

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 674 095**

51 Int. Cl.:

**F25B 21/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2014 PCT/FR2014/053518**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.07.2015 WO15097401**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2014 E 14831006 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018 EP 3087329**

54 Título: **Generador térmico magnetocalórico y su procedimiento de enfriamiento**

30 Prioridad:

**27.12.2013 FR 1363661**

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

**27.06.2018**

73 Titular/es:

**COOLTECH APPLICATIONS (100.0%)  
Impasse Antoine Imbs  
67810 Holtzheim, FR**

72 Inventor/es:

**MULLER, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 674 095 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**

Generador térmico magnetocalórico y su procedimiento de enfriamiento.

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a un generador térmico magnetocalórico que comprende por lo menos un circuito primario que conecta fluidicamente unos elementos magnetocalóricos por medio de un fluido caloportador denominado fluido primario que circula según un movimiento alternativo de vaivén, siendo dichos elementos magnetocalóricos sometidos al campo magnético variable de un sistema magnético que crea alternativamente, en cada elemento magnetocalórico, una fase magnética de calentamiento y una fase magnética de enfriamiento, generador en el que el circuito primario comprende un lado frío y un lado caliente a nivel de los cuales se conectan fluidicamente entre sí unos elementos magnetocalóricos.

Se refiere asimismo a un procedimiento de enfriamiento de un fluido denominado fluido secundario por un generador térmico magnetocalórico.

**Técnica anterior**

La tecnología de refrigeración magnética a temperatura ambiente se conoce desde hace más de treinta años y se conocen las ventajas que aporta en términos de ecología y de desarrollo sostenible. Se conocen también sus límites en cuanto a su potencia calorífica útil y a su rendimiento. En consecuencia, las investigaciones llevadas a cabo en este campo tienden todas a mejorar las prestaciones de un generador de este tipo, jugando con los diferentes parámetros, tales como la potencia de imantación, las prestaciones del elemento magnetocalórico, la superficie de intercambio entre el fluido caloportador y los elementos magnetocalóricos, las prestaciones de los intercambiadores de calor, etc.

Estos generadores térmicos aprovechan el efecto magnetocalórico (EMC) de algunos materiales, que consiste en una variación de su temperatura cuando se someten a un campo magnético variable. En unos generadores de este tipo, los materiales magnetocalóricos están sometidos a una sucesión de fases magnéticas de imantación y desimantación, y se realiza un intercambio térmico con un fluido caloportador denominado fluido primario para recoger así la energía térmica producida por dichos materiales y lograr una variación de temperatura lo más amplia posible en el seno de estos materiales (gradiente de temperatura). Para ello, se alterna la circulación del fluido primario y este fluido primario circula en unos canales o unos poros que atraviesan el material magnetocalórico. Un ciclo magnetocalórico comprende dos fases, a saber, una fase de magnetización o de imantación, y una fase de desmagnetización o de desimantación, que se traducen en una energía disponible en cada fase. Este ciclo se repite hasta unas frecuencias de varios hercios. Durante estas fases, el material magnetocalórico es recorrido por el fluido primario que, o bien se calentará en contacto con el material en una fase denominada de magnetización, o bien se enfriará en contacto con el material en una fase denominada de desmagnetización. El efecto magnetocalórico, que corresponde a una variación de entropía de dicho material, es máximo cuando la temperatura del material es próxima a su temperatura de Curie.

Ahora bien, un generador térmico magnetocalórico debe poder intercambiar la energía térmica que produce con por lo menos una aplicación exterior. Este intercambio se realiza generalmente mediante uno o unos intercambiadores de calor que tienen como objetivo restituir o intercambiar con una o varias aplicaciones exteriores a dicho generador térmico magnetocalórico la energía térmica producida por dicho generador térmico. Estas aplicaciones exteriores pueden ser el aire del entorno, el generador térmico, un dispositivo o un recinto térmico, por ejemplo.

En una configuración clásica, los elementos magnetocalóricos de un generador térmico magnetocalórico están unidos entre ellos a nivel del lado caliente por medio de un intercambiador de calor y, de manera simétrica, están unidos asimismo entre ellos a nivel del lado frío por medio de otro intercambiador de calor. Ahora bien, la experiencia ha demostrado que una configuración de este tipo presenta limitaciones.

Este es particularmente el caso cuando se utiliza el lado frío del generador térmico. El hecho de llevar a cabo un intercambio térmico con una aplicación o un circuito secundario que presenta una diferencia de temperatura importante con respecto a la temperatura del fluido primario tiene por efecto recalentar considerablemente el lado frío del generador y degradar su eficacia térmica. En otras palabras, se degrada el gradiente térmico establecido en el generador térmico, de manera que una parte de la potencia producida por el efecto magnetocalórico se debe utilizar para restablecer este gradiente, y que, en consecuencia, esta parte de la potencia no se podrá aprovechar o utilizar por la o las aplicaciones exteriores.

De la misma manera, cuando se utiliza el lado caliente del generador térmico magnetocalórico, existe el riesgo de enfriar el lado caliente del generador y degradar su eficacia térmica.

El documento FR 2 983 281 A1 divulga un generador térmico magnetocalórico según el preámbulo de la

reivindicación 1 y un procedimiento de enfriamiento por un generador térmico magnetocalórico según el preámbulo de la reivindicación 14.

5 Para aprovechar de manera óptima la potencia de un generador térmico, es por lo tanto necesario optimizar las características de intercambios térmicos entre el circuito primario y el circuito secundario.

**Exposición de la invención**

10 La presente invención tiene como objetivo paliar estos inconvenientes proponiendo una solución a los problemas evocados anteriormente. Con este fin, el generador térmico magnetocalórico según la invención está realizado de tal manera que se optimiza la transferencia de energía térmica entre el generador térmico y la o las aplicaciones externas destinadas a ser refrigeradas, enfriadas o recalentadas para tener un impacto lo más bajo posible sobre el gradiente térmico establecido en el generador térmico magnetocalórico y sobre su potencia térmica. La invención tiene también por objeto un generador térmico magnetocalórico adaptado particularmente para el enfriamiento en continuo de un fluido que circula en un circuito secundario.

15 Con este fin, la presente invención propone un generador térmico magnetocalórico del tipo indicado en el preámbulo, caracterizado por que por lo menos uno de dichos lados caliente y frío del circuito primario comprende por lo menos un punto de salida unido a otro punto del circuito primario, denominado punto de inyección por medio de por lo menos un conducto de derivación que permite el desplazamiento de fluido primario en un solo sentido, únicamente desde el punto de salida hacia el punto de inyección.

20 En un modo de realización preferido, los elementos magnetocalóricos pueden estar distribuidos en por lo menos dos niveles, y los elementos magnetocalóricos de uno de dichos niveles pueden ser conectados fluidicamente entre ellos a nivel del lado frío y los elementos magnetocalóricos de otro de dichos niveles pueden estar conectados fluidicamente entre sí a nivel del lado caliente.

25 En una primera variante, los elementos magnetocalóricos de dos niveles conectados pueden estar constantemente en una fase magnética inversa. En otra variante, los elementos magnetocalóricos de dos niveles unidos pueden estar constantemente en una fase magnética idéntica.

30 Según la invención, el conducto de derivación puede estar unido térmicamente a un circuito secundario por lo menos por una zona de intercambio térmico.

35 Además, dicha zona de intercambio térmico puede estar diseñada para realizar un desplazamiento a contracorriente, co-corriente o de corriente cruzada entre el fluido primario y un fluido secundario de dicho circuito secundario.

40 El conducto de derivación puede comprender ventajosamente un dispositivo de ajuste del caudal de fluido primario que circula por el mismo.

En un modo de realización, dicho por lo menos un punto de salida está situado en el lado frío del circuito primario. En este modo, el punto de inyección puede estar situado en el lado caliente del circuito primario.

45 En un segundo modo de realización, dicho por lo menos un punto de salida está situado en el lado caliente del circuito primario. En este modo, el punto de inyección puede estar situado en el lado frío del circuito primario.

50 En los dos modos de realización, el punto de inyección puede, como variante, estar situado entre dos niveles de elementos magnetocalóricos.

En también otra variante, el punto de inyección puede estar situado entre unos elementos magnetocalóricos consecutivos de cada nivel.

55 Asimismo, la presente invención propone un procedimiento de enfriamiento de un fluido denominado fluido secundario mediante un generador térmico magnetocalórico del tipo indicado en el preámbulo, caracterizado por que consiste en unir térmicamente el circuito secundario en el que circula el fluido secundario mediante por lo menos una zona de intercambio térmico a un conducto de derivación de dicho generador térmico magnetocalórico y en hacer circular en continuo dicho fluido secundario en dicho circuito secundario.

60 Un procedimiento de este tipo está particularmente adaptado para realizar el enfriamiento de un fluido secundario que se renueva permanentemente. Así, este procedimiento es ventajoso para el enfriamiento de un fluido secundario que está en un circuito secundario que no realiza un bucle sobre sí mismo, y en el que el flujo hidráulico y el flujo térmico del fluido secundario son continuos.

