con la corona 13 sobre su superficie 16 cilíndrica axial. El lugar donde los brazos 15 se encuentran con la corona 13 puede estar desfasado de manera axial del lugar donde los brazos 15 están fijados al inducido 2 y a la mejilla 5, presentando los brazos 15, entonces, una forma en S en un plano paralelo al eje A de rotación.

50 De este modo, los brazos 15 en la prolongación de aletas 8 son solidarios a la vez con la mejilla 5 y con el inducido 2.

55 Como se ha indicado en la introducción, el rotor 1 del estado de la técnica presenta una debilidad al nivel de la confluencia entre el brazo 15 y el inducido 2 por el hecho, en particular, de la temperatura elevada del inducido 2.

Un nuevo rotor 1 según la presente invención se ilustra en las figuras 5 a 10, en el que se ha suprimido la confluencia entre los brazos y el inducido.

60 Las mismas referencias que las utilizadas para el rotor de las figuras 1 a 4 se utilizan para designar los mismos elementos del nuevo rotor 1.

65 De manera más precisa, al igual que anteriormente, el nuevo rotor 1 comprende un inducido 2 y una mejilla 5 solidarios entre sí, ambos dos en forma de discos anulares, que presentan una cara 4, 7 interior sustancialmente plana, estando la cara 7 interior de la mejilla 5 frente por frente de la cara 4 interior del inducido 2. Unas aletas 8 están repartidas de manera regular entre el inducido 2 y la mejilla 5. Se extienden de la cara 4 interior del inducido 2

y se encuentran con la cara 7 interior de la mejilla 5. El rotor 1 comprende, igualmente, una corona 13 de fijación. Estos elementos pueden ser sustancialmente idénticos a los ya descritos para el rotor de la técnica anterior con referencia a las figuras 1 a 4.

- 5 Según el modo de realización preferente, que es el de las figuras 5 a 10, la mejilla 5 está provista de muescas 17 sobre su periferia 18 exterior, repartidas de manera regular en pareja. Estas muescas 17 permiten disminuir la masa del rotor 1 y, por lo tanto, los costes de fabricación, conservando al mismo tiempo las propiedades mecánicas.

- 10 El rotor 1 según la invención comprende, igualmente, al menos un brazo 15, en la práctica una pluralidad de brazos 15, estando cada uno localizado entre dos aletas 8, para solidarizar la corona 13 con el inducido 2 y con la mejilla 5. No obstante, al contrario de los rotores del estado de la técnica, cada brazo 15 no está fijado de manera directa sobre el inducido 2.

- 15 De manera más precisa, según la invención, cada brazo 15 está definido entre un borde 19 superior, un borde 20 inferior y dos bordes 21 laterales y presenta una primera porción 22 extrema solidaria con la cara 7 interior de la mejilla 5 y una segunda porción 23 extrema solidaria con la corona 13 de fijación. La primera porción 22 extrema del brazo 15, ilustrada, en concreto, en la figura 7, se extiende, por consiguiente, entre la cara 4 interior del inducido 2 y la cara 7 interior de la mejilla 5 siendo solidaria con la cara 7 interior de la mejilla 5 por su borde 20 inferior, pero el borde 19 superior permanece a distancia de la cara interior del inducido según la dirección axial.

- 20 De este modo, cada brazo 15 es solidario con la mejilla 5 por el borde 20 inferior, mientras que está formado un espacio 24 entre la cara 4 interior del inducido 2 y el borde 19 superior de cada brazo 15 y esto sobre el conjunto de la dimensión radial del brazo 15. Siendo el aire mal conductor térmico, el calor no se transmite o se transmite poco a los brazos 15 por el inducido 2.

- 25 La dimensión e del espacio 24, visible, en concreto, en la figura 9, es decir, la distancia entre el borde 19 superior de la primera porción 22 del brazo 15 y la cara 4 interior del inducido 2, medida según la dirección axial, se elige de manera que se encuentre un compromiso entre la creación de una barrera térmica entre los brazos 15 y el inducido 2, limitando al mismo tiempo el espacio necesario. La dimensión e del espacio 24 está comprendida ventajosamente entre 6 mm y 12 mm. Esta dimensión puede no ser constante sobre la longitud del brazo 15. La influencia de la temperatura del inducido 2 sobre los brazos 15 está, entonces, fuertemente reducida.

- 30 En efecto, por debajo de 6 mm, la dimensión e del espacio 24 se revela insuficiente para permitir un flujo de aire y reducir la temperatura del brazo de manera significativa. Más allá de 12 mm, la influencia de la barrera térmica sobre la temperatura de los brazos 15 ya no es apreciable, de modo que el espacio necesario resultante ya no está compensado por una ventaja sobre la temperatura de los brazos 15.

- 35 De este modo, manteniendo la dimensión e del espacio 24 entre 6 mm y 12 mm, la temperatura de los brazos 15 medida sobre su primera porción 22 extrema es inferior hasta un 58 % con respecto a la temperatura de la misma porción de brazo cuando está empalmada al inducido como en los rotores del estado de la técnica. De este modo, para el nuevo rotor, la temperatura de los brazos 15 se baja con respecto a los brazos del estado de la técnica, de tal manera que el nuevo rotor puede emplearse en unas aplicaciones severas, es decir, que generan unas elevaciones de temperatura del rotor 1 más elevadas, sobre unas duraciones de tiempo más importantes, que para unas aplicaciones denominadas normales.

- 40 Preferentemente, la dimensión e del espacio 24 sobre el conjunto del brazo 15 es al menos igual a 8 mm, con el fin de garantizar un aislamiento térmico suficiente.

- 45 De este modo, los brazos 15 no están en contacto más que con la mejilla 5, asegurando al mismo tiempo el arrastre en rotación del inducido 2. La temperatura de la mejilla 5, que es, en general, del orden de 450 °C, más escasa que la del inducido 2 permite conservar una confluencia con el brazo 15 más resistente a las tensiones. Además, el desplazamiento del rotor 1 en traslación según el eje A de rotación está repercutido, en primer lugar, en las aletas 8, luego, en la mejilla 5 y, por último, en la confluencia de los brazos 15 sobre la mejilla 5, de modo que las deformaciones en la confluencia de los brazos 15 y de la mejilla 5 están disminuidas: en primer lugar, las experimentan las confluencias entre las aletas 8 con el inducido 2 y la mejilla 5.

Asimismo, la inercia del rotor 1 tiene una influencia disminuida en cuanto a deformación sobre la confluencia entre los brazos 15 y el inducido 2, absorbiendo las aletas una parte.

