

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 749**

51 Int. Cl.:

F01N 5/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2015** **E 15199996 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019** **EP 3034826**

54 Título: **Fuente de refrigeración por energía acústica**

30 Prioridad:

17.12.2014 FR 1462661
30.07.2015 FR 1557309

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.04.2020

73 Titular/es:

SDMO INDUSTRIES (100.0%)
12 B rue de la Villeneuve
29200 Brest, FR

72 Inventor/es:

COURTES, LUC

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 751 749 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

Fuente de refrigeración por energía acústica

5 La presente invención concierne, en general, a una fuente de refrigeración por energía acústica y, en ciertos ejemplos, a una refrigeración por energía acústica en un recorrido entre un sistema de escape y un sistema de admisión de un motor o generador.

El documento JP 2005233485 describe un aparato que comprende un primer y un segundo dispositivo termoacústico.

10 Un generador o un grupo electrógeno puede comprender un sistema de impulsión, tal como un motor o una turbina, y un alternador u otro dispositivo para generar una potencia o energía eléctrica. Uno o varios generadores pueden suministrar una potencia a una carga a través de un bus de generador y disyuntores u otros tipos de conmutadores. Un sistema de generador que comprende al menos dos generadores puede estar conectado a un bus de generador y a otros generadores a través de disyuntores. Cada generador puede comprender un dispositivo de mando de generador local que gestiona los disyuntores y las operaciones de puesta en paralelo con los demás generadores.

15 La entrada para el grupo generador es el combustible y el aire. La salida primaria es la electricidad, y salidas secundarias comprenden los gases de escape y el calor. El aire y el combustible combustionan para formar gases de escape que comprenden subproductos de combustión tales como el vapor de agua, el dióxido de carbono y el nitrógeno. Para maximizar el rendimiento del grupo generador, el motor es refrigerado a partir de técnicas variadas. No obstante, el sistema de refrigeración precisa de energía proveniente de otra fuente. Sin embargo, cuando no hay abundancia de agua fría, sigue habiendo retos para suministrar mecanismos eficaces y efectivos para refrigerar el motor y el generador.

La presente invención responde a esta necesidad, proponiendo un generador según la reivindicación 1.

De acuerdo con una forma de realización, la entrada para el sistema de refrigeración enfría aire admitido en uno o varios cilindros del motor.

25 De acuerdo con una forma de realización, el primer dispositivo termoacústico comprende al menos un amplificador de conversión calor/sonido en conexión térmica con al menos un intercambiador de calor del sistema de escape.

De acuerdo con una forma de realización, el segundo dispositivo termoacústico comprende un sistema de conversión sonido/frío.

De acuerdo con una forma de realización, tal generador comprende, además, un medio de transferencia entre el primer dispositivo termoacústico y el segundo dispositivo termoacústico.

30 Finalmente, la presente invención concierne a un conjunto de generadores que comprende:

un sistema de escape para el conjunto de generadores;

un sistema de refrigeración para el conjunto de generadores;

35 un primer dispositivo termoacústico configurado para convertir una energía térmica proveniente del sistema de escape para amplificar una onda acústica; y un segundo dispositivo termoacústico configurado para convertir una energía presente en la onda acústica amplificada en una entrada para el sistema de refrigeración.

A título de ejemplo, seguidamente se describen unas puestas en práctica con referencia a los dibujos que se acompañan.

La figura 1 representa un ejemplo de sistema de conversión de energía para un generador.

La figura 2 representa un ejemplo de intercambiador de calor de alto rendimiento.

40 La figura 3 representa un ejemplo de sistema termoacústico.

La figura 4 representa otro ejemplo de sistema termoacústico.

La figura 5 representa otro ejemplo de un motor y de un sistema termoacústico, que es según la invención.

La figura 6A representa un ejemplo de sistema termoacústico de tres etapas, que es según la invención.

La figura 6B representa una turbina bidireccional de movimiento de flujo acústico, que es según la invención.

45 La figura 7A representa un sistema termoacústico cilíndrico, que es según la invención.

La figura 7B representa un ejemplo de sistema termoacústico 20 que comprende una turbina bidireccional, que es

según la invención.

La figura 8 representa un ejemplo de configuración de retroalimentación acústica, que es según la invención.

La figura 9 representa otro ejemplo de un motor y de un sistema termoacústico, que es según la invención.

La figura 10 representa un ejemplo de motor y de sistema termoacústico, que es según la invención.

5 La figura 11 representa un ejemplo de sistema de impulsión y de sistema termoacústico, que es según la invención.

La figura 12 representa un ejemplo de un conjunto de grupos generadores, que es según la invención.

La figura 13 representa un ejemplo de dispositivo de mando para cualquiera de los anteriores sistemas, que es según la invención.

10 Un sistema de refrigeración para un generador o un motor puede enfriar el aire de admisión circulante por los cilindros del motor. El sistema de impulsión puede ser asimismo refrigerado para mantener unas temperaturas críticas para los componentes del sistema de impulsión y el aceite o los lubricantes que recubren los componentes móviles del sistema de impulsión (por ejemplo, los pistones) y reducir la fricción. Ejemplos de mecanismos para refrigerar el sistema de impulsión comprenden radiadores, que pueden estar enfriados por aire o enfriados por líquido. El líquido, o refrigerante de motor, puede ser el agua, sobre todo cuando abunda el agua fría (por ejemplo, aplicaciones marinas cerca de una extensa zona de agua). Como variante, un sistema de refrigeración por agua puede efectuar una recirculación del agua a través del sistema de refrigeración. El agua puede ser enfriada mediante la atmósfera u otra fuente, calentada por el sistema de impulsión, y se repite el proceso.

15 Las siguientes formas de realización utilizan dispositivos termoacústicos para transportar energía para el sistema de refrigeración utilizando una onda acústica longitudinal para facilitar una interacción entre variaciones de temperatura, de densidad y de presión. El sonido es una variación de presión y un movimiento de oscilación de un medio (por ejemplo, aire, gas, líquido o sólido). Los sonidos pueden ser provocados por la temperatura (por ejemplo, el calor). El calor se transfiere en sonido y el sonido se puede transferir en movimiento u otra forma de energía para generar una energía de refrigeración.

20 Las siguientes formas de realización proporcionan sistemas y procedimientos para aprovechar la energía en el escape de un sistema de impulsión, como el calor, para actuar un sistema termoacústico que convierte la energía para suministrar una entrada para el sistema de refrigeración del sistema de impulsión o la admisión de aire del motor.

25 La figura 1 representa un ejemplo de sistema de conversión de energía para un generador 100. El sistema de conversión de energía comprende el sistema termoacústico 20 que comprende un intercambiador de calor 10, un regenerador 11 y un intercambiador de calor 30. El generador 100 comprende un sistema de impulsión 40, un alternador 50 y un sistema de refrigeración 60. El sistema de impulsión 40 produce el giro de una máquina motriz del alternador 50, que convierte una energía mecánica en energía eléctrica para alimentar la carga 51 con electricidad. Además, pueden incluirse componentes diferentes o menos componentes.

30 El sistema de impulsión 40 para la conversión mecánico-eléctrica puede ser un motor de combustión interna o una turbina. La turbina puede comprender un rotor con palas simétricas. Un fluido en movimiento actúa sobre las palas simétricas para comunicar una energía de rotación a un rotor o árbol. En el motor de combustión interna, una combustión de combustible dentro del motor aplica una fuerza a uno o varios pistones que hacen girar un árbol. En uno u otro ejemplo, la fuerza de rotación hace girar el alternador 50, que convierte la energía mecánica en energía eléctrica para alimentar la carga 51 con electricidad.

35 Además de la producción de energía mecánica para el alternador 50, el sistema de impulsión 40 produce un escape. El escape comprende calor. El escape sale del sistema de impulsión 40 a través de un tubo de escape 41. Ejemplos de temperaturas para el escape pueden ser de 200 a 600 grados Celsius. La temperatura del escape puede depender del combustible del sistema de impulsión 40. Ejemplos de combustibles comprenden la gasolina, el queroseno, el carburante diésel, el gas licuado del petróleo (GPL) o combustibles gaseosos tales como el hidrógeno, el gas natural, el biogás u otro gas.

40 El regenerador 11 puede ser un medio de almacenamiento térmico emparedado entre el intercambiador de calor 10 y el intercambiador de calor 30. La misión de los intercambiadores de calor es, bien añadir calor al gas de trabajo del sistema termoacústico 20, cosa que ocurre con un intercambiador de calor caliente tal como el intercambiador de calor 10, o bien quitar calor del gas de trabajo, cosa que ocurre con un intercambiador de calor frío tal como el intercambiador de calor 30.

45 En el sistema termoacústico 20 (celda termoacústica), la onda acústica puede estar inducida por el gradiente de temperatura en el regenerador 11, que se debe a una diferencia de temperatura entre dos intercambiadores de calor 10 y 30. Cuando ya existe una onda acústica inducida o impuesta en el regenerador 11, la onda acústica puede ser amplificada en el interior del regenerador 11.

Los intercambiadores de calor 10 y 30 pueden estar diseñados para añadir o quitar calor al o del gas de trabajo. Los intercambiadores de calor 10 y 30, a través del sistema de refrigeración 60, pueden quitar calor de o enfriar el aire que se admite en los cilindros de motor. El porcentaje en el que se añade o retira el calor define el rendimiento del intercambiador de calor.

5 La figura 2 representa un intercambiador de calor de alto rendimiento, el intercambiador de calor "multicanal tipo 2". El intercambiador de calor comprende dos placas 16 que están separadas por un espacio entre placas para configurar el alojamiento del intercambiador de calor. Las placas 16 dan soporte a múltiples placas 17. El fluido de trabajo oscila en el interior del paso 19 determinado por el espaciado de las aletas y el espacio entre placas, como se ilustra en la figura 2. Las aletas tienen un espesor en la página, que no está ilustrado. Las placas 16 pueden tener un espesor suficiente para mantener un fluido para añadir o quitar calor a/de la superficie maciza del intercambiador de calor.

El intercambiador de calor 10 transfiere el calor presente en el escape hacia el sistema termoacústico 20. En un primer proceso termoacústico, el sistema termoacústico 20 amplifica una onda acústica a partir de la energía presente en el calor. En un segundo proceso termoacústico, la onda acústica amplificada gobierna una bomba de calor para quitar el calor y provocar una refrigeración. La refrigeración o el déficit de calor se transfiere mediante el intercambiador de calor 30 al sistema de refrigeración 60.

La figura 3 representa el sistema termoacústico 20 que comprende un sistema de conversión calor/sonido 21 (primer dispositivo termoacústico), un medio de transferencia 22 (por ejemplo, el regenerador 11) y un sistema de conversión sonido/frío 23 (segundo dispositivo termoacústico). El sistema de conversión calor/sonido 21 puede recibir una señal de entrada de una fuente acústica de entrada 24. La señal de entrada puede ser un sonido generado por un generador electroacústico. El generador electroacústico puede ser piezoeléctrico. Un ejemplo de señal de entrada puede tener una señal a baja frecuencia (por ejemplo, menos de 100 hercios). El sistema de conversión calor/sonido 21 puede comprender una celda termoacústica y el sistema de conversión sonido/frío 23 puede comprender otra celda termoacústica.

La figura 4 representa el sistema termoacústico 20 que comprende una primera celda termoacústica 26a y una segunda celda termoacústica 26b. Cada celda termoacústica puede comprender un intercambiador de calor en cada lado de un apilamiento. El apilamiento es un material sólido con poros que permiten que un fluido gaseoso oscile mientras contacte con el material sólido. El apilamiento puede estar configurado a partir de múltiples capas o hileras del material, espaciadas estrechamente entre sí. El material del apilamiento puede seleccionarse para tener una baja conductividad térmica y una capacidad térmica superior a la capacidad térmica del gas oscilante, de manera que la temperatura del apilamiento sea estable. Ejemplos de materiales para el apilamiento comprenden diversos polímeros, resinas, cerámicas y el polietilén-tereftalato.

