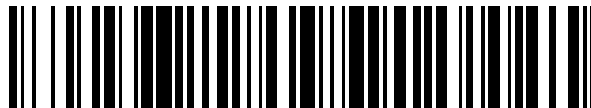


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 861**

51 Int. Cl.:

**F16D 65/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2018 E 18175511 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019 EP 3421833**

54 Título: **Un disco de freno de baja masa con una forma mejorada de las nervaduras de enfriamiento**

30 Prioridad:

**22.06.2017 SI 201700188**

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

**09.03.2020**

73 Titular/es:

**KOVIS, D.O.O. (100.0%)**

**Brezina 102**

**8250 Brezice, SI**

72 Inventor/es:

**GRIVC, UROS y**

**DERZIC, DAVID**

74 Agente/Representante:

**TEMIÑO CENICEROS, Ignacio**

**ES 2 746 861 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**

Un disco de freno de baja masa con una forma mejorada de las nervaduras de enfriamiento

5 La presente invención se refiere a los discos de freno, es decir, a una construcción mejorada de un disco de freno para frenos de disco, especialmente para vehículos ferroviarios. Los frenos de disco se forman a partir de dos partes, un disco de freno y un cubo. El cubo se monta en el eje presionando con la máquina de prensado, mientras que el disco de freno se monta en el cubo mediante un elemento de conexión, que preferentemente es un perno, o mediante otro tipo de conexión. En la periferia interior del disco de freno y en la periferia exterior del cubo se forman  
10 unos soportes de montaje, que se colocan a intervalos regulares. Cuando se unen entre sí, forman una conexión sólida, que entonces sirve para transmitir el par y las fuerzas de frenado.

Un disco de freno está formado por dos placas anulares coaxiales que están interconectadas por unas nervaduras radiales o una parte helicoidal. Un disco de freno de un freno de disco debe disipar una gran cantidad de energía  
15 térmica, por ejemplo, al frenar un vehículo pesado, es decir, un vehículo ferroviario o un vehículo que viaja a alta velocidad. En el curso de tal frenado, la alta energía cinética del vehículo se transforma en energía térmica que calienta un disco de freno y, en consecuencia, influye en la eficacia del freno de disco. Debido al aumento de temperatura, se reduce la eficacia del freno de disco, es decir, el coeficiente de fricción disminuye y, por lo tanto, la fuerza de fricción disminuye. Las altas temperaturas y las diferencias locales de temperatura pueden provocar daños mecánicos en la superficie del disco de freno, lo que da como resultado grietas y deformación plástica del disco de freno.

Se conoce que para mejorar la capacidad del disco se disipa energía de calor formando pasajes en el mismo para el paso de aire con el fin de aumentar las superficies de contacto del disco y el aire de enfriamiento (véase por ejemplo  
25 el documento DE102013210700 A1). Sin embargo, dichos pasajes pueden dar como resultado la formación de grietas que finalmente pueden dar como resultado la rotura del disco.

En el documento GB 1449512 se desvela un disco para un freno de disco que comprende dos placas anulares coaxiales interconectadas por unos miembros transversales que definen entre los mismos unos pasajes para el flujo  
30 de aire de enfriamiento, en el que se proporcionan una pluralidad de bandas de miembros transversales, estando los miembros transversales de cada banda dispuestos a lo largo de una trayectoria circular respectiva y estando separados sustancialmente de manera regular. El enfriamiento se mejora con respecto al obtenido con los discos que tienen nervaduras radiales, ya que, por un lado, los miembros transversales cilíndricos producen un flujo rotatorio del aire y, por otro lado, la superficie de intercambio es mayor.

En el documento SI23474 se desvela un disco para un freno de disco que comprende dos placas anulares coaxiales (discos) interconectadas por unos miembros transversales que definen entre los mismos unos pasajes para el flujo  
40 de aire de enfriamiento y que comprenden en los lados interiores de los discos unos elementos de enfriamiento adicionales en una forma de salientes que se sitúan lineales alrededor de los miembros transversales en forma de cuadrícula. Con dichos salientes, la zona de intercambio de calor del disco aumenta, lo que da como resultado una mejor transferencia de calor en el entorno durante el frenado. La intensidad de enfriamiento también aumenta debido a la mayor turbulencia de aire entre los discos.

Sin embargo, si la cantidad de calor a disipar es grande y las superficies de contacto entre el aire y los discos es aún  
45 insuficiente para una disipación de calor adecuada y rápida, existe una necesidad de una mejora adicional de enfriamiento de un disco de freno.

En los discos de freno, especialmente para vehículos ferroviarios, la disipación de calor adecuada y rápida está limitada predominantemente por las propiedades de conducción de calor del material del disco de freno, que todavía  
50 es relativamente alta para la fundición gris a partir de la que se fabrican los discos de freno para los vehículos ferroviarios y también por las dimensiones del disco. La disipación de calor hacia el centro del disco de freno es demasiado lenta, lo que puede ser problemático, especialmente cuando la composición del tren ya se detiene o para paradas de emergencia y servicio.

