

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 191**

51 Int. Cl.:  
**H02K 3/22** (2006.01)  
**H02K 1/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06728433 .1**  
96 Fecha de presentación: **17.02.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1997209**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.12.2008**

54 Título: **Rotor ventilado de un turbogenerador de alta potencia para la producción de electricidad**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**23.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**23.04.2012**

73 Titular/es:  
**ANSALDO ENERGIA S.P.A.**  
**VIA NICOLA LORENZI 8**  
**16152 GENOVA, IT**

72 Inventor/es:  
**TARTAGLIONE, Vincenzo**

74 Agente/Representante:  
**Pons Ariño, Ángel**

ES 2 379 191 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 ventilado de un turbogenerador de alta potencia para la producción de electricidad

### 5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un rotor ventilado de un turbogenerador de alta potencia.

En particular, la presente invención se refiere a un rotor ventilado con dos o cuatro polos, con ventilación directa del devanado eléctrico del rotor mediante gas de ventilación, generalmente aire o hidrógeno.

### TÉCNICA ANTERIOR

El desarrollo de los turbogeneradores de alta potencia para la producción de electricidad ha evolucionado con el objetivo de aumentar la potencia unitaria, para un gas de ventilación dado, hasta que se alcancen unas dimensiones y peso máximos para la manipulación, el transporte y la instalación de los turbogeneradores.

Por lo tanto, habiéndose establecido el tipo de gas de ventilación y habiéndose alcanzado los límites dimensionales, se puede obtener un aumento del rendimiento mediante la mejora de los procedimientos de ventilación y, por lo tanto, el enfriamiento del devanado eléctrico del rotor. Un procedimiento de ventilación conocido proporciona, en un rotor ventilado de un turbogenerador de alta potencia para la producción de electricidad que comprende un árbol que se extiende a lo largo de un eje, una pluralidad de ranuras axiales dispuestas en el árbol, una pluralidad de barras conductoras dispuestas al menos parcialmente en las ranuras, una pluralidad de canales axiales adecuados para ventilar las barras conductoras y una pluralidad de subranuras, para que el gas de ventilación sea distribuido por las subranuras a los canales axiales y expulsado de éstos últimos al nivel de la superficie externa del rotor.

El rotor ventilado del tipo descrito tiene el inconveniente de que, con el fin de aumentar la potencia del turbogenerador, es necesario aumentar las dimensiones del rotor, por ejemplo la longitud, alargándose como consecuencia los canales axiales y aumentándose la temperatura de las barras conductoras.

Con el fin de no exceder las temperaturas establecidas por los reglamentos actuales, el aumento de la longitud de los canales axiales debe estar acompañado por una reducción apropiada de las pérdidas por unidad de longitud y, por lo tanto, de la corriente del rotor. Esto significa que la potencia específica que puede ser entregada por el generador en términos de  $MVA/m^3$  (potencia del generador/volumen de partes activas) disminuye a medida que aumentan las dimensiones. En otras palabras, el aumento de potencia del turbogenerador no está directamente correlacionado con el aumento de las dimensiones. Se han propuesto diversos tipos de rotores ventilados para los devanados en la cabeza o bien los devanados completos, por ejemplo en los documentos EP-166.990; US-5.777.406; EP-652.623; US-6.087,745; y EP-889.572. No se demostró que los rotores ventilados identificados anteriormente fueran enfriados de forma eficaz de modo que se permitiera un mayor aumento de las dimensiones.

### 40 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

El objeto de la presente invención es producir un rotor ventilado de un turbogenerador de alta potencia destinado a optimizar y aumentar la ventilación necesaria para enfriar el devanado eléctrico del rotor con el fin de contener el valor medio y el valor máximo de la temperatura dentro de los límites prescritos por los reglamentos actuales también para un rotor de grandes dimensiones.

Al mismo tiempo, un objeto adicional de la presente invención es solucionar el objeto precedente de manera simple y económica.