**Breve descripción de los dibujos**

La presente invención y sus ventajas aparecerán mejor a partir de la descripción siguiente de los modos de realización dados a título de ejemplos no limitativos, en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 - las figuras 1A y 1B son unas vistas esquemáticas de dos niveles de un generador térmico según una primera variante de realización, en unas fases magnéticas opuestas,
- 10 - las figuras 2A y 2B son unas vistas esquemáticas de dos niveles de un generador térmico según una segunda variante de realización, en unas fases magnéticas opuestas,
- las figuras 3A y 3B son unas vistas esquemáticas de dos niveles de un generador térmico según una tercera variante de realización, en unas fases magnéticas opuestas,
- 15 - las figuras 4A y 4B son unas vistas esquemáticas de dos niveles de un generador térmico según una cuarta variante de realización, en unas fases magnéticas opuestas,
- las figuras 5A y 5B son unas vistas esquemáticas de dos niveles de un generador térmico según una quinta variante de realización, en unas fases magnéticas opuestas,
- 20 - las figuras 6A y 6B son unas vistas esquemáticas de dos niveles de un generador térmico según una sexta variante de realización, en unas fases magnéticas opuestas,
- 25 - las figuras 7A y 7B son unas vistas esquemáticas de dos niveles de un generador térmico según una séptima variante de realización, en unas fases magnéticas opuestas,
- las figuras 8A y 8B son unas vistas esquemáticas de dos niveles de un generador térmico según una octava variante de realización, en unas fases magnéticas opuestas,
- 30 - la figura 9 es una vista en perspectiva simplificada del generador térmico que comprende los dos niveles representados esquemáticamente en las figuras 7A y 7B,
- las figuras 10A y 10B son unas vistas esquemáticas de dos niveles de un generador térmico según una novena variante de realización, en unas fases magnéticas opuestas,
- 35 - las figuras 11A y 11B son unas vistas esquemáticas de dos niveles de un generador térmico según una décima variante de realización, en unas fases magnéticas opuestas, y
- 40 - las figuras 12A y 12B son unas vistas esquemáticas de dos niveles de un generador térmico según una undécima variante de realización, en unas fases magnéticas opuestas.

**Ilustraciones de la invención**

45 En los ejemplos de realización ilustrados, los elementos o partes idénticos llevan las mismas referencias numéricas.

La invención se refiere a un generador térmico magnetocalórico 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 que comprende unos elementos magnetocalóricos  $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{21}$ ,  $M_{22}$ ,  $M_{111}$ ,  $M_{112}$ ,  $M_{113}$ ,  $M_{114}$ ,  $M_{221}$ ,  $M_{222}$ ,  $M_{223}$ ,  $M_{224}$ . En las variantes de realización ilustradas, estos elementos magnetocalóricos  $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{21}$ ,  $M_{22}$ ,  $M_{111}$ ,  $M_{112}$ ,  $M_{113}$ ,  $M_{114}$ ,  $M_{221}$ ,  $M_{222}$ ,  $M_{223}$ ,  $M_{224}$  se reparten en por lo menos dos niveles térmicos. Un fluido caloportador denominado fluido primario se desplaza según un movimiento alterno en por lo menos un circuito primario que atraviesa dichos elementos magnetocalóricos  $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{21}$ ,  $M_{22}$ ,  $M_{111}$ ,  $M_{112}$ ,  $M_{113}$ ,  $M_{114}$ ,  $M_{221}$ ,  $M_{222}$ ,  $M_{223}$ ,  $M_{224}$ . Este fluido primario tiene por función, por un lado, establecer y mantener un gradiente térmico en los elementos magnetocalóricos de dichos niveles térmicos entre dos extremos del generador térmico 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, a saber un lado frío F y un lado caliente C y, por otro lado, permitir el intercambio o restituir la energía térmica producida en dicho generador con por lo menos una aplicación exterior, es decir que no forma parte del generador térmico 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110. Este intercambio o esta restitución se llevan a cabo por medio de una zona de intercambio que se puede materializar por un intercambiador térmico. Esta zona de intercambio permite realizar un intercambio térmico entre el fluido primario y un fluido secundario de un circuito secundario que pertenece a la aplicación exterior.

Aunque no esté ilustrado, la invención prevé también tener un solo nivel de elementos magnetocalóricos.

65 Preferentemente, el fluido primario y el fluido secundario son unos líquidos. El fluido secundario se desplaza preferentemente de manera continua mediante una bomba o cualquier otro dispositivo análogo para enfriar, recalentar o atemperar una aplicación exterior. El fluido primario destinado a estar en contacto con los elementos

magnetocalóricos puede estar constituido por agua, agua adicionada con un anticongelante tal como el glicol, por ejemplo, un gas licuado presurizado o no, o también una salmuera.

5 Cada elemento magnetocalórico  $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{21}$ ,  $M_{22}$ ,  $M_{111}$ ,  $M_{112}$ ,  $M_{113}$ ,  $M_{114}$ ,  $M_{221}$ ,  $M_{222}$ ,  $M_{223}$ ,  $M_{224}$  puede estar constituido por uno o varios materiales magnetocalóricos aptos para ser atravesados por el fluido primario. Por elemento magnetocalórico, se debe entender, en el sentido de la presente invención, un elemento físico que comprende un material magnetocalórico. Un elemento magnetocalórico puede comprender en particular varios tipos de materiales magnetocalóricos. Con este fin, dichos elementos magnetocalóricos pueden ser porosos, de manera que sus poros formen unos pasos de fluidos desembocantes. Pueden también presentarse en forma de uno o varios bloques sólidos en los que se mecanizan, moldean o inyectan unos mini o micro-canales. Pueden también estar constituidos por un ensamblaje de placas, eventualmente ranuradas, superpuestas y entre las cuales puede fluir el fluido caloportador. Finalmente, pueden presentarse en forma de polvo o de partículas de manera que los intersticios formen unos pasos de fluido. Evidentemente, puede ser conveniente cualquier otra forma de realización que permita que el fluido primario se intercambie térmicamente con el material que constituye un elemento magnetocalórico  $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{21}$ ,  $M_{22}$ ,  $M_{111}$ ,  $M_{112}$ ,  $M_{113}$ ,  $M_{114}$ ,  $M_{221}$ ,  $M_{222}$ ,  $M_{223}$ ,  $M_{224}$ . Preferentemente, los materiales magnetocalóricos que constituyen los elementos magnetocalóricos  $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{21}$ ,  $M_{22}$ ,  $M_{111}$ ,  $M_{112}$ ,  $M_{113}$ ,  $M_{114}$ ,  $M_{221}$ ,  $M_{222}$ ,  $M_{223}$ ,  $M_{224}$  presentan unas temperaturas de Curie diferentes, que van desde la más baja hacia la más elevada del lado frío F hacia el lado caliente C.

20 En las variantes de realización representadas, el sistema magnético, que somete los elementos magnetocalóricos  $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{21}$ ,  $M_{22}$ ,  $M_{111}$ ,  $M_{112}$ ,  $M_{113}$ ,  $M_{114}$ ,  $M_{221}$ ,  $M_{222}$ ,  $M_{223}$ ,  $M_{224}$  a una variación de campo magnético, comprende unos imanes permanentes 2 o similares (figura 9), y se desplaza con respecto a dichos elementos magnetocalóricos  $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{21}$ ,  $M_{22}$ ,  $M_{111}$ ,  $M_{112}$ ,  $M_{113}$ ,  $M_{114}$ ,  $M_{221}$ ,  $M_{222}$ ,  $M_{223}$ ,  $M_{224}$  para crear alternativamente en dichos elementos magnetocalóricos  $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{21}$ ,  $M_{22}$ ,  $M_{111}$ ,  $M_{112}$ ,  $M_{113}$ ,  $M_{114}$ ,  $M_{221}$ ,  $M_{222}$ ,  $M_{223}$ ,  $M_{224}$ , una fase de calentamiento cuando se aplica o aumenta un campo magnético, y después una fase de enfriamiento, cuando se retira o disminuye el campo magnético. Este sistema magnético puede presentarse también en forma de un electroimán alimentado secuencialmente o mediante cualquier otro medio análogo susceptible de crear una variación de campo magnético. Las inversiones de sentido de circulación del fluido primario en el circuito primario están sincronizadas con las fases de magnetización y desmagnetización de los elementos magnetocalóricos  $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{21}$ ,  $M_{22}$ ,  $M_{111}$ ,  $M_{112}$ ,  $M_{113}$ ,  $M_{114}$ ,  $M_{221}$ ,  $M_{222}$ ,  $M_{223}$ ,  $M_{224}$ , de manera que se establezca un gradiente de temperatura lo más elevado posible en el seno de los elementos magnetocalóricos  $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{21}$ ,  $M_{22}$ ,  $M_{111}$ ,  $M_{112}$ ,  $M_{113}$ ,  $M_{114}$ ,  $M_{221}$ ,  $M_{222}$ ,  $M_{223}$ ,  $M_{224}$ . Con este fin, el fluido primario que atraviesa un elemento magnetocalórico en fase de calentamiento -es decir magnetizado- se desplaza en dirección al lado caliente C, y después se desplaza hacia el lado frío F cuando atraviesa un elemento magnetocalórico en fase de enfriamiento -es decir desmagnetizado-. El sentido de circulación del fluido primario está representado por unas flechas en las figuras adjuntas.

