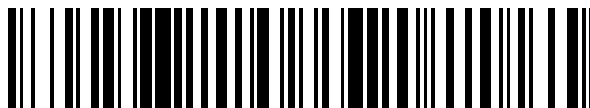


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 956 342**

21 Número de solicitud: 202200035

51 Int. Cl.:

**F02G 1/04**

(2006.01)

12

## SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

**11.05.2022**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**19.12.2023**

71 Solicitantes:

**FERREIRO GARCÍA, Ramón (100.0%)**  
**C/ Víctor López Seoane, 5, 2º Izq**  
**15007 A Coruña (A Coruña) ES**

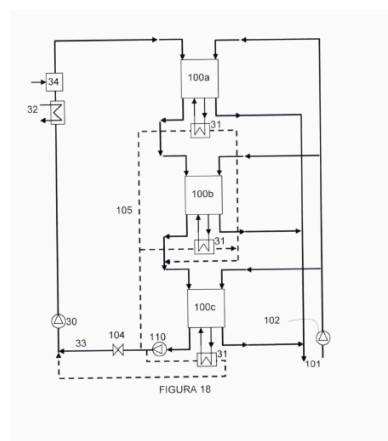
72 Inventor/es:

**FERREIRO GARCÍA, Ramón**

54 Título: **Planta termoeléctrica multiestructural policíclica y procedimientos de operación**

57 Resumen:

La invención planta termoeléctrica multiestructural policíclica y procedimientos de operación, consiste en una planta termoeléctrica que adopta opcionalmente varias configuraciones estructurales, donde cada configuración estructural puede operar con uno de entre distintos ciclos térmicos. Esta técnica constructiva multiestructural y policíclica es modularmente escalable donde los ciclos térmicos adoptados operan con procesos térmicos cerrados y sin cambio de fase, por el principio de expansión-contracción de un fluido térmico de trabajo confinado dentro de un sistema termo-actuador dotado de huelgo volumétrico interno, donde los procesos de expansión-contracción son llevados a cabo por adición-extracción de calor proporcionando alta eficiencia térmica y un gran factor de utilización del calor.



## DESCRIPCIÓN

Planta termoeléctrica multiestructural policíclica y procedimientos de operación

### 5 Campo técnico de la invención

La presente invención pertenece al campo técnico de la conversión de energía térmica a eléctrica vía energía mecánica utilizando diferentes configuraciones estructurales y ciclos térmicos de modo optativo.

10

### Objetivo de la invención

15

La invención denominada PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTIESTRUCTURAL POLICÍCLICA Y PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN, tiene por objeto la conversión de energía térmica a mecánica y/o eléctrica vía energía termo-mecánica y/o termo- hidráulica, conformando la máquina térmica objeto del invento, la cual conlleva la utilización de:

20

- uno de los ciclos térmicos elegido entre varios propuestos y disponibles,
- una de las configuraciones estructurales propuestas y disponibles,
- la característica inherente a modularidad y escalabilidad de la planta termoeléctrica.

La máquina térmica objeto del invento está configurada por dos subestructuras:

25

- sistema de transferencia de calor responsable de proporcionar calor desde una fuente térmica al fluido térmico de trabajo, así como responsable de la extracción de calor desde el fluido térmico de trabajo al sumidero de calor y recuperando el calor residual desde el sistema de extracción de calor para reutilizarlo en el ciclo térmico utilizado, y

30

- sistema de conversión termo-mecánico y/o termo-eléctrico, que conlleva actuación y conversión del movimiento rectilíneo alternativo intermitente en movimiento rotativo continuo, donde el sistema de conversión termo-mecánico o sistema termo-actuador, consiste en una de las siguientes opciones:

35

- cilindro termo-actuador de doble efecto de movimiento alternativo intermitente, o
- actuador de fuelle alternativo de doble efecto y actuación intermitente, o
- actuador termo-hidráulico de doble efecto y actuación intermitente.