Según la presente invención un rotor ventilado de un turbogenerador de alta potencia para la producción de electricidad se proporciona según la reivindicación 1 y comprende un árbol que se extiende a lo largo de un eje; una pluralidad de ranuras axiales dispuestas en el árbol; una pluralidad de barras conductoras dispuestas al menos parcialmente en las ranuras; una pluralidad de canales axiales adecuados para ventilar las barras conductoras; y una pluralidad de subranuras, cada una de las cuales se dispone por debajo de una ranura para distribuir un gas de ventilación; a lo largo de cada canal axial una pluralidad de porciones axiales por las que se desplazan flujos de gas de ventilación respectivos; y al menos un canal radial que es adecuado para conducir directamente el gas de ventilación desde la subranura hasta la superficie externa del rotor a través de las barras conductoras y se dispone entre dos porciones axiales adyacentes consecutivas de un canal axial; estando caracterizado el rotor porque el canal radial cruza los canales axiales y se aísla de éstos últimos mediante una serie de oclusiones de modo que se

concentre la acción de ventilación únicamente en las áreas inmediatamente adyacentes al canal radial.

Según la presente invención las barras conductoras son ventiladas principalmente por los canales axiales divididos en porciones en los que por cada porción se desplaza un flujo respectivo. Cuanto más se divide cada canal axial en porciones adyacentes consecutivas, mayor es la eficacia de ventilación. El canal radial que conecta directamente la subranura a la superficie externa del árbol se dispone entre dos porciones adyacentes consecutivas de un canal axial con el fin de producir una ventilación concentrada en un área crítica particular en términos de sobrecalentamiento.

10 Según una forma de realización preferida de la invención cada canal axial se divide en al menos seis porciones axiales, cada una de las cuales está dotada de un gas de ventilación respectivo, descargando cada porción axial el gas de ventilación al exterior del rotor.

Un gran número de porciones axiales, mayor de o igual a seis, permite la creación de porciones axiales relativamente cortas, capaces por tanto de proporcionar una ventilación más eficaz también en rotores relativamente largos.

Según una forma de realización preferida adicional de la presente invención el canal radial se dispone al nivel de la parte media del árbol.

20 En otras palabras, el área central del árbol está identificada como el área más crítica desde el punto de vista térmico.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

25 Para un mejor entendimiento de la presente invención, una forma de realización preferida se describirá a continuación, puramente como un ejemplo no excluyente y con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- la figura 1 es una vista esquemática en sección longitudinal, con partes retiradas por motivos de claridad, de una porción de un rotor de un turbogenerador según la presente invención;

30 - la figura 2 es una vista en sección transversal, en una escala ampliada y con partes retiradas por motivos de claridad, del rotor de la figura 1; y

- la figura 3 es una vista en perspectiva, en una escala aún más ampliada y con partes retiradas por motivos de claridad, de un detalle del rotor de la figura 1.

#### MEJOR MODO DE LLEVAR A CABO LA INVENCION

Con referencia a la figura 1, (1) indica, en conjunto, un rotor de un turbogenerador. El rotor (1) se extiende a lo largo de un eje (A) y tiene una simetría especular con respecto a un plano de simetría (S). El rotor (1) comprende un árbol (2); dos anillos de cierre (3) (sólo uno de los cuales se ilustra en la figura 1); y devanados eléctricos (4). El árbol (2) está hecho de acero y tiene dos chumaceras extremas (5) (sólo una de las cuales se ilustra en la figura 1) y un cuerpo central (6), en el cual se proporcionan ranuras (7) que se extienden por toda la longitud del cuerpo central (6) y están destinadas a alojar una parte del devanado eléctrico (4). En la práctica, cada devanado eléctrico (4) se extiende a lo largo de un circuito cerrado que comprende dos porciones rectas, cada una de las cuales se dispone en una ranura (7) respectiva, y dos porciones en forma de U, cada una de las cuales se une a las dos porciones rectas y se dispone entre una chumacera (5) y un anillo (3) respectivo en un área del rotor (1) que se define normalmente como la cabeza.

50 El cuerpo central (6) tiene subranuras (9), cada una de las cuales se extiende por debajo de una ranura (7) correspondiente por toda la longitud del cuerpo central (6) en una dirección axial, cuya función es conducir y distribuir un gas de ventilación que es generalmente aire o hidrógeno. Cada subranura (9) tiene una porción central (10) y dos porciones extremas (11), que tienen una sección transversal mayor que la sección transversal de la porción central (10). En el caso ilustrado en la figura 1, la reducción de la sección transversal de la subranura (9) se determina por una reducción de la altura de la subranura (9) (medida en una dirección radial), siendo las otras dimensiones iguales, entendiéndose que la reducción de la sección transversal se puede obtener también según otras formas de realización no ilustradas en las figuras adjuntas.

