

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 901 470**

51 Int. Cl.:

F01D 25/24 (2006.01)

F01D 25/16 (2006.01)

F01D 9/02 (2006.01)

F01D 9/04 (2006.01)

F01D 25/30 (2006.01)

F02K 1/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.07.2018 E 18181649 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.12.2021 EP 3425175**

54 Título: **Turbina de gas que comprende una turbina de alta velocidad y baja presión y una carcasa de turbina**

30 Prioridad:

07.07.2017 DE 102017211649

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.03.2022

73 Titular/es:

**MTU AERO ENGINES AG (100.0%)
Dachauer Strasse 665
80995 München, DE**

72 Inventor/es:

**RAMM, GÜNTER y
SCHABER, REINHOLD**

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 901 470 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

Turbina de gas que comprende una turbina de alta velocidad y baja presión y una carcasa de turbina

- 5 La invención se refiere a una turbina de gas que comprende una turbina de alta velocidad y baja presión y una carcasa de turbina.

Una turbina de gas con el llamado ventilador con engranajes se caracteriza porque los componentes estructurales ventilador y turbina de baja presión ya no se asientan sobre un eje común, sino que están acoplados por una caja de cambios. Si el ventilador accionado por la turbina de baja presión o un rodete accionado por la turbina de baja presión gira más lentamente que la turbina de baja presión durante el funcionamiento de la turbina de gas, se denomina turbina de baja presión de alta velocidad. En las turbinas de baja presión de alta velocidad de las turbinas de gas, se utiliza una llamada rejilla guía de salida aguas abajo del rotor más abajo de la turbina de baja presión para eliminar el remolino del flujo antes de que el fluido de funcionamiento salga de la carcasa de la turbina. La rejilla guía de salida es una última de las rejillas de la turbina dispuestas axialmente una detrás de otra en la dirección de flujo del fluido de funcionamiento. La rejilla guía de salida se puede diseñar en particular como una llamada rueda guía posterior de salida de la turbina. Por lo tanto, esta carcasa de la turbina también se denomina caja de salida de la turbina (TEC). Además de los aspectos estructurales, el objetivo principal de una TEC en los motores aéreos, por ejemplo, es garantizar un flujo de salida sin remolinos y, por tanto, una buena eficiencia de empuje en vuelo de crucero.

Sin embargo, la pérdida de presión causada por la rejilla de salida provoca un aumento del consumo de combustible. Además, estas rejillas guía de salida son componentes comparativamente pesados que por tanto requieren estructuras de soporte estables y también causan problemas acústicos debido a su número de paletas relativamente pequeño.

Las turbinas de gas sin carcasa de salida se conocen de las patentes de los Estados Unidos núm. US20160195019A1 y US20130219859A1. Además, también se hace referencia a la patente internacional núm. WO2018026408A2.

El objetivo de la presente invención es proporcionar una turbina de gas genérica de menor peso y con mejores características de consumo de combustible y de emisión de ruido.

De acuerdo con la invención, el objetivo se logra mediante una turbina de gas que tiene las características de la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se muestran características ventajosas con mejoras adecuadas de la invención.

De acuerdo con la invención, se crea una turbina de gas que tiene un menor peso, así como un mejor consumo de combustible y comportamiento de radiación de ruido, al estar formada el área de salida de la carcasa de la turbina sin una rejilla guía de salida. En otras palabras, de acuerdo con la invención, la turbina de gas no tiene rejilla guía de salida ni rueda guía posterior. Sorprendentemente, se ha comprobado que la ausencia de una rejilla guía de salida conduce inicialmente a una eficiencia algo menor de toda la turbina de gas, ya que el flujo de salida de la turbina de baja presión tiene un mayor remolino sin las contramedidas adecuadas. Sin embargo, esta pérdida de eficiencia se compensa, al menos en lo esencial, con la eliminación de la pérdida de presión de las rejillas guía de salida. Otras mejoras en el consumo se derivan del ahorro de peso debido a la eliminación de la rejilla guía de salida y la posibilidad de ahorrarse también las estructuras de rodamiento necesarias para ella. Además, también se aprecian ventajas inesperadas en el comportamiento acústico de la turbina de gas. La eliminación de las rejillas guía de salida también reduce las restricciones en cuanto al número y el diseño de las palas del último rotor o del rotor aguas abajo de la turbina de baja presión, lo que también permite un aumento inesperado de la eficiencia con la correspondiente reducción del consumo de combustible. La turbina de gas se puede diseñar, por ejemplo, como motor de avión o como turbina estacionaria.