### Antecedentes de la invención

40

Las máquinas térmicas convencionales conocidas hasta la actualidad tienen en común la estrategia de conversión de energía térmica a mecánica mediante transferencia de calor desde una fuente de calor de alta temperatura a la máquina térmica y de ahí, a un sumidero de calor, el cual se halla a una temperatura inferior a la de la fuente, la cual está sujeta a la limitación de la eficiencia térmica impuesta por el factor de Carnot.

45

Este tipo de máquinas térmicas se caracterizan por realizar trabajo mecánico por expansión de un fluido térmico de trabajo debido a la adición y rechazo de calor que es evacuado a un sumidero térmico, y donde su estructura termo-mecánica pueden ser clasificadas como máquinas térmicas alternativas, tales como los motores de combustión interna y las máquinas térmicas rotativas tales como las turbinas de combustión interna o las turbinas de vapor de agua.

50

Durante la última década se han desarrollado ciclos térmicos que realizan trabajo mecánico

por adición y extracción de calor con procesos térmicos de expansión y contracción de los fluidos térmico de trabajo. Tal máquina no obedece a las restricciones termodinámicas del factor de Carnot como consecuencia un nuevo concepto de ciclo térmico. El principio de funcionamiento está fundado en el efecto de expansión-contracción de un fluido térmico de trabajo tanto por adición como por extracción de calor, y cuyo principio ha sido aplicado a diversas máquinas térmicas patentadas con los números de solicitud P201700181, P201700667, P201700718, P201700724, P202000032.

Las máquinas objeto de las citadas patentes están caracterizadas por realizar trabajo mecánico mediante dos modos de conversión de energía térmica a trabajo mecánico:

- mediante un proceso de expansión del fluido térmico de trabajo debido a la adición de calor previamente añadido al fluido térmico de trabajo contenido dentro de una cavidad o depósito (huelgo volumétrico externo), conectado al cilindro actuador, así como
- mediante un proceso de contracción del fluido térmico de trabajo debido a la previa extracción de calor del fluido térmico de trabajo contenido dentro de la citada cavidad o depósito (huelgo volumétrico externo), conectado al cilindro actuador.

Asimismo, también se caracteriza por un sistema termo-actuador basado en un cilindro termo-actuador alternativo de doble efecto y movimiento alternativo continuo dotado de huelgo volumétrico (también denominados reservorios volumétricos), ubicados externamente al sistema termo-actuador o fuera del cilindro actuador si fuese el caso. Sin embargo, la máquina objeto del invento, exhibe características diferenciadoras de las máquinas referidas en las patentes citadas, destacando la configuración multiestructural y policíclica, lo cual significa que es reconfigurable tanto en su estructura mecánica como en los modos de operación mediante diferentes ciclos térmicos, donde el sistema termo-actuador está caracterizado por:

- contener huelgo volumétrico interno (confinado en el espacio volumétrico del sistema termo-actuador).
- llevar a cabo la contracción del fluido térmico de trabajo dentro del huelgo volumétrico interno del sistema termo-actuador,
- operar (realizar la conversión calor-trabajo) con movimiento alternativo discontinuo e intermitente.
- adoptar diversas configuraciones estructurales mecánicas y/o hidráulicas y
- donde cada estructura mecánica y/o hidráulica operan de modo optativo con un ciclo térmico entre varios disponibles.

Lo mencionado significa que la máquina objeto del invento, aparte de presentar novedad, actividad inventiva, utilidad y aplicación industrial, conlleva características únicas del sistema termo-actuador que incluye:

- cilindro alternativo de doble efecto o,
- fuelle termo-actuador alternativo de doble efecto o,
- depósitos termo-hidráulicos alternativos de doble efecto, así como,
- diversas estructuras mecánicas e hidráulicas para convertir movimiento alternativo discontinuo intermitente a movimiento rotativo continuo, donde todos los termo-actuadores citados operan con movimiento intermitente, y están dotados de huelgo volumétrico o reservorios volumétricos internos (incluidos dentro del sistema termo-actuador).