De este modo es deseable disipar el calor de las superficies de fricción aún más rápido, de este modo las temperaturas serían menores y el disco de freno estaría expuesto a una tensión térmica menor, que beneficiaría en una reducción adicional de la masa del disco de freno, en una deformación menor del disco de freno, las propiedades de fricción seguirían siendo mejores y se provocaría un desgaste menor en los elementos de frenado  
60 durante el frenado.

Esto se logra con la construcción mejorada de un disco de freno de acuerdo con la invención. Con la construcción propuesta, se logra una mayor conducción de calor lejos de las placas de fricción al aumentar el flujo de calor por  
65 detrás de las placas de fricción donde se localizan las nervaduras de enfriamiento.

Esto se realiza incluyendo unas pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica adicionales y unas nervaduras de perfil bajo para las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga, que

interconectan dos placas anulares coaxiales, en las que las nervaduras de perfil bajo conectan las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga y/o pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica. Las nervaduras de perfil bajo también conectan algunas de las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga que se colocan a lo largo de los extremos exterior e interior de las placas anulares con los bordes exterior e interior de dichas placas anulares.

Dichas pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica y nervaduras de perfil bajo actúan como absorbentes o condensadores térmicos de calor y debido a que se distribuyen más regularmente y cerca de la fuente de calor, es decir, la superficie de fricción, se disminuye la temperatura de las superficies de fricción. Además, debido a que estas nervaduras están cerca de la fuente de calor, se calientan más rápido, por lo que la zona más grande de la zona de enfriamiento de los discos de freno se calienta, lo que mejora la convección del calor. Además, se aumenta la zona de sección transversal en la base de las nervaduras de enfriamiento, es decir, las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga, las pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica y las nervaduras de perfil bajo. Con este diseño, se mejora la disipación de calor durante el frenado, ya que la convección de calor forzada no es lo suficientemente rápida y tiene un efecto insignificante en la disipación de calor, mientras que se produce un frenado corto y potente. Es decir, las nervaduras aún no se han calentado para disipar el calor, que depende de la temperatura de las superficies de las nervaduras de enfriamiento y del aire que fluye a través del centro de los discos de freno. Cuando las nervaduras de enfriamiento comienzan a calentarse, el tren ya se ha detenido o se mueve muy lentamente, lo que afecta aún más la convección térmica. Con esta construcción, la masa desde el centro del disco de freno se mueve más hacia las placas de disco, se reduce el número de nervaduras de enfriamiento portadoras de carga y, en consecuencia, se reduce la masa del disco de freno.

La invención se describirá adicionalmente a continuación y se presenta en las figuras:

- La figura 1 presenta un disco de freno de acuerdo con la invención.
- La figura 2 presenta una sección de un disco de freno de acuerdo con la invención.
- La figura 3 presenta una sección transversal de un disco de freno de acuerdo con la invención.
- La figura 4 presenta una gráfica que muestra las pérdidas de ventilación para diferentes diseños de discos de freno.
- La figura 5 presenta una gráfica que muestra las características del freno de arrastre para diferentes diseños de discos de freno.
- La figura 6 presenta una gráfica que muestra las características de parada de emergencia para diferentes diseños de discos de freno.

Un disco de freno 1 que se muestra en la figura 1 a 3, está formado por dos placas anulares coaxiales 2, es decir, unas placas de fricción, que están interconectadas por unas nervaduras de enfriamiento portadoras de carga 3. Las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga 3 son paralelas al eje de rotación del disco de freno 1 y están esencialmente distribuidas de manera regular, se colocan en un patrón circular, en la superficie de las placas 2 y conectan ambas superficies interiores de ambas placas 2. Las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga 3 forman la estructura sólida del disco de freno 1, que sirve para transferir y soportar las tensiones provocadas por el frenado. Al menos seis soportes de montaje 10 se colocan a intervalos regulares en la periferia interior del disco de freno 1 para montar el disco de freno 1 en el cubo.

Entre las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga 3 se colocan unas pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica 4 en ciertas localizaciones en la superficie interior de ambas placas 2 y se diseñan de tal manera que permiten la distribución regular del calor en todas las superficies de los discos de freno. El calor distribuido regularmente evita la aparición de tensiones no permitidas. Las pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica 4 son paralelas al eje de rotación del disco de freno 1 y sobresalen de las superficies interiores hacia el espacio entre las placas 2 y tienen una altura entre el 10 y el 30 % de la anchura del disco de freno 1 preferentemente su altura es el 20 % de la anchura del disco de freno 1.