Dependiendo de la difusividad térmica del gas, el calor es difundido a través del gas. En otras palabras, el apilamiento facilita la oscilación del gas proveniente del sonido que se ha de transferir en calor. Análogamente, la introducción de calor en la celda termoacústica aumenta la oscilación del gas y amplifica el sonido. Los dos principios se presentan en el sistema termoacústico 20.

El calor proveniente del escape se introduce en la primera celda termoacústica 26a. La energía proveniente del calor amplifica la pequeña señal de onda acústica proveniente de la fuente acústica de entrada 24 a una señal de onda acústica mayor que se propaga a través del medio de transferencia 22 a la segunda celda termoacústica 26b. Puede perderse cierto calor mediante un intercambiador de calor potestativo aguas abajo del apilamiento de la primera celda termoacústica 26a.

La señal de onda acústica mayor se propaga a través del medio de transferencia 22. El medio de transferencia 22 puede comprender un sólido, un líquido o un gas. En un ejemplo, el medio de transferencia 22 es un gas noble tal como el helio. La señal de onda acústica puede tener una potencia del orden de 1-100 kilovatios (kW), por ejemplo 10 kW. La señal de onda acústica mayor puede verse atenuada mínimamente por el medio de transferencia 22.

Cuando la señal de onda acústica mayor llega a la segunda celda termoacústica 26b, puede perderse inicialmente un cierto calor en correspondencia con el intercambiador de calor potestativo aguas arriba del apilamiento de la segunda celda termoacústica 26b. La señal de onda acústica mayor hace oscilar los gases dentro del apilamiento de la segunda celda termoacústica 26b, provocando un flujo de calor hacia el interior. El calor fluye a partir de la unidad de refrigeración 26 a la segunda celda termoacústica 26b.

El resonador 25 potestativo permite definir una onda estacionaria para el sistema termoacústico 20. La frecuencia de resonancia del resonador 25 depende de las características dimensionales del tubo o de la cámara. La frecuencia de la fuente acústica de entrada 24 y el material y las dimensiones del medio de transferencia 22 pueden seleccionarse basándose en la frecuencia de resonancia del resonador 25.

La temperatura de la unidad de refrigeración 26 es rebajada por el intercambiador de calor aguas abajo del apilamiento de la segunda celda termoacústica 26b. El calor se bombea fuera de la unidad de refrigeración 28 al intercambiador de calor. La unidad de refrigeración 28 puede enfriar agua u otro refrigerante para el sistema de impulsión 40.

La figura 5 es un ejemplo según la invención de un motor y de un sistema termoacústico. En este ejemplo, el sistema de conversión calor/sonido 21 puede comprender múltiples etapas termoacústicas. Cada etapa termoacústica puede comprender un apilamiento con intercambiadores de calor adyacentes, como anteriormente se ha descrito. Cada etapa puede tener un efecto reductor en cuanto a rendimiento. Por ejemplo, el rendimiento de la primera etapa es superior al rendimiento de la segunda etapa, y así sucesivamente. No obstante, el rendimiento global aumenta cuando aumenta el número de etapas. Además, cada etapa termoacústica puede estar acoplada a un intercambiador de calor de escape o un radiador que transfiere el calor de los gases de la tubería de escape a la respectiva etapa termoacústica. Las múltiples etapas termoacústicas pueden estar alojadas en el mismo recinto. Un ejemplo de dimensiones para el recinto puede ser un cilindro que tiene una altura de 40 a 100 cm (por ejemplo, 60 cm) y un diámetro de 40-100 cm (por ejemplo, 60 cm). Un ejemplo de número de etapas es tres, como se representa en la figura 5. Un ejemplo de variación de presión entre la entrada en la primera etapa y la salida de la etapa final puede ser 40 bares. Un ejemplo de variación de potencia entre la entrada en la primera etapa y la salida de la etapa final puede ser 20-40 kW.

Las entradas al sistema de conversión calor/sonido 21 son el calor proveniente del escape y una onda acústica con un nivel de potencia nominal. La salida del sistema de conversión calor/sonido 21 es la onda acústica amplificada transmitida al sistema de conversión sonido/frío 23. El sistema de conversión sonido/frío, aunque esté representado con una sola etapa, también puede comprender múltiples etapas termoacústicas. Cada etapa termoacústica puede comprender un apilamiento con intercambiadores de calor adyacentes, como anteriormente se ha descrito. El recinto del sistema de conversión sonido/frío puede ser un cilindro de 20-40 cm de alto y con un diámetro de 40-100 cm (por ejemplo, 60 cm). La salida del sistema de conversión sonido/frío 23 enfría el agua de entrada para el motor de combustión interna. Dicho de otro modo, el sistema de conversión sonido/frío 23 bombea el calor hasta sí mismo, enfriando el agua o el líquido de entrada por mediación del intercambiador de calor o del radiador.

La figura 6A representa, de acuerdo con la invención, un ejemplo de sistema termoacústico de tres etapas. Cada una de entre la primera etapa, la segunda etapa y la tercera etapa comprende un intercambiador de calor frío 10, un regenerador 11 y un intercambiador de calor caliente 30. El sistema termoacústico puede estar encerrado dentro de un contenedor aislado. Las etapas están conectadas mediante un tubo 31 que transporta el gas de trabajo y la onda acústica. El intercambiador de calor final 33 impide fugas de calor por intercambio térmico al exterior del contenedor aislado. Las tres etapas del sistema termoacústico pueden seleccionarse en orden a proporcionar el máximo de potencia neta acústica. En el sistema termoacústico se pueden utilizar una etapa, dos etapas o cuatro etapas, o más. Las prestaciones de las tres etapas repercuten en las prestaciones del sistema de impulsión 40 y del generador 100.

En un ejemplo, el sistema termoacústico incrementa el rendimiento del sistema de impulsión 40 en el 10%, lo cual significa que el sistema termoacústico proporciona una potencia eléctrica neta (P) (por ejemplo, 14 kW). No obstante, por causa del rendimiento (e) (por ejemplo, 0,8) de la turbina, el sistema termoacústico debería trabajar para proporcionar aproximadamente una potencia P/e (por ejemplo, $14 \text{ kW}/0,8 = 17,5 \text{ kW}$). La tabla 1 relaciona ejemplos de dimensiones y de temperaturas para las tres etapas del sistema termoacústico.

		Tipo	metros cuadrados (m ²)	Diámetro o equivalente (m)	Porosidad	Espacio entre placas (mm)	Espaciado aletas (mm)	Radio hidráulico (µm)	Diámetro hilo (µm)	Longitud (m)	Servicio (KW)	T° superficie (°C)	T° helio (°C)
1ª etapa	Intercamb. frío	Microcanal	0,177	0,200	0,5	10	1,75			0,04	-5	50	55
	Regenerador	Medio poroso	0,177	0,200	0,81			53	50	0,04			
	Intercamb. caliente	Microcanal	0,177	0,200	0,56	7,2	1,75			0,08	10	371	367
Tubo de unión	Tubo 2	Tubo		0,119						0,15			
2ª etapa	Intercamb. frío	Microcanal	0,239	0,270	0,5	10	1,75			0,04	-8	50	55
	Regenerador	Medio poroso	0,239	0,270	0,81			53	50	0,04			
	Intercamb. caliente	Microcanal	0,239	0,270	0,56	6,28	1,75			0,1	15	374	367
Tubo de unión	Tubo 3	Tubo		0,139						0,15			
3ª etapa	Intercamb. frío	Microcanal	0,354	0,400	0,5	10	1,75			0,04	-30	44	55
	Regenerador	Medio poroso	0,354	0,400	0,81			53	50	0,03			
	Intercamb. caliente	Microcanal	0,354	0,400	0,72	17,8	1,75			0,08	35	234	222
Tubo intermedio	Tubo intermedio	Tubo		0,159						0,15			
Intercambiador final	Intercambiador intermedio	Microcanal	0,354	0,400	0,5	10	1,75			0,04			

TABLA 1

5 La temperatura del material de cambio de fase no puede sobrepasar una temperatura crítica T (por ejemplo, 380°C). Se puede extraer un calor de los recuperadores primero y segundo al propio tiempo que se mantiene una alta temperatura en los intercambiadores de calor primero y segundo. El calor disponible es el calor que puede ser extraído de los gases de humos sin alcanzar la temperatura de rocío D (180°C). Las propiedades de los gases de escape vienen detalladas en la Tabla 2.

TABLA 2

Gases de escape	
Temperatura de escape	495,00°C
Temperatura de rocío	180,00°C
Densidad	0,45 kg/m ³
Caudal másico	0,21 kg/s
Capacidad térmica isobara	1180,00 J/kg.K
Calor disponible	78,06 kW

10 Las características y dimensiones que no cambian para las tres etapas se ilustran en la Tabla 2. El parámetro clave para obtener la potencia térmica fijada como objetivo es el número de hileras o de capas en una etapa que varía en función de la superficie de intercambio de calor. Una reducción del área de la superficie de intercambio de calor aumenta el número de hileras o de capas en una etapa. La profundidad de la zona de intercambio de calor, comparada con la longitud del sistema termoacústico 20, la pérdida de presión y la velocidad de los humos son utilizadas para seleccionar el diseño de las etapas. Existe un compromiso entre el número de (etapas/placas en una etapa) y las diferentes imposiciones geométricas y físicas. En un ejemplo, una superficie de 600 x 600 milímetros cuadrados (mm²) con una sola hilera para el primer evaporador, seis hileras para el segundo y diez hileras para el tercero. La profundidad total de tres etapas puede ser de 600 mm.

15 La figura 6B representa, de acuerdo con la invención, una geometría de turbina bidireccional de movimiento de flujo acústico 88. La turbina, que puede ser un sistema receptor está en comunicación de fluido con cualquiera de los

5 sistemas de retroalimentación que seguidamente se describen (por ejemplo, figura 7B, figura 9). La inercia representa una diferencia de presión en el fluido con el fin de hacer variar un caudal a lo largo del tiempo. La flexibilidad o conformidad representa la resistencia o la facilidad con la que el fluido es comprimido. Conjuntamente, la inercia y la flexibilidad pueden producir oscilaciones acústicas análogas a las oscilaciones eléctricas de una inductancia y de una capacitancia en un circuito eléctrico de corriente alterna.

La figura 7A representa, de acuerdo con la invención, un sistema termoacústico 20 que es cilíndrico. Las etapas primera, segunda y tercera se establecen verticalmente. Esto tiene la ventaja de estar adaptado para la utilización de componentes estándar y de permitir realizar recintos a presión, pero, asimismo, de reducir las pérdidas térmicas por conducción al reducir el espesor entre las diferentes partes de la línea termoacústica.

10 La figura 7B representa, de acuerdo con la invención, un sistema termoacústico 20 que comprende la geometría de turbina bidireccional 88 representada en la figura 6B, un sistema de retroalimentación 91 y una turbina 95. El sistema de retroalimentación 91 puede comprender un tubo en espiral para la recirculación del gas de trabajo a través del sistema termoacústico 20. La turbina 95 puede comprender un rotor con palas simétricas que están rodeadas por dos conjuntos de álabes directores. Las formas de las palas pueden seleccionarse basándose en el tipo de fluido o en el gas de trabajo o en la densidad del fluido o del gas de trabajo. El sistema de retroalimentación 91 puede estar comunicado con un sistema receptor tal como la turbina 88 de la figura 6B.