- 60 Si bien la superficie de contacto entre el inducido 2 y la mejilla 5 está disminuida con respecto a los rotores del estado de la técnica suprimiendo la confluencia entre los brazos 15 y el inducido 2 y haciendo, por este motivo, más escaso el fenómeno de conducción entre el inducido 2 y la mejilla 5 para enfriar el inducido, el nuevo rotor 1 según la invención presenta una resistencia incrementada a las tensiones.

- 65 En este momento, se va a describir un modo de realización preferente del brazo 15, que presenta una forma que aumenta, por otra parte, la resistencia mecánica del rotor 1.

La primera porción 22 es una porción derecha, que se extiende de manera radial entre las caras 4, 7 interiores de la mejilla 2 y del inducido 5.

- 5 La segunda porción 23 es una porción curva en un plano perpendicular a la dirección axial, es decir, que los bordes 21 laterales del brazo 15 están curvados.

Una porción 25 intermedia une la primera porción 22 a la segunda porción 23. La porción 25 intermedia es, igualmente, una porción curva en un plano perpendicular a la dirección axial, pero cuyo sentido de la curvatura es contrario al de la segunda porción 23.

- 10 De este modo, el brazo 15, cuando se ve en un plano perpendicular a la dirección axial, presenta un punto 26 de inflexión, entre la segunda porción 23 y la porción 25 intermedia, de manera que se forme una S.

La nueva forma de los brazos 15 permite, de este modo, un mejor reparto de las tensiones sobre toda su longitud, que evita una concentración de las tensiones en las confluencias con la corona 13 y la mejilla 5. Además, la forma en S del brazo 15 favorece sus deformaciones elásticas radiales, que limitan los riesgos de rotura. Combinando la nueva forma de los brazos 15 con la característica según la que los brazos 15 no son solidarios de manera directa con el inducido 2, las deformaciones de los brazos 15 están reducidas de manera considerable.

- 15 Las dimensiones del brazo 15 se eligen de manera que se asegure un buen intercambio térmico con el medio exterior por los bordes 21 laterales, limitando al mismo tiempo el fenómeno de conducción térmica por la sección del brazo 15.

En la tabla 1 de más abajo se han trasladado algunos ejemplos de valores numéricos de dimensiones del brazo, en mm, con referencia a la figura 10.

- 25

Tabla 1

espesor E del brazo	15
longitud L del brazo	163
radio R1 de curvatura	50
radio R2 de curvatura	57,5

El espesor E del brazo 15 corresponde, de este modo, a su dimensión transversal, perpendicular a la dirección radial, medida sobre la primera porción 22 del brazo 15. En el ejemplo ilustrado, el espesor E del brazo 15 es constante, siendo los bordes 21 laterales paralelos, pero podrá ser variable.

- 30

La longitud L del brazo 15 corresponde, en el presente documento, a la dimensión radial de la segunda porción 23 y de la porción 25 intermedia, medida desde el centro de los discos del inducido 2 y de la mejilla 5.

- 35 El radio R1 de curvatura es el radio de curvatura de la segunda porción 23 del brazo 15 y el radio R2 de curvatura es el radio de curvatura de la porción 25 intermedia del brazo 15.

De manera general, los radios R1 y R2 de curvatura de las porciones 23, 25 curvas del brazo 15 se eligen de manera que se satisfaga la siguiente relación:

- 40

$$10\% \leq \left| 1 - \frac{R2}{R1} \right| \leq 20\% \quad (1)$$

Por ejemplo, los radios R1 y R2 de curvatura de los brazos 15 son tales que:

- 45

$$\left| 1 - \frac{R2}{R1} \right| = 15$$

Cuando los radios R1 y R2 de curvatura satisfacen la relación (1), el brazo 15 está, entonces, adaptado de manera particular para resistir en una aplicación severa del rotor. En efecto, el Solicitante ha determinado que cuando se respeta la relación (1), los riesgos de rotura de los brazos están fuertemente disminuidos. En concreto, la inversión del radio de curvatura entre el segundo 23 extremo del brazo 15 y la porción 25 intermedia permite favorecer las deformaciones elásticas del brazo 15. Además, cuando se satisface la relación (1), el cambio de curvatura no es demasiado brusco, que asegura que las tensiones se repartan sobre las dos porciones 23, 25 curvas del brazo. Por último, el cambio de radio de curvatura en la proporción de la relación (1) asegura que las tensiones se repartan sobre las dos porciones 23, 25 curvas del brazo 15 de manera óptima.

- 50
- 55

Cada brazo 15 se extiende de manera angular sobre aproximadamente 45 °, es decir, que el ángulo α, medido en un

plano perpendicular a la dirección axial, entre el lugar de confluencia del brazo 15 sobre la corona 13 y la primera porción 22 es de aproximadamente 45 °.

Preferentemente, el reparto angular de las aletas 8 es regular y el de los brazos 15 lo es, igualmente. No obstante, aletas 8 y brazo 15 no son coincidentes. De este modo, un brazo 15 no se sustituye por una aleta 8 en el reparto de las aletas 8 y de manera inversa.

El nuevo rotor 1 formado de este modo presenta una resistencia incrementada a las tensiones gracias al refuerzo de la unión entre la corona 13 y el conjunto que comprende el inducido 2 y la mejilla 5 y, de manera más precisa, evitando cualquier contacto entre los brazos 15 con el inducido 2.

Por ejemplo, en el ejemplo del rotor que presenta las dimensiones de la tabla 1, gracias, en concreto, a la dimensión e mínima de 8 mm del espacio 24 entre los brazos 15 y el inducido 2, se ha observado que la temperatura de los brazos 15 que puede ser inferior a la de los brazos de los rotores del estado de la técnica que no comprenden un espacio de este tipo hasta aproximadamente 100 °C.

Además, la diferencia entre la temperatura media del inducido y la temperatura media de la mejilla es más importante en el caso del nuevo rotor 1 que, en el caso de los rotores del estado de la técnica, que indica que la transferencia térmica entre el inducido 2 y la mejilla 5 es menos importante para el nuevo rotor 1.

La tabla 2 de más bajo indica la temperatura máxima medida sobre el inducido, la temperatura mínima medida sobre un brazo, la temperatura media del inducido y la temperatura media de la mejilla para un rotor del estado de la técnica, como se presenta en las figuras 1 a 4 y para el nuevo rotor. Los valores de la tabla se obtienen para una simulación de 1.000 rpm de velocidad de rotación del rotor y una potencia aplicada sobre el inducido de 44.000 W.