En una modalidad ventajosa de la invención, la turbina de gas está diseñada como un turbofán. En un turbofán, también denominado motor de flujo de derivación, un flujo de fluido externo o secundario cubre un flujo primario o central interno que participa en el ciclo termodinámico real de la turbina de gas y al que también contribuye la turbina de baja presión de alta velocidad como parte del motor central. El flujo de la cubierta reduce la velocidad del fluido de funcionamiento, lo que permite reducir el consumo de combustible y las emisiones de ruido en comparación con un motor a reacción de flujo único del mismo empuje.

En otra modalidad ventajosa de la invención, se prevé que la turbina de gas tenga una relación de flujo de derivación con respecto al flujo primario de al menos 1,5:1. El flujo primario es el flujo interno del fluido de funcionamiento, mientras que el flujo de derivación también se llama flujo secundario o flujo externo. El flujo secundario y el primario producen conjuntamente el empuje total. Dado que el motor central de un turbofán contribuye cada vez menos al empuje total de la turbomaquinaria a medida que aumenta la relación de derivación, las pérdidas en el flujo central aguas abajo de la turbina de baja presión apenas afectan el consumo total de la turbomaquinaria. Una relación de derivación de al menos 1,5:1 incluye relaciones de derivación de 1,5:1, 2,0:1, 2,5:1, 3,0:1, 3,5:1, 4,0:1, 4,5:1, 5,0:1,

5,5:1, 6,0:1, 6,5: 1, 7,0:1, 7,5:1, 8,0:1, 8,5:1, 9,0:1, 9,5:1, 10,0:1, 10,5:1, 11,0:1, 11,5:1, 12,0:1, 12,5:1, 13,0:1, 13,5:1, 14,0:1, 14,5:1, 15,0:1 o superior. Por lo tanto, las pérdidas en el flujo central tienen menos efecto en el consumo global de la turbina de gas.

Una turbina de gas de acuerdo con la reivindicación 1 comprende un cono de salida giratorio (core cowl) en el área de la turbina de alta velocidad y baja presión. Esto permite evitar un cambio repentino o brusco de la sección transversal de salida del canal de flujo en caso de omisión de una rejilla guía posterior y, en cambio, ensancharla de forma continua. Esto permite desacelerar el flujo de salida sin desprendimiento o al menos casi sin desprendimiento, lo que puede mejorar aún más la eficiencia.

En otra modalidad ventajosa de la invención, la turbina de gas comprende un ventilador acoplado a la turbina de baja presión de alta velocidad a través de un engranaje reductor. Seleccionando una relación de reducción adecuada, el ventilador y la turbina de baja presión de alta velocidad pueden funcionar en su respectivo óptimo físico durante el funcionamiento de la turbina de gas mediante el engranaje de reducción, ahorrando así combustible y reduciendo el nivel de ruido. La masa adicional del engranaje reductor se compensa con una masa menor de la turbina de alta velocidad.

En otra modalidad ventajosa de la invención, se prevé que la turbina de baja presión de alta velocidad esté dispuesta aguas abajo de una cámara de combustión y/o aguas abajo de una turbina de alta o media presión de una o varias etapas con respecto a la trayectoria del flujo del fluido de funcionamiento. Si se utilizan dos o más turbinas parciales, se pueden obtener rendimientos correspondientemente grandes.

Otras ventajas se derivan del hecho de que la turbina de baja presión de alta velocidad está diseñada como una turbina de baja presión de una o varias etapas. De este modo, la turbina se puede adaptar de forma óptima a su correspondiente aplicación.