15 La turbina puede ser bidireccional. Las prestaciones de las turbinas (bidireccionales) dependen, entre otros parámetros, de la densidad del fluido de trabajo. Unos motores termoacústicos pueden funcionar a elevadas presiones medias hasta 40 bares, y esta elevada densidad de gas puede incrementar el rendimiento de la turbina hasta el 85%. Esto hace de las turbinas bidireccionales un candidato económico y flexible para convertir la potencia acústica generada en electricidad.

20 La figura 8 representa, de acuerdo con la invención, otro sistema de retroalimentación 91 o una configuración de retroalimentación acústica. El sistema de retroalimentación puede comprender un tubo de entrada 92, un tubo de salida 93 y un tubo de retroalimentación 94. Las dimensiones del tubo de entrada 92 pueden seleccionarse para que se correspondan con el sistema termoacústico 20. Las dimensiones del tubo de entrada 92 pueden seleccionarse para que se correspondan con la frecuencia de resonancia del sistema termoacústico 20. El tubo de salida 93 se halla conectado al sistema de refrigeración 60 del generador 100 y al tubo de retroalimentación 94. El tubo de retroalimentación 94 devuelve el gas de trabajo al tubo de entrada 92 para un cruce adicional del sistema termoacústico 20. Una salida 97 del sistema de retroalimentación 91 puede estar comunicada con un sistema receptor tal como la turbina de la figura 6B.

25 En un ejemplo, la configuración de retroalimentación acústica proporciona 14 kW de potencia eléctrica, cuando la turbina tiene un rendimiento del 80%. El sistema puede extraer 60 kW de flujo térmico (el 77% del flujo térmico disponible) con un rendimiento térmico global del 24%. El rendimiento exergético del sistema puede ser igual al 41% (Carnot se calcula en función de la temperatura más alta (495°C) y de la temperatura más baja (37°C) del sistema). La Tabla 3 indica las prestaciones de la configuración de retroalimentación acústica.

TABLA 3

1ª etapa	Rendimiento térmico	0,42
	Factor de viscosidad en el regenerador	0,71
2ª etapa	Rendimiento térmico	0,47
	Factor de viscosidad en el regenerador	0,75
3ª etapa	Rendimiento térmico	0,2
	Factor de viscosidad en el regenerador	0,87
Potencia acústica neta (kW)		17,85
Rendimiento acústico global		0,3
Rendimiento acústico de Carnot		0,57
Amplitud de presión a la carga (kPa)		114
Potencia eléctrica prevista (kW)		14,28
Supuesto rendimiento de la turbina		0,80
Rendimiento global		0,24
Rendimiento exergético global		0,41

La figura 9 es, de acuerdo con la invención, otro ejemplo de un motor y de un sistema termoacústico. En este ejemplo, el sistema de conversión calor/sonido 21 funciona de manera similar a las descripciones que anteceden, pero, en lugar del sistema de conversión sonido/frío 23, el sistema comprende un sistema de conversión mecano-eléctrica 55 (por ejemplo, una turbina). El sistema de conversión mecano-eléctrica 55 puede corresponder a la turbina 55 de la figura 7B y/o a la turbina de la figura 6B.

El sistema de conversión mecano-eléctrica 55 puede combinarse con cualquiera de las formas de realización descritas en esta memoria. El sistema de conversión mecano-eléctrica 55 puede ser una turbina tal como una turbina bidireccional que genere electricidad a partir de la señal acústica amplificada. La presión proveniente de las ondas sonoras puede hacer girar una turbina, o hacer oscilar un cigüeñal y un pistón, el cual hace girar un árbol. La rotación puede hacer girar un rotor y/o un devanado de inducido y generar una potencia eléctrica. La potencia eléctrica se puede utilizar como una componente adicional de la potencia eléctrica del generador 100. La potencia eléctrica se puede convertir en corriente continua, la cual puede alimentar un sistema auxiliar del generador 100. Un ejemplo de sistema auxiliar es el cuadro de mandos o un dispositivo de presentación para el generador 100. La potencia eléctrica puede gobernar un excitador o un devanado de campo para el generador 100.

La figura 10 es, de acuerdo con la invención, otra ilustración de un sistema de impulsión y de un sistema termoacústico. Además del efecto de refrigeración suministrado por el intercambiador de calor 30 a partir del sistema termoacústico 20, el sistema comprende una fuente de refrigeración secundaria 61. La fuente de refrigeración secundaria 61 puede necesitarse a causa del tiempo que puede ser necesario para que el sistema termoacústico 20 alcance un estado estable. Además, la segunda fuente de refrigeración 61 puede completar la refrigeración primaria del sistema termoacústico cuando las condiciones son ineficientes o se necesita una refrigeración adicional.

La figura 11 es, de acuerdo con la invención, otra ilustración de un motor y de un sistema termoacústico. El sistema de la figura 11 comprende un dispositivo de mando 70 y un conmutador 71. El dispositivo de mando 70 puede comprender un termómetro o un termistor para supervisar la temperatura del gas de escape. El dispositivo de mando 70 puede gobernar el conmutador 71 para activar o desactivar el sistema termoacústico. El conmutador 71 puede comprender una válvula mecánica que gobierna de manera variable el flujo de escape proveniente del motor 40 hasta el intercambiador de calor 10 o hasta el sistema de evacuación 72. El conmutador 71 puede comprender un conmutador eléctrico que enciende y apaga la fuente acústica.

En un ejemplo, el dispositivo de mando 71 puede comparar la temperatura de los gases de escape con uno o varios umbrales. El sistema termoacústico puede utilizarse solamente en un rango de temperaturas predeterminado. En otro ejemplo, la cantidad de gases de escape que puede ser desviada hasta el sistema termoacústico puede ser función de la temperatura. Por ejemplo, el sistema de impulsión 40 puede empezar a girar a una temperatura inferior, cuando los gases de escape alcanzan el umbral de temperatura, el dispositivo de mando 70 y el conmutador 71 conmutan el escape del sistema de evacuación 72 al intercambiador de calor 10 y, por último, al sistema termoacústico 20. En otro ejemplo, el dispositivo de mando 70 puede identificar cuándo la temperatura de escape pasa a ser demasiado elevada y puede dañar el intercambiador de calor 10 o el sistema termoacústico 20. En otro ejemplo, la temperatura es medida en correspondencia con otra porción del generador 100 tal como el alternador 50. La temperatura del alternador 50 se puede calcular basándose en una medida de resistencia en las bobinas del alternador 50, o calcularse basándose en una salida o carga sobre el alternador 50.

En un ejemplo, el dispositivo de mando 71 está acoplado físicamente al generador 100. El dispositivo de mando 71 puede estar incluido en un panel de control montado sobre o cerca del generador 100. En otro ejemplo, el dispositivo de mando 71 se halla distante del generador 100, y el dispositivo de mando 71 supervisa de manera remota el generador 100, el sistema de impulsión 40, el sistema termoacústico 20, el sistema de refrigeración 60 o el escape. Por ejemplo, el generador 100 puede estar situado en una instalación (por ejemplo, fábrica, buque) y el dispositivo de mando 71 se halla situado en una sala de mandos o una instalación de mando. Para facilitar la comunicación, el generador 100 puede comprender un dispositivo o una interfaz de comunicación. La comunicación entre el dispositivo de mando 71 y el generador puede ser por cable o inalámbrica. La interfaz de comunicación del generador 100 puede estar asociada a una dirección de protocolo de Internet y la comunicación se efectúa a través de Internet. La interfaz de comunicación del generador 100 y el dispositivo de mando 71 pueden estar configurados para una comunicación que utilice la familia de protocolos conocida como Bluetooth®, la familia de protocolos conocida como 802.11, una comunicación celular u otra comunicación inalámbrica.

Además, o como variante a la entrada de datos a partir del generador 100, del sistema de impulsión 40, del sistema termoacústico 20, del sistema de refrigeración 60 y/o del escape, el dispositivo de mando 71, asimismo, puede recibir entradas adicionales provenientes de uno o varios usuarios. La entrada de usuario puede suministrar comandos para conmutar total o parcialmente el escape de la evacuación 72 al sistema termoacústico 20. La entrada de usuario puede especificar un modo para hacer funcionar el sistema termoacústico 20 o el conmutador 71. El modo puede ser un modo de rendimiento que optimice el grado de canalización del escape hacia el sistema termoacústico 20. El modo puede ser un modo de rendimiento que seleccione los tiempos más eficaces para conmutar el escape al sistema termoacústico 20.

Además, o como variante, el dispositivo de mando 71 puede supervisar localmente o supervisar a distancia parámetros de entrada externos con fines de conmutación parcial o total de la evacuación 72 al sistema

termoacústico 20. Los parámetros de entrada externos pueden comprender propiedades de un sistema de servicio de distribución conectado al generador 100. Las propiedades del sistema de servicio de distribución pueden comprender el hecho de que el servicio de distribución suministre o no electricidad a un sistema que comprende el generador 100, un grado de aplicación de la electricidad, un coste de la electricidad en un momento presente, un factor de potencia en el momento presente u otras propiedades. Asimismo, pueden recibirse comandos para el dispositivo de mando 71 directamente del sistema de servicio de distribución. El dispositivo de mando 71 puede determinar el hecho de conectar o no el sistema termoacústico 20 basándose en las propiedades del servicio de distribución.

La figura 12 representa, de acuerdo con la invención, múltiples grupos generadores 100A-C. Los grupos generadores 100A-C pueden estar conectados a un bus común para proporcionar una potencia a una carga común. Los grupos generadores 100A-C pueden estar sincronizados o puestos en paralelo. Los grupos generadores 100A-C pueden compartir un sistema termoacústico. Por ejemplo, las líneas de escape de los grupos generadores 100A-C pueden estar conectadas físicamente al intercambiador de calor 10, al sistema termoacústico 20 y a un sistema de refrigeración 160 antes descrito. El sistema de refrigeración 160 puede refrigerar uno, algunos o todos los motores de los grupos generadores 100A-C. En un ejemplo, diferentes combinaciones de los grupos generadores 100A-C se conectan mediante el dispositivo de mando 70 y el conmutador 71 en función de la temperatura. Además, o como variante, el dispositivo de mando 70 puede gobernar de manera selectiva qué grupos generadores 100A-C son refrigerados por el sistema de refrigeración 160. Componentes adicionales del sistema de impulsión 40 pueden comprender un colector, uno o varios cilindros, una alimentación de combustible, un regulador de velocidad, un sistema de lubricación y un arrancador. El conmutador 71 puede encender y apagar la fuente acústica de entrada 25 para coincidir con los gases de escape que se desvían hasta el sistema termoacústico. Como está descrito en anteriores ejemplos, el dispositivo de mando 70 puede conectar y desconectar de manera selectiva el sistema termoacústico 20 de los grupos generadores 100A-C en diferentes grados en función de una o varias entradas que comprenden, aunque sin limitación, controles remotos, propiedades de servicio de distribución, comandos de usuario y medidas de sensores.

Además, el dispositivo de mando 70 y una red de conmutación pueden conectar y desconectar de manera independiente los grupos generadores 100A-C. Exactamente, pueden conectarse uno o varios de los grupos generadores 100A-C al sistema termoacústico 20 en el mismo momento en que uno u otros varios grupos generadores 100A-C no están conectados. El modelo de conexiones puede estar basado en medidas individuales efectuadas por los grupos generadores 100A-C o comandos específicos recibidos para grupos generadores individuales. En un ejemplo, el sistema termoacústico 20 puede estar conectado a uno de los grupos generadores 100A-C que más puede beneficiarse del sistema termoacústico 20. Por ejemplo, la red de conmutación puede conectar solamente el grupo generador con la temperatura de escape más alta.