40 La figura 1 representa así un circuito primario  $P_{10}$  que une dos niveles  $E_1$ ,  $E_2$  de un generador térmico magnetocalórico 10 según una primera variante de realización de la invención. El circuito primario une los dos niveles  $E_1$ ,  $E_2$  y comprende dos accionadores 3 que desplazan el fluido primario según un movimiento alterno de vaivén. El circuito primario  $P_{10}$  comprende así dos ramas paralelas de circuito de fluido primario que atraviesa dichos elementos magnetocalóricos y unidas entre sí a nivel de los lados caliente C y frío F. El sistema magnético está ilustrado por unos imanes permanentes 2. Los dos niveles  $E_1$  y  $E_2$  están unidos por medio de los accionadores 3 que son, por ejemplo, unos pistones desplazados por un perfil de una leva de control móvil. Estos pistones pueden ser rígidos o deformables tal como una membrana, por ejemplo. Por supuesto, se puede utilizar cualquier otro medio apto para desplazar el fluido primario. Además, el desplazamiento de un pistón o similar puede ser controlado por un dispositivo de maniobra que puede ser una leva de control, un dispositivo magnético, un motor lineal o cualquier otro medio equivalente apto para desplazar dicho accionador según un movimiento de vaivén.

50 Además, los elementos magnetocalóricos  $M_{11}$ ,  $M_{12}$  del nivel  $E_1$  están unidos a nivel del lado frío F del circuito primario  $P_{10}$  y los elementos magnetocalóricos  $M_{21}$ ,  $M_{22}$  del nivel  $E_2$  están unidos a nivel del lado caliente C del circuito primario  $P_{10}$ . Según la invención, el lado frío F del circuito primario  $P_{10}$  comprende un punto de salida  $S_1$  unido fluidicamente a un punto de inyección  $I_1$  por medio de un conducto de derivación  $D_1$  en el lado caliente C de dicho circuito primario  $P_{10}$ . Este conducto de derivación  $D_1$  comprende un dispositivo que permite el paso del fluido sólo del punto de salida  $S_1$  hacia el punto de inyección  $I_1$ . Un dispositivo de este tipo que controla el sentido de circulación del fluido primario puede ser una válvula anti-retorno 4, por ejemplo. Este conducto de derivación  $D_1$  atraviesa una zona de intercambio fría  $Z_{F1}$  en la que el fluido primario realiza un intercambio térmico con un fluido secundario de un circuito secundario 6.

60 Así, el hecho de forzar el sentido de circulación del fluido en el conducto de derivación  $D_1$  permite asegurarse de que sólo el fluido que sale del lado frío F de un elemento magnetocalórico en una fase de desmagnetización puede ser dirigido hacia este conducto de derivación  $D_1$ . Ello da como resultado que se optimice la capacidad de enfriamiento del circuito secundario.

65 El fluido primario procedente del conducto de derivación  $D_1$  se ha recalentado después de atravesar la zona de

intercambio fría  $Z_{F1}$ . Sin embargo, se reinyecta en el lado caliente C del circuito primario  $P_{10}$ , de manera que este calentamiento tiene un impacto limitado sobre la temperatura del lado frío F del circuito primario  $P_{10}$ , lo cual es particularmente ventajoso en el marco de la refrigeración. Además, esto permite realizar un intercambio importante en la zona de intercambio fría  $Z_{F1}$ .

5

Esta variante de realización es también extrapolable a un modo de realización con un solo nivel, en el que el conducto de derivación puede unir un punto de salida del lado frío a un punto de inyección del lado caliente del circuito primario.

10

El circuito primario  $P_{10}$  comprende dos zonas de intercambio calientes  $Z_{C1}$ ,  $Z_{C2}$  consecutivas a nivel de su lado caliente C, y el punto de inyección  $I_1$  está situado entre estas dos zonas de intercambio  $Z_{C1}$ ,  $Z_{C2}$ . Esto es muy ventajoso ya que permite inyectar el fluido primario procedente del conducto de derivación  $D_1$  en la porción del circuito primario  $P_{10}$  que atraviesa un elemento magnetocalórico en fase de enfriamiento. Así, el fluido primario se reinyecta hacia el elemento magnetocalórico  $M_{22}$  que se vuelve a enfriar en la fase ilustrada en la figura 1A y se reinyecta en el elemento magnetocalórico  $M_{21}$  que se enfría en la fase magnética siguiente u opuesta ilustrada en la figura 1B. Esto permite también favorecer la mezcla de los fluidos en el punto de inyección  $I_1$ .

15

Las zonas de intercambio calientes  $Z_{C1}$ ,  $Z_{C2}$  permiten o bien evacuar el calor producido por el generador térmico 10, o bien recalentar otra aplicación exterior, por ejemplo, mediante un intercambio térmico con un segundo circuito de fluido secundario 7.

20

Según la invención, el conducto de derivación  $D_1$  comprende un dispositivo de ajuste 5 del caudal de fluido primario que circula por el mismo. Este dispositivo de ajuste 5 permite determinar la capacidad de intercambio térmico entre el circuito primario  $P_{10}$  y el circuito secundario 6 en la zona de intercambio fría  $Z_{F1}$  y ajustar las pérdidas de carga entre el circuito primario  $P_{10}$  y el conducto de derivación  $D_1$ . Esta característica es extrapolable a todas las variantes de realización representadas.

25

Además, en el conjunto de los ejemplos ilustrados, los puntos de salida están situados en el lado frío F del circuito primario e ilustran por ello unas configuraciones de generadores térmicos magnetocalóricos optimizados para un aprovechamiento óptimo de su potencia fría. La invención prevé también posicionar estos puntos de salida en el lado caliente y realizar un intercambio clásico en el lado frío F. Esta disposición permite aprovechar el calor producido por el generador térmico limitando al mismo tiempo el impacto debido a este intercambiador térmico sobre la temperatura del lado caliente C del circuito primario, lo cual es particularmente ventajoso en el ámbito del calentamiento. Esto permite realizar así un intercambio importante en la zona de intercambio unida al conducto de derivación cuyo punto de salida está situado en el lado caliente del circuito primario. En otras palabras, el conjunto de los ejemplos ilustrados se puede extrapolar invirtiendo el lado caliente C y el lado frío F de manera que se obtenga una mayor capacidad para recalentar o aumentar la temperatura de un fluido secundario de una aplicación exterior.

30

35

Las figuras 2A y 2B representan una variante de realización de un circuito primario  $P_{20}$  de un generador térmico magnetocalórico 20 que se distingue del representado en las figuras 1A y 1B por su lado caliente C. En esta variante, el lado caliente C del circuito primario  $P_{20}$  comprende una sola zona de intercambio térmico caliente  $Z_{C3}$  cuya entrada y salida constituyen respectivamente un punto de inyección  $I_2$ ,  $I_3$ . El conducto de derivación  $D_2$  se escinde en dos porciones de conducto y estas porciones de conducto comprenden cada una una válvula anti-retorno. De esta manera, se asegura también que el fluido primario procedente del conducto de derivación  $D_2$  se reinyecte siempre hacia el elemento magnetocalórico  $M_{21}$ ,  $M_{22}$  que sufre un enfriamiento. Esta configuración con una sola zona de intercambio caliente  $Z_{C3}$  con respecto a dos zonas de intercambios calientes  $Z_{C1}$  y  $Z_{C2}$  en el generador térmico 10 descrito anteriormente, permite simplificar la construcción del generador térmico 20 y reducir por ello sus costes de producción.

40

45

Las figuras 3A y 3B representan otra variante de realización de un generador térmico magnetocalórico 30. En esta variante, el generador comprende dos conductos de derivación  $D_3$ ,  $D_4$ . El conducto de derivación  $D_4$  une un punto de salida  $S_2$  del lado frío F directamente unido a un elemento magnetocalórico  $M_{11}$  del nivel  $E_1$  lado frío F a un punto de inyección  $I_5$  del lado caliente C directamente unido a un elemento magnetocalórico  $M_{22}$  del nivel  $E_2$  lado caliente C que está constantemente en el mismo estado de magnetización que el otro elemento magnetocalórico  $M_{11}$ , a saber, en fase de enfriamiento en la figura 3A. De la misma manera, el conducto de derivación  $D_3$  une un punto de salida  $S_3$  del lado frío F directamente unido a un elemento magnetocalórico  $M_{12}$  del nivel  $E_1$  lado frío F a un punto de inyección  $I_4$  del lado caliente C directamente unido a un elemento magnetocalórico  $M_{21}$  del nivel  $E_2$  lado caliente C que está constantemente en el mismo estado de magnetización que el otro elemento magnetocalórico  $M_{12}$ , a saber, en fase de calentamiento en la figura 3A. En una configuración de este tipo y en el estado de magnetización ilustrado en la figura 3A, el fluido primario se enfría atravesando el elemento magnetocalórico  $M_{11}$  y utiliza el conducto de derivación  $D_4$  que atraviesa la zona de intercambio fría  $Z_{F2}$  para ser reinyectado por medio del punto de inyección  $I_5$  en el elemento magnetocalórico  $M_{22}$  del nivel  $E_2$  lado caliente C. El hecho de reinyectar, de manera unidireccional, en el lado caliente C, fluido primario procedente del lado frío F que se ha recalentado en la zona de intercambio térmico fría  $Z_{F2}$  permite, en el caso en el que este fluido reinyectado presente una temperatura un poco más baja o fría que la del fluido

50

55

60

65

primario en el lado caliente C, realizar al mismo tiempo un enfriamiento del elemento magnetocalórico  $M_{22}$  por conducción/transferencia térmica con este fluido reinyectado y un enfriamiento por el efecto magnetocalórico debido a la desmagnetización. Esto puede ser equivalente a un pre-enfriamiento del elemento magnetocalórico  $M_{22}$ . Esto puede tener así por efecto desplazar hacia abajo el gradiente térmico en el circuito primario  $P_{30}$ , entre el lado caliente C y el lado frío F, y aumentar por lo tanto la capacidad de refrigeración del generador térmico 30. En el estado de magnetización ilustrado en la figura 3A, no hay desplazamiento de fluido en el segundo conducto de derivación  $D_3$ . Cada rama o conducto de derivación es independiente y ajustable separadamente en términos de caudal.