Estas características confieren o añaden a esta máquina versatilidad para utilizar cualquier

f fuente de energía térmica y de cualquier grado térmico, proporcionando alta eficiencia térmica con gran capacidad de recuperación de calor residual, lo que da un factor de utilización del calor elevado.

- 5 Por tanto, en el estado actual de la tecnología no se conocen máquinas térmicas alternativas de doble efecto de procesos cerrados para la conversión de energía térmica a trabajo mecánico y/o potencia eléctrica habilitadas para operar con diferentes configuraciones estructurales, así como diferentes ciclos térmicos del tipo expansión-contracción térmica del fluido térmico de trabajo.

10

## **Descripción de la invención**

### **Breve descripción de la invención**

- 15 La invención denominada PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTIESTRUCTURAL POLICÍCLICA Y PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN, tiene por objeto la conversión de energía térmica a mecánica y/o eléctrica vía energía termo-mecánica o termo- hidráulica, utilizando una estructura física entre varias estructuras objeto del invento y donde cada estructura opera con un ciclo térmico entre varios ciclos disponibles objeto del invento. Es decir que este invento consiste en utilizar uno de los ciclos térmicos elegido entre varios disponibles, así como una de las configuraciones estructurales disponibles, todo lo cual
- 20 conforma la máquina térmica objeto del invento denominada módulo de potencia.

Cada módulo de potencia adopta una configuración estructural de máquina térmica objeto del invento está configurada por dos subestructuras:

- 25 -- sistema de transferencia de calor responsable de proporcionar calor desde una fuente de energía térmica al fluido térmico de trabajo facilitando la realización de trabajo mecánico por expansión adiabática, isobárica o isotérmica, dependiendo de los procesos del ciclo térmico usado, así como responsable de la extracción de calor desde el fluido térmico de trabajo al sumidero de calor facilitando la realización de
- 30 trabajo mecánico por contracción adiabática, isobárica o isotérmica, dependiendo de los procesos del ciclo térmico utilizado, así como responsable de la recuperación del calor residual procedente del sistema de extracción de calor para ser aprovechado posteriormente, y

- 35 -- sistemas de conversión termo-mecánico y/o termo-hidráulico, donde el sistema de conversión termo-mecánico conlleva la conversión de calor a trabajo mecánico (en el caso de convertidor termo-mecánico) y actuación con realización de trabajo mecánico y conversión del movimiento alternativo intermitente en movimiento rotativo continuo, donde el sistema de conversión termo-mecánico considera las opciones siguientes:

40

- sistema de conversión termo-mecánico con actuador basado en cilindro termo-actuador de doble efecto y de movimiento alternativo intermitente,
- sistema de conversión termo-hidráulico con actuador basado en fuelle termo-actuador de doble efecto y de movimiento alternativo intermitente,

45

y donde el sistema de conversión termo-hidráulico se caracteriza por un actuador basado en depósitos termo-hidráulicos de doble efecto con actuación alternativa intermitente, donde la conversión de fuerza alternativa intermitente a fuerza continua es llevado a cabo mediante una bomba hidráulica alternativa de doble efecto, la cual acciona un motor hidráulico rotativo cuyo par puede ser aplicado a un generador eléctrico.

50

En lo que respecta a la termodinámica de operación, también se caracteriza por su capacidad para realizar de modo optativo varios ciclos térmicos, los cuales deben ser

aplicados a la máquina térmica de acuerdo con las características térmicas o grado del calor disponible tanto de la fuente como del sumidero térmicos.

5 Esta característica hace a esta máquina (dotada de huelgo volumétrico dentro del sistema termo-actuador) novedosa y versátil para utilizar cualquier fuente de energía térmica y de cualquier grado térmico con alta capacidad para la recuperación de calor residual con un alto factor de utilización del calor.