En otra modalidad ventajosa de la invención, se prevé que el rotor que se encuentra más abajo con respecto a la dirección de flujo del fluido de funcionamiento está diseñado de tal manera que, durante el funcionamiento de la turbina de gas, un ángulo medio de remolino de salida del fluido de funcionamiento es como máximo de $\pm 15^\circ$ con respecto a un axial de la turbina de alta velocidad de baja presión. En otras palabras, se prevé que el rotor más abajo o último, visto en la dirección de flujo, esté diseñado de manera que, durante el funcionamiento previsto de la turbina de alta velocidad, se obtenga el menor ángulo medio posible de remolino de salida, como máximo $\pm 15^\circ$, es decir, por ejemplo, $\pm 15^\circ$, $\pm 14^\circ$, $\pm 13^\circ$, $\pm 12^\circ$, $\pm 11^\circ$, $\pm 10^\circ$, $\pm 9^\circ$, $\pm 8^\circ$, $\pm 7^\circ$, $\pm 6^\circ$, $\pm 5^\circ$, $\pm 4^\circ$, $\pm 3^\circ$, $\pm 2^\circ$, $\pm 1^\circ$ o menos en relación con el eje de la turbina o con el eje de rotación del rotor.

Otras características de la invención resultan de las reivindicaciones, de las figuras y de la descripción de las mismas. Las características y combinaciones de características mencionadas anteriormente en la descripción, así como las características y combinaciones de características mencionadas a continuación en la descripción de las figuras y/o mostradas solas en las figuras, se pueden utilizar no solo en la combinación indicada en cada caso, sino también en otras combinaciones sin salirse del alcance de la invención. Por consiguiente, se deben considerar incluidas y descritas incluso las modalidades de la invención que no se muestran ni se explican explícitamente en las figuras, pero que surgen de las características explicadas y que pueden producirse mediante combinaciones separadas de características. Las modalidades y combinaciones de características también se considerarán reveladas, aun cuando no tengan todas las características de una reivindicación independiente formulada originalmente. Además, se considerarán descritas las modalidades y combinaciones de características, en particular por las modalidades antes mencionadas, que superen o se aparten de las combinaciones de características establecidas en las referencias cruzadas de las reivindicaciones. Se muestran:

En la Figura 1	una sección transversal esquemática de una turbina de gas no de acuerdo con la invención;
En la Figura 2	una representación esquemática de un área de salida de la turbina de gas de acuerdo con el área A mostrada en la Figura 1;
En la Figura 3	una representación esquemática del área de salida de una turbina de gas de acuerdo con la invención; y
En la Figura 4	un diagrama en el que un cambio en el consumo en porcentaje de diferentes turbomaquinarias se traza en la ordenada contra un remolino de salida de un fluido de funcionamiento en grados relativos a una línea axial de la turbina de gas.

La Figura 1 muestra una sección transversal esquemática de una turbina de gas 10 no conforme a la presente invención, que está diseñada como motor de avión. La turbina de gas 10 comprende un ventilador 12, que se dispone en una carcasa de ventilador 14. Visto en la dirección de flujo del fluido de funcionamiento, un compresor de baja presión 16, un compresor de alta presión 18, una cámara de combustión 20, una turbina de alta presión 22, una turbina de baja presión 24 y una rejilla guía de salida 26 están conectados al ventilador 12. El compresor de baja presión 16 y el compresor de alta presión 18 se disponen en una carcasa de compresor 25, mientras que la turbina de alta presión 22 y la turbina de baja presión 24 se disponen en una carcasa de turbina 28. La carcasa del compresor 25 y la carcasa de la turbina 28 definen conjuntamente una trayectoria de flujo del fluido de funcionamiento de la turbina de gas 10. La carcasa de la turbina 28 tiene, a su vez, un área de salida 30 que se extiende entre un rotor 32 de la turbina de baja presión 24, que está más abajo en la dirección de flujo del fluido de

funcionamiento, y una abertura de salida 34 de la carcasa de la turbina 28. Además, la turbina de gas 10 comprende un engranaje reductor 36 a través del cual el ventilador 12 se acopla a la turbina de baja presión 24, de modo que la turbina de baja presión 24 también se puede denominar turbina de alta velocidad de baja presión 24.

5 Durante el funcionamiento de la turbina de gas 10, que está configurada como un turbobán, el empuje total está compuesto por el flujo primario, que es el flujo interno del fluido de funcionamiento dirigido a través de la carcasa del compresor 25 y la carcasa de la turbina 28, y el flujo secundario, en donde el flujo de derivación se llama también flujo secundario o flujo externo, que fluye a lo largo de la trayectoria de flujo formada por la carcasa del ventilador 14, por un lado, y por la carcasa del compresor 25 y la carcasa de la turbina 28, por otro.