Como está representado, de acuerdo con la invención, mediante la figura 13, el dispositivo de mando 70 puede comprender un procesador 300, un dispositivo de entrada 305, una interfaz de comunicación 303, una memoria 302 y un dispositivo de presentación. El dispositivo de presentación puede venir integrado con el dispositivo informático o suministrado por una estación de trabajo 309. La base de datos 307 puede comprender parámetros para el sistema termoacústico 20. Pueden incluirse componentes adicionales, diferentes o menos numerosos.

El circuito de detección 311 puede ser un termómetro o un termistor como se ha explicado anteriormente. El procesador 300 puede gobernar el conmutador 71 u otro aspecto del sistema termoacústico 20 en función de la salida del circuito de detección 311. Otros tipos de sensores para el circuito de detección 311 son detectores de gases, detectores de movimiento, sensores de temperatura, sensores de presión y sensores internos del motor. Ejemplos de detectores de gases pueden comprender uno o varios de entre un detector de oxígeno, un detector de dióxido de carbono, un detector de monóxido de carbono o un detector de emisión. El procesador 300 puede gobernar el conmutador 71 o el sistema termoacústico 20 basándose en la salida de cualquiera de estos sensores.

El procesador 300 puede comprender un procesador general, un procesador digital de señales, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una red de puertas programables por el usuario (FPGA), un circuito analógico, un circuito digital, combinaciones de los mismos o cualquier otro procesador actualmente conocido o desarrollado con posterioridad. La memoria 302 puede ser una memoria volátil o una memoria no volátil. Las memorias pueden comprender una o varias de entre una memoria sólo de lectura (ROM), una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria flash, una memoria sólo de lectura programable y borrrable eléctricamente (EEPROM) u otro tipo de memoria. La memoria 201 puede ser amovible con respecto al dispositivo de mando 302 y la memoria 15 puede ser amovible con respecto al motor, tal como una tarjeta de memoria digital segura (SD).

La interfaz de comunicación 303 puede comprender una interfaz física, una interfaz eléctrica y/o una interfaz de datos. La interfaz de comunicación 303 suministra comunicaciones inalámbricas y/o por cable en cualquier formato actualmente conocido o desarrollado con posterioridad. Además de los puertos de entrada y de los puertos de salida, la interfaz de comunicación 303 puede comprender cualquier conexión operable. Una conexión operable puede ser una en la que se pueden transmitir y/o recibir señales, comunicaciones físicas y/o comunicaciones lógicas. Una conexión operable puede comprender una interfaz física, una interfaz eléctrica y/o una interfaz de datos.

La interfaz de comunicación 303 puede estar conectada a una red. La red puede comprender redes cableadas (por ejemplo, Ethernet), redes inalámbricas o combinaciones de las mismas. La red inalámbrica puede ser una red telefónica celular, una red 802.11, 802.16, 802.20 o WiMax®. Adicionalmente, la red puede ser una red pública, como Internet, una red privada, tal como una intranet, o una combinación de las mismas, y puede utilizar una variedad de protocolos de constitución de red disponibles ahora o desarrollados con posterioridad que comprendan, aunque sin limitación, protocolos de constitución de red basados en TCP/IP.

Cualquiera de las técnicas antes descritas puede ser llevada a la práctica en un soporte no transitorio legible por ordenador, que puede ser un soporte único o soportes múltiples, como una base de datos centralizada o distribuida y/o memorias intermedias de alta velocidad y servidores asociados que almacenan uno o varios juegos de instrucciones. El término "soporte no transitorio legible por ordenador" deberá comprender, asimismo, cualquier soporte, salvo una señal en sí, que es capaz de almacenar, codificar o transportar un juego de instrucciones para la ejecución mediante un procesador o que hace que un sistema informático efectúe cualquiera, o varios, de los procedimientos u operaciones descritos en la presente memoria.

En una forma de realización ejemplar, no limitativa, particular, el soporte legible por ordenador puede comprender una memoria de semiconductores tal como una tarjeta de memoria u otro continente que aloja una o varias memorias sólo de lectura no volátiles. Adicionalmente, el soporte legible por ordenador puede ser una memoria de acceso aleatorio u otra memoria reescribible volátil. Además, el soporte legible por ordenador puede comprender un soporte magnetoóptico o un soporte óptico, tal como un disco o cintas u otro dispositivo de almacenamiento para capturar señales de onda portadora tales como una señal comunicada en un soporte de transmisión. Un fichero digital adjunto a un correo electrónico u otro archivo o conjunto de archivos de información autónoma puede considerarse como un soporte de distribución que es un soporte de almacenamiento tangible. Por consiguiente, la descripción es considerada como inclusiva de uno cualquiera o varios de entre un soporte legible por ordenador o un soporte de distribución y otros soportes equivalentes y sucesores, en los cuales pueden almacenarse datos o instrucciones. El soporte legible por ordenador puede ser no transitorio, que comprende todos los soportes legibles por ordenador tangibles.

En una variante de forma de realización, pueden construirse implementaciones en soporte físico dedicadas, tales como circuitos integrados de aplicación específica, redes lógicas programables y otros dispositivos físicos, para llevar a la práctica uno o varios de los procedimientos descritos en esta memoria. Aplicaciones que pueden comprender el aparato y los sistemas de diversas formas de realización pueden comprender generalmente una variedad de sistemas electrónicos e informáticos. Una o varias formas de realización descritas en esta memoria pueden llevar a la práctica funciones que utilicen al menos dos módulos o dispositivos físicos interconectados específicos con señales de control y de datos asociadas que pueden ser comunicadas entre y a través de los módulos, o como porciones de un circuito integrado de aplicación específica. En consecuencia, la presente invención cubre implementaciones por soporte lógico, microprograma y soporte físico.

REIVINDICACIONES

1. Generador (100) que comprende:
un motor en configuración de sistema de impulsión (40) de un alternador (50);
un sistema de escape;
- 5 un sistema de refrigeración (60);
un primer dispositivo termoacústico (21) configurado para convertir una energía térmica proveniente del sistema de escape para amplificar una onda acústica; y
un segundo dispositivo termoacústico (23) configurado para convertir una energía presente en la onda acústica
10 amplificada en una entrada para el sistema de refrigeración (60), que enfría el aire admitido en uno o varios cilindros de dicho motor,
caracterizado por que el primer dispositivo termoacústico (21) comprende múltiples etapas termoacústicas, estando cada etapa termoacústica acoplada a un intercambiador de calor de escape o un radiador que transfiere el calor de los gases o de la tubería de escape a la respectiva etapa termoacústica.
- 15 2. Generador (100) según la reivindicación 1, en el que el primer dispositivo termoacústico (21) comprende tres etapas termoacústicas.
3. Generador (100) según la reivindicación 2, en el que las etapas primera, segunda y tercera se establecen verticalmente.
4. Generador (100) según la reivindicación 2 ó 3, en el que cada una de entre la primera etapa, la segunda
20 etapa y la tercera etapa comprende un intercambiador de calor frío (10), un regenerador (11) y un intercambiador de calor caliente (30).
5. Generador (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo dispositivo termoacústico (23) es un sistema termoacústico de una etapa.
6. Generador (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las múltiples etapas termoacústicas del primer dispositivo termoacústico (21) están alojadas en el mismo recinto.
- 25 7. Generador (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer dispositivo termoacústico (21) comprende al menos un amplificador de conversión calor/sonido en conexión térmica con al menos un intercambiador de calor del sistema de escape (60).
8. Generador (100) según la reivindicación 7, en el que al menos un intercambiador de calor comprende un radiador.
- 30 9. Generador (100) según una cualquiera de las reivindicaciones 7 y 8, en el que el amplificador de conversión calor/sonido comprende un apilamiento de placas paralelas de material poroso.
10. Generador (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo dispositivo termoacústico (23) comprende un sistema de conversión sonido/frío.
11. Generador (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, un medio
35 de transferencia (22) entre el primer dispositivo termoacústico (21) y el segundo dispositivo termoacústico (23).
12. Generador (100) según la reivindicación 11, en el que el medio de transferencia (22) comprende un gas noble.
13. Conjunto de generadores (100A, 100B, 100C) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende:
- 40 un sistema de escape para el conjunto de generadores;
un sistema de refrigeración (160) para el conjunto de generadores;
un primer dispositivo termoacústico (21) configurado para convertir una energía térmica proveniente del sistema de escape para amplificar una onda acústica; y
- 45 un segundo dispositivo termoacústico (23) configurado para convertir una energía presente en la onda acústica amplificada en una entrada para el sistema de refrigeración (160), que enfría el aire admitido en uno o varios cilindros de los motores.