A la inversa, en la fase de magnetización opuesta ilustrada en la figura 3B, no hay ningún desplazamiento de fluido primario en el primer conducto de derivación  $D_4$  mientras que el fluido primario se desplaza en el segundo conducto de derivación  $D_3$  que atraviesa la zona de intercambio fría  $Z_{F3}$  para ser reinyectado por medio del punto de inyección  $I_4$  en el elemento magnetocalórico  $M_{21}$  del nivel  $E_2$  lado caliente C. El intercambio térmico del lado caliente C se realiza de manera convencional. Los extremos de los dos elementos magnetocalóricos del nivel  $E_2$  lado caliente C están separados por una zona de intercambio térmico  $Z_{C4}$  destinada a evacuar el calor producido por el generador térmico 30 o a recalentar otra aplicación exterior, por ejemplo, mediante un intercambio térmico con un segundo circuito 7 de fluido secundario.

Las figuras 4A y 4B representan una variante de realización de un generador térmico magnetocalórico 40 que se diferencia del generador térmico 30 de las figuras anteriores por el hecho de que los puntos de inyección  $I_6$  e  $I_7$  de los conductos de derivación  $D_5$  y  $D_6$  están situados entre los dos niveles  $E_1$ ,  $E_2$ . Esta disposición es particularmente ventajosa en los casos en los que la temperatura del fluido primario reinyectado en el circuito primario  $P_{40}$  corresponde o es susceptible de corresponder a la del fluido primario en el punto de inyección  $I_6$ ,  $I_7$  situado entre los dos niveles  $E_1$ ,  $E_2$ .

Las figuras 5A y 5B representan una variante de realización de un generador térmico magnetocalórico 50 que se diferencia del generador térmico 40 de las figuras 4A y 4B anteriores por el hecho de que, por un lado, los niveles comprenden más elementos magnetocalóricos  $M_{111}$ ,  $M_{112}$ ,  $M_{113}$ ,  $M_{114}$ ,  $M_{221}$ ,  $M_{222}$ ,  $M_{223}$ ,  $M_{224}$  y de que, por otro lado, los puntos de inyección  $I_8$  e  $I_9$  de los conductos de derivación  $D_7$  y  $D_8$  están situados entre los elementos magnetocalóricos consecutivos  $M_{111}$ ,  $M_{113}$  y  $M_{112}$ ,  $M_{114}$  del nivel  $E_{10}$  situado en el lado frío F. Esta disposición es particularmente ventajosa en los casos en los que la temperatura del fluido primario que sale de una zona de intercambio fría  $Z_{F6}$ ,  $Z_{F7}$  es próxima a la temperatura del fluido primario que circula entre los materiales consecutivos  $M_{111}$ ,  $M_{113}$  y  $M_{112}$ ,  $M_{114}$  en cuestión. En efecto, el hecho de reinyectar en el circuito primario  $P_{50}$  fluido primario que tiene la misma temperatura que el fluido que circula en el circuito primario no perturba el gradiente térmico establecido en el circuito primario. Esto permite aprovechar la potencia térmica del generador térmico 50 por medio de las zonas de intercambio frías  $Z_{F6}$ ,  $Z_{F7}$  sin tener ningún impacto negativo sobre su rendimiento.

Además, el hecho de implantar más elementos magnetocalóricos en el generador térmico 50 permite aumentar la potencia térmica y/o el gradiente térmico de este último.

El generador térmico magnetocalórico 60 representado en las figuras 6A y 6B es una variante de realización del generador térmico 40 de las figuras 4A y 4B y se distingue de éste por que comprende un solo conducto de derivación  $D_9$  con una zona de intercambio  $Z_{F8}$ , dividiéndose este conducto en dos porciones después de la zona de intercambio fría  $Z_{F8}$  para reinyectar el fluido primario en los puntos de inyección  $I_6$  e  $I_7$ . Esta reinyección es la misma que la descrita en referencia a las figuras 4A y 4B. Presenta la ventaja suplementaria de reducir el volumen del generador térmico 60 necesitando menos conducto para la circulación del fluido primario.

El generador térmico magnetocalórico 70 representado en las figuras 7A, 7B y 9 es una variante de realización del generador térmico 60 de las figuras 6A y 6B anteriores y se distingue de éste por que los niveles  $E_{10}$  y  $E_{20}$  comprenden más elementos magnetocalóricos  $M_{111}$ ,  $M_{112}$ ,  $M_{113}$ ,  $M_{114}$ ,  $M_{221}$ ,  $M_{222}$ ,  $M_{223}$ ,  $M_{224}$ , con el fin de aumentar la potencia térmica y/o el gradiente térmico de este último y por lo tanto aumentar su capacidad para enfriar el fluido secundario de un circuito secundario por medio de una zona de intercambio fría  $Z_{F9}$ . El circuito primario  $P_{70}$  comprende un solo conducto de derivación  $D_{10}$  con una zona de intercambio  $Z_{F9}$ , dividiéndose este conducto en dos porciones después de la zona de intercambio fría  $Z_{F9}$  para reinyectar el fluido primario en los puntos de inyección  $I_{10}$  e  $I_{11}$  entre los dos niveles  $E_{10}$ ,  $E_{20}$ . La figura 9 es una vista en perspectiva de este generador térmico 70 que comprende tres circuitos primarios, en el estado de magnetización representado en la figura 7B. Todos los componentes de los tres circuitos primarios no son visibles en esta figura. Se han identificado en particular en esta figura 9, las tres zonas de intercambio térmico frío  $Z_{F9}$ ,  $Z'_{F9}$  y  $Z''_{F9}$  de los tres circuitos primarios del generador térmico 70, así como una zona de intercambio térmico caliente  $Z'_{C5}$  de uno de dichos circuitos primarios. El generador térmico 70 comprende una disposición magnética con tres rotores magnéticos  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  que, por su rotación alrededor del eje longitudinal del generador térmico 70, someten a los elementos magnetocalóricos a una variación de campo magnético. Los rotores magnéticos  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  comprenden cada uno una armadura sobre la cual están montados unos imanes permanentes 2. Los elementos magnetocalóricos están montados en dos soportes fijos  $S_{UP1}$ ,  $S_{UP2}$ . El fluido primario es desplazado por unos accionadores realizados por unos pistones 3 accionados por una leva de control  $C_{70}$  cuyo perfil de leva se

realiza, se instala, se mecaniza o se rebordea sobre el rotor R<sub>2</sub>.

El generador térmico magnetocalórico 80 representado en las figuras 8A y 8B es una variante de realización del generador térmico 50 de las figuras 5A y 5B y se distingue de éste por que comprende un solo conducto de derivación D<sub>11</sub> con una zona de intercambio Z<sub>F10</sub>, dividiéndose este conducto en dos porciones después de la zona de intercambio fría Z<sub>F10</sub> para reinyectar el fluido primario en los puntos de inyección I<sub>8</sub> e I<sub>9</sub>. Esta reinyección es la misma que la descrita en referencia a las figuras 5A y 5B. Presenta la ventaja suplementaria de reducir el volumen del generador térmico 80 al necesitar menos conducto para la circulación del fluido primario.

El generador térmico magnetocalórico 90 representado en las figuras 10A y 10B comprende dos conductos de derivación D<sub>12</sub> y D<sub>13</sub> que presentan una porción común de conducto de derivación D<sub>12'</sub>. El generador térmico 90 comprende dos niveles E<sub>1</sub> y E<sub>2</sub> unidos por unos medios de desplazamiento del fluido primario o accionadores 3. Un primer nivel E<sub>1</sub> está posicionado a nivel del lado frío F del generador térmico 90 y el otro nivel E<sub>2</sub> está posicionado a nivel del lado caliente C.