Tabla 2

	Rotor del estado de la técnica	Nuevo rotor 1
temperatura máxima (en C°)	750	785
temperatura mínima (en C°)	160	65
temperatura media del inducido (en °C)	678	666
temperatura media de la mejilla	267	194

La unión de los brazos 15 sobre la corona 13 de fijación es, de este modo, más resistente que en los rotores del estado de la técnica: los riesgos de rotura de los brazos 15 al nivel de su unión con la corona 13 para el rotor 1 descrito están disminuidos, incluso en unas aplicaciones más severas en las que la temperatura del inducido es más importante. La vida útil del rotor 1 está aumentada.

Cuando la dimensión e del espacio 24 es inferior a 8 mm, la transferencia de calor entre el inducido 2 y los brazos 15 que se opera no permite una mejora significativa con respecto a un inducido fijado de manera rígida y de manera directa sobre los brazos.

La forma y las dimensiones de los brazos 15 del nuevo rotor 1 ofrecen, por otra parte, una rigidez incrementada.

El nuevo rotor 1 según la invención va a poder, por lo tanto, utilizarse en unas aplicaciones severas en las que la temperatura del inducido 2 es elevada de manera particular, teniendo al mismo tiempo una vida útil más importante en las aplicaciones más corrientes.

Como las deformaciones se producen, en primer lugar, sobre las aletas 8, no son críticas respecto a la pieza: su deformación no impide la utilización del ralentizador, de modo que no es necesario sustituirlo desde el momento en que se producen unas deformaciones de este tipo.

La fabricación del nuevo rotor 1 no implica ningún aumento de los costes con respecto a los rotores del estado de la técnica, ya que no hay una materia o unas piezas suplementarias.

Por último, el nuevo rotor 1 no implica ningún aumento del espacio necesario, permaneciendo las dimensiones globales sustancialmente idénticas a las de los rotores del estado de la técnica.

El diseño del nuevo rotor no implica una modificación del funcionamiento del ralentizador. De este modo, el nuevo rotor 1 podrá estar asociado a unos estatores ya existentes, incluso podrá estar instalado de manera directa en unos vehículos ya equipados con un ralentizador electromagnético en sustitución de los antiguos rotores.

REIVINDICACIONES

1. Rotor (1) de ralentizador electromagnético para vehículo, comprendiendo el rotor:

- 5 - al menos un inducido (2) que se presenta en forma de un disco anular, adecuado para estar recorrido por unas corrientes de Foucault por el efecto de un campo electromagnético generado por un estátor, presentando el inducido (2) una cara (4) interior,
 - al menos una mejilla (5) que se presenta en forma de un disco anular coaxial al inducido (2) y que presenta una cara (7) interior frente por frente y a distancia de la cara (4) interior del inducido (2), siendo la mejilla (5) solidaria con el inducido (2),
 10 - al menos una corona (13) de fijación coaxial al inducido (2), adecuada para estar solidarizada en rotación con un árbol de transmisión del vehículo,
 - al menos un brazo (15), definido entre un borde (19) superior y un borde (20) inferior y que presenta una primera porción (22) extrema solidaria con la cara (7) interior de la mejilla (5) por el borde inferior (20), extendiéndose la primera porción (22) extrema entre la cara (7) interior de la mejilla (5) y la cara (4) interior del inducido (2) y presentando una segunda porción (23) extrema solidaria con la corona (13) de fijación, el borde (19) superior del brazo (15) está a distancia de la cara (4) interior del inducido (2) sobre el conjunto de la dimensión radial del brazo (15), de manera que se forme un espacio (24) entre el brazo (15) y el inducido (2),

20 por que el brazo (15) presenta, cuando se ve en un plano perpendicular al eje (A) de rotación del rotor (1), un punto de inflexión (26), de manera que se forme una S, estando el rotor (1) **caracterizado por que** la segunda porción (23) extrema del brazo (15) es una porción curva en un plano perpendicular al eje (A) de rotación del rotor (1), **por que** el brazo (15) comprende una porción (25) intermedia entre la primera porción (22) extrema y la segunda porción (23) extrema, siendo la porción (25) intermedia una porción curva en un plano perpendicular al eje (A) de rotación del rotor (1), con un radio (R2) de curvatura invertido con respecto al radio (R1) de curvatura de la segunda porción (23) extrema,
 25 y **por que** los radios (R1, R2) de curvatura de la segunda porción (23) extrema y de la porción (25) intermedia del brazo (15) se eligen de manera que se satisfaga la siguiente relación:

$$30 \quad 10 \% \leq \left| 1 - \frac{R2}{R1} \right| \leq 20 \ \%.$$

2. Rotor (1) según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los radios (R1, R2) de curvatura de la segunda porción (23) extrema y de la porción (25) intermedia del brazo (15) se eligen de modo que:

$$35 \quad \left| 1 - \frac{R2}{R1} \right| = 15 \ \%$$

3. Rotor (1) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizado por que** la dimensión (e) del espacio (24) entre el brazo (15) y la cara (7) interior del inducido (2), según una dirección axial, está comprendida entre 6 mm y 12 mm.

40 4. Rotor (1) según la reivindicación 3, en el que la dimensión (e) del espacio (24) entre el brazo (15) y la cara (7) interior del inducido (2) es superior o igual a 8 mm.

45 5. Rotor (1) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende una pluralidad de aletas (8) entre la cara (7) interior de la mejilla (5) y la cara (4) interior del inducido (2), que solidariza la mejilla (5) y el inducido (2).

50 6. Rotor (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el brazo (15) se extiende según un ángulo de 45 ° en un plano perpendicular al eje (A) de rotación del rotor (1).

7. Rotor (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la primera porción (22) extrema del brazo (15) se extiende de manera radial en un plano perpendicular al eje (A) de rotación del rotor (1).

55 8. Rotor (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una pluralidad de brazos (15).

9. Ralentizador electromagnético, en concreto, para vehículo, que comprende al menos un estátor adecuado para inducir un campo electromagnético cuando está recorrido por una corriente eléctrica, estando el ralentizador **caracterizado por que** comprende al menos un rotor (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, estando la cara (3) exterior del inducido (2), opuesta a la cara (4) interior del inducido (2), frente por frente del estátor y a distancia del estátor.

60 10. Vehículo que comprende un árbol de transmisión entre un motor y un órgano de desplazamiento, tal como una rueda, **caracterizado por que** comprende al menos un ralentizador electromagnético según la reivindicación 9, siendo el estátor solidario con el chasis del vehículo, estando la corona (13) de fijación montada sobre un árbol de transmisión, de modo que rotor (1) está arrastrado en rotación por el árbol de transmisión.