Adicionalmente unas nervaduras de perfil bajo 5 se colocan en la superficie interior de ambas placas 2. Dichas nervaduras de perfil bajo 5 conectan, esencialmente en la dirección radial, al menos dos nervaduras de enfriamiento portadoras de carga adyacentes 3 o dos pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica adyacentes 4 o al menos una nervadura de enfriamiento portadora de carga adyacente 3 y una pequeña nervadura de enfriamiento conformada de manera hiperbólica 4. Las nervaduras de perfil bajo 5 también conectan algunas de las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga 3 que se colocan a lo largo de los extremos exterior e interior de las placas anulares 2 con los bordes exterior e interior de dichas placas anulares 2. Las nervaduras de perfil bajo 5 tienen una altura entre el 1 y el 5 % de la anchura del disco de freno 1, preferentemente el 4 %. Las nervaduras de perfil bajo se colocan en las localizaciones más críticas para la disipación de calor y la estabilidad estructural que se determina mediante simulación. Numerosas simulaciones mostraron que el porcentaje óptimo de las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga 3 conectadas y de las pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica 4 con unas nervaduras de perfil bajo 5 debería estar entre el 60-80 %, es decir, entre el 60 y el 80 % de las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga 3 y las pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica 4 deberían conectarse mediante las nervaduras de perfil bajo 5.

Las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga 3 tienen una sección transversal circular, preferentemente una sección transversal elipsoidal, las pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica 4 tienen una sección transversal preferentemente circular con la parte superior redondeada. La sección transversal elipsoidal de las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga 3 es similar a un plano aerodinámico, excepto que es simétrica, ya que los discos de freno se usan en ambas direcciones de rotación, por lo que el rendimiento del disco de freno debería ser el mismo en ambas direcciones. Las nervaduras de perfil bajo 5 tienen una sección transversal seleccionada a partir de diversas formas, tales como cuadrángulo, triángulo, semicírculo, segmento de elipse, trapecoide, por lo que se redondean los bordes. Las nervaduras de perfil bajo 5 tienen preferentemente una sección transversal trapecoidal. Las nervaduras de perfil bajo 5 que conectan algunas de las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga 3 que se colocan a lo largo del extremo exterior de las placas anulares 2 con el borde exterior de dichas placas anulares 2 tienen preferentemente una sección transversal de cualquier forma con un radio variable para ampliar aún más la zona necesaria para una mejor disipación de calor. Para una mejor estabilidad estructural, preferentemente doce nervaduras de perfil bajo 5 conectan las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga 3 que se colocan a lo largo del extremo exterior de las placas anulares 2 con el borde exterior de dichas placas anulares 2.

Todas las nervaduras de enfriamiento, es decir, las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga 3, las pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica 4 y las nervaduras de perfil bajo 5 tienen una sección transversal ampliada de su zona de base 6, 7, 8, es decir, en la zona de contacto de la nervadura individual 3, 4, 5 con la superficie interior de las placas 2. La sección transversal ampliada total de las zonas de base 6, 7, 8 es hasta 7,5 veces mayor con respecto a la zona de sección transversal total de las nervaduras de enfriamiento 3, 4 y 5. Para un enfriamiento óptimo del disco, la sección transversal de la zona de base 6, 7 y 8 debería ampliarse para cubrir al menos el 60 % de la superficie interior de las placas 2, preferentemente la zona de base 6, 7 y 8 debería ampliarse para cubrir entre el 60 y el 67 % de la superficie interior de las placas 2.

Con una selección cuidadosa de la altura y la forma de las pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica 4 y de las nervaduras de perfil bajo 5 y con una cuidadosa selección de la posición de las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga 3, las pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica 4 y las nervaduras de perfil bajo 5 y con una selección cuidadosa de la sección transversal de las zonas de base 6, 7 y 8, puede optimizarse el disco de freno de acuerdo con la aplicación de frenado.

En las tablas 1 y 2 y en las figuras 4, 5 y 6 se muestran diferentes características medidas para diferentes diseños de discos de freno.

El tipo "Inicial" se refiere al freno de disco con nervaduras de enfriamiento portadoras de carga que se colocan en un patrón circular y con una sección transversal circular que se conecta con un sistema de red en la forma de nervaduras de enfriamiento de 6 mm de altura.

El tipo "Futura 1" se refiere al freno de disco con nervaduras de enfriamiento portadoras de carga que se colocan en un patrón circular y con una sección transversal elipsoidal similar a un plano aerodinámico, excepto que es simétrica, ya que los discos de freno se usan en ambas direcciones de rotación. El diseño también incluye un sistema de red en forma de unas nervaduras de enfriamiento de 6 mm de altura que conectan las nervaduras portadoras de carga entre sí.

El tipo "Futura 2" se refiere al freno de disco con unas nervaduras de enfriamiento portadoras de carga que se colocan en un patrón circular y con una sección transversal circular. El diseño incluye unas pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica y un sistema de red en la forma de unas nervaduras de enfriamiento de 6 mm de altura que se conectan solo con las nervaduras portadoras de carga. Se usan menos nervaduras de enfriamiento portadoras de carga, ya que algunas de las mismas se reemplazan por las pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica.

El tipo "Futura 3" es el mismo que el "Futura 2" en el que la fila de las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga tiene una sección transversal elipsoidal como en la "Futura 1". Además, solo se usan 6 soportes de montaje en lugar de 12 para montar el freno de disco en el cubo.