El primer conducto de derivación D<sub>12</sub> une el punto de salida S<sub>7</sub> al extremo frío F del generador térmico 90 en el punto de inyección I<sub>12</sub> situado en el circuito primario P<sub>90</sub>, a nivel del extremo caliente del nivel E<sub>1</sub>, entre el accionador 3 y el extremo caliente del elemento magnetocalórico M<sub>11</sub>. El segundo conducto de derivación D<sub>13</sub> une el punto de salida S<sub>7</sub> al extremo frío F del generador térmico 90 al otro punto del circuito primario dispuesto en el lado caliente del primer nivel E<sub>1</sub>, situado entre un accionador 3 y el extremo caliente del elemento magnetocalórico M<sub>12</sub>. Los conductos de derivación D<sub>12</sub> y D<sub>13</sub> comprenden una porción de conducto D<sub>12'</sub> común en la que está integrada una zona de intercambio fría Z<sub>F11</sub> destinada a realizar el intercambio térmico entre el fluido primario y un fluido secundario del circuito secundario 61. Además, los conductos de derivación D<sub>12</sub> y D<sub>13</sub> comprenden cada uno un dispositivo que controla el sentido de circulación del fluido primario.

Así, la porción común de conducto de derivación D<sub>12'</sub> que comprende un intercambiador térmico apto para realizar un intercambio térmico con el fluido caloportador secundario del circuito secundario 61 recibe el fluido primario que sale del lado frío de los elementos magnetocalóricos M<sub>11</sub> y M<sub>12</sub> del nivel E<sub>1</sub> situado en el lado frío F cuando están en fase de desmagnetización. De esta manera, esta porción común de conducto de derivación D<sub>12'</sub> está siempre atravesada por el fluido primario cuando su temperatura es la más fría del ciclo. Esto da como resultado que se optimice el intercambio térmico en la zona de intercambio Z<sub>F11</sub>. Además, el fluido primario que ha sufrido una elevación de su temperatura debida al intercambio térmico con el circuito secundario a enfriar, se reinyecta después en el circuito primario, entre los niveles térmicos E<sub>1</sub> y E<sub>2</sub>, en un punto I<sub>12</sub>, I<sub>13</sub> del circuito primario a nivel del cual la temperatura no es la más baja. Es ventajoso en particular ajustar el caudal de fluido que puede circular hacia los conductos de derivación D<sub>12</sub> y D<sub>13</sub> con el fin de ajustar la potencia térmica que se puede intercambiar entre el circuito primario y el circuito secundario en la zona de intercambio Z<sub>F11</sub>. Así, cuanto más importante sea el caudal volumétrico de fluido primario que atraviesa esta zona de intercambio Z<sub>F11</sub>, más importante será el intercambio. De manera ventajosa, gracias al posicionamiento de la zona de intercambio Z<sub>F11</sub> en un conducto de derivación, la elevación de la temperatura del fluido primario debida al intercambio térmico en la zona de intercambio Z<sub>F11</sub> tiene muy poco, incluso ningún impacto sobre el funcionamiento del generador térmico 90, en particular sobre su capacidad para mantener un gradiente térmico con un alto rendimiento. Esto resulta posible por la reinyección del fluido primario calentado después de un intercambio térmico en una zona del circuito primario P<sub>90</sub> en la que la temperatura de fluido primario no es la más baja.

El generador térmico 90 representado en las figuras 10A y 10B es particularmente ventajoso para enfriar o atemperar en continuo un fluido secundario que circula de manera continua en el circuito secundario, a través de la zona de intercambio Z<sub>F11</sub>. En efecto, el posicionamiento de la zona de intercambio térmico Z<sub>F11</sub> integrada en serie en los conductos de derivación D<sub>12</sub>, D<sub>13</sub> en los que el fluido primario circula unidireccionalmente permite realizar un intercambio de flujo cruzado en la zona de intercambio térmico Z<sub>F11</sub>, lo cual favorece el intercambio térmico.

El generador térmico magnetocalórico 100 representado en las figuras 11A y 11B presenta las mismas ventajas que las descritas en referencia al generador térmico 90. Se distingue de éste por el desplazamiento del fluido primario en un circuito primario P<sub>100</sub> y por los ciclos magnéticos de los elementos magnetocalóricos M<sub>11</sub>, M<sub>12</sub>, M<sub>21</sub> y M<sub>22</sub>. En efecto, en el circuito primario P<sub>100</sub> representado, los elementos magnetocalóricos están unidos en serie y un medio de desplazamiento del fluido primario o accionador 3 asegura el desplazamiento alternativo en dos sentidos opuestos del fluido primario. El fluido primario atraviesa los elementos magnetocalóricos M<sub>11</sub>, M<sub>12</sub>, M<sub>21</sub> y M<sub>22</sub> en dirección al lado frío F del generador térmico 100 cuando están en un estado desmagnetizado y atraviesa los elementos magnetocalóricos M<sub>11</sub>, M<sub>12</sub>, M<sub>21</sub> y M<sub>22</sub> en dirección al lado caliente C cuando están en un estado magnetizado. Los puntos de inyección I<sub>12</sub> e I<sub>13</sub> de los conductos de derivación están posicionados entre unos elementos magnetocalóricos M<sub>11</sub>, M<sub>21</sub> y M<sub>12</sub>, M<sub>22</sub> que están, en esta variante, en un mismo estado de magnetización.

El generador térmico magnetocalórico 110 representado en las figuras 12A y 12B presenta las mismas ventajas que las descritas en referencia al generador térmico 90. Se distingue de éste por el posicionamiento de los puntos de inyección I<sub>14</sub> e I<sub>15</sub> de los conductos de derivación D<sub>14</sub> y D<sub>15</sub>. En efecto, cada punto de inyección I<sub>14</sub> e I<sub>15</sub>



está posicionado entre un elemento magnetocalórico  $M_{21}$ ,  $M_{22}$  del nivel  $E_2$  caliente y la zona de intercambio caliente  $Z_{C6}$ . Cada punto de inyección  $I_{14}$  e  $I_{15}$  permite así inyectar fluido primario cuya temperatura se ha elevado en la zona de intercambio fría  $Z_{F11}$  en el circuito primario, a la salida de un elemento magnetocalórico  $M_{21}$  o  $M_{22}$  cuyo fluido primario que ha sufrido un calentamiento sale y se dirige hacia la zona de intercambio caliente  $Z_{C6}$ .

5 Aquí, de nuevo, se reduce el impacto del intercambio térmico sobre la temperatura del fluido primario, lo cual permite realizar un intercambio térmico en la zona de intercambio fría  $Z_{F11}$  sin disminuir el rendimiento del generador térmico 110.

10 Por supuesto, el generador térmico magnetocalórico 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 según la invención puede comprender varios circuitos primarios. Además, estos circuitos primarios pueden comprender un número de elementos magnetocalóricos diferente de lo que se representa en las figuras adjuntas.

15 Además, la forma de los elementos magnetocalóricos  $M_{11}$ ,  $M_{12}$ ,  $M_{21}$ ,  $M_{22}$ ,  $M_{111}$ ,  $M_{112}$ ,  $M_{113}$ ,  $M_{114}$ ,  $M_{221}$ ,  $M_{222}$ ,  $M_{223}$  y  $M_{224}$  no está limitada a una pieza rectangular. Se puede considerar otra forma. Además, cada elemento magnetocalórico puede estar constituido por varias piezas adosadas o unidas entre sí fluidicamente en serie.

### **Posibilidades de aplicación industrial**

20 Se desprende claramente de la presente descripción que la invención permite alcanzar los objetivos fijados, a saber, permitir realizar un intercambio térmico importante o bien a nivel del lado frío F, o bien a nivel del lado caliente C del generador térmico magnetocalórico 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 sin perturbar el funcionamiento de este último y optimizando al mismo tiempo su rendimiento.

25 El generador térmico, así como el procedimiento según la invención pueden encontrar una aplicación en todos los campos térmicos, tal como, por ejemplo, el campo del calentamiento, de la climatización, del atemperado, del enfriamiento u otros, sin estar, no obstante, limitado al mismo, con unos costes competitivos y con poco espacio ocupado.