10 La Figura 2 muestra una representación esquemática del área de salida 30 de la turbina de gas 10 de acuerdo con el área A mostrada en la Figura 1. En particular, se puede ver una rueda guía 38 que está estacionaria con respecto a la carcasa de la turbina 28 y en la que está montado de forma giratoria un eje W1, el rotor 32 situado más abajo conectado al eje W1 o al rodete 32 situado más abajo de la turbina de baja presión 24, y la rejilla guía de salida 26 dispuesta en la carcasa de la turbina 28, que también se denomina rueda guía posterior. El eje W1, que define un eje de rotación o central D de la turbina de gas 10, está montado de forma giratoria en la rejilla guía de salida 26, que a su vez también se dispone de forma fija en la carcasa de la turbina 28.

20 La Figura 3 muestra una representación esquemática del área de salida 30 de una turbina de gas 40 de acuerdo con la invención. El diseño de la turbina de gas 40 de acuerdo con la invención corresponde en principio al de la turbina de gas 10 mostrada en la Figura 1 y la Figura 2. Sin embargo, a diferencia de la turbina de gas 10, el área de salida 30 de la turbina de gas 40 está diseñada sin una rejilla guía de salida. En otras palabras, no se proporciona ninguna rejilla guía de salida o rueda guía posterior 26 en el área de salida 30 entre el rotor aguas abajo 32 y la abertura de salida 34. En su lugar, el rotor 32 más abajo con respecto a la dirección de flujo del fluido de funcionamiento está diseñado de tal manera que, durante el funcionamiento de la turbina de gas 40, un ángulo medio de remolino de salida del fluido de funcionamiento es como máximo de $\pm 15^\circ$ con respecto a un axial (D) de la turbina de baja presión de alta velocidad 24. Además, la turbina de gas 40 tiene una relación de derivación de al menos 1,5:1, por ejemplo, 1,5:1, 2,0:1, 2,5:1, 3,0:1, 3,5:1, 4,0:1, 4,5:1, 5,0:1, 5,5:1, 6,0:1, 6,5:1, 7,0:1, 7,5:1, 8,0:1, 8,5:1, 9,0:1, 9,5:1, 10,0:1, 10,5:1, 11,0:1, 11,5:1, 12,0:1, 12,5:1, 13,0:1, 13,5:1, 14,0:1, 14,5:1, 15,0:1 o más. De este modo, las posibles pérdidas en el flujo primario tienen menos efecto en el consumo global de la turbina de gas 40.

30 Para mejorar aún más la eficiencia, la turbina de gas 40 de acuerdo con la invención comprende además un cono de salida giratorio 42 que también se puede denominar "Core Cowl". Esto permite evitar un cambio repentino o abrupto en la sección transversal de salida del canal de flujo y, en cambio, permite ensancharla continuamente. Esto permite desacelerar el flujo de salida sin desprendimiento o al menos casi sin desprendimiento, lo que puede mejorar aún más la eficiencia.

40 Como se muestra, el cono de salida 42 puede ser una parte del rotor y/o estar conectado de forma fija a la última corona de las palas del rotor axialmente de la turbina de baja presión 24. En consecuencia, el cono de salida 42 puede girar uniformemente y junto con la última corona de palas del rotor de la turbina de baja presión 24.

45 La Figura 4 muestra un diagrama en el que una variación del consumo V [%] de diferentes turbinas de gas 10, 40 se representa en la ordenada frente a un remolino de salida A [°] de un fluido de funcionamiento en relación con un axial (D) de la turbina de gas 10, 40 en cuestión. La curva punteada I muestra el efecto de un flujo de salida no libre de torsión sobre el consumo en vuelo de crucero de forma ejemplar para una turbina de gas 10 no de acuerdo con la invención y diseñada como motor turbobán, que comprende una turbina de baja presión de alta velocidad 24 con rejilla guía de salida 26.