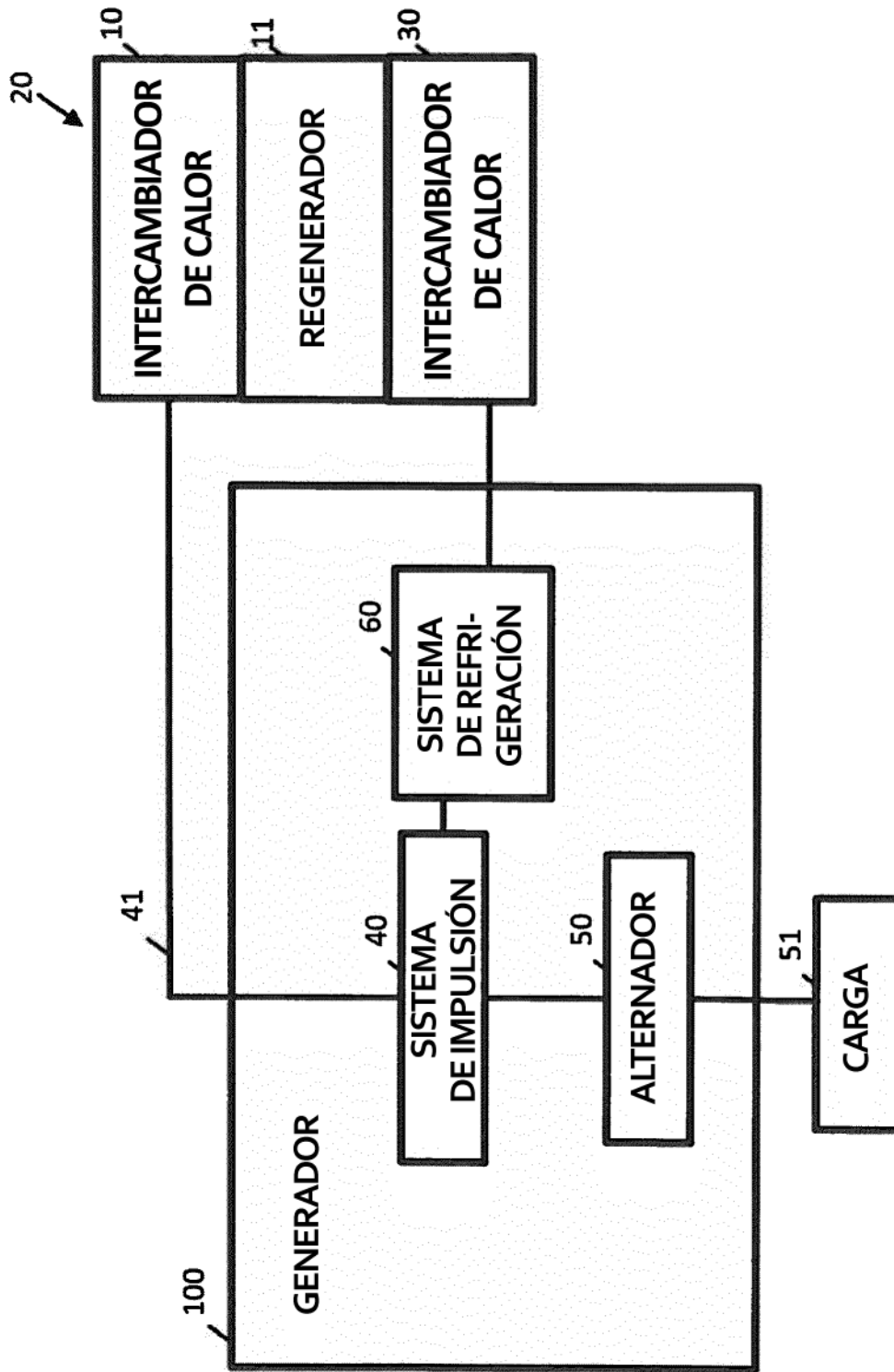
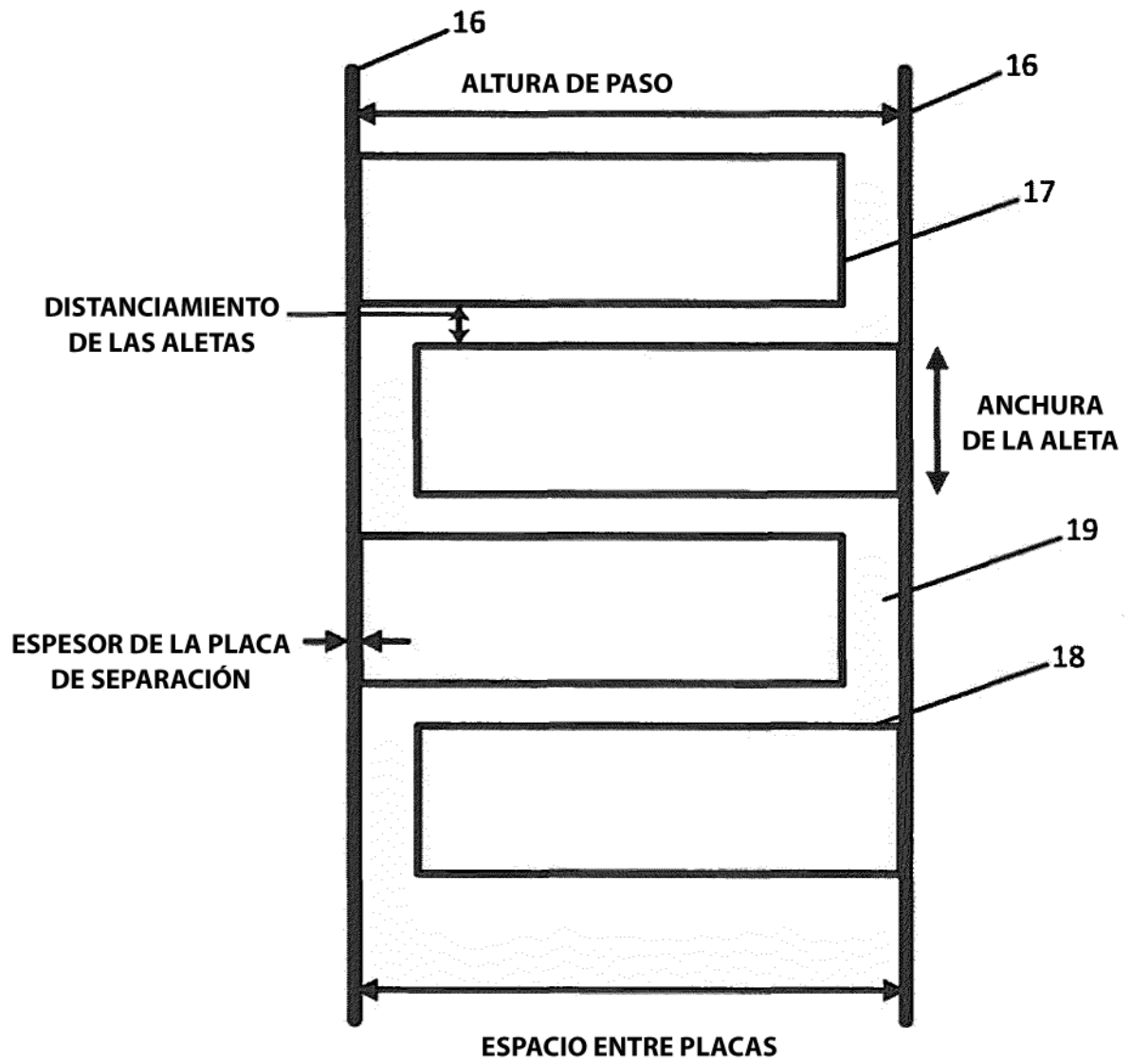