30 La presente invención no está limitada a los ejemplos de realización descritos, sino que se extiende a cualquier modificación y variante evidentes para un experto en la materia, permaneciendo al mismo tiempo en la extensión de la protección definida en las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Generador térmico magnetocalórico (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80) que comprende por lo menos un circuito primario ( $P_{10}, P_{20}, P_{30}, P_{40}, P_{50}, P_{60}, P_{70}$ ) que une fluidicamente unos elementos magnetocalóricos ( $M_{11}, M_{12}, M_{21}, M_{22}, M_{111}, M_{112}, M_{113}, M_{114}, M_{221}, M_{222}, M_{223}, M_{224}$ ) por un fluido caloportador denominado fluido primario que circula según un movimiento alternativo de vaivén, estando dichos elementos magnetocalóricos ( $M_{11}, M_{12}, M_{21}, M_{22}, M_{111}, M_{112}, M_{113}, M_{114}, M_{221}, M_{222}, M_{223}, M_{224}$ ) sometidos al campo magnético variable de un sistema magnético (2) que crea alternativamente, en cada elemento magnetocalórico ( $M_{11}, M_{12}, M_{21}, M_{22}, M_{111}, M_{112}, M_{113}, M_{114}, M_{221}, M_{222}, M_{223}, M_{224}$ ), una fase magnética de calentamiento y una fase magnética de enfriamiento, generador en el cual el circuito primario comprende un lado frío (F) y un lado caliente (C) a nivel de los cuales están unidos fluidicamente entre sí unos elementos magnetocalóricos ( $M_{11}, M_{12}, M_{111}, M_{112}$  y  $M_{21}, M_{22}, M_{223}, M_{224}$ ), estando el generador térmico caracterizado por que por lo menos uno de dichos lados caliente (C) y frío (F) del circuito primario comprende por lo menos un punto de salida ( $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6$ ) unido a otro punto del circuito primario, denominado punto de inyección ( $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7, I_8, I_9, I_{10}, I_{11}$ ) por medio de por lo menos un conducto de derivación ( $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6, D_7, D_8, D_9, D_{10}, D_{11}$ ) que permite el desplazamiento de fluido primario únicamente desde el punto de salida ( $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6$ ) hacia el punto de inyección ( $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7, I_8, I_9, I_{10}, I_{11}$ ).
2. Generador térmico según la reivindicación 1, caracterizado por que los elementos magnetocalóricos ( $M_{11}, M_{12}, M_{21}, M_{22}, M_{111}, M_{112}, M_{113}, M_{114}, M_{221}, M_{222}, M_{223}, M_{224}$ ) están distribuidos en por lo menos dos niveles ( $E_1, E_2, E_{10}, E_{20}$ ), y por que los elementos magnetocalóricos ( $M_{11}, M_{12}, M_{111}, M_{112}$ ) de uno de dichos niveles ( $E_1, E_{10}$ ) están unidos fluidicamente entre sí a nivel del lado frío (F) y los elementos magnetocalóricos ( $M_{21}, M_{22}, M_{223}, M_{224}$ ) de otro de dichos niveles ( $E_2, E_{20}$ ) están unidos fluidicamente entre sí a nivel del lado caliente (C).
3. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el conducto de derivación ( $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6, D_7, D_8, D_9, D_{10}, D_{11}$ ) está unido térmicamente a un circuito secundario (6) por lo menos por una zona de intercambio térmico ( $Z_{F1}, Z_{F2}, Z_{F3}, Z_{F4}, Z_{F5}, Z_{F6}, Z_{F7}, Z_{F8}, Z_{F9}, Z_{F10}, Z_{F11}$ ).
4. Generador térmico según la reivindicación 3, caracterizado por que la zona de intercambio térmico ( $Z_{F1}, Z_{F2}, Z_{F3}, Z_{F4}, Z_{F5}, Z_{F6}, Z_{F7}, Z_{F8}, Z_{F9}, Z_{F10}, Z_{F11}$ ) está dispuesta para realizar un desplazamiento a contracorriente entre el fluido primario y un fluido secundario de dicho circuito secundario (6).
5. Generador térmico según la reivindicación 3, caracterizado por que la zona de intercambio térmico ( $Z_{F1}, Z_{F2}, Z_{F3}, Z_{F4}, Z_{F5}, Z_{F6}, Z_{F7}, Z_{F8}, Z_{F9}, Z_{F10}$ ) está dispuesta para realizar un desplazamiento co-corriente entre el fluido primario y un fluido secundario de dicho circuito secundario (6).
6. Generador térmico según la reivindicación 3, caracterizado por que la zona de intercambio térmico ( $Z_{F1}, Z_{F2}, Z_{F3}, Z_{F4}, Z_{F5}, Z_{F6}, Z_{F7}, Z_{F8}, Z_{F9}, Z_{F10}$ ) está dispuesta para realizar un desplazamiento de corriente cruzada entre el fluido primario y un fluido secundario de dicho circuito secundario (6).
7. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el conducto de derivación ( $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6, D_7, D_8, D_9, D_{10}, D_{11}$ ) comprende un dispositivo de ajuste (5) del caudal de fluido primario que circula por el mismo.
8. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicho por lo menos un punto de salida ( $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6$ ) está situado en el lado frío (F) del circuito primario.
9. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que dicho por lo menos un punto de salida está situado en el lado caliente (C) del circuito primario.
10. Generador térmico según la reivindicación 8, caracterizado por que el punto de inyección ( $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5$ ) está situado en el lado caliente (C) del circuito primario.
11. Generador térmico según la reivindicación 9, caracterizado por que el punto de inyección está situado en el lado frío (F) del circuito primario.
12. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que el punto de inyección ( $I_6, I_7, I_{10}, I_{11}, I_{12}, I_{13}$ ) está situado entre dos niveles ( $E_1, E_2, E_{10}, E_{20}$ ) de elementos magnetocalóricos ( $M_{11}, M_{12}, M_{21}, M_{22}, M_{111}, M_{112}, M_{113}, M_{114}, M_{221}, M_{222}, M_{223}, M_{224}$ ).
13. Generador térmico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que el punto de inyección ( $I_8, I_9$ ) está situado entre unos elementos magnetocalóricos ( $M_{111}, M_{112}, M_{113}, M_{114}, M_{221}, M_{222}, M_{223}, M_{224}$ ) consecutivos de cada nivel ( $E_{10}, E_{20}$ ).
14. Procedimiento de enfriamiento de un fluido denominado fluido secundario por un generador térmico magnetocalórico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que consiste en unir

térmicamente el circuito secundario (6) en el que circula el fluido secundario por lo menos por una zona de intercambio térmico ( $Z_{F1}$ ,  $Z_{F2}$ ,  $Z_{F3}$ ,  $Z_{F4}$ ,  $Z_{F5}$ ,  $Z_{F6}$ ,  $Z_{F7}$ ,  $Z_{F8}$ ,  $Z_{F9}$ ,  $Z_{F10}$ ,  $Z_{F11}$ ) a un conducto de derivación ( $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ ,  $D_4$ ,  $D_5$ ,  $D_6$ ,  $D_7$ ,  $D_8$ ,  $D_9$ ,  $D_{10}$ ,  $D_{11}$ ) de dicho generador térmico magnetocalórico y en hacer circular en continuo dicho fluido secundario en dicho circuito secundario.