50 La curva central discontinua II muestra la misma relación que la curva superior I, pero para una turbina de gas 40 de acuerdo con la invención diseñada como motor turbobán, que comprende una turbina de baja presión de alta velocidad 24 sin rejilla guía de salida 26 o sin TEC. Se puede observar que omitiendo la pérdida de presión debida a la ausencia de la rejilla guía de salida 26 y despreciando otros efectos, se puede conseguir un consumo comparable a un ángulo de remolino de salida de unos 8° como con la turbina de gas 10 no de acuerdo con la invención (curva I).

55 Si también se tiene en cuenta el efecto del peso omitido de la TEC o de la rejilla guía de salida 26, por ejemplo para un nuevo diseño de la turbina de gas 40, se obtiene un ahorro adicional de combustible de aproximadamente el 0,4 %. Esto se ilustra con la curva inferior, punteada, III (sin la caída de presión y el peso de la TEC). Incluso con un ángulo de remolino de descarga de unos 12° , los costes de fabricación de la TEC o de la rejilla guía de salida 26 seguirían siendo omitidos para el mismo consumo. Al eliminar la TEC, resulta ventajoso hacer girar un cono de salida (core cowl, no mostrado) de la turbina de baja presión de alta velocidad 24 o de la turbina de gas 40.

Lista de referencia de los dibujos:

- 65 10 Turbina de gas (no de acuerdo con la invención)
12 Ventilador

	14	Carcasa del ventilador
	16	Compresor de baja presión
	18	Compresor de alta presión
	20	Cámara de combustión
5	22	Turbina de alta presión
	24	Turbina de baja presión
	25	Carcasa del compresor
	26	Rejilla guía de salida
	28	Carcasa de la turbina
10	30	Área de salida
	32	Rotor
	34	Abertura de salida
	36	Reductor
	38	Rueda guía
15	40	Turbina de gas (de acuerdo con la invención)
	42	Cono de salida giratorio
	D	Eje de rotación
	W1	Eje
	I	Turbina de gas con turbina de baja presión de alta velocidad con rejillas guía de salida
20	II	Turbina de gas con turbina de baja presión de alta velocidad sin rejillas guía de salida
	III	Turbina de gas con turbina de baja presión de alta velocidad sin rejillas guía de salida, teniendo en cuenta el ahorro de peso.
25		

REIVINDICACIONES

1. Turbina de gas (40), que comprende una turbina de baja presión de alta velocidad (24) para accionar un ventilador o un rodete que gira más lentamente que la turbina de baja presión durante su funcionamiento, y una carcasa de turbina (28) que delimita una trayectoria de flujo de un fluido de funcionamiento de la turbina de gas (40) y tiene un área de salida (30) que se extiende entre un rotor (32) de la turbina de baja presión de alta velocidad (24) que se encuentra más abajo en la dirección del flujo del fluido de funcionamiento y una abertura de salida (34) de la carcasa de turbina (28), el área de salida (30) está desprovista de una rejilla guía de salida,
caracterizada porque
la turbina de gas (40) comprende un cono de salida giratorio (42) en el área de la turbina de baja presión de alta velocidad (24).
2. Turbina de gas (40) de acuerdo con la reivindicación 1,
caracterizada porque
está diseñada como un turbofán.
3. Turbina de gas (40) de acuerdo con la reivindicación 2,
caracterizada porque
tiene una relación de flujo de derivación con respecto al flujo primario de al menos 1,5:1.
4. Turbina de gas (40) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3,
caracterizada porque
tiene un ventilador (12) que está acoplado a la turbina de baja presión de alta velocidad (24) a través de un reductor (36).
5. Turbina de gas (40) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4,
caracterizada porque
la turbina de baja presión de alta velocidad (24) se dispone a continuación de una cámara de combustión (20) y/o a continuación de una turbina de alta o media presión (22) de una o varias etapas con respecto a la trayectoria del flujo del fluido de funcionamiento.
6. Turbina de gas (40) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5,
caracterizada porque
la turbina de baja presión de alta velocidad (24) está diseñada como una turbina de baja presión de una o varias etapas (24).
7. Turbina de gas (40) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6,
caracterizada porque
el rotor (32) que está más abajo con respecto a la dirección del flujo del fluido de funcionamiento está diseñado de tal manera que, cuando la turbina de gas (40) funciona de acuerdo con lo previsto, un ángulo medio de remolino de salida del fluido de funcionamiento es como máximo de $\pm 15^\circ$ con respecto a una línea axial (D) de la turbina de baja presión de alta velocidad (24).