Con referencia a la figura 2, cada ranura (7) está ocupada por el devanado eléctrico (4) y una chaveta (12) que se

extiende paralela al eje (A) y está destinada a acoplarse con la porción de la ranura (7) cerca de la superficie externa del cuerpo central (6) (del árbol (2) o el rotor (1) respectivamente) para bloquear el devanado eléctrico (4) en el interior de la ranura (7). De hecho, la citada porción de la ranura (7) y la chaveta (12) están modeladas de modo que se produzca un acoplamiento prismático. La ranura (7) se comunica directamente con la subranura (9) de abajo, la cual forma con la ranura (7) dos hombros (13), en los cuales descansa el devanado eléctrico (4) con una tira (8) de material aislante posicionada entre medias. En otras palabras, la subranura (9) tiene una anchura inferior a la anchura de la ranura (7) en la cual anchura indica una dimensión medida en una dirección perpendicular a la dirección radial. La tira (8) de material aislante es particularmente ancha y flexible de modo que cubra también las paredes laterales de la ranura (7).

10

El devanado eléctrico (4) comprende un conjunto de barras conductoras (14), en la figura se muestran cuatro barras conductoras (14) posicionadas una en la parte superior de la otra, pero cada devanado eléctrico (4) puede consistir en cualquier número de barras conductoras (14). Con referencia a la figura 3, cada barra conductora (14) está definida por un tubo de cobre hueco con una sección transversal rectangular. Cada barra conductora (14) está delimitada por dos paredes más cortas (15) y dos paredes más largas (16) y tiene una partición interna (17) paralela a las paredes más cortas (15) de modo que se formen dos canales paralelos (18) en cada barra conductora (14).

15

Según una forma de realización alternativa no mostrada, cada barra conductora (14) no cuenta con la partición (17) y como consecuencia forma un único canal (18).

20

Según una forma de realización adicional no ilustrada de la presente invención, las barras conductoras pueden tener cualquier sección transversal.

En la porción en la que las barras conductoras (14) se alojan en ranuras (7) correspondientes y en las porciones extremas adyacentes a las ranuras (7), las barras conductoras (14) se extienden paralelas al eje (A) del árbol (2) y, como consecuencia, los canales (18) son paralelos al eje (A); por esta razón, se definirán a continuación como canales axiales (18). Cada barra conductora (14) se extiende a lo largo de una trayectoria de circuito cerrado formada por dos porciones rectas y dos porciones en forma de U dispuestas al nivel de las cabezas opuestas en las que están presentes los canales en forma de U.

30

La función de los canales axiales (18) es conducir el gas de ventilación en el interior de las barras conductoras (14) y reducir la temperatura del devanado eléctrico (4). De manera análoga también los canales en forma de U están dotados de gas de ventilación.

35

Con referencia a la figura 2, el devanado eléctrico (4) comprende, además de las barras (14) posicionadas la una en la parte superior de la otra a lo largo de las paredes (16) y la tira (8) de material aislante entre la barra conductora (14) y el hombro (13), tiras (8) adicionales de material aislante para separar cada barra conductora (14) de las barras conductoras (14) adyacentes y de la chaveta (12).

40

El rotor (1) es un componente de un turbogenerador, el cual tiene un dispositivo de ventilación, de tipo conocido y no ilustrado y que proporciona ventilación a todo el turbogenerador por medio de ventiladores para la recirculación del gas de ventilación y una maquinaria para enfriar el gas de ventilación. En otras palabras, el dispositivo de ventilación crea un flujo de gas directo desde las cabezas hacia la parte media del rotor (1) en el interior de las subranuras (9) y las áreas presurizadas y despresurizadas al nivel de la superficie externa del rotor (1). Para evitar todos los malentendidos, se especifica que en la presente descripción la definición "parte media" del rotor (1) o el árbol (2) se refiere a la porción del rotor (1) (del árbol (2) respectivamente) posicionada cerca del plano de simetría (S).

45

El gas de ventilación es suministrado a los canales axiales (18) y desde éstos últimos descargado a lo largo de la cara externa del rotor (1) a áreas de presión negativa.