FIG. 1



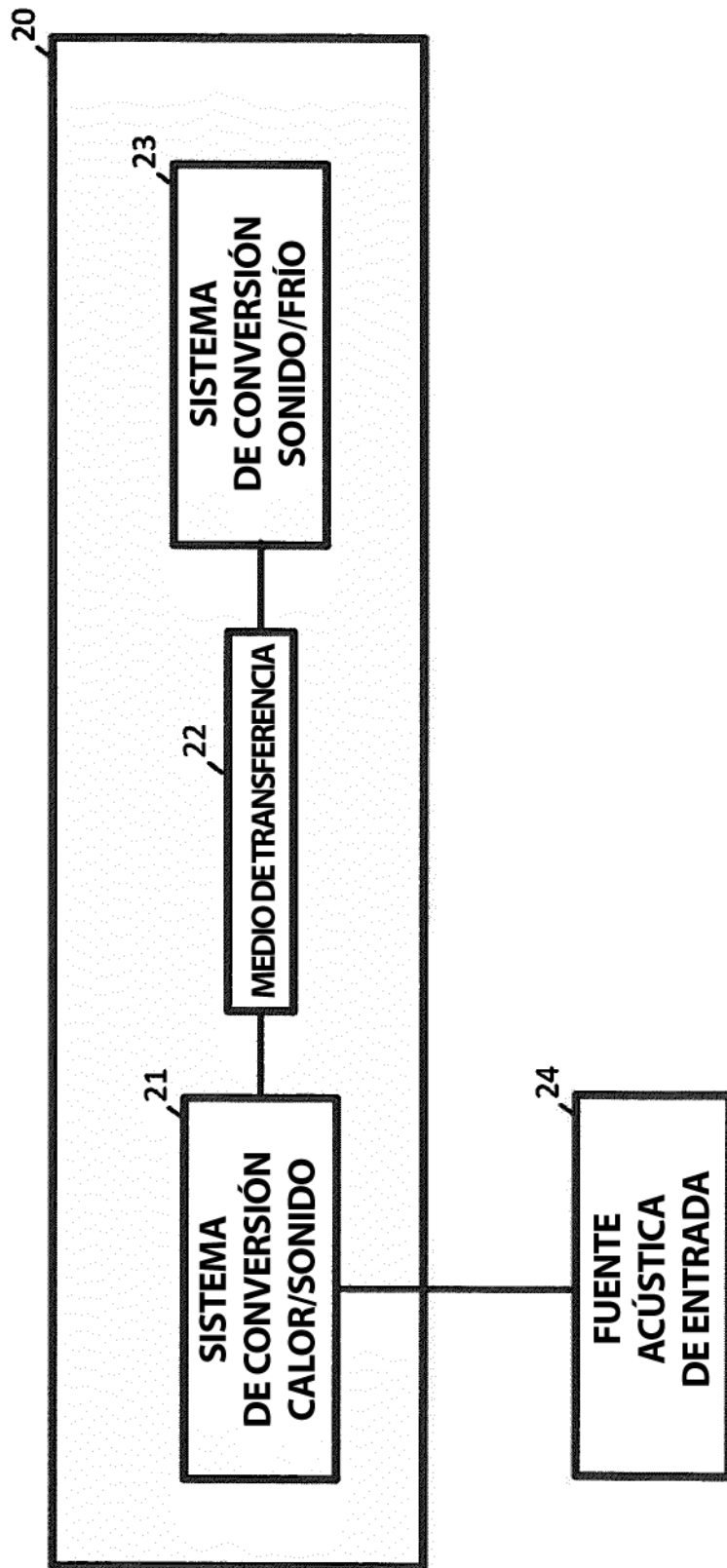


FIG. 3

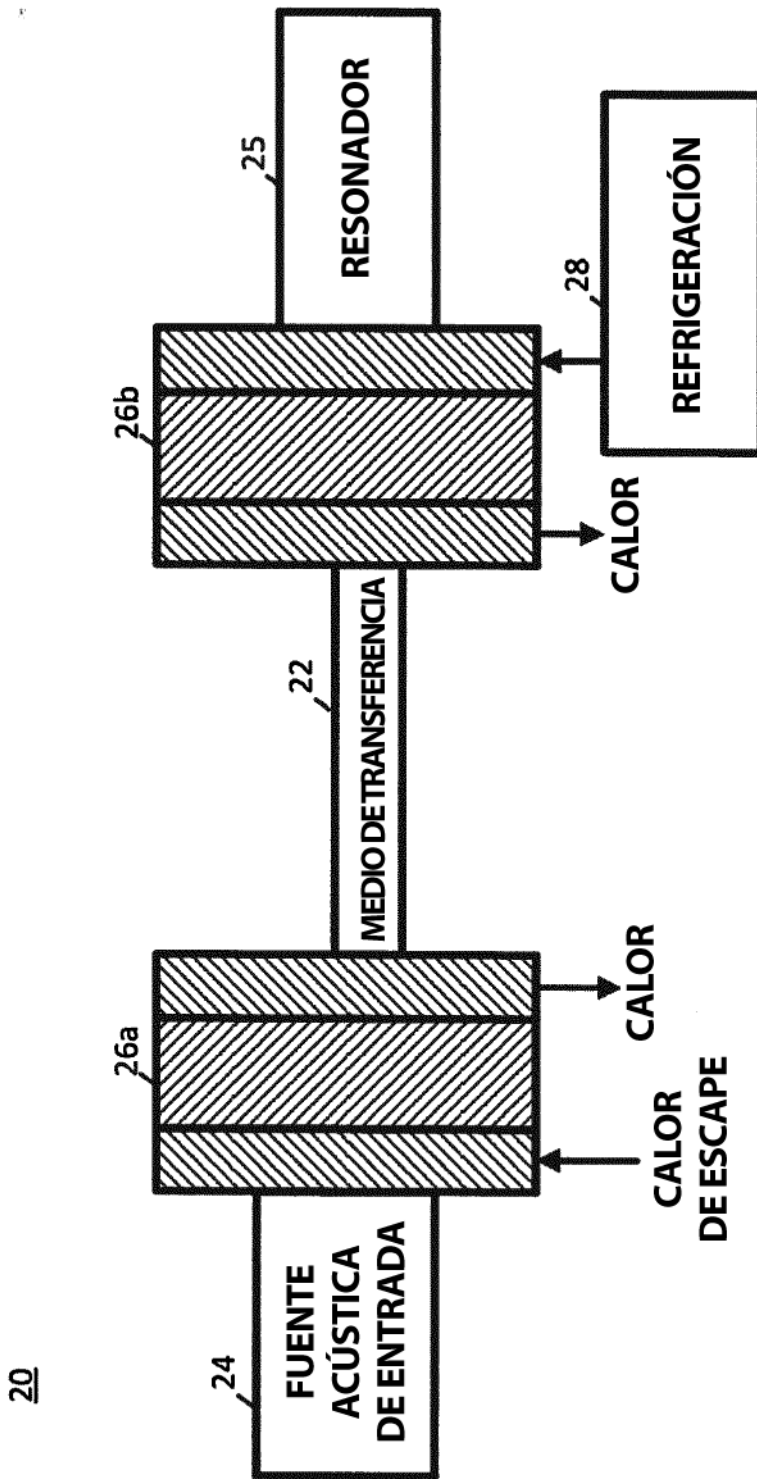


FIG. 4

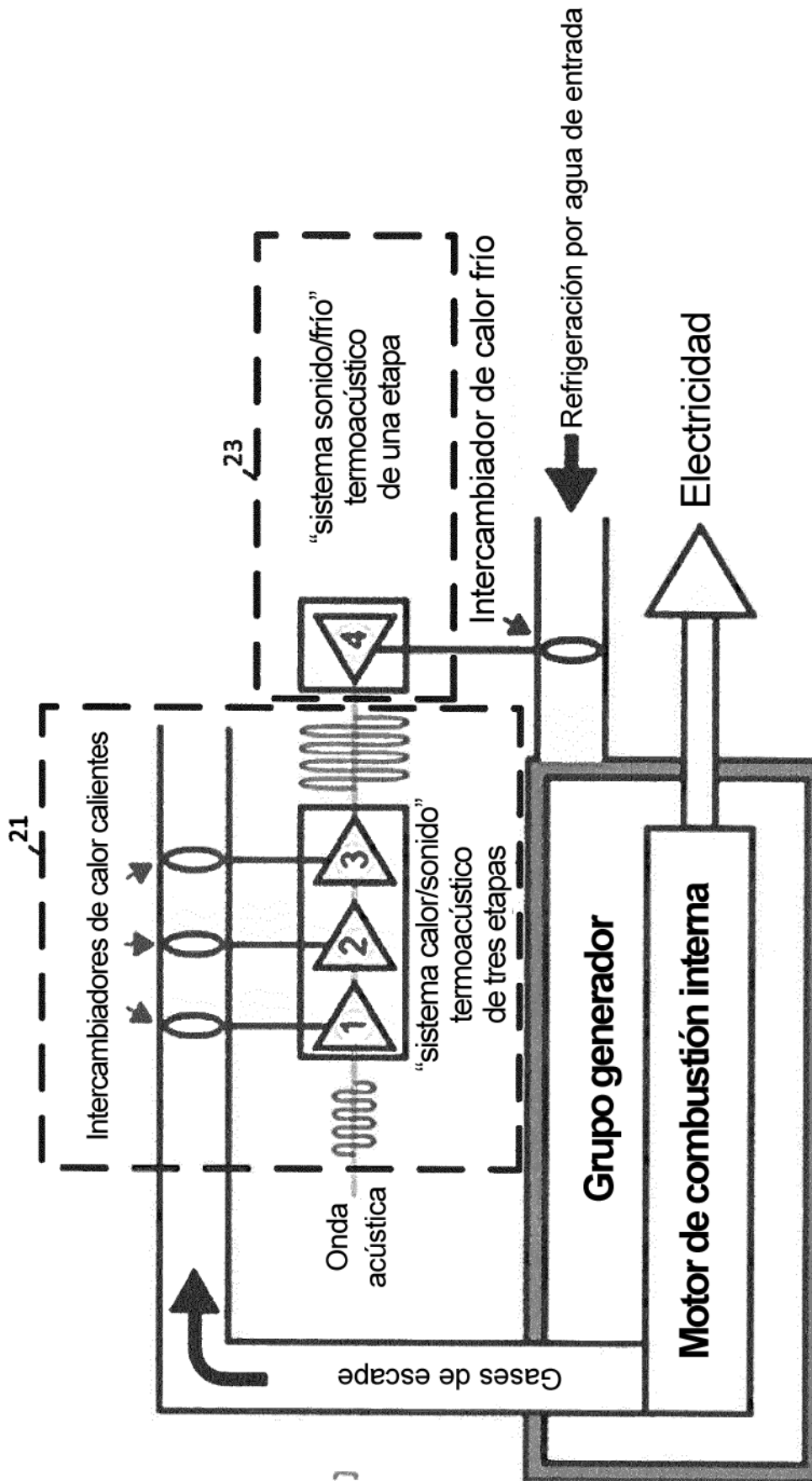


FIG. 5

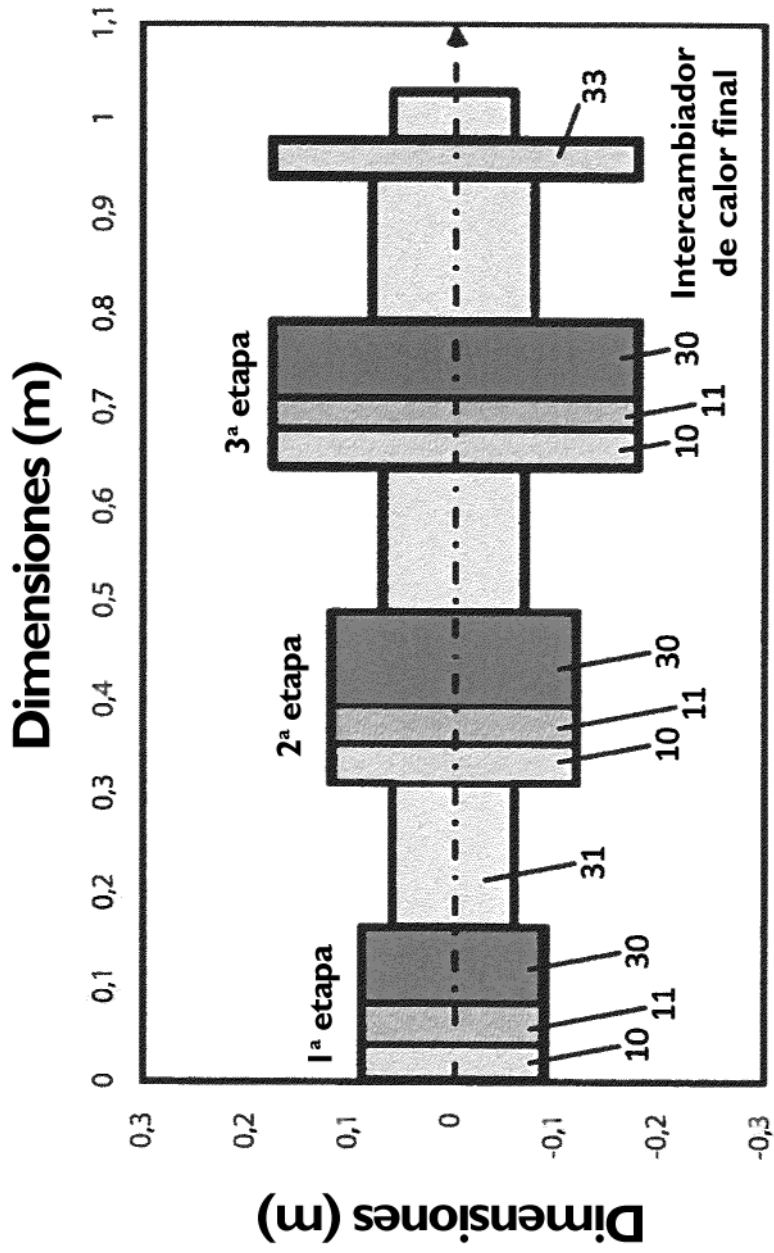


FIG. 6A