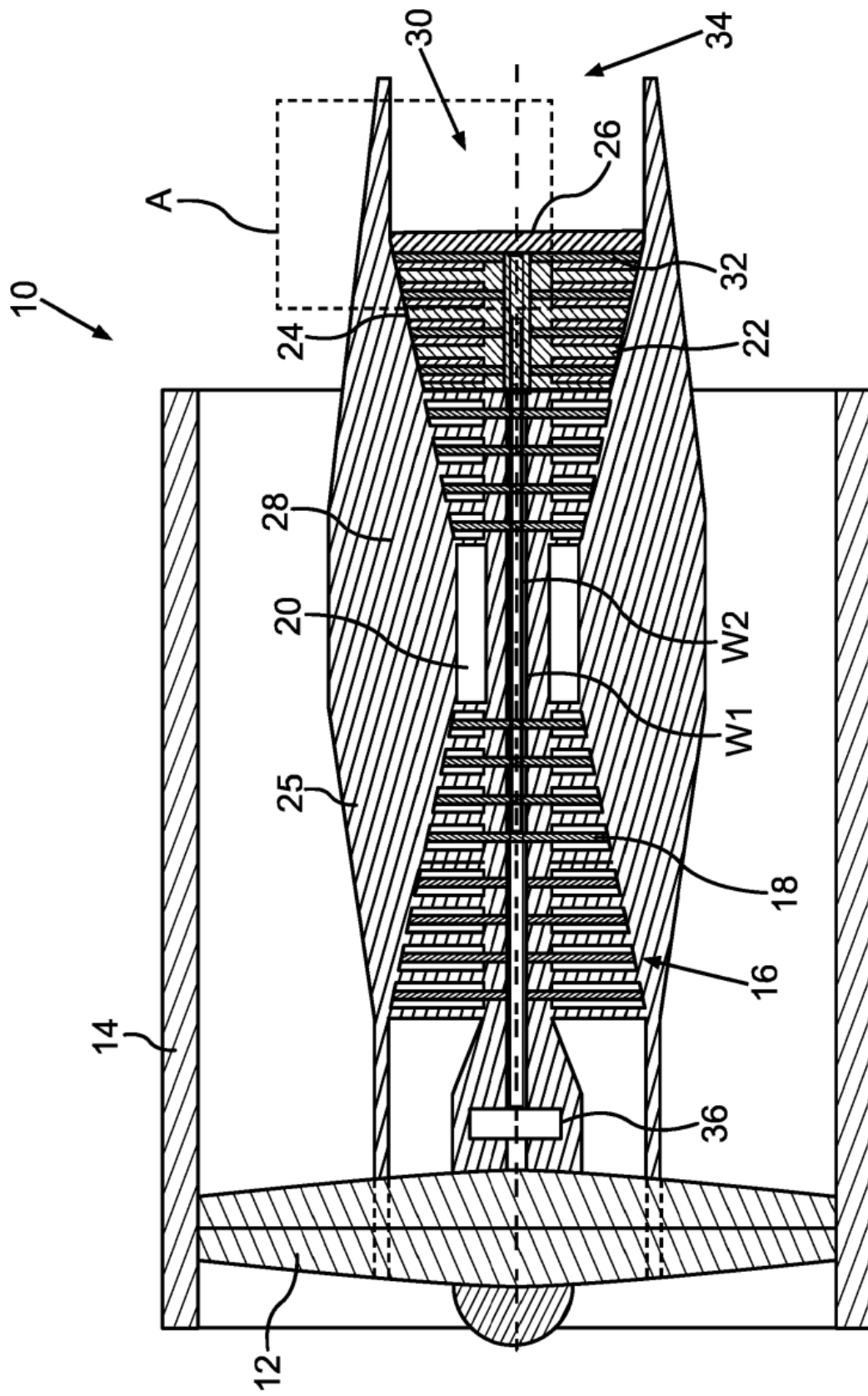


Figura 1