50

Cada canal axial (18) se conecta a un canal de suministro (20) y a un canal de salida (21) del gas de ventilación. Cada canal de suministro (20) está definido por al menos una apertura (22) y por al menos una apertura (23) en las tiras (8) de material aislante (no ilustrado en las figuras adjuntas). Las aperturas (22) se obtienen en las paredes más largas (16) de las barras conductoras (14). Los canales de suministro más largos (20) están provistos de aperturas (22) y (23) que, aunque no son idénticas, se posicionan la una en la parte superior de la otra al menos parcialmente en una dirección radial. Con referencia a la figura 2, cada canal de salida (21) está definido por al menos una apertura (22) obtenida en las paredes más largas (16) de las barras conductoras (14) y por al menos una apertura (23) en las tiras (8) de material aislante. En el ejemplo ilustrado en la figura 2, cada barra conductora (14) tiene dos aperturas (22) una al lado de la otra de modo que se formen dos canales de salida (21) desde los canales axiales

55

(18) respectivos. La tira suprayacente (8) de material aislante comprende una única apertura (23) posicionada por encima de las dos aperturas (22). La chaveta (12) tiene, a su vez, una apertura (24), la cual es de menores dimensiones que la apertura (23) de abajo y tiene una porción inferior acampanada que se conecta con la apertura (23). Esencialmente, los dos canales de salida (21) posicionados uno al lado del otro convergen hacia una única  
5 apertura (24) en la chaveta (12).

Cada canal axial (18) se divide en seis porciones rectas, cada una de las cuales es atravesada por un flujo respectivo de gas de ventilación suministrado por un canal de suministro (20) que se extiende en una dirección sustancialmente radial y es expulsado por el rotor (1) a través de un canal de salida (21) que se extiende en una  
10 dirección sustancialmente radial. En el ejemplo ilustrado en la figura 1, el devanado eléctrico (4) tiene cuatro barras conductoras (14), cada una de las cuales tiene dos canales axiales (18) para un total de ocho canales axiales (18) para cada ranura (7). Los canales axiales (18) se dividen a su vez en seis porciones cada uno para un total de cuarenta y ocho porciones de canal axial (18) en cada ranura (7). Del mismo modo son necesarios cuarenta y ocho canales de salida (21) divididos en seis grupos y concentrados de modo que desemboquen en las áreas de presión  
15 negativa al nivel de la superficie externa del rotor (1). Ya que los canales axiales (18) se posicionan uno en la parte superior del otro, los canales de salida (21) están desplazados axialmente los unos de los otros de modo que se obtenga una relación bidireccional entre cada canal axial (18) y el canal de salida (21) correspondiente.

Con referencia al suministro del gas de ventilación a los canales axiales (18), la figura 1 muestra canales de  
20 suministro (20), los cuales se disponen al nivel de las cabezas. A diferencia de los canales de salida (21), cada canal de suministro de cabeza (20) suministra simultáneamente a cuatro canales axiales (18) adyacentes posicionados uno en la parte superior del otro. En la cabeza, también se posicionan canales de suministro (25) destinados a suministrar el gas de ventilación a canales curvados proporcionados en las barras conductoras (14) y adyacentes a los canales axiales (18). De forma alternativa, los canales de suministro de cabeza (20) podrían estar desplazados  
25 los unos con respecto a los otros de modo que se obtenga una correspondencia bidireccional entre cada canal de suministro (20) y un canal axial (18) correspondiente. Los canales de suministro (20) restantes que conectan la subranura (9) a los canales axiales (18) están desplazados axialmente los unos de los otros como se describe para los canales de salida (21).

30 Si las barras conductoras (14) posicionadas una en la parte superior de la otra son particularmente numerosas según una variación no ilustrada en las figuras adjuntas, cada canal de suministro (20) y cada canal de salida (21) se conecta a varios canales axiales (18) de modo que se impida que el área implicada en el intercambio del gas de ventilación en los canales axiales (18) pase a ser demasiado grande en una dirección axial.

35 Según la descripción precedente, se realiza un intercambio frecuente del gas de ventilación que fluye en los canales axiales (18) y por lo tanto se incrementa la capacidad para bajar la temperatura del devanado eléctrico (4).