El tipo "Futura 4" se refiere a la realización preferida del freno de disco de acuerdo con la invención.

Tabla 1

Tipo	Masa [kg]	Eficiencia de disipación térmica [W/m <sup>2</sup> K kg]:	Temperatura de freno de emergencia [°C]	Temperaturas de disipación de calor con freno de arrastre de 40 kW [°C]	Pérdidas de ventilación [W]
Inicial	145	1	354	439	475
Futura 1	132,8	0,859	357	486	230
Futura 2	125	1,157	359	483	356
Futura 3	118	1,35	355	437	346
Futura 4	114		352	445	373

Tabla 2

Prototipo	Masa [%]	Eficiencia de disipación térmica [%]	Pérdidas de ventilación [%]
Inicial	100	100	100
Futura 1	-8,3	-14	-51
Futura 2	-13,7	+15,7	-25
Futura 3	-18,6	+35	-27
Futura 4	-21,37		-22

5 Con esta construcción, la zona de la que se disipa el calor se amplía y por lo tanto la disipación de calor hacia el centro del disco de freno 1 es más rápida. La caída de temperatura promedio, es decir, el coeficiente promedio de transferencia de calor de la pared de la zona de las nervaduras de enfriamiento de los discos de freno aumenta aproximadamente entre un 10 y el 15 %. Con la construcción propuesta del disco de freno 1, la masa del disco de freno 1 se reduce en un 20 %, manteniendo el mismo rendimiento, en comparación con el disco de freno no dividido del estado de la técnica, que se usa actualmente en el transporte de carga. Dicho disco de freno con enfriamiento mejorado puede usarse para los discos de freno divididos y para el freno de arrastre.

10

**REIVINDICACIONES**

1. Un disco de freno de baja masa (1) con una forma mejorada de las nervaduras de enfriamiento para frenos de disco para vehículos ferroviarios, estando dicho disco de freno (1) formado por dos placas anulares coaxiales (2) que están interconectadas por unas nervaduras de enfriamiento portadoras de carga (3) paralelas al eje de rotación del disco de freno (1) y esencialmente distribuidas regularmente en la superficie de las placas (2) y que conectan ambas superficies interiores de ambas placas (2) y unos soportes de montaje (10) se colocan a intervalos regulares en la periferia interior del disco de freno (1) para montar el disco de freno (1) en el cubo, en el que entre las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga (3) se colocan unas pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica (4) y son paralelas al eje de rotación del disco de freno (1) y sobresalen de las superficies interiores hacia el espacio entre las placas (2), **caracterizado por que** adicionalmente se colocan unas nervaduras de perfil bajo (5) en la superficie interior de ambas placas (2) y se conectan, esencialmente en la dirección radial, al menos dos nervaduras de enfriamiento portadoras de carga adyacentes (3) o dos pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica adyacentes (4) o al menos una nervadura de enfriamiento portadora de carga adyacente (3) y una pequeña nervadura de enfriamiento conformada de manera hiperbólica (4) y en el que las nervaduras de perfil bajo (5) también conectan algunas de las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga (3) que se colocan a lo largo de los extremos exterior e interior de las placas anulares (2) con los bordes exterior e interior de dichas placas anulares (2).
2. Un disco de freno de baja masa (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la altura de las pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica (4) es entre el 10 y el 30 % de la anchura del disco de freno (1), siendo su altura preferentemente el 20 % de la anchura del disco de freno (1).
3. Un disco de freno de baja masa (1) de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado por que** la altura de las nervaduras de perfil bajo (5) es entre el 1 y el 5 % de la anchura del disco de freno (1), preferentemente el 4 %.
4. Un disco de freno de baja masa (1) de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** entre el 60 y el 80 % de las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga 3 y de las pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica 4 están conectadas por las nervaduras de perfil bajo 5.
5. Un disco de freno de baja masa (1) de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga (3) tienen una sección transversal circular, preferentemente una sección transversal elipsoidal, las pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica (4) tienen preferentemente una sección transversal circular con nervaduras de perfil alto y bajo redondeadas (5) que tienen una sección transversal seleccionada de diversas formas, tales como cuadrángulo, triángulo, semicírculo, segmento de elipse, trapecio, por lo que los bordes son redondeados, preferentemente una sección transversal trapezoidal.
6. Un disco de freno de baja masa (1) de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las nervaduras de perfil bajo (5) que conectan algunas de las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga (3) que se colocan a lo largo del extremo exterior de las placas anulares (2) con el borde exterior de dichas placas anulares (2) tienen preferentemente una sección transversal de cualquier forma con radio variable.
7. Un disco de freno de baja masa (1) de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las nervaduras de enfriamiento portadoras de carga (3), las pequeñas nervaduras de enfriamiento conformadas de manera hiperbólica (4) y las nervaduras de perfil bajo (5) tienen una sección transversal ampliada de su zona de base (6, 7, 8) en la zona de contacto de la nervadura individual (3, 4, 5) con la superficie interior de las placas (2).
8. Un disco de freno de baja masa (1) de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la sección transversal de la zona de base (6, 7 y 8) cubre al menos el 60 % de la superficie interior de las placas (2), preferentemente entre el 60 y el 67 % de la superficie interior de las placas (2).
9. Un disco de freno de baja masa (1) de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la sección transversal ampliada total de las zonas de base (6, 7, 8) es hasta 7,5 veces mayor con respecto a la zona de sección transversal total de las nervaduras de enfriamiento (3, 4 y 5).