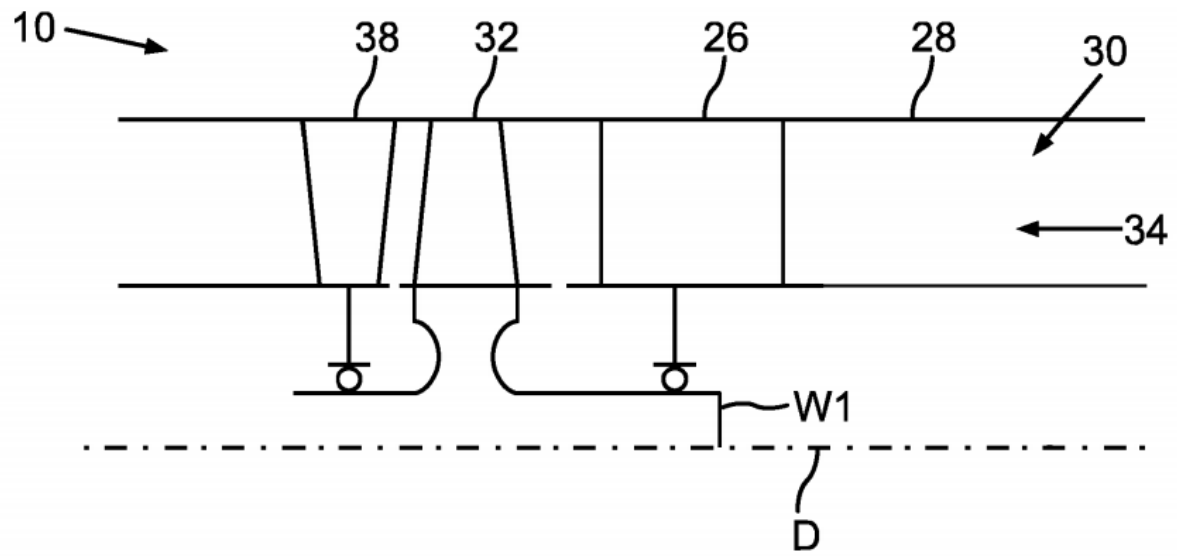


Figura 2

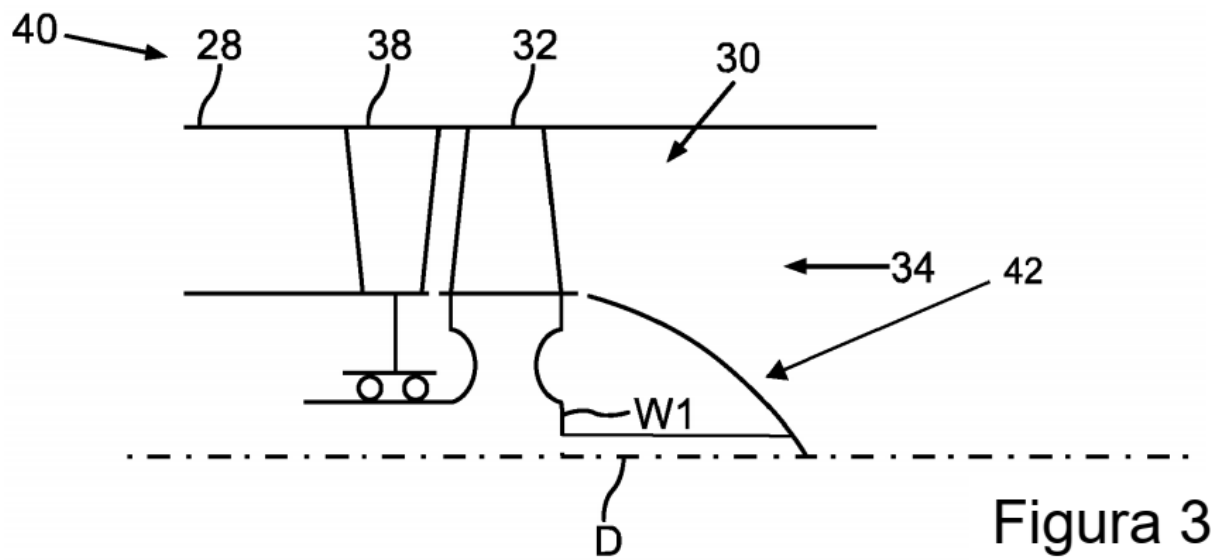