5

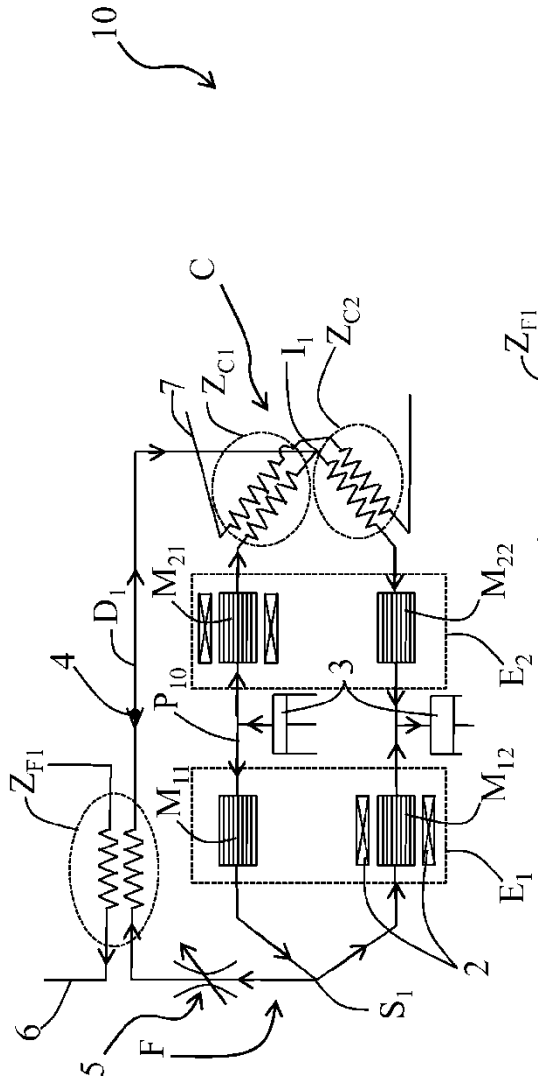


Fig. 1A

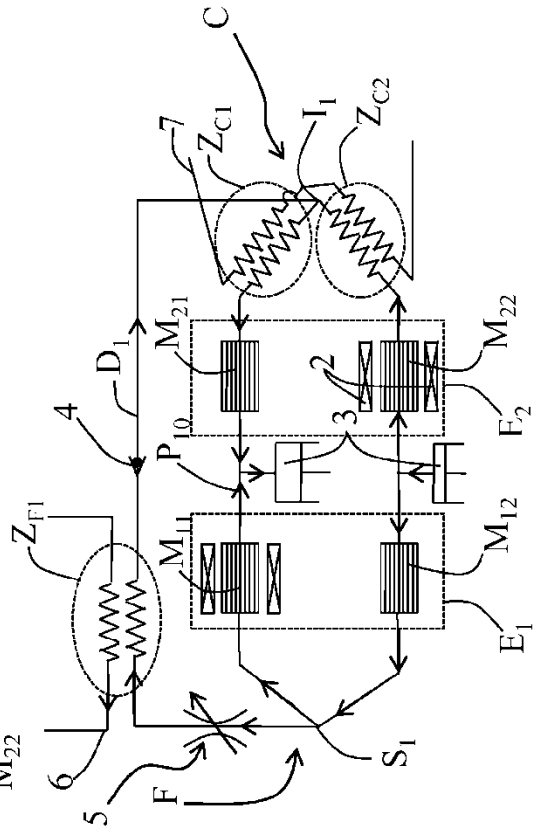


Fig. 1B

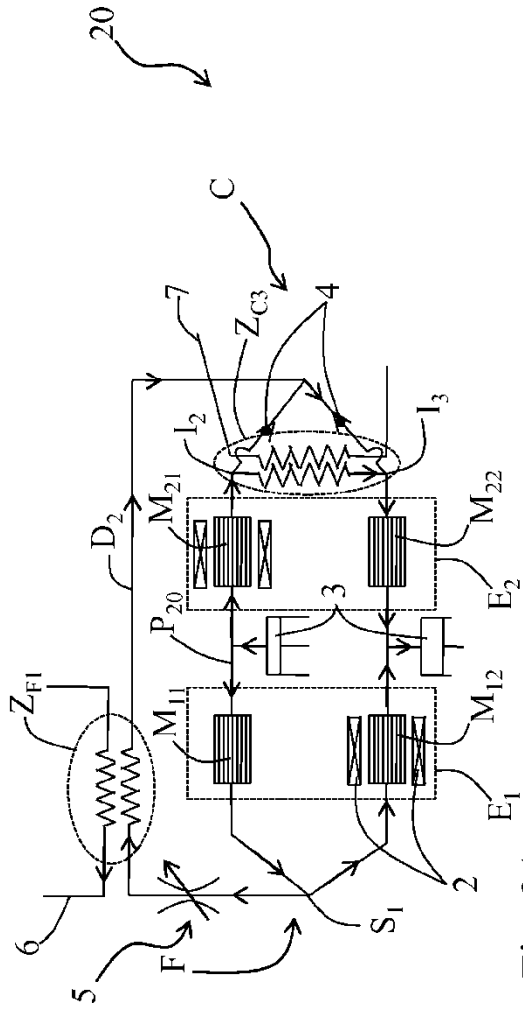


Fig. 2A

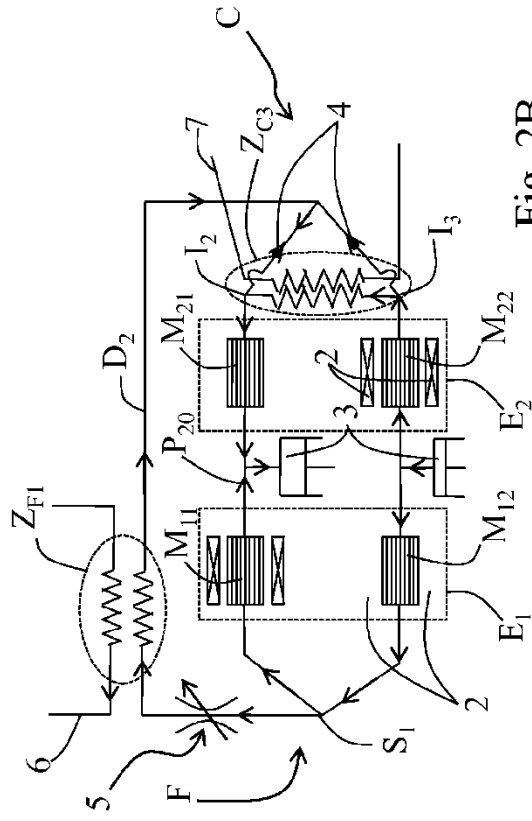


Fig. 2B

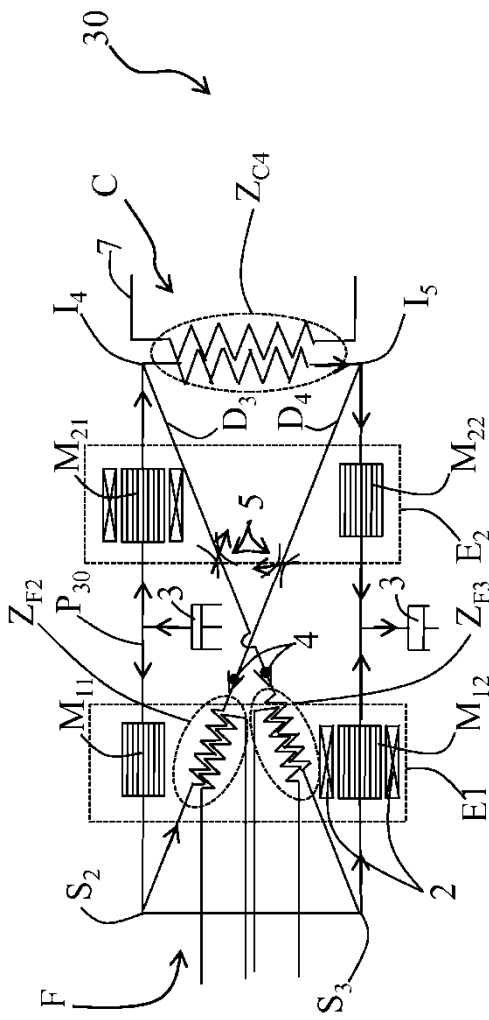