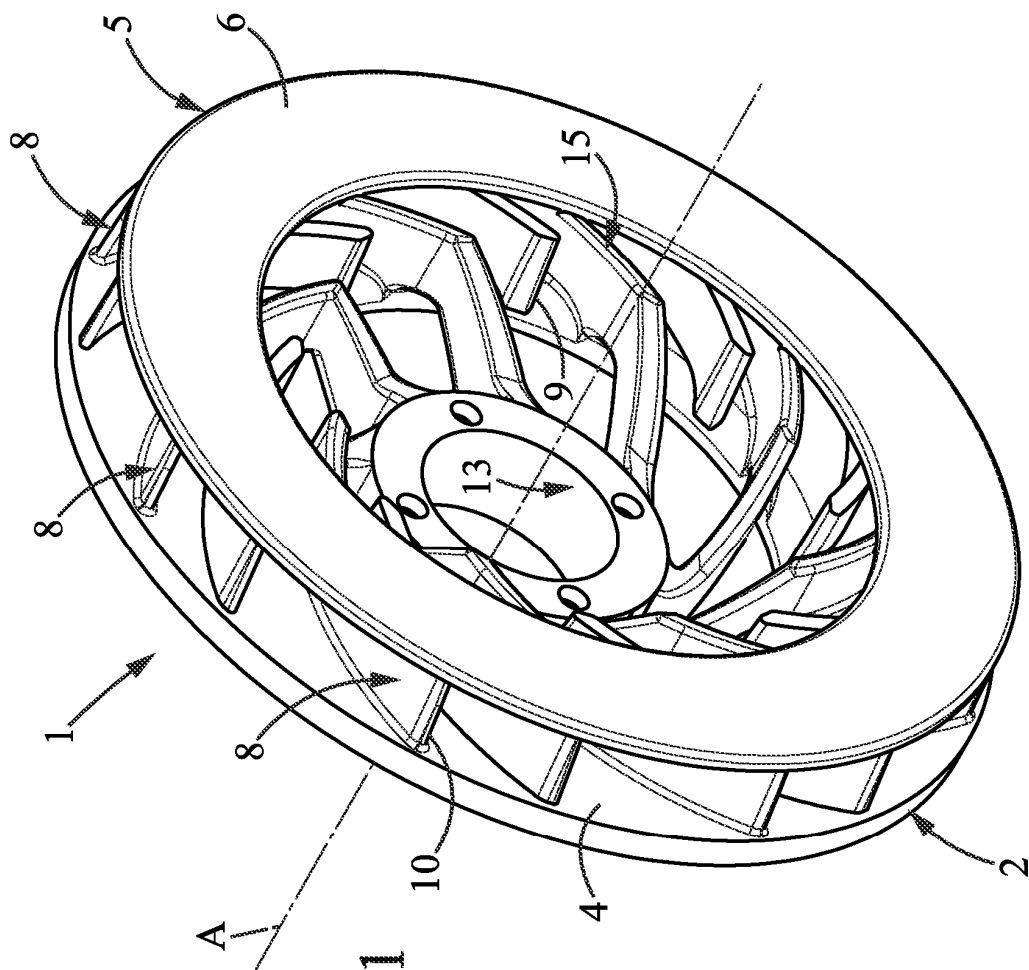
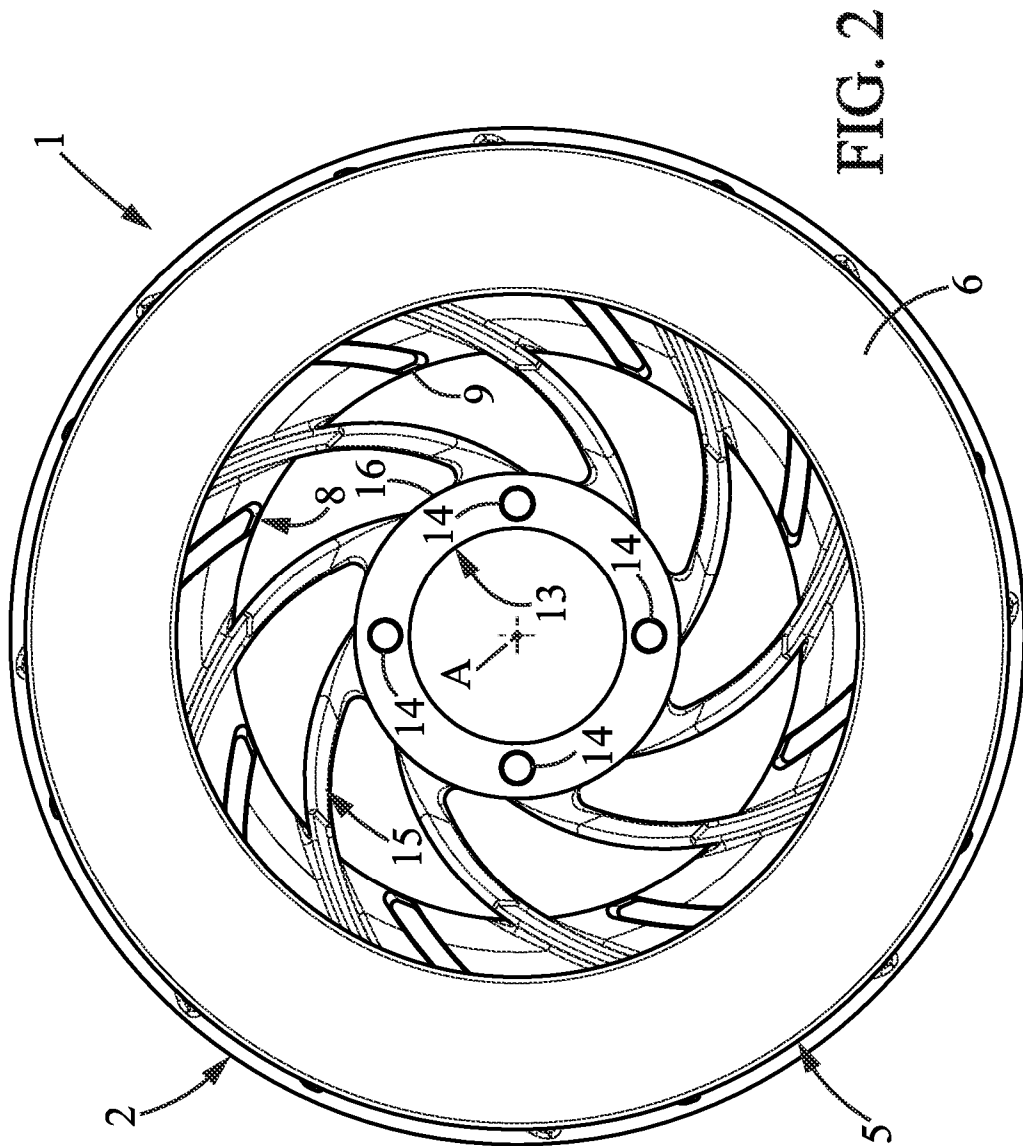