El rotor (1) tiene, asimismo, en cada ranura (7), canales radiales (26), los cuales hacen posible la comunicación directa de la subranura (9) con la superficie externa del rotor (1). Cada canal radial (26) consiste en aperturas (22)  
40 dispuestas en las barras conductoras (14) y aperturas (23) dispuestas en las tiras (8) de material aislante. Los canales radiales (26) desembocan en el exterior del rotor a través de las aperturas (24) de la chaveta (12). Los canales radiales (26) se posicionan cerca de los canales externos (21) de manera que desemboquen en la superficie externa del rotor (1) en un área de presión negativa y entre dos porciones adyacentes consecutivas de un canal axial (18).

45 En la figura 1 los canales radiales (26) se posicionan en la parte media del rotor (1), la cual es el área más lejana de las cabezas y es el área en la que el gas de ventilación llega a una temperatura más elevada con respecto a la temperatura del gas de ventilación al nivel de las cabezas. La conexión directa entre la subranura (9), en la cual permanece el gas de ventilación a una temperatura relativamente baja, y el exterior del rotor (1) a través de los  
50 canales radiales (26) permite la ventilación que reduce la temperatura del devanado eléctrico (4) en un área concentrada que es particularmente crítica en términos de sobrecalentamiento.

La distribución del gas de ventilación en cada canal axial (18) se regula por medio de oclusiones (27) dispuestas en cada canal axial (18) y por los canales de suministro (20) y los canales de salida (21) como se describe previamente.  
55 Cada oclusión (27) se obtiene mediante la deformación plástica de la barra conductora (14). En el caso en cuestión, pequeñas porciones enfrentadas de paredes más largas (16) de una barra conductora (14) se deforman plásticamente y localmente hasta que dichas porciones enfrentadas estén en contacto entre sí de modo que se ocluya el canal axial (18).

Con referencia a la figura 1, las oclusiones (27) tienen la función de aislar los canales de suministro (20) y los canales de salida (21), los cuales cruzan los canales axiales (18), de los canales axiales (18). De manera análoga también los canales radiales (26) cruzan los canales axiales (18) y se aíslan de éstos últimos mediante una serie de oclusiones (27) de modo que se concentre la acción de ventilación únicamente en las áreas inmediatamente  
5 adyacentes a los canales radiales (26).

En uso y con referencia a la figura 1, el gas de ventilación es suministrado desde las cabezas opuestas hacia la parte media del rotor (1) en las direcciones (D1) y (D2). Al nivel de cada cabeza, el gas de ventilación se introduce, parcialmente, en los canales de suministro (20) y se suministra a las primeras porciones de canal axial (18) y se  
10 descarga posteriormente a través de los canales de salida (21) y parcialmente a la subranura (9). La subranura (9) suministra a los canales de suministro (20) que, a su vez, suministran a segundas y terceras porciones de canales axiales (18), y a los canales radiales (26). La descarga del gas de ventilación a través de los canales de salida (21) es asistida no sólo por las áreas de presión negativa a la cual desembocan dichos canales de salida, sino también  
15 por la rotación del rotor alrededor del eje (A) que determina la llamada autoventilación.

El rotor (1) permite la reducción del valor medio de la temperatura del devanado eléctrico (4) con respecto a los rotores conocidos con la misma porción conductora de cobre, intensidad de corriente del rotor, tipo de gas de ventilación y presión del gas de ventilación. De forma alternativa el rotor (1) permite la conformidad con los  
20 reglamentos actuales en términos de temperatura del devanado eléctrico (4) con valores de corriente y/o longitud del rotor mayores que los rotores conocidos. Asimismo, el rotor (1) es capaz de reducir la relación entre la temperatura máxima y la temperatura media del devanado eléctrico (4). Este hecho da como resultado una utilización mejorada del devanado eléctrico (4) y permite la conformidad con los reglamentos actuales, los cuales requieren la evitación de "puntos calientes" que pudieran limitar la capacidad del devanado eléctrico (4) del rotor (1) en términos de  
25 amperios vuelta.

La presente invención hace posible una pluralidad de formas de realización alternativas no ilustradas en las figuras adjuntas. De éstas últimas se debería recordar, por ejemplo, que los canales de suministro (20) y (25) dispuestos al nivel de las cabezas se pueden reemplazar por aperturas en las paredes más cortas (15) de las barras conductoras  
30 (14).