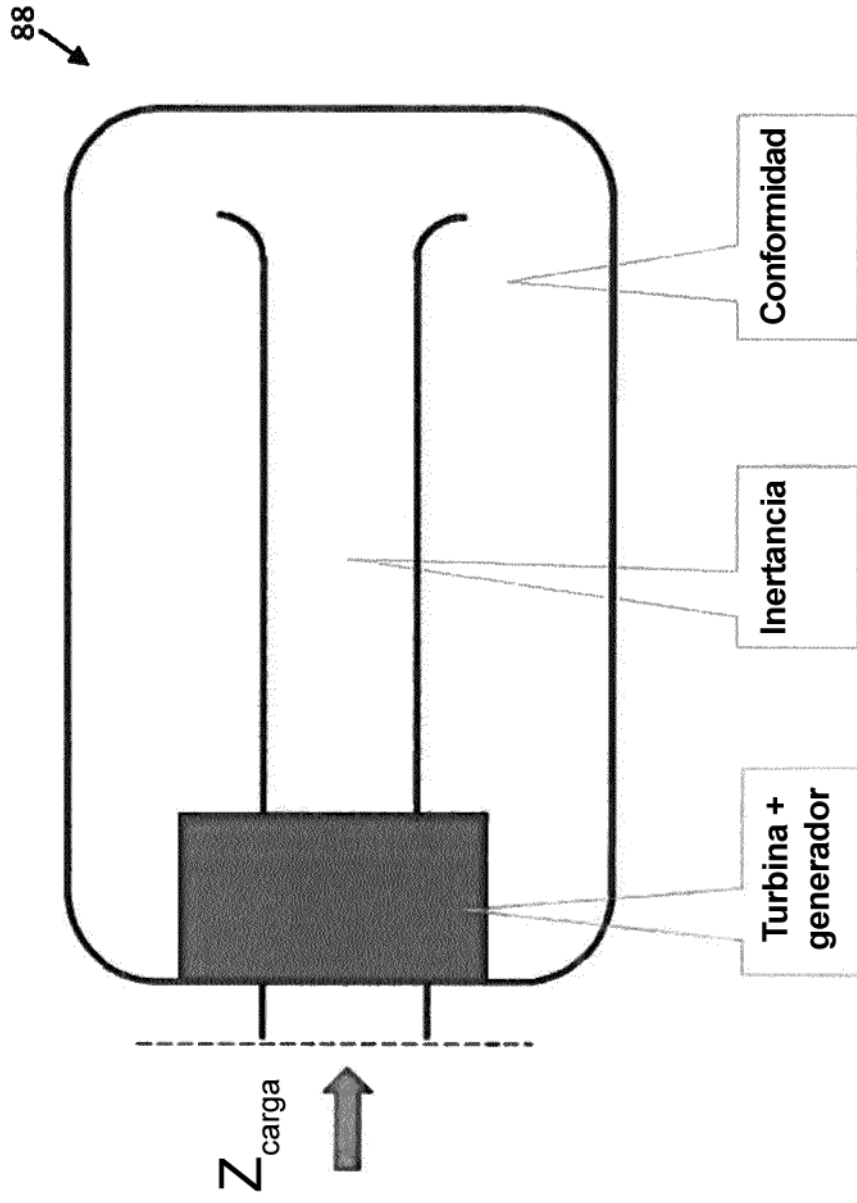


FIG. 6B

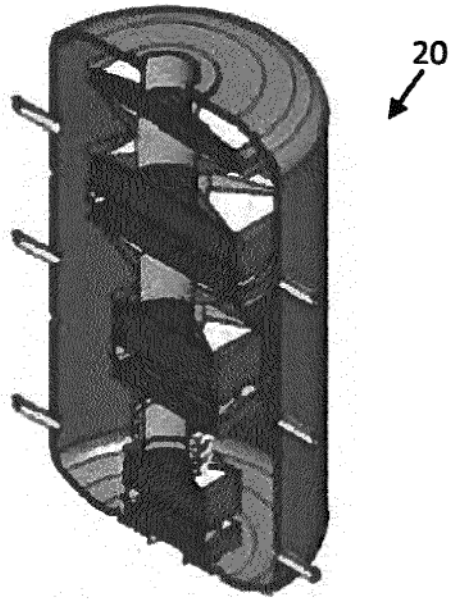


FIG. 7A

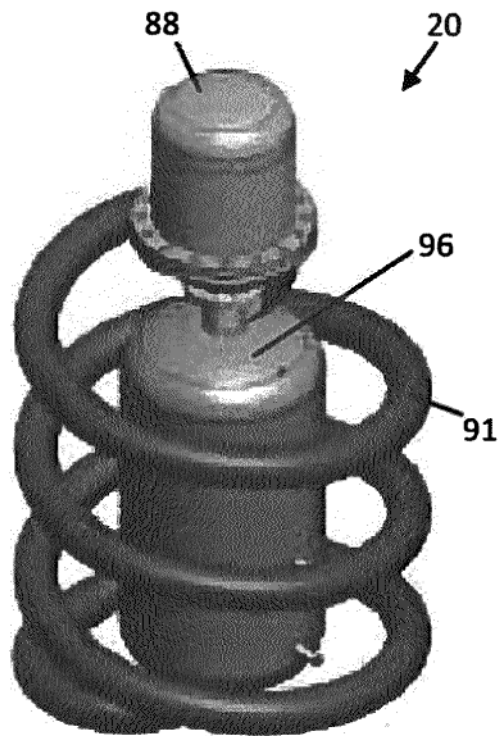


FIG. 7B

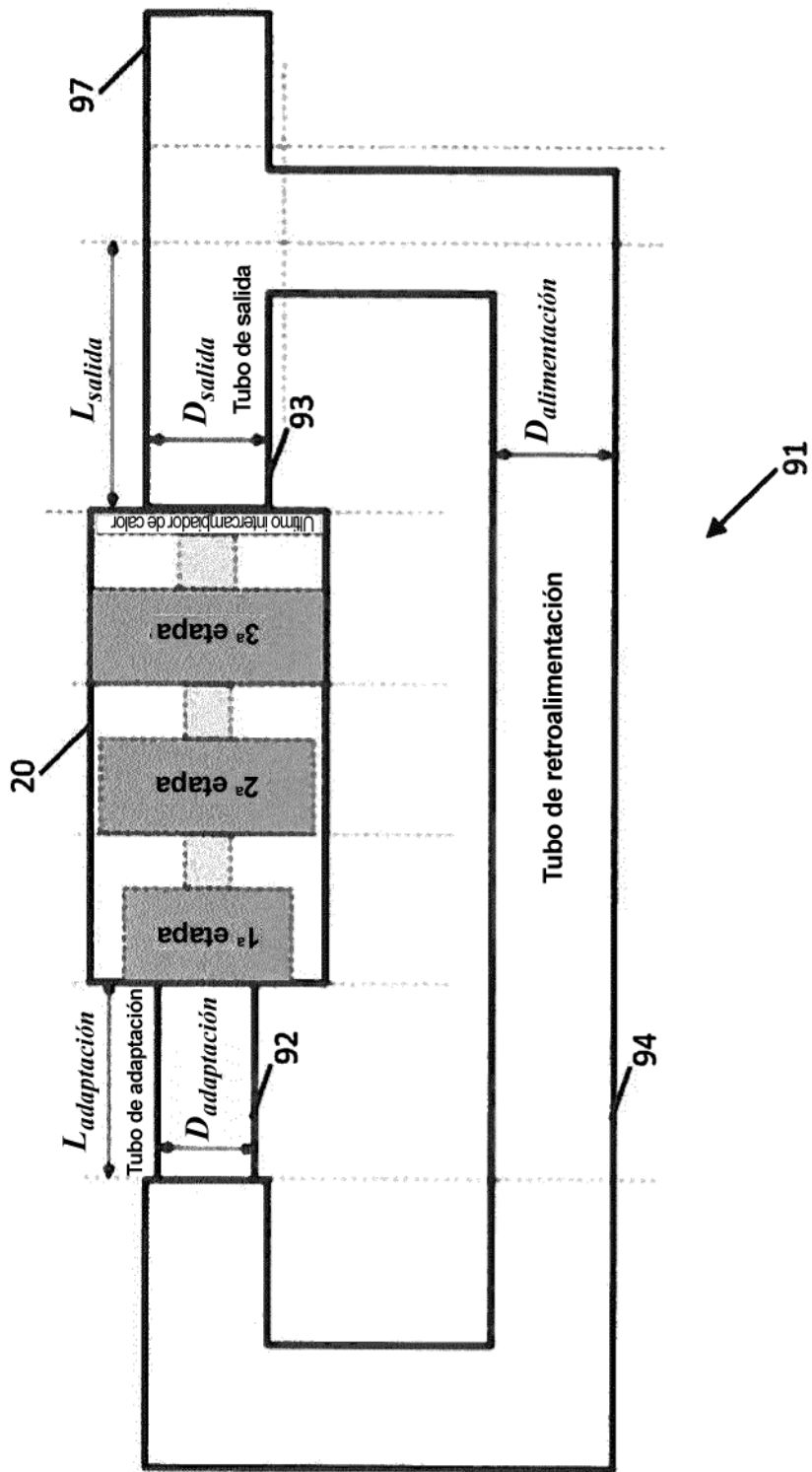


FIG. 8

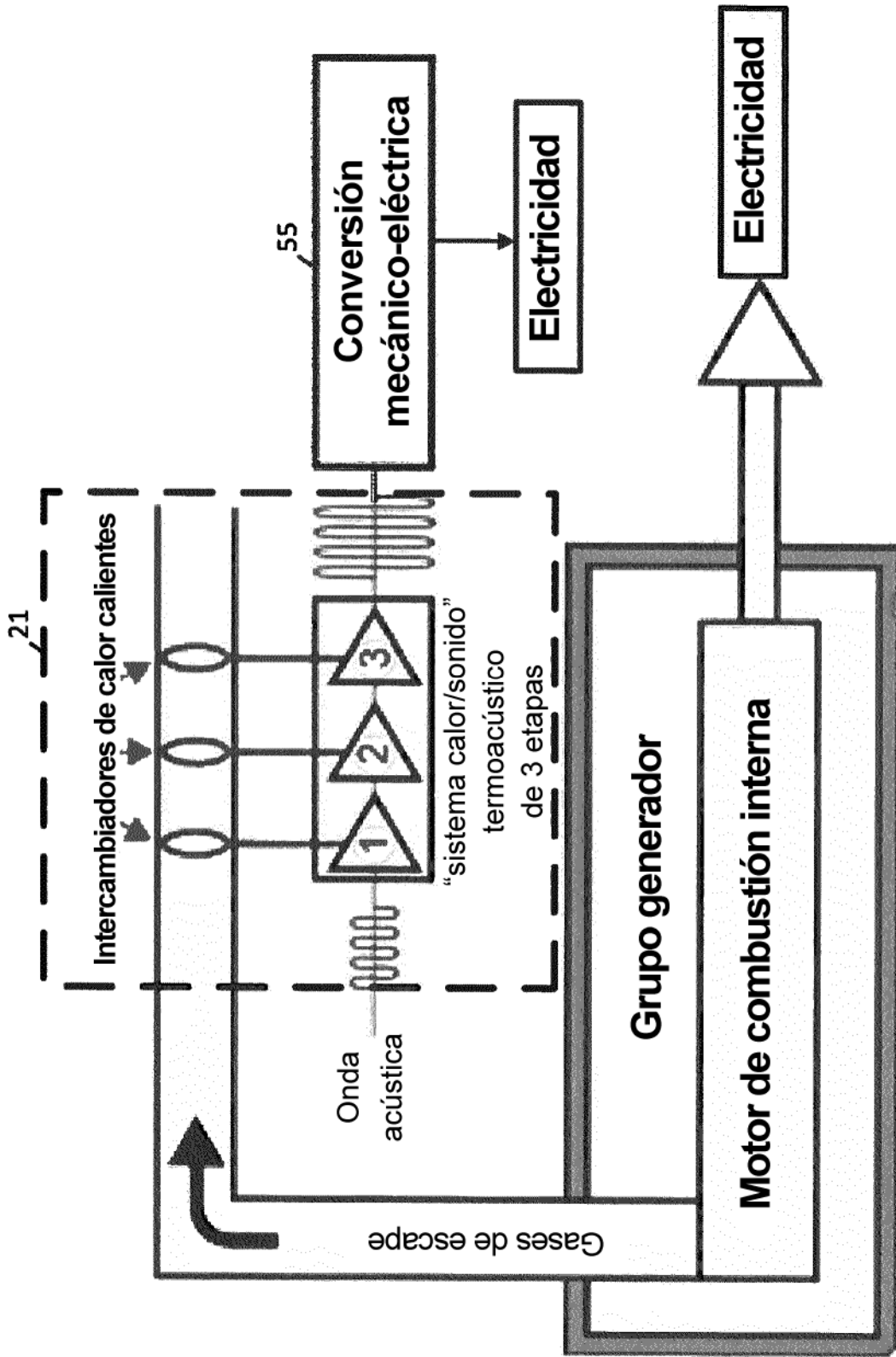