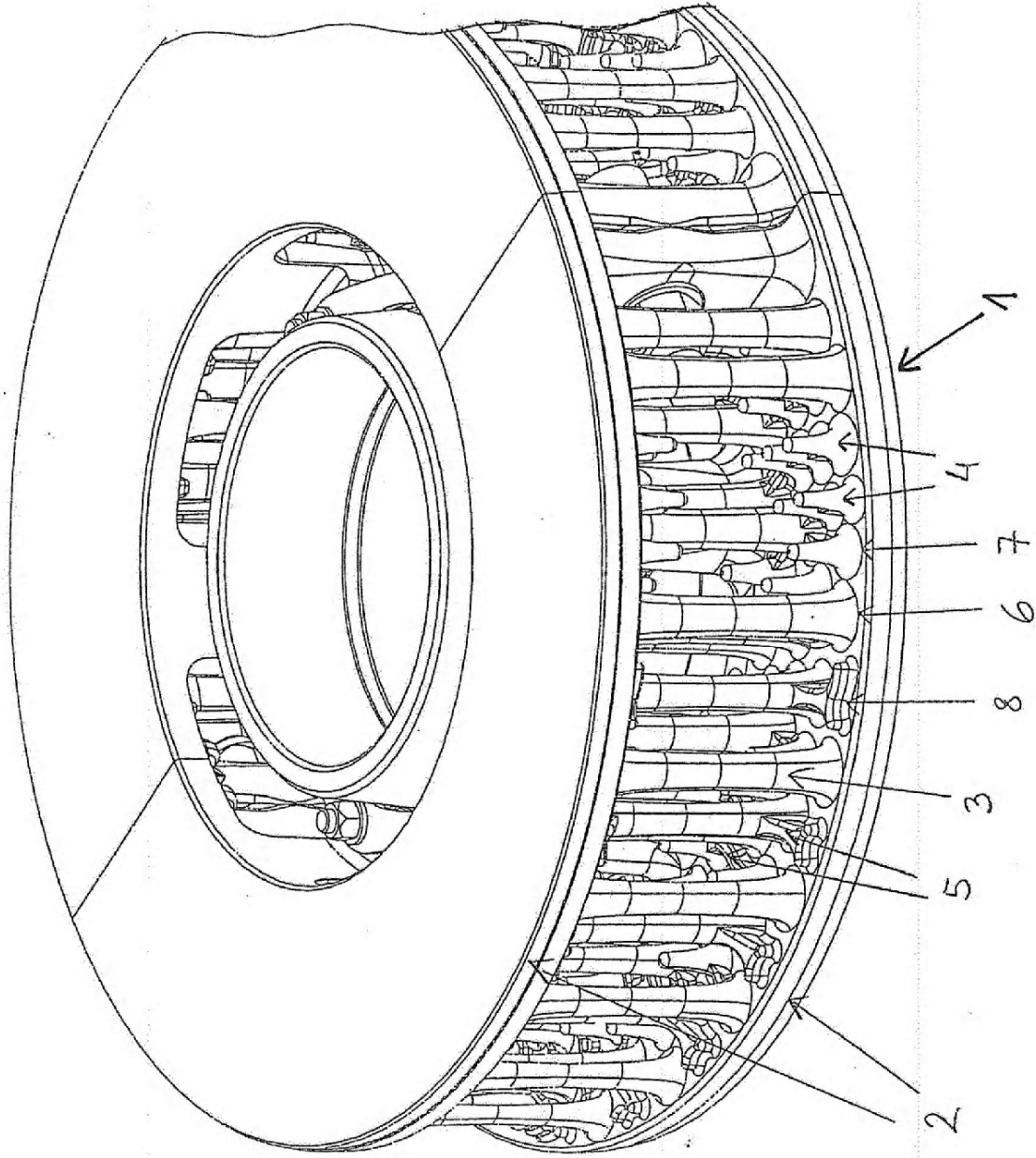


Fig. 1

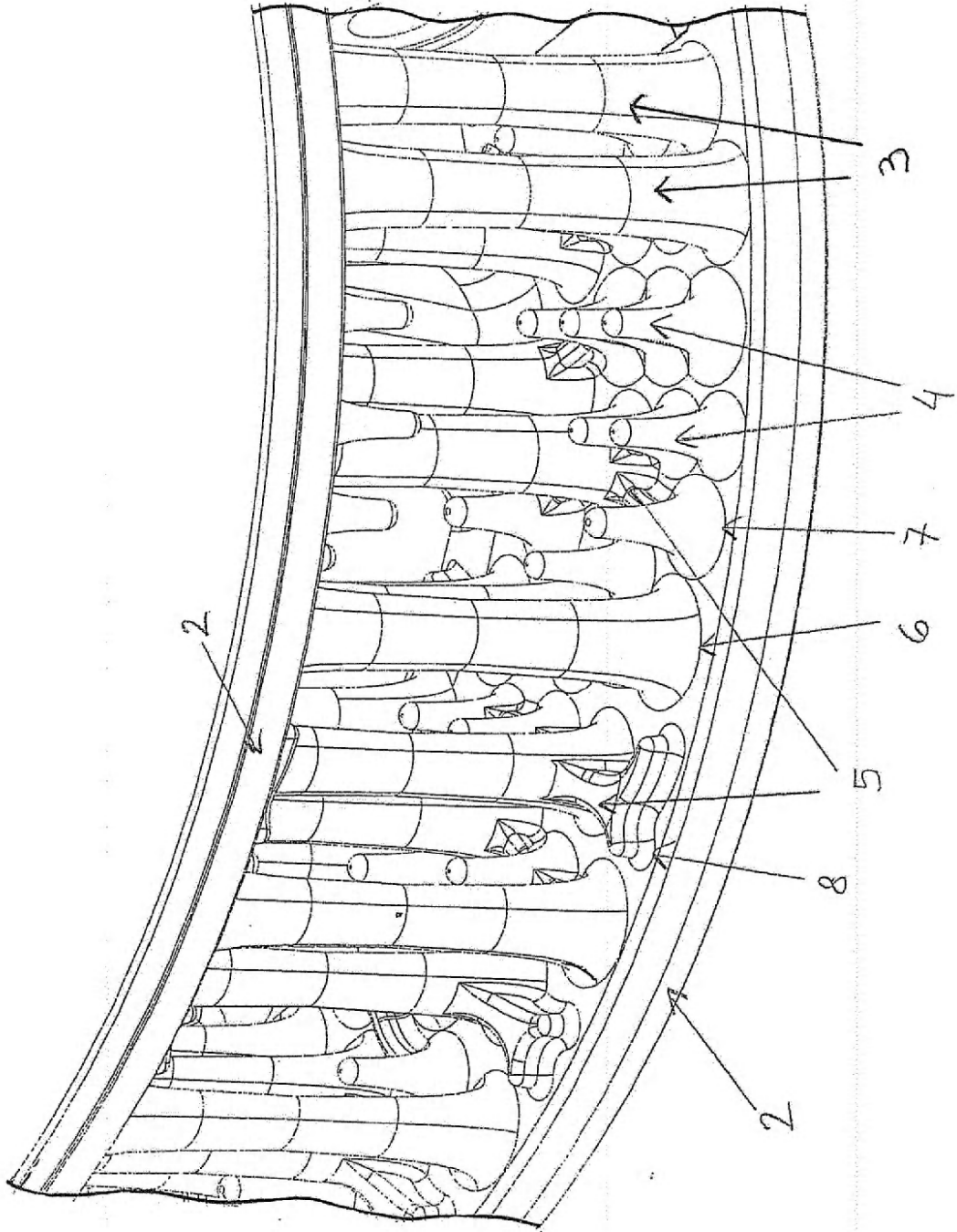