Resumiendo, las novedades inventivas de esta máquina térmica se resumen en que:

- 10 -- no requiere bomba de alimentación,  
 -- utiliza optativamente diferentes ciclos térmicos del tipo expansión-contracción térmica,  
 -- va dotado de huelgo volumétrico interno (dentro del sistema termo-actuador), --  
 15 opera con un solo calentador en convección forzada para ambas cámaras A y B del sistema termo-actuador alternativo de doble efecto,  
 -- opera con un solo enfriador en convección forzada para ambas cámaras A y B del sistema termo-actuador alternativo de doble efecto, y  
 20 -- opera con recuperación de calor residual (calor recuperado por enfriamiento del fluido térmico de trabajo al final de los procesos de expansión dentro del sistema termo-actuador).

### Descripción de las figuras

25 En esta sección se describen a modo ilustrativo y no limitativo, los componentes que constituyen la planta termoeléctrica multiestructural policíclica para facilitar la comprensión de la invención, en donde se hace referencia a las siguientes figuras:

#### Figura 1

30 La figura 1 muestra la estructura de un módulo de potencia termo mecánica que soporta el sistema de transferencia de calor hacia y desde sistema termo-actuador basado en un cilindro termo-actuador alternativo de doble efecto responsable de proporcionar calor desde una fuente térmica al fluido térmico de trabajo que hace operar al termo-actuador, así como  
 35 responsable de la extracción de calor desde el fluido térmico de trabajo del sistema termo-actuador al sumidero de calor, donde el sistema de extracción de calor va asociado con el sistema de recuperación del calor residual, calor que es capturado del sistema de extracción de calor para ser reutilizarlo aguas abajo o cascada en otro módulo de potencia de la planta. Los componentes del sistema de transferencia de calor al fluido térmico de trabajo que  
 40 opera el sistema termo-actuador basado en un cilindro termomecánico alternativo de doble efecto incluyen al menos los siguientes componentes:

- 1, sistema termo-actuador basado en un cilindro termo-mecánico alternativo de doble efecto con huelgo volumétrico interno,  
 45 11, válvula de entrada de recirculación del fluido térmico de trabajo caliente por la cámara (A) del sistema termo-actuador,  
 12, válvula de retorno del fluido térmico de trabajo caliente desde la cámara (A) del sistema termo-actuador,  
 13, válvula de entrada de recirculación del fluido térmico de trabajo frío por la cámara (A) del cilindro termo-actuador,  
 50 14, válvula de retorno del fluido térmico de trabajo frío desde la cámara (A) del sistema termo-actuador,  
 15, válvula de entrada de recirculación del fluido térmico de trabajo caliente por la cámara

- (B) del sistema termo-actuador,  
 16, válvula de retorno del fluido térmico de trabajo caliente desde la cámara (B) del sistema termo-actuador,  
 17, válvula de entrada de recirculación del fluido térmico de trabajo frío por la cámara (B) del sistema termo-actuador,  
 18, válvula de retorno del fluido térmico de trabajo frío desde la cámara (B) del sistema termo-actuador,  
 20, válvula de control de presión o temperatura de calentamiento del fluido térmico de trabajo,  
 21, calentador del fluido térmico de trabajo,  
 22, compresor de recirculación del fluido térmico de trabajo de calentamiento por convección forzada,  
 23, válvula de control de presión o temperatura de enfriamiento del fluido térmico de enfriamiento,  
 24, enfriador del fluido térmico de trabajo,  
 25, compresor de recirculación del fluido térmico de trabajo de enfriamiento por convección forzada,  
 26, válvula de bloqueo de la circulación del fluido térmico de trabajo frío, a la entrada del enfriador (2.4),  
 27, válvula de bloqueo de la circulación del fluido de térmico de trabajo frío, a la salida del enfriador (2.4),  
 28, válvula de bloqueo de la circulación del fluido térmico de trabajo frío a la entrada del intercambiador recuperador de calor (3.1),  
 29, válvula de bloqueo de la circulación del fluido térmico de trabajo frío a la salida del intercambiador recuperador de calor (3.1),  
 30, bomba de recirculación del fluido de transferencia de calor,  
 31 Intercambiador recuperador de calor,  
 32, Intercambiador de calor que suministra calor de la fuente térmica al fluido térmico de transferencia de calor,  
 33, circuito de recirculación del fluido de transferencia de calor,  
 34, calentador termoeléctrico adicional de refuerzo.