FIG. 1



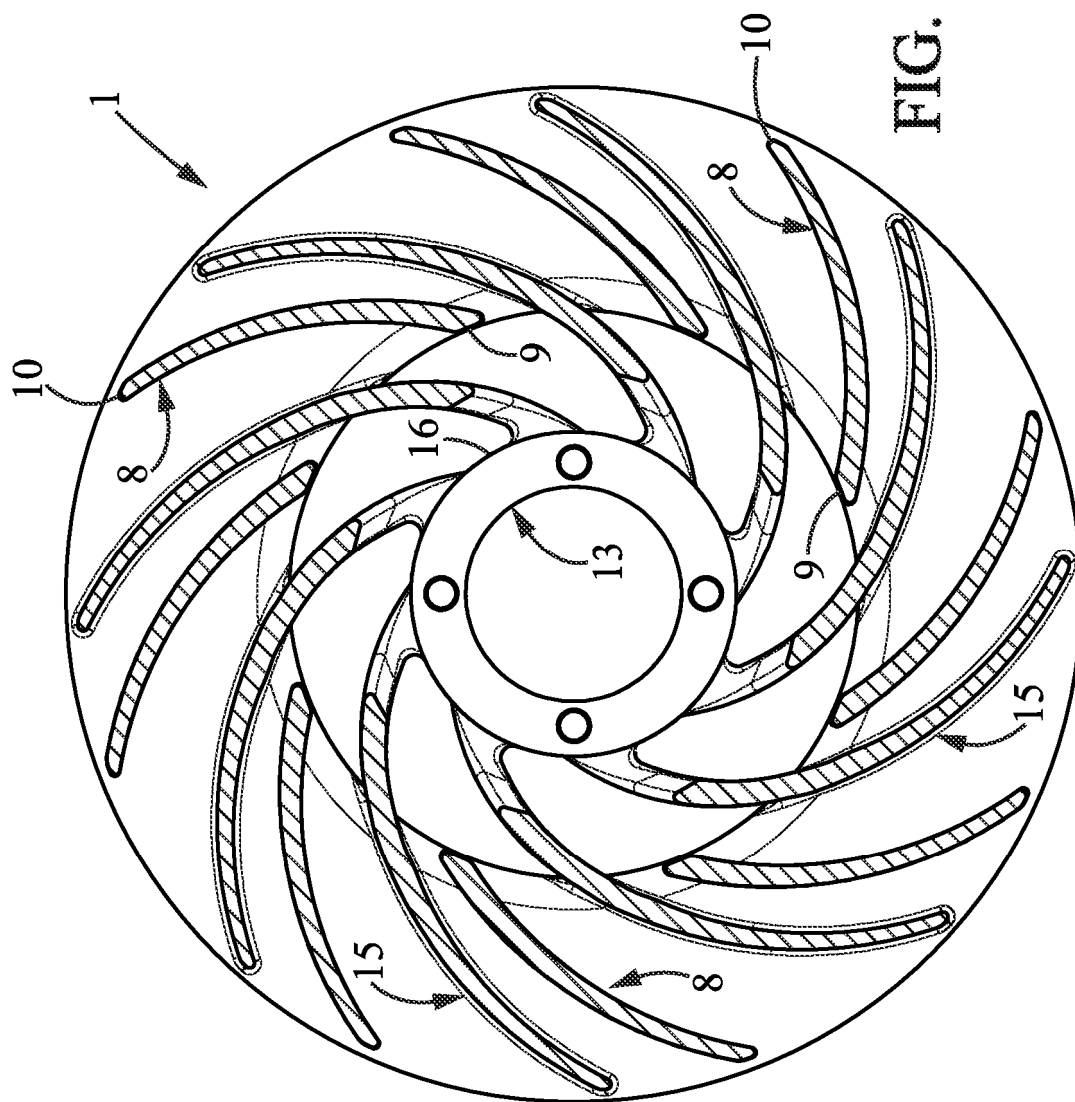
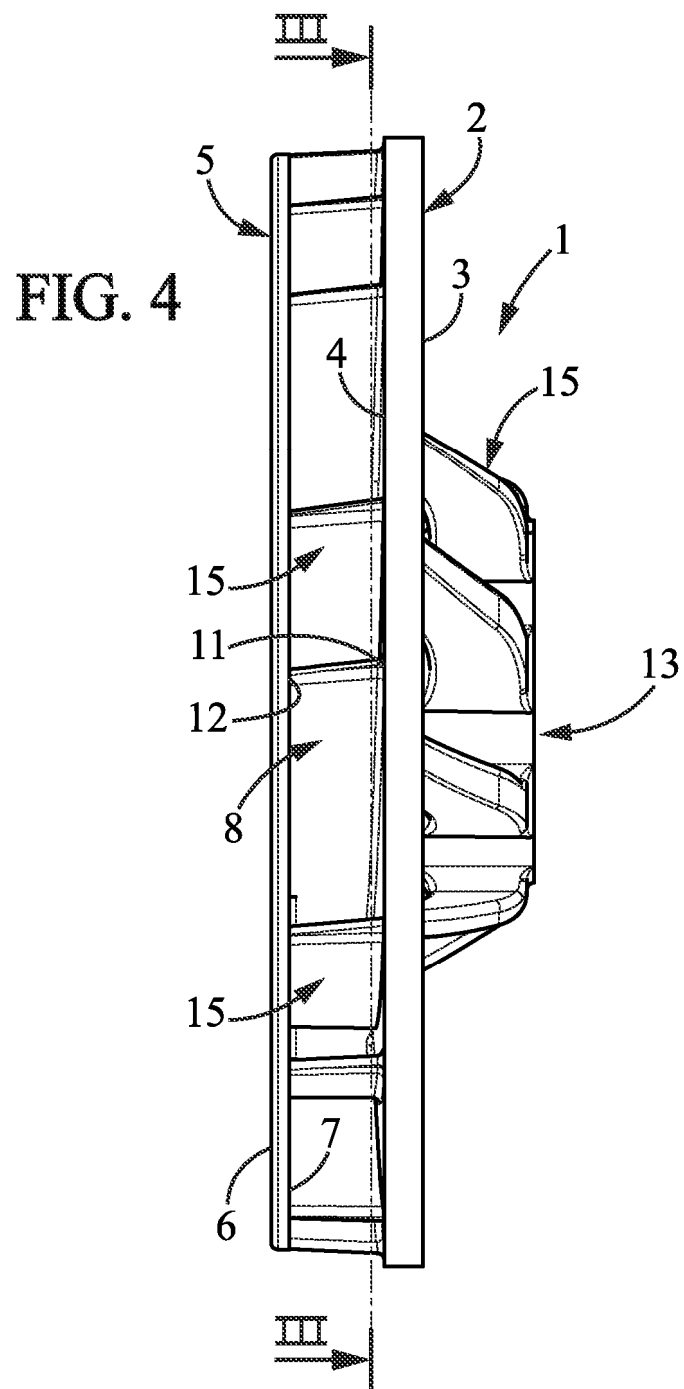