Fig. 2



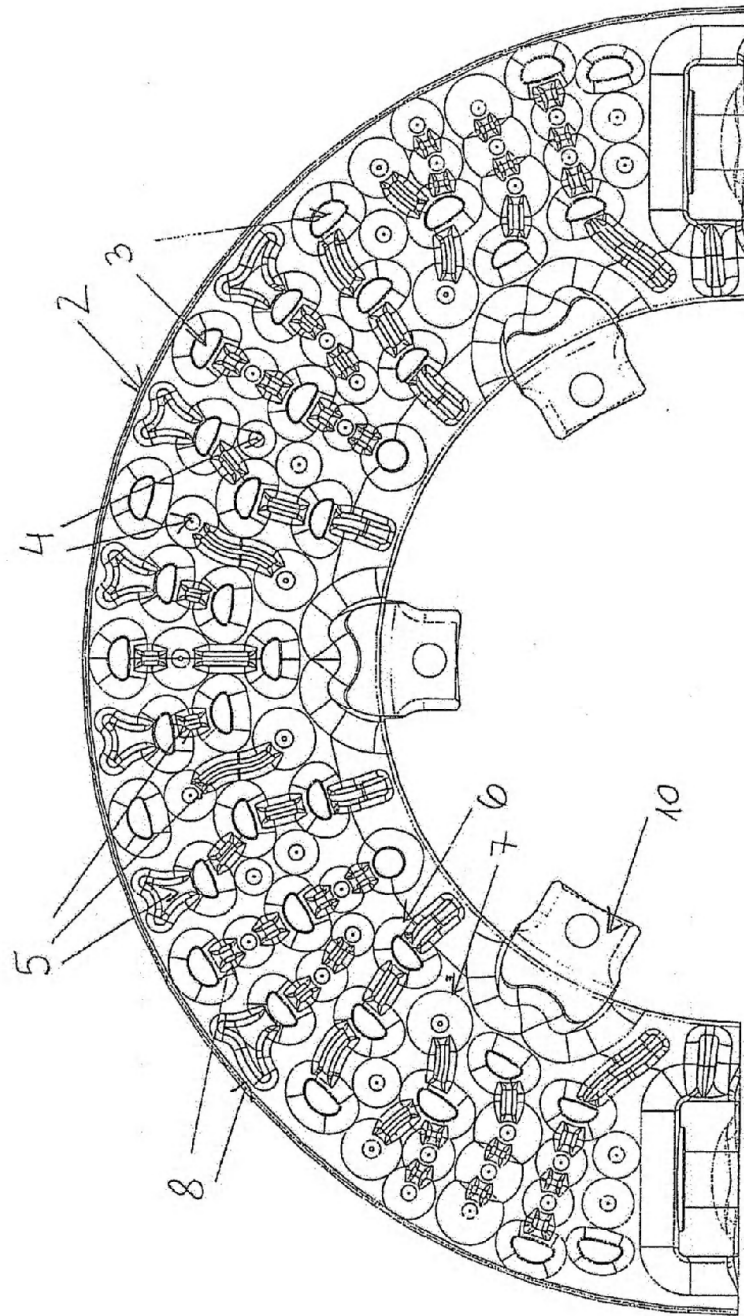


Fig. 3