FIG. 9

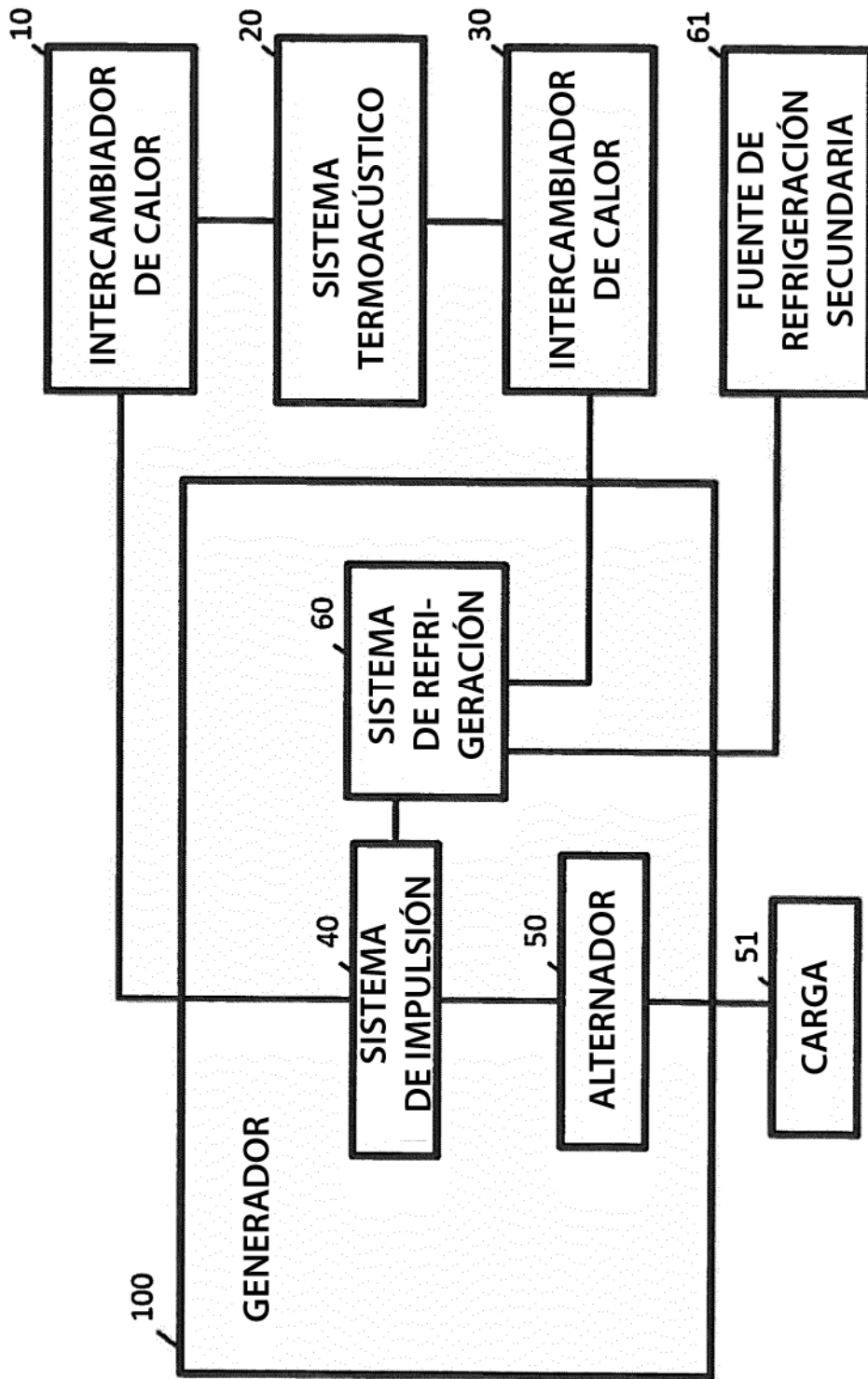


FIG. 10

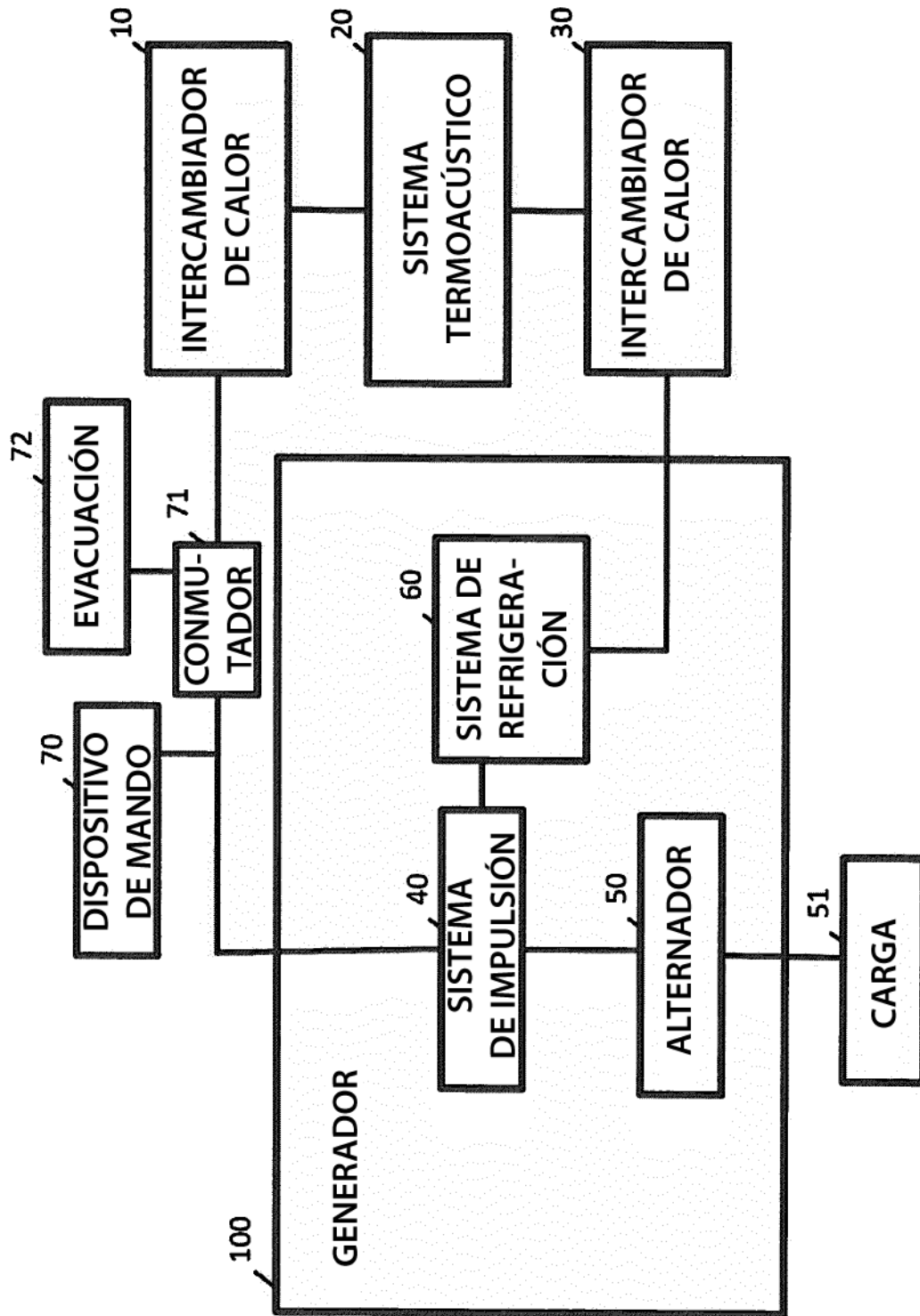


FIG. 11

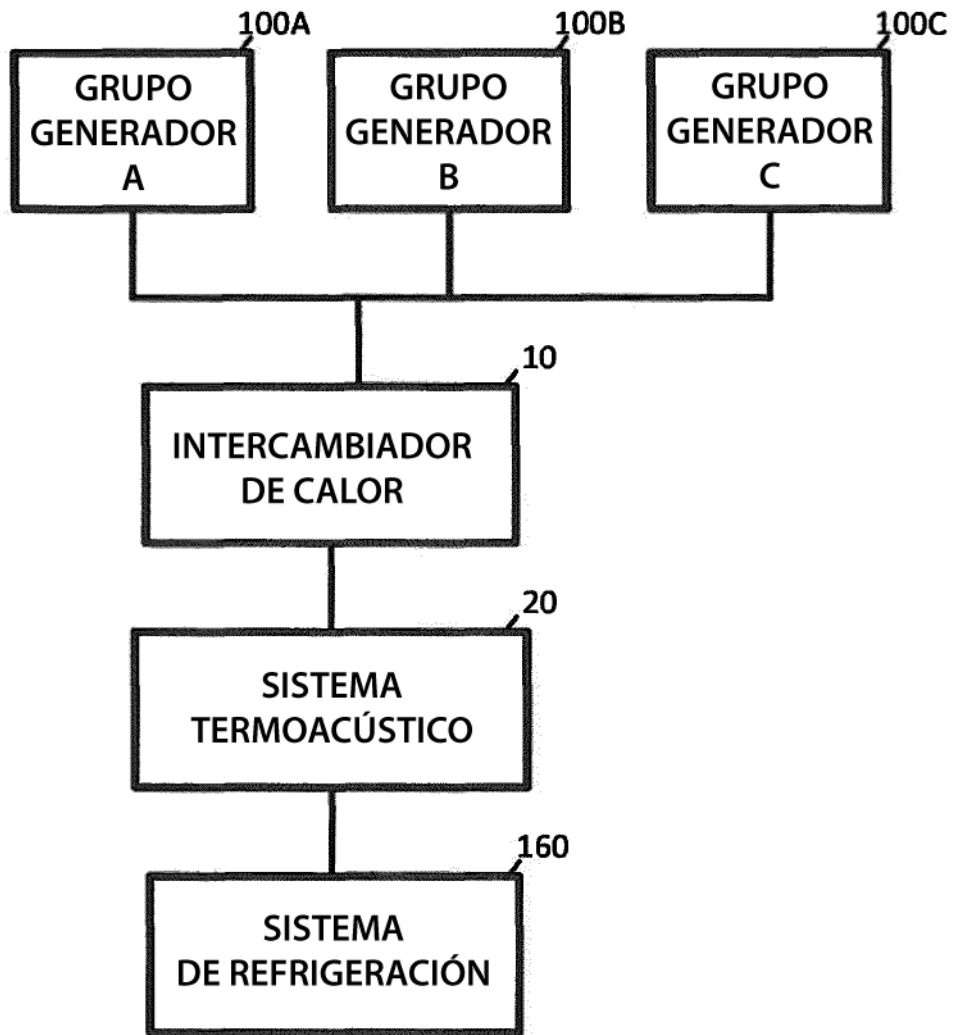


FIG. 12

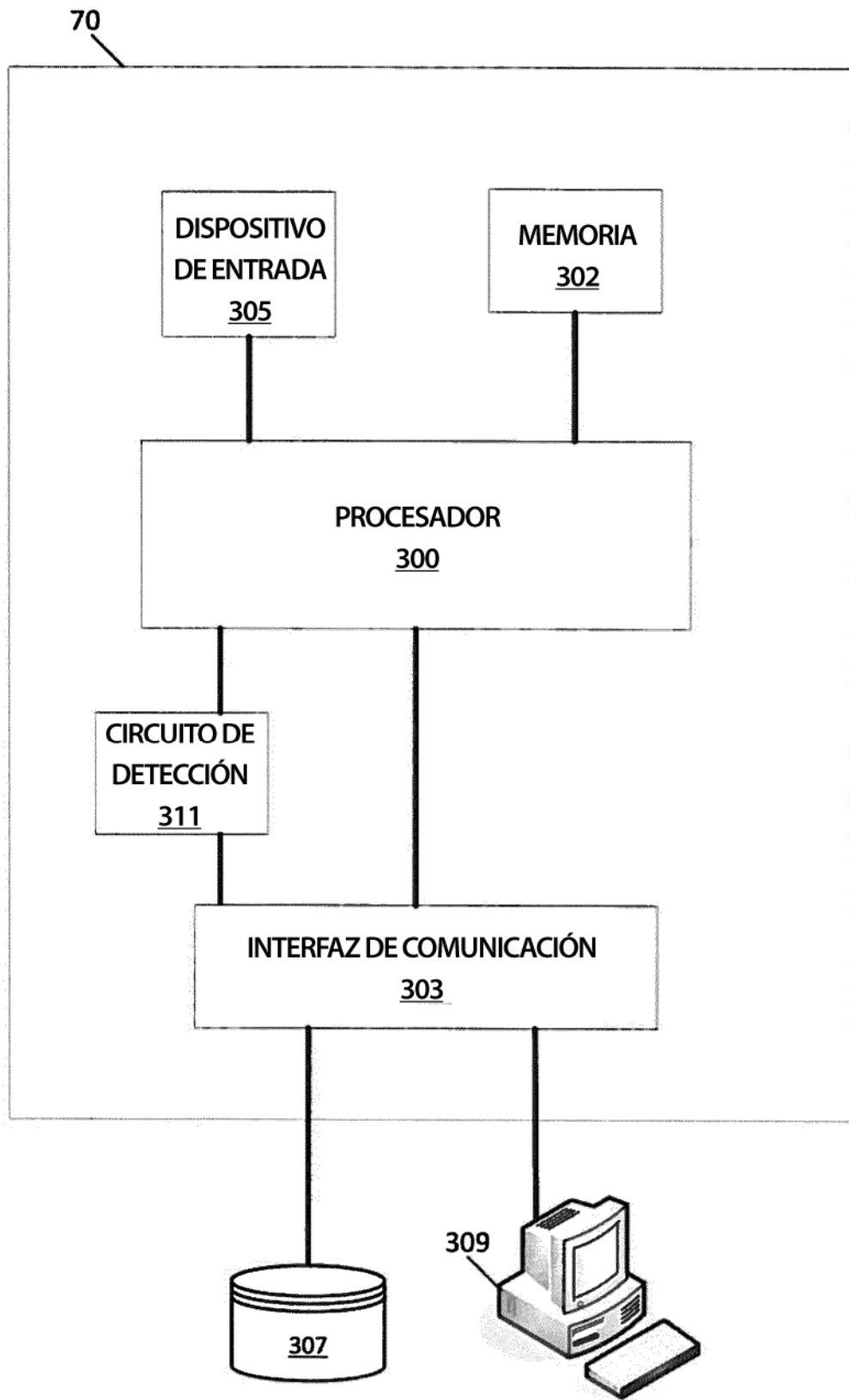


FIG. 13