FIG. 3



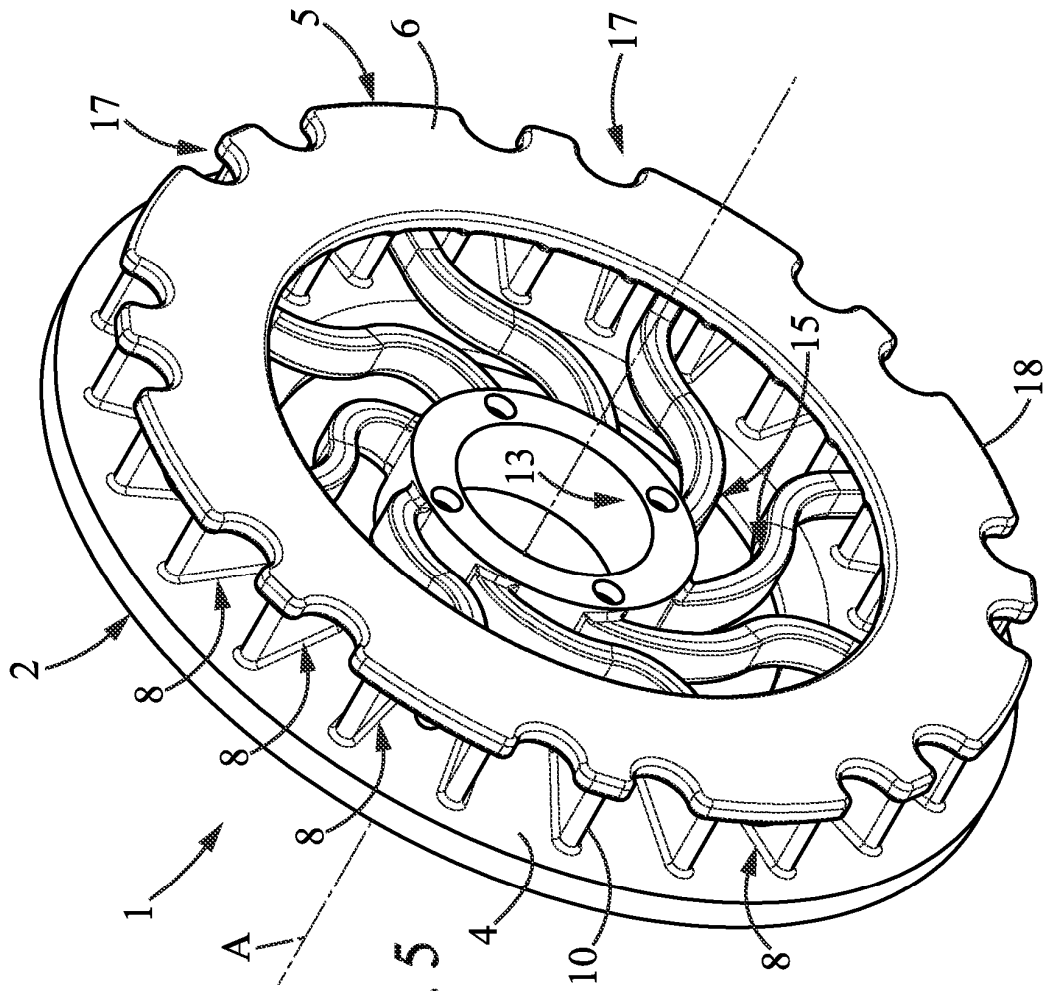
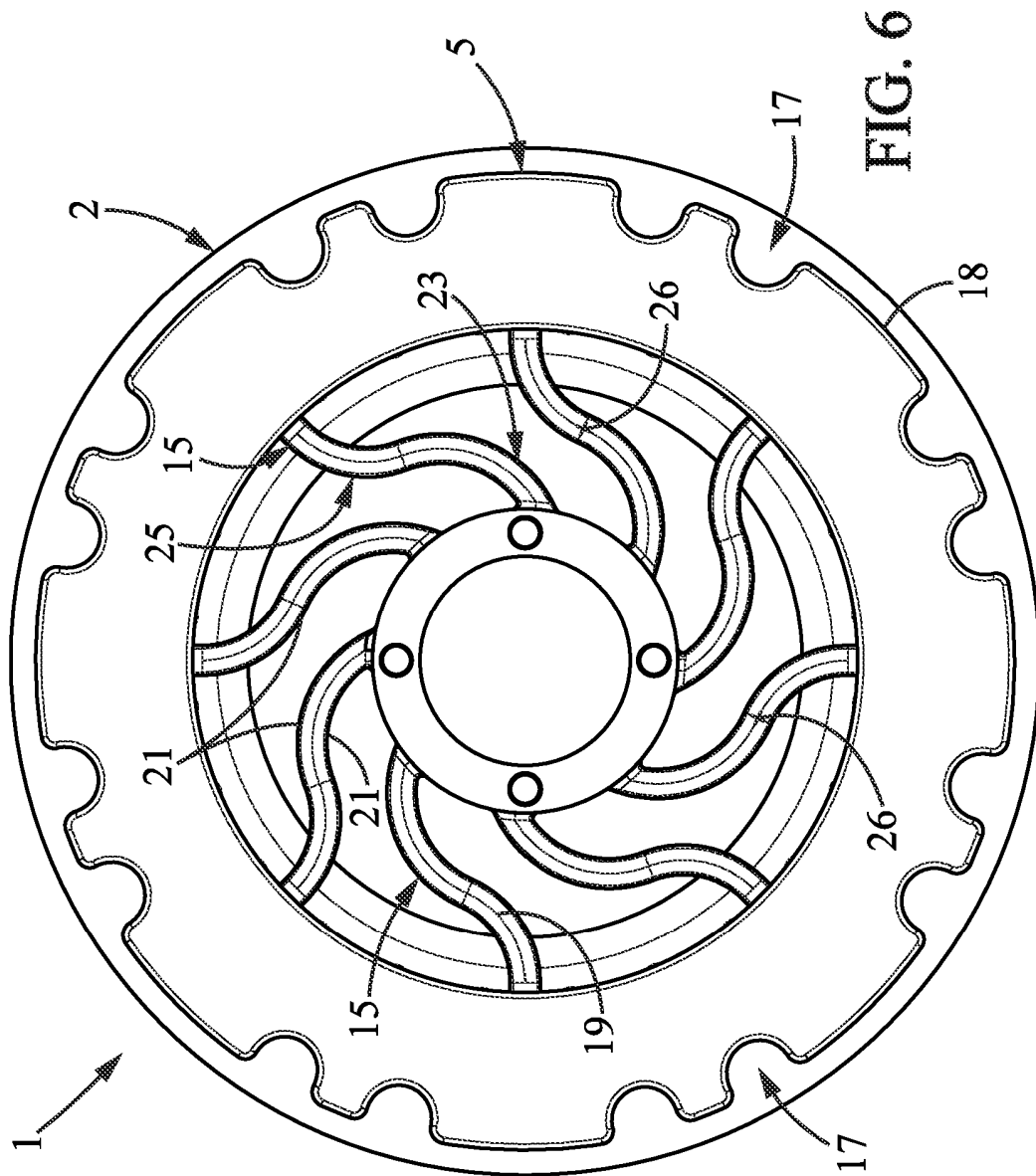