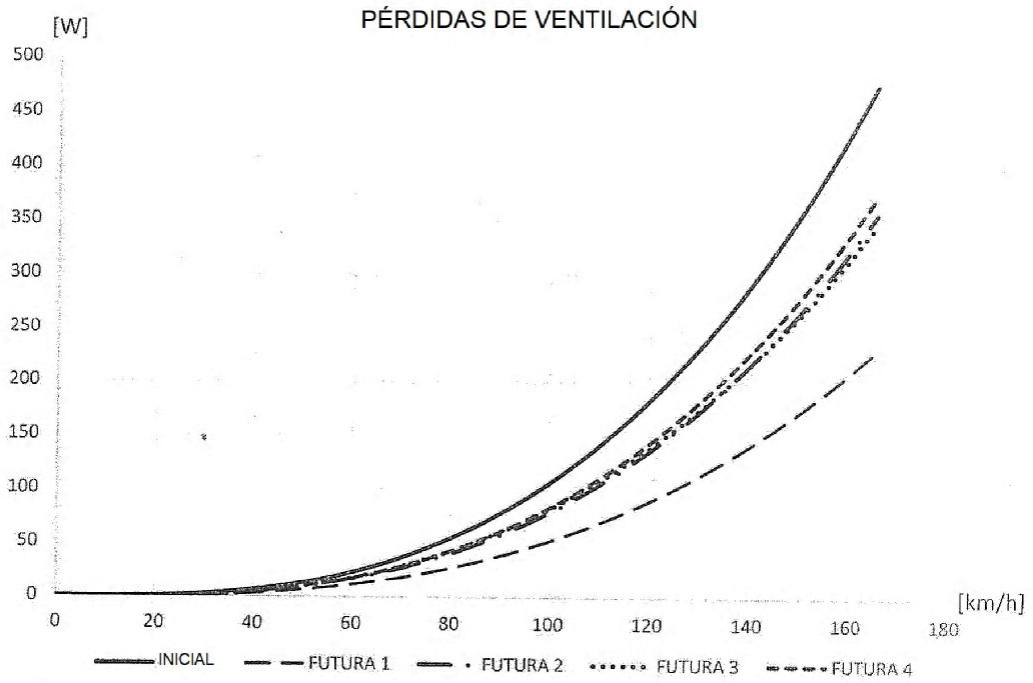


Fig. 4

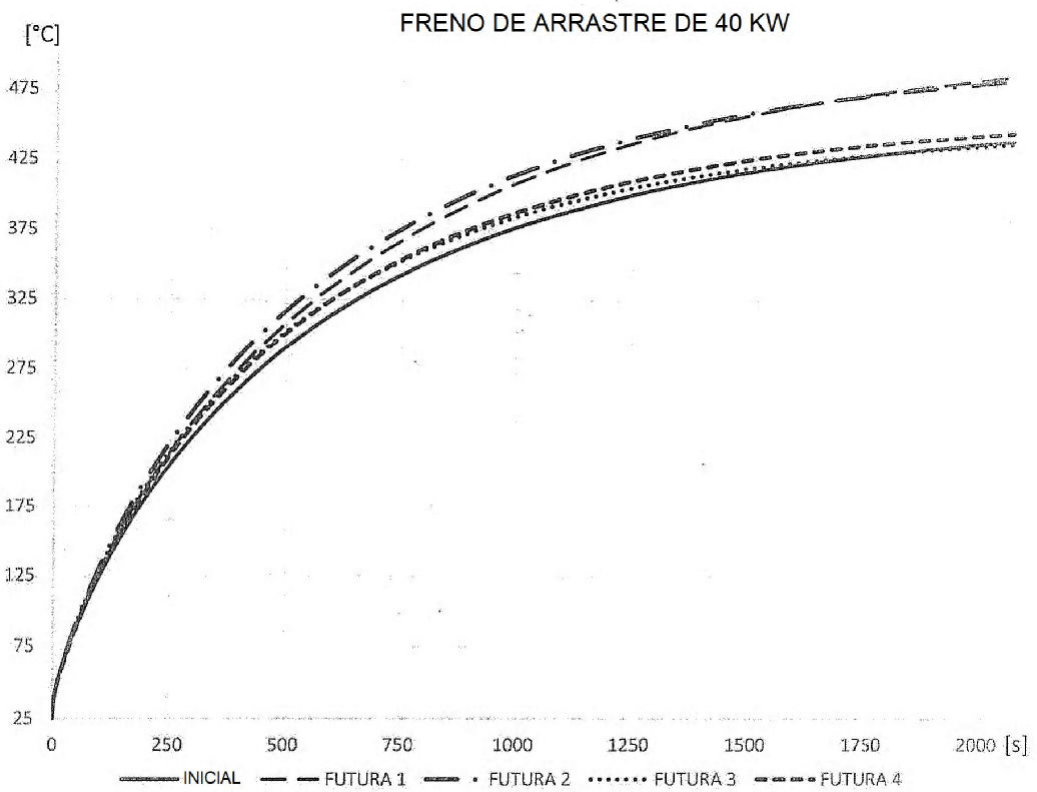