Figura 2

- La figura 2 muestra la estructura del sistema de transferencia de calor hacia y desde un el sistema termo-actuador basado en un fuelle termo-actuador alternativo de doble efecto responsable de proporcionar calor desde una fuente térmica al fluido térmico de trabajo que hace operar al sistema termo-actuador, así como responsable de la extracción de calor desde el fluido térmico de trabajo del sistema termo-actuador al sumidero de calor, donde el sistema de extracción de calor va asociado con el sistema de recuperación del calor residual, calor que es capturado del sistema de extracción de calor para ser reutilizarlo en el ciclo térmico utilizado. Los componentes del sistema de transferencia de calor al fluido térmico de trabajo que opera el sistema termo- actuador basado en un fuelle termo-actuador de doble efecto (2) son los mismos que para el sistema basado en cilindro termo-actuador alternativo de doble efecto (1) a excepción del sistema termo-actuador que está basado en fuelles termo-mecánicos alternativos de doble efecto (2). Por lo tanto, el elemento diferenciador entre el sistema termo-actuador basado en cilindro alternativo de doble efecto (1) es el elemento (2) constituido por un fuelle termo-mecánicos alternativos de doble efecto (2).

Figura 3(a)

La figura 3(a) muestra la estructura del sistema de transferencia de calor hacia y desde un el

sistema termo-actuador basado en un par de depósitos termo-hidráulicos de actuación alternativa intermitente de doble efecto (3.1). El sistema termo-actuador basado en un par de depósitos termo-hidráulicos de actuación alternativa intermitente de doble efecto (3.1) utiliza la misma notación para cada cámara de gas A y B que para los cilindros alternativo de doble efecto y para los fuelles alternativos de doble efecto.

Los componentes del sistema de transferencia de calor al fluido térmico de trabajo que opera el sistema termo-actuador basado en un par de depósitos termo-hidráulicos (3.1) son los mismos que para el sistema basado en cilindro termo-actuador alternativo de doble efecto (1) a excepción del sistema termo-actuador que está basado en un par de depósitos termo-hidráulicos (3.1). Por lo tanto, el elemento diferenciador entre el sistema termo-actuador basado en cilindro alternativo de doble efecto es el elemento (3.1) constituido por un par de depósitos termo-hidráulicos (3.1).

Figura 3(b)

La figura 3(b) muestra la misma estructura que la figura 3(b), solo que el par de depósitos termo-hidráulicos (3.1) se halla representado en una posición adecuada para su posible implementación, donde se muestra la disposición de los conductos de entrada y salida que accionan mediante sus respectivas válvulas un grupo generador hidráulico que consta de un motor hidráulico acoplado mediante eje a un generador eléctrico mostrado en la figura 3(a).

Figuras 4, 5 y 6

En las figuras 4, 5 y 6 se ilustran la variedad de sistemas de conversión termo- mecánica y/o eléctrica, que conllevan las tareas de actuación y conversión del movimiento de desplazamiento rectilíneo alternativo e intermitente en movimiento rotativo continuo, donde el sistema de conversión termo-mecánico considera las opciones siguientes:

- termo-actuador basado en cilindro alternativo de doble efecto y movimiento intermitente,
- termo-actuador basado en fuelle alternativo de doble efecto y movimiento intermitente, y
- termo-actuador basado en depósitos termo-hidráulicos de doble efecto y movimiento alternativo intermitente.

Figura 4

En la figura 4 se representan las configuraciones 4(a), 4(b), 4(c), 4(d) y 4(e) del sistema de actuación y conversión del movimiento de desplazamiento rectilíneo alternativo e intermitente en movimiento rotativo continuo dotado de cilindro termo- actuadores de doble efecto de movimiento alternativo intermitente.