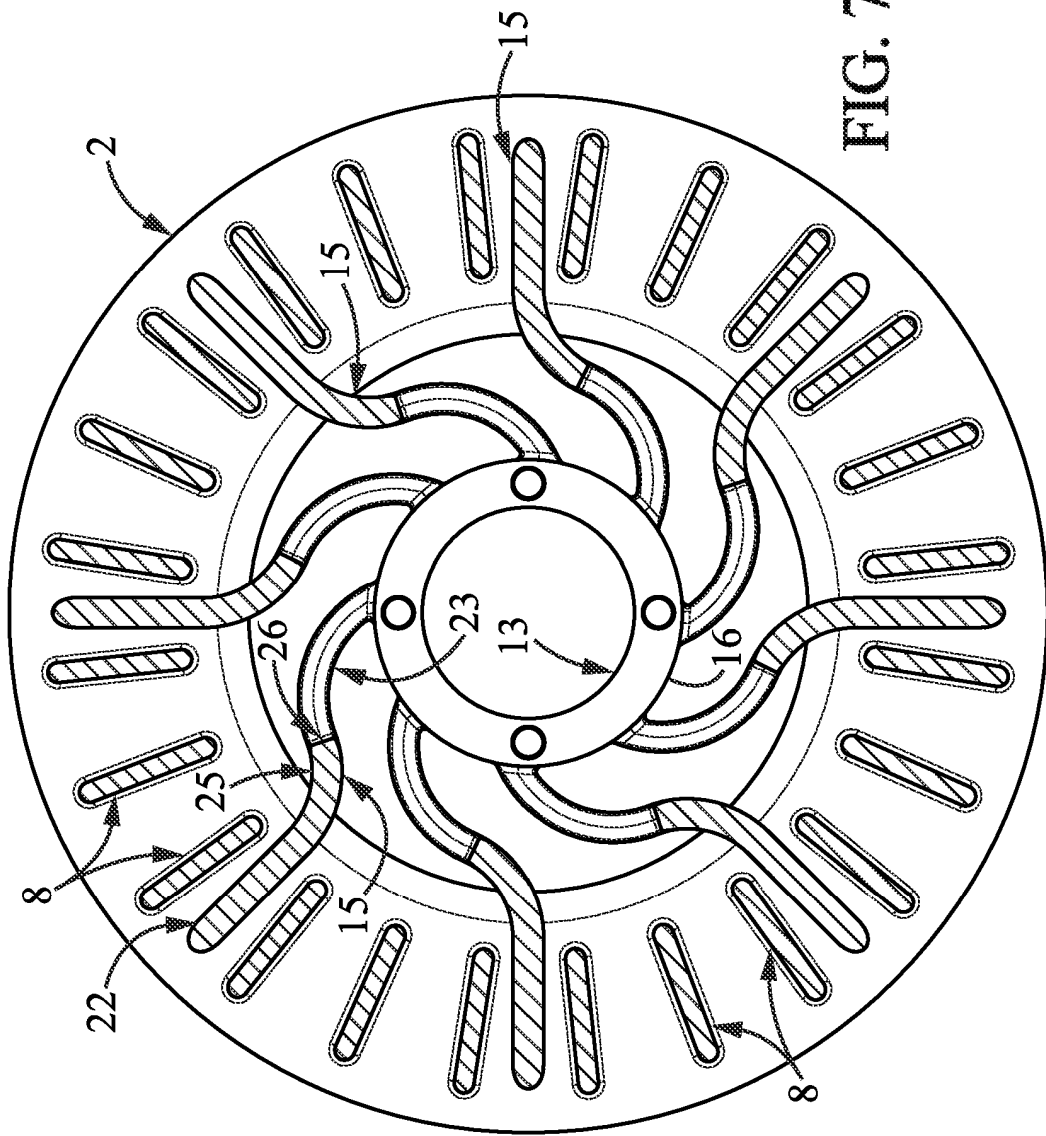
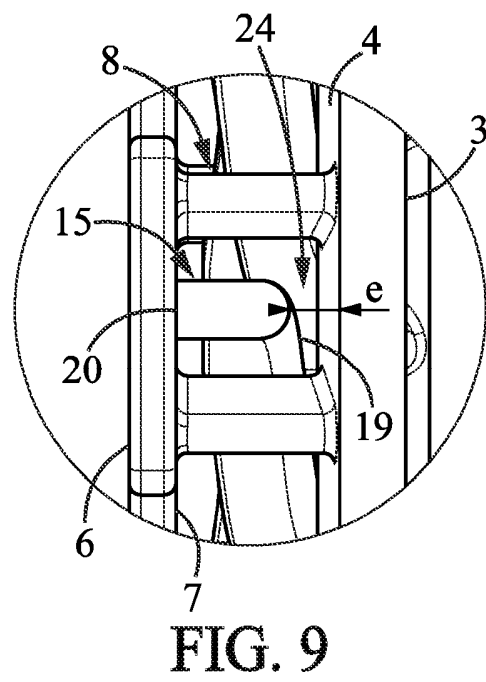
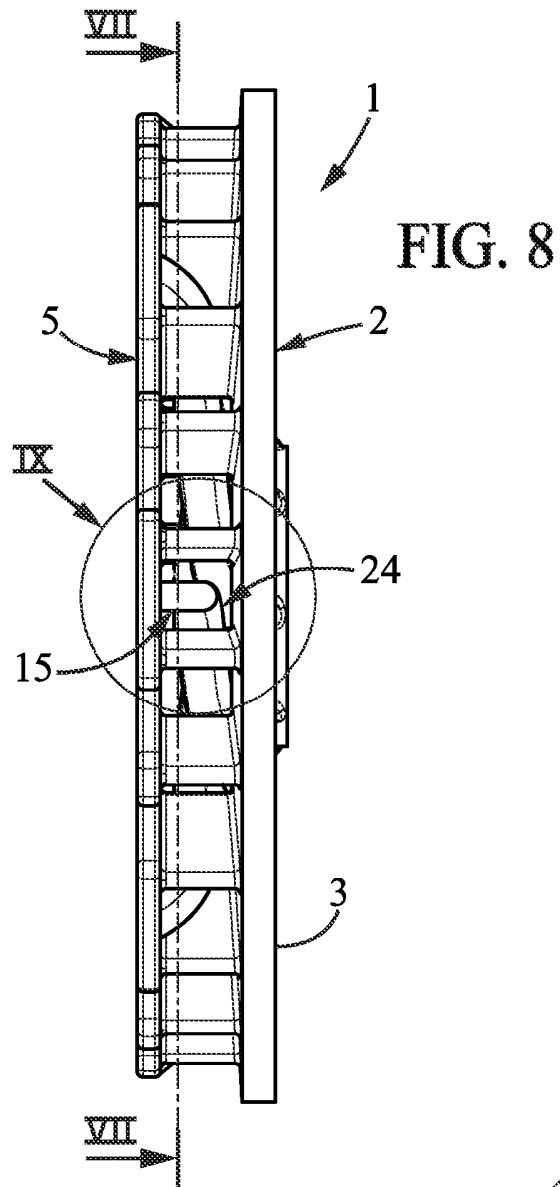