Según una forma de realización no ilustrada en las figuras adjuntas, los canales radiales (26) se disponen también entre los canales de suministro (20) y los canales de salida (21).

## REIVINDICACIONES

1. Un rotor ventilado (1) de un turbogenerador de alta potencia para la producción de electricidad comprende un árbol (2) que se extiende a lo largo de un eje (A); una pluralidad de ranuras que se extienden axialmente (7) dispuestas en la circunferencia del árbol (2); una pluralidad de barras conductoras huecas (14) dispuestas al menos parcialmente en las ranuras (7); una pluralidad de canales axiales (18) formados por dichas barras conductoras huecas y adaptados para ventilar las barras conductoras (14); y una pluralidad de subranuras (9), cada una de las cuales se dispone por debajo de una ranura (7) para distribuir un gas de ventilación, donde cada canal axial (18) se divide en una pluralidad de porciones axiales por las que se desplazan flujos de gas de ventilación respectivos originados desde cada una de las subranuras (9) y en el que el rotor comprende además al menos un canal radial (26), el cual cuando está en uso conduce directamente el gas de ventilación desde una de las subranuras (9) hasta la superficie externa del rotor (1) a través de las barras conductoras (14) y se dispone entre dos porciones axiales adyacentes consecutivas de un canal axial (18), dicho al menos un canal radial (26) cruza los canales axiales (18) y estando el rotor **caracterizado porque** dicho canal radial (26) se aísla de dichos canales axiales (18) mediante una serie de oclusiones que se extienden radialmente (27) dispuestas en cada canal axial (18) de modo que se concentre dicha acción de ventilación directa desde dicha subranura (9) hasta la superficie externa del rotor (1) únicamente en las áreas inmediatamente adyacentes al canal radial (26).
2. Rotor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** cada canal axial (18) se divide en al menos seis porciones axiales, a cada una de las cuales se suministra un flujo de gas de ventilación respectivo, descargando cada canal axial el gas de ventilación al exterior del rotor (1).
3. Rotor de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** cada canal axial (18) tiene al menos tres porciones consecutivas de cada canal axial (18) en las que el flujo de gas de ventilación es dirigido hacia la parte media del árbol (2) en una primera dirección (D1), y al menos tres porciones consecutivas de canal axial (18) en las que el flujo de gas de ventilación es dirigido hacia la parte media del árbol en una segunda dirección (D2) opuesta a la primera dirección (D1).
4. Rotor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el canal radial (26) se posiciona al nivel de la parte media del árbol (2).
5. Rotor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** comprende una pluralidad de canales radiales (26) dispuestos entre dos porciones adyacentes consecutivas de cada canal axial (18) al nivel de la parte media del árbol (2).
6. Rotor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** cada barra conductora (14) está definida por un tubo hueco; posicionándose cada canal axial (18) en el interior de la barra conductora (14).
7. Rotor de acuerdo con las reivindicaciones 5 y 6, **caracterizado porque** cada barra conductora (14) tiene una sección transversal rectangular y está delimitada por dos paredes más cortas (15) y dos paredes más largas (16).
8. Rotor de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** cada barra conductora (14) está definida por un tubo hueco que tiene dos cavidades paralelas adyacentes; conteniendo cada barra conductora (14) un par de canales axiales paralelos adyacentes (18).
9. Rotor de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** cada barra conductora (14) tiene una sección transversal rectangular y está delimitada por dos paredes más cortas (15), dos paredes más largas (16) y una partición (17).
10. Rotor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizado porque** cada canal axial (18) tiene oclusiones (27) para interrumpir el flujo axial del gas de enfriamiento.
11. Rotor de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** cada oclusión (27) se obtiene por medio de una deformación plástica local de la barra conductora (14).
12. Rotor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por** comprender canales de suministro (20) para alimentar el gas de ventilación a las porciones de canal axial (18) y

canales de salida (21) para descargar el gas de ventilación de las porciones de canal axial (18).

13. Rotor de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** cada canal de suministro (20) está definido por al menos una primera apertura (22), la cual se obtiene a través de una barra conductora (14).

5

14. Rotor de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** cada canal de salida (21) está definido por al menos una primera apertura (22) obtenida a través de la barra conductora (14).