Fig. 5

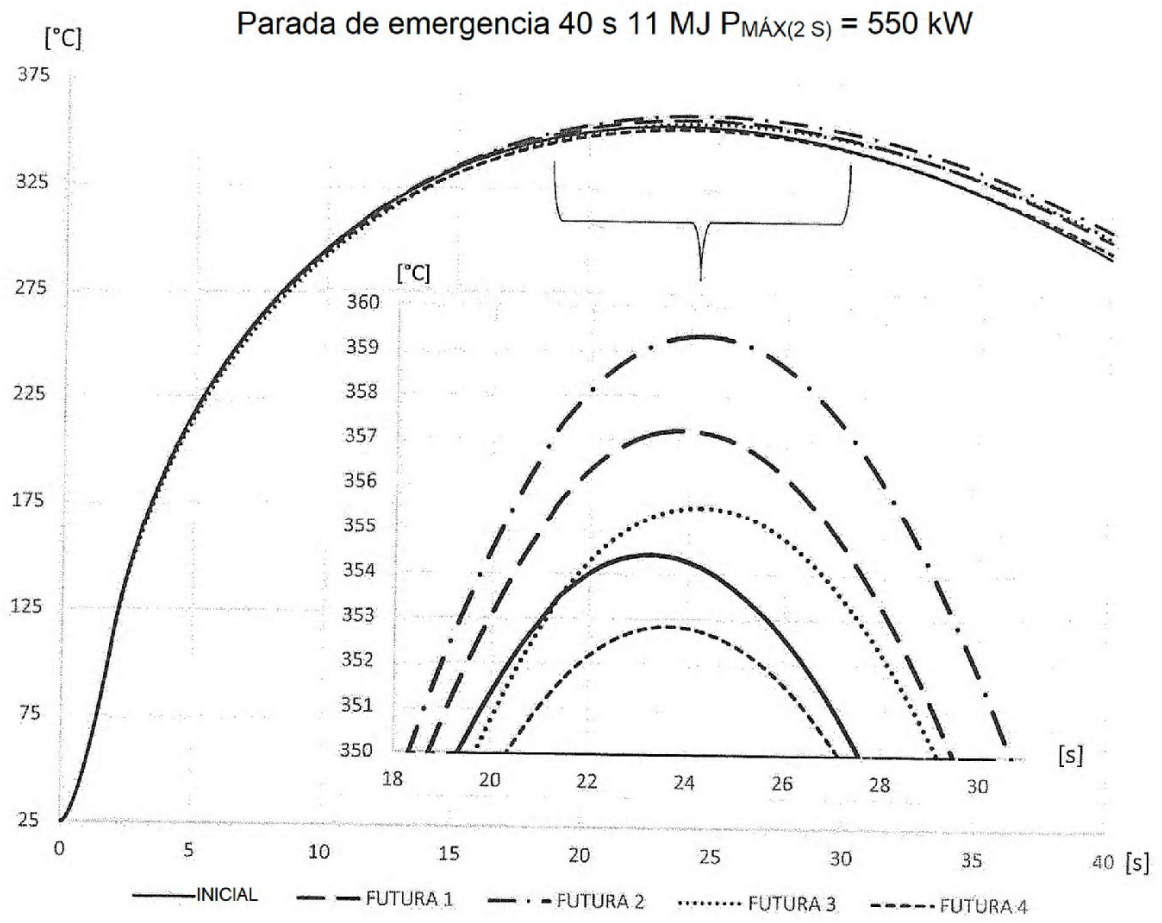


Fig. 6