FIG. 5







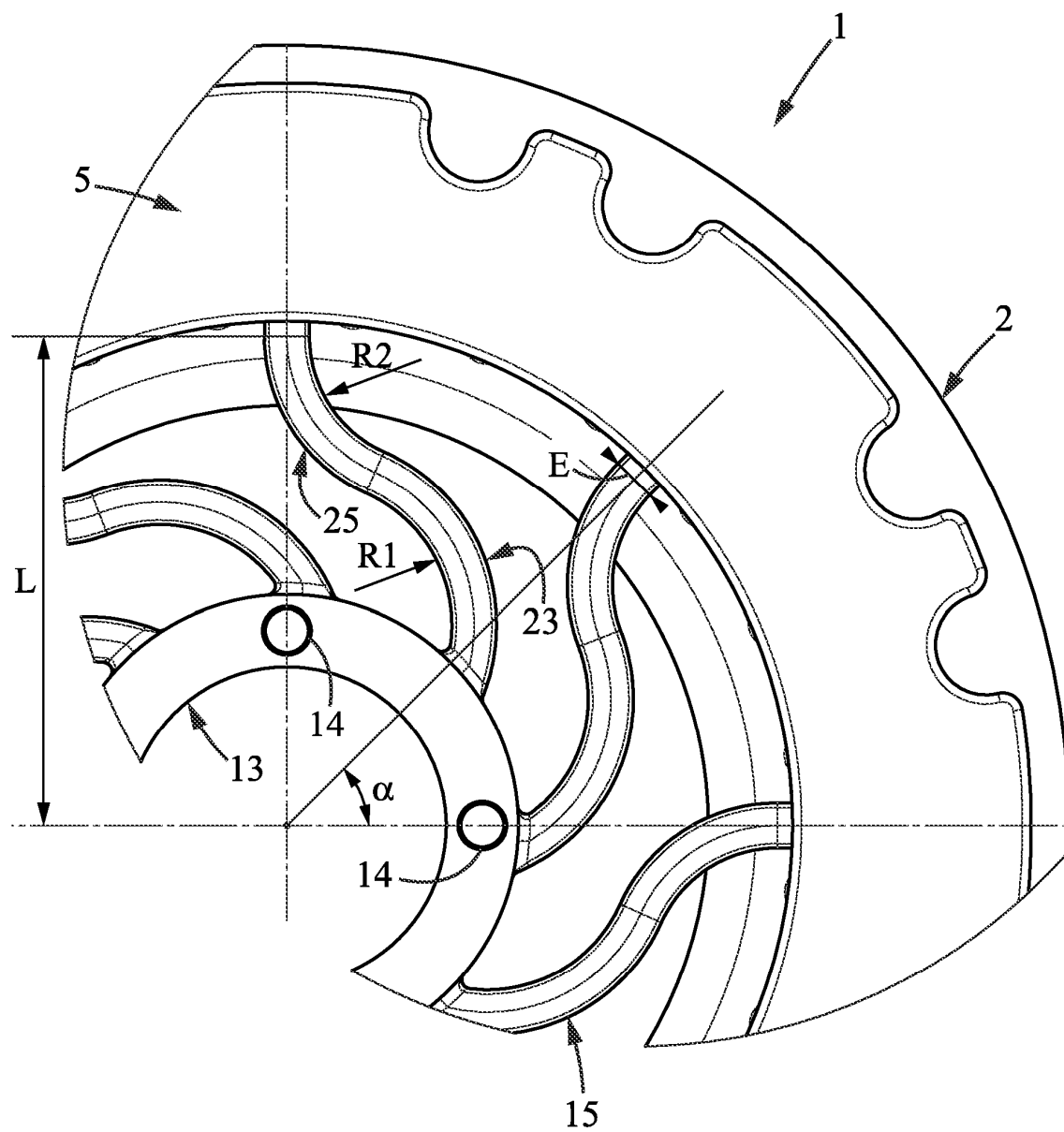


FIG. 10