Fig. 3A

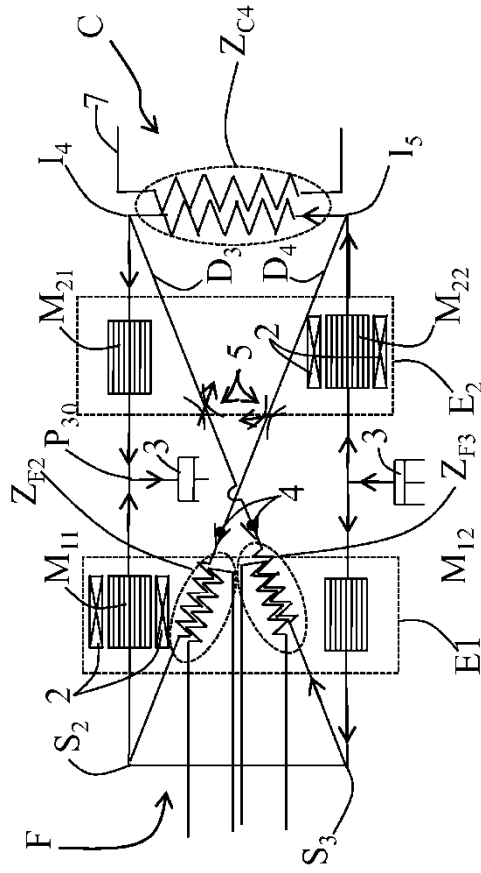


Fig. 3B



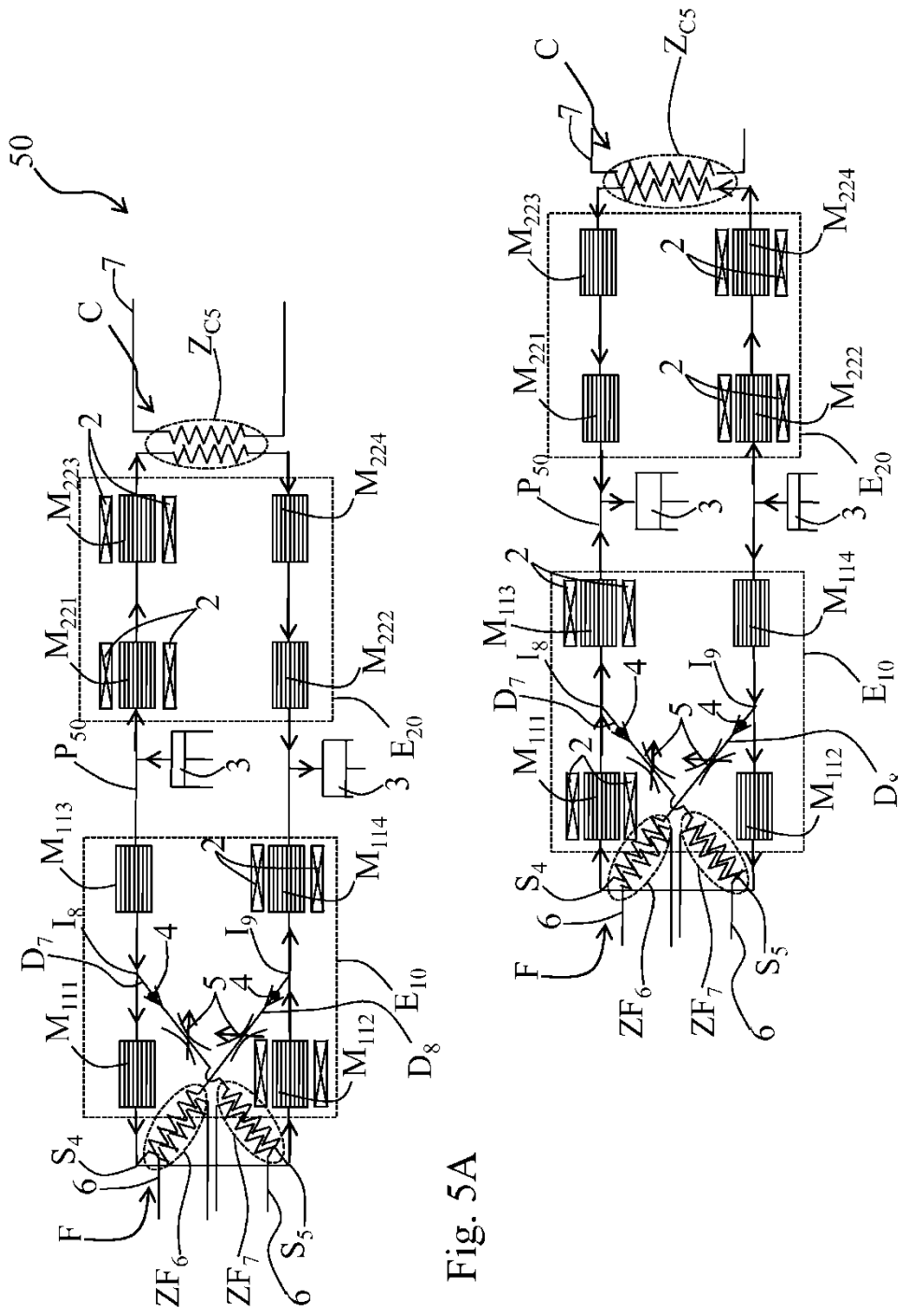


Fig. 5A

Fig. 5B



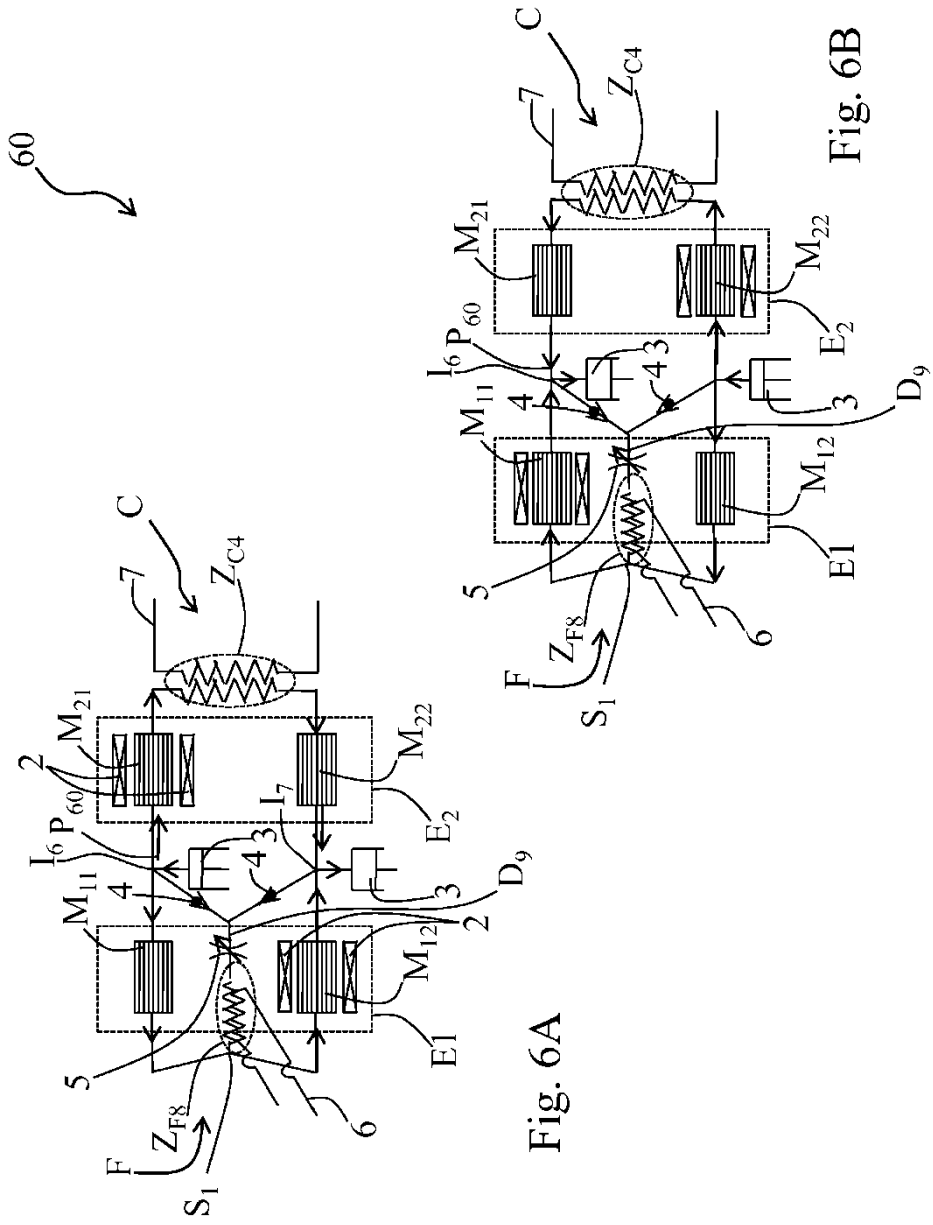


Fig. 6A

Fig. 6B

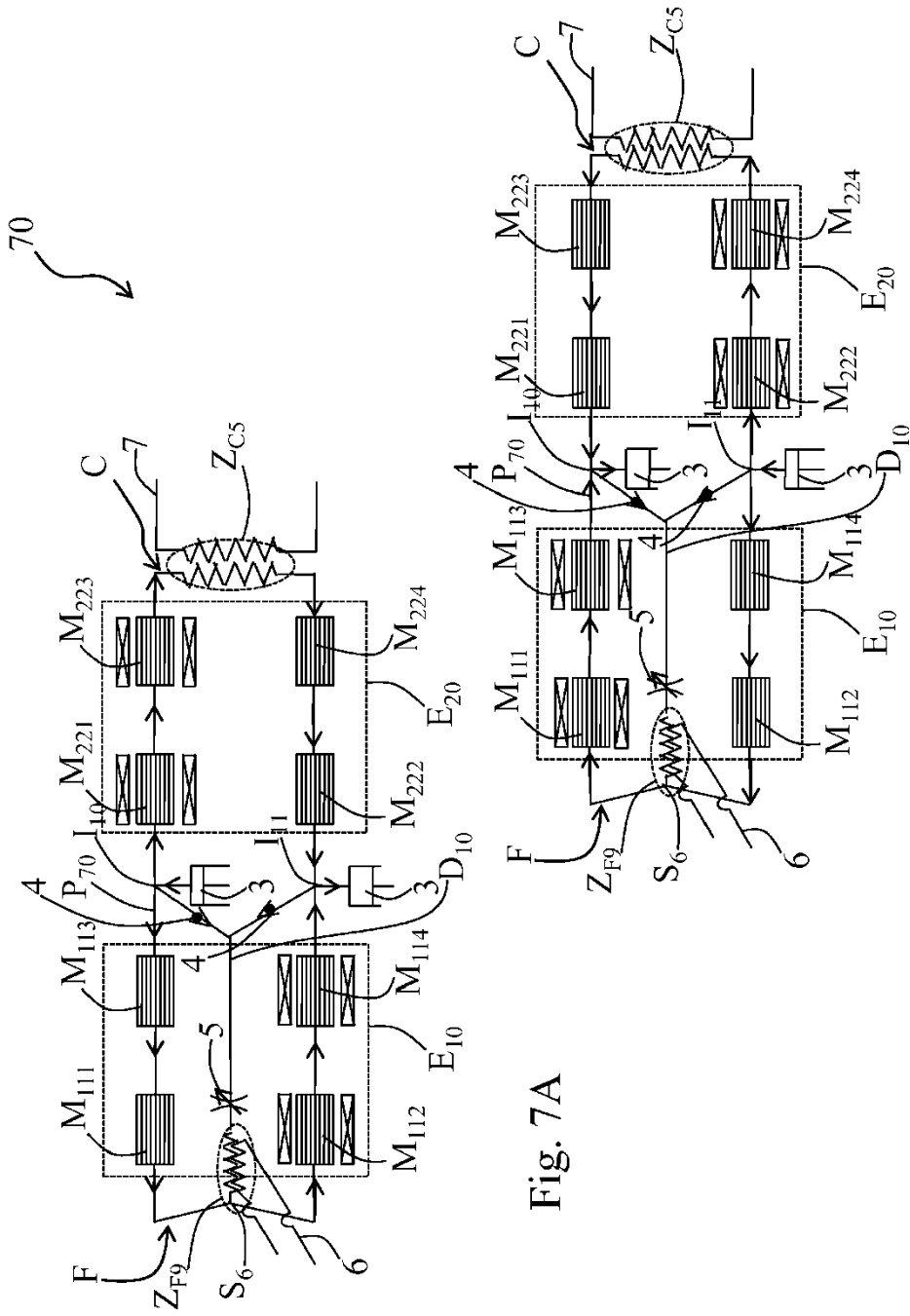


Fig. 7A

Fig. 7B