15. Rotor de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado porque** comprende una chaveta (12) para 10 bloquear las barras conductoras (14) en una ranura (7) respectiva, comprendiendo cada chaveta (12) una pluralidad de segundas aperturas (24) a las que desembocan los canales de salida (21).

16. Rotor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el 15 árbol (2) comprende un cuerpo central (6) que se extiende entre las cabezas opuestas del rotor (1); extendiéndose cada subranura (9) por toda la longitud axial del cuerpo central (6) que conecta las dos cabezas opuestas.

17. Rotor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** cada subranura (9) tiene una porción central (10) y dos porciones extremas (11), las cuales tienen una mayor sección transversal que la sección transversal de la porción central (10).

20



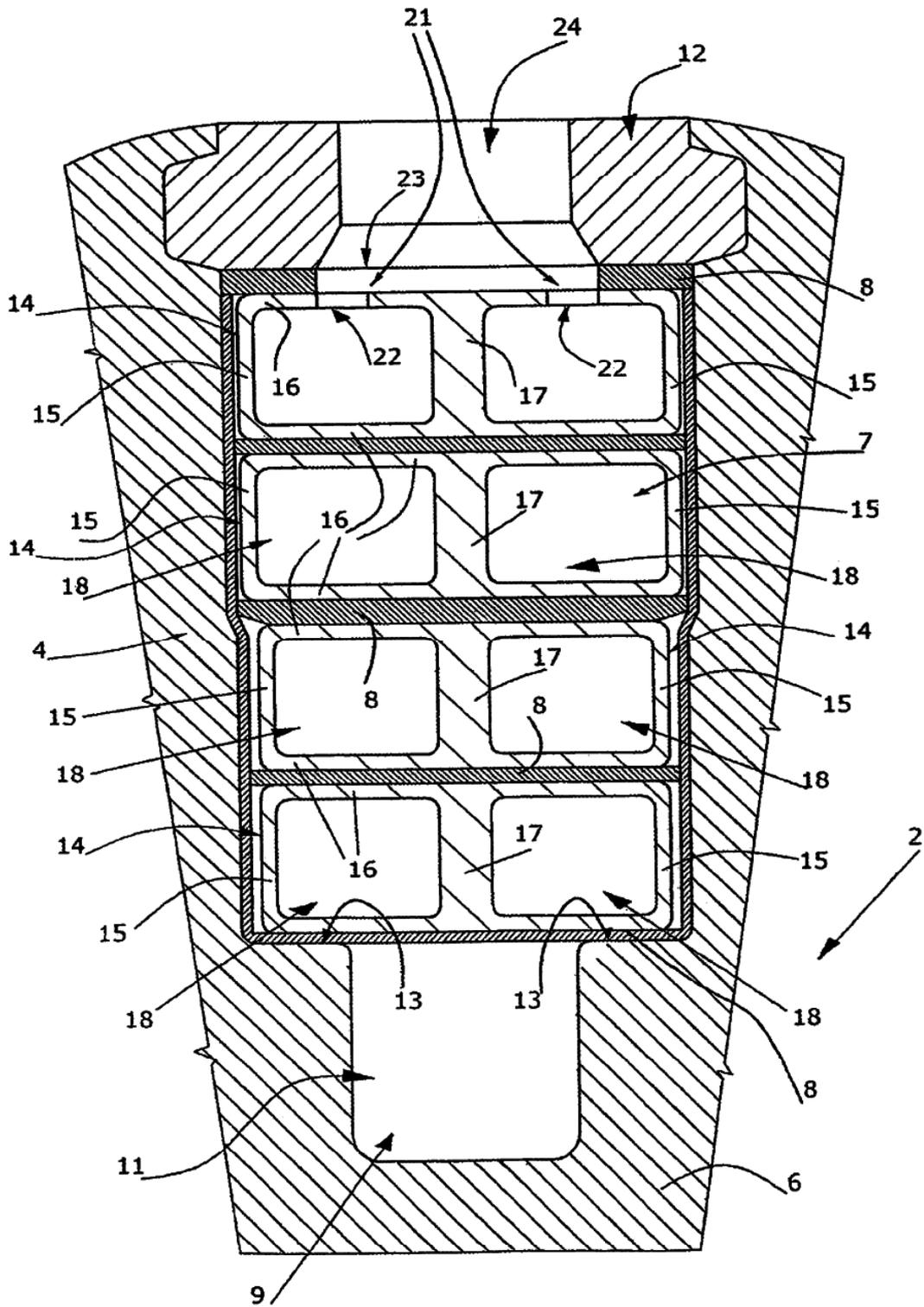


Fig. 2

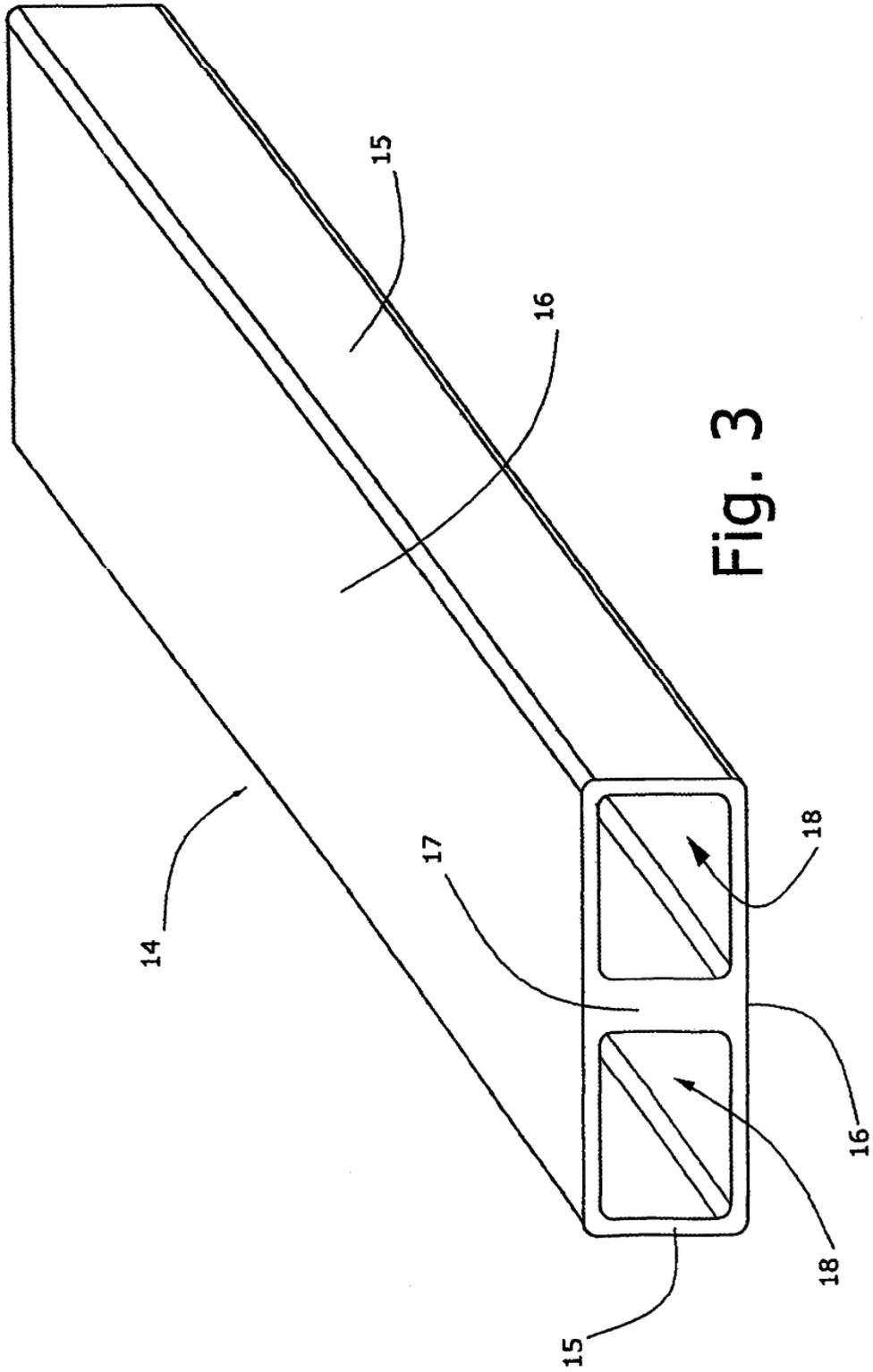


Fig. 3