Figura 3

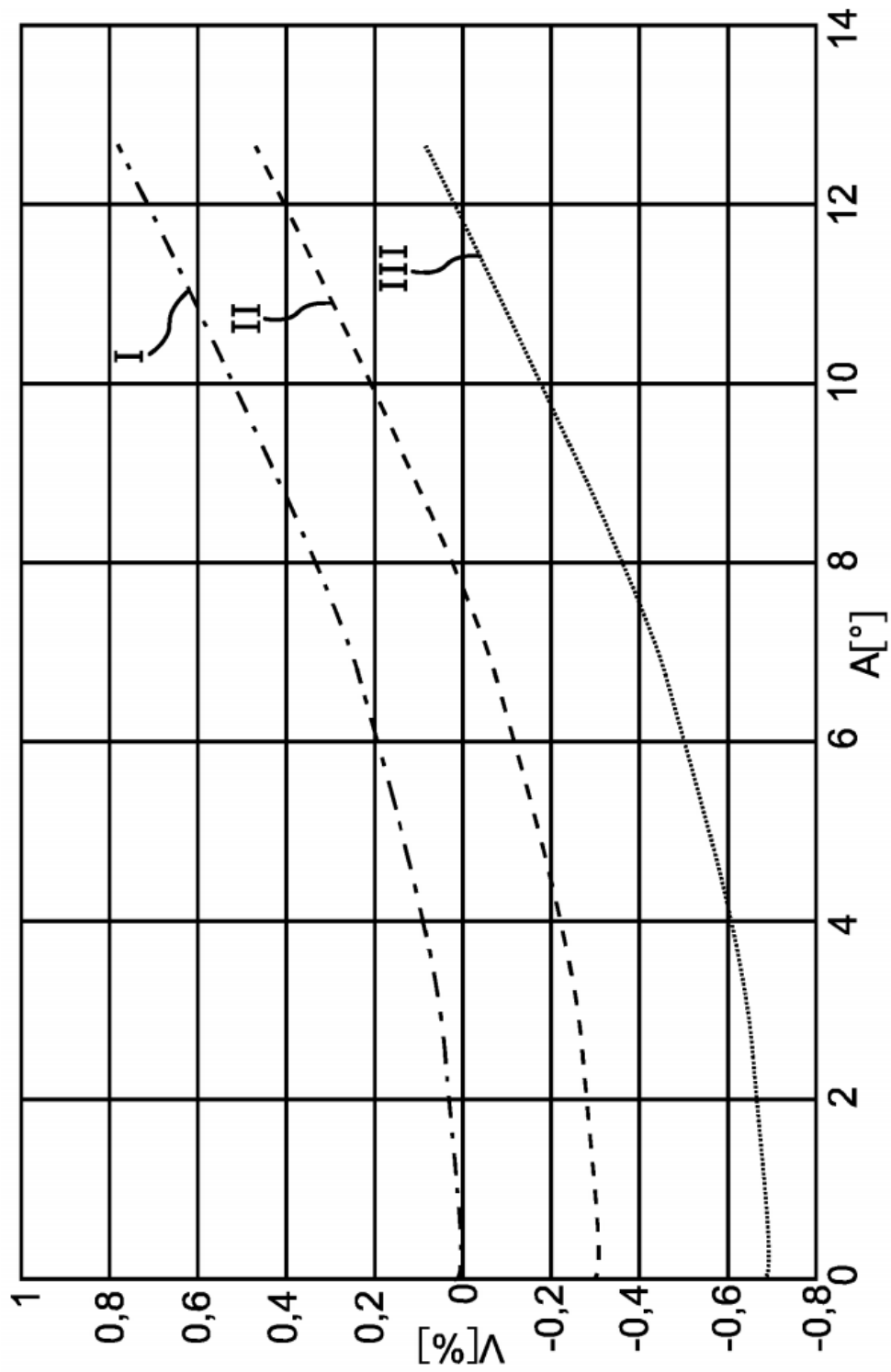


Figura 4