Figura 4(a)

En la figura 4(a) se muestra el sistema de conversión de energía térmica a energía mecánica de rotación, mediante un cilindro termo-actuador alternativo de doble efecto, el cual convierte el movimiento alternativo e intermitente del cilindro actuador, a movimiento alternativo continuo, seguido del conversor de movimiento alternativo continuo a movimiento rotativo continuo para lo cual, se proponen al menos los siguientes componentes:

- 1.1 y 1.2, par de cilindros termo-actuadores de doble efecto de movimiento alternativo e intermitente,
- 40, cilindro hidráulico de bloqueo de movimiento alternativo,
- 41, válvula de bloqueo de movimiento del cilindro hidráulico (40),

42, cilindro hidráulico de bloque de movimiento alternativo,  
 43, válvulas de bloqueo de movimiento del cilindro hidráulico (42),  
 44, barra de adición y sustracción de movimientos alternativos de los cilindros hidráulicos de  
 5 bloqueo de movimiento alternativo (40) y (42) para conseguir un movimiento alternativo  
 continuo (no intermitente) sobre el módulo de conversión (45). 45, módulo de conversión del  
 movimiento alternativo continuo en movimiento de rotación continuo basado en cremallera  
 dentada-engranaje o "mangle-rack" en inglés.

#### Figura 4(b)

En la figura 4(b) se muestra el sistema de conversión de energía térmica a energía  
 mecánica de rotación, mediante un cilindro termo-actuador alternativo de doble efecto, el  
 cual convierte el movimiento alternativo e intermitente del cilindro actuador, a movimiento  
 15 alternativo continuo y, donde el movimiento alternativo continuo es convertido a movimiento  
 rotativo continuo, para lo cual, se proponen al menos los siguientes componentes:

1.1 y 1.2, par de cilindros termo-actuadores de doble efecto de movimiento alternativo e  
 intermitente responsables de transferir su movimiento alternativo e intermitente a los  
 cilindros hidráulicos (50) y (55) respectivamente,

50, cilindro-bomba hidráulica de movimiento alternativo accionado por el cilindro (1.1),  
 51, válvula de descarga de aceite en movimiento de retroceso del cilindro (1.1),  
 52, válvula de descarga de aceite en movimiento de avance del cilindro (1.1),  
 53, válvula de succión de aceite en movimiento de retroceso del cilindro (1.1),  
 25 54, válvula de succión de aceite en movimiento de avance del cilindro (1.1),  
 55, cilindro-bomba hidráulica de movimiento alternativo accionado por el cilindro (1.2),  
 56, válvula de descarga de aceite en movimiento de retroceso del cilindro (1.2),  
 57, válvula de descarga de aceite en movimiento de avance del cilindro (1.2),  
 58, válvula de succión de aceite en movimiento de retroceso del cilindro (1.2),  
 30 59, válvula de succión de aceite en movimiento de avance del cilindro (1.2),  
 60, cilindro de doble carrera por adición de las carreras de los cilindros (50) y (.5),  
 61, válvula de descarga de aceite en movimiento de avance del cilindro (50),  
 62, válvula de descarga de aceite en movimiento de retroceso cilindro (51),  
 63, válvula de succión de aceite en movimiento de avance del cilindro (50),  
 35 64, válvula de succión de aceite en movimiento de retroceso del cilindro (51),  
 65, módulo de conversión del movimiento alternativo continuo a movimiento de rotación  
 continuo.

#### Figura 4(c)

En la figura 4(c) se muestra el sistema de conversión de energía térmica a energía  
 mecánica de rotación, mediante un cilindro termo-actuador alternativo de doble efecto, el  
 cual convierte el movimiento alternativo e intermitente del cilindro actuador, a movimiento  
 alternativo continuo, donde el movimiento alternativo continuo es convertido a movimiento  
 45 rotativo continuo para lo cual, se proponen la sustitución del módulo de conversión (4.5)  
 mostrado en la figura 4(b) por el módulo (6.5) que consiste en un sistema de cruceta-biela-  
 cigüeñal mostrado en la figura 4(c), que comprende los siguientes elementos:

1.1 y 1.2, par de cilindros termo-actuadores de doble efecto y movimiento alternativo e  
 intermitente,  
 50 50, cilindro de bombeo hidráulico alternativo discontinuo responsable del accionamiento  
 intermitente del cilindro (60) durante las carreras de avance y retroceso del cilindro termo-  
 actuador (1.1) lo que equivale a media carrera del cilindro (60),

51, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (1.1) cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de retroceso,  
 52, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (1.1) y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de avance,  
 5 53, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 1.1 y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de avance,  
 54, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 1.1 cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de retroceso,  
 55, cilindro de bombeo hidráulico alternativo discontinuo responsable del accionamiento intermitente del cilindro (60) durante las carreras de avance y retroceso del cilindro termo-actuador (1.2) lo que equivale a media carrera del cilindro (60),  
 10 56, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (1.2) y cilindro de bombeo hidráulico (55) se hallan en la carrera de retroceso,  
 57, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (1.2) y cilindro de bombeo hidráulico (55) se hallan en la carrera de avance,  
 15 58, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 1.2 y cilindro de bombeo hidráulico (55) se hallan en la carrera de avance,  
 59, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 1.2 y cilindro de bombeo hidráulico (55) se hallan en la carrera de retroceso,  
 20 60, cilindro alternativo continuo de accionamiento de módulo de conversión de movimiento alternativo a rotativo (65) mediante vástago-cruceta-biela-cigüeñal,  
 61, válvula de entrada de aceite al cilindro (60) para realizar la carrera de avance,  
 62, válvula de entrada de aceite al cilindro (60) para realizar la carrera de retroceso,  
 63, válvula de salida de aceite del cilindro (60) para realizar la carrera de retroceso,  
 25 64, válvula de salida de aceite del cilindro (60) para realizar la carrera de avance,  
 65, módulo de conversión de movimiento alternativo a rotativo mediante vástago-cruceta-biela-cigüeñal.

#### Figura 4(d)

30 En la figura 4(d) se muestra el sistema de conversión de energía térmica a energía mecánica de rotación. Consiste en al menos un par de cilindros termo-actuadores alternativos de doble efecto (1.1) y (1.2) donde cada uno de los cuales acciona una bomba hidráulica alternativa de doble efecto (50) y (55) Las mencionadas bombas hidráulicas  
 35 alternativas de doble efecto (50) y (55) suministran fluido hidráulico a alta presión a un motor hidráulico rotativo (66) que acciona un generador eléctrico (67), conformando un módulo termo-hidráulico de generación eléctrica.

40 El conjunto mostrado en la figura 4(d) está constituido por al menos los siguientes componentes:

1.1 y 1.2, par de cilindros termo-actuadores de doble efecto de movimiento alternativo e intermitente responsables de transferir su movimiento alternativo e intermitente a las bombas hidráulicas (50) y (55) respectivamente,  
 45 50, bomba hidráulica de movimiento alternativo accionada por el cilindro termo- actuador (1.1),  
 51, válvula de descarga de aceite en movimiento de retroceso del cilindro (1.1),  
 52, válvula de descarga de aceite en movimiento de avance del cilindro (1.1),  
 53, válvula de succión de aceite en movimiento de retroceso del cilindro (1.1),  
 50 54, válvula de succión de aceite en movimiento de avance del cilindro (1.1),  
 55, cilindro-bomba hidráulica de movimiento alternativo accionado por el cilindro (1.2),  
 56, válvula de descarga de aceite en movimiento de retroceso del cilindro (1.2),

57, válvula de descarga de aceite en movimiento de avance del cilindro (1.2),  
 58, válvula de succión de aceite en movimiento de retroceso del cilindro (1.2),  
 59, válvula de succión de aceite en movimiento de avance del cilindro (1.2),  
 66, motor hidráulico rotativo, para accionar un generador eléctrico (67) o un sistema que  
 5 demande energía mecánica rotativa mediante un eje de acoplamiento entre motor y  
 generador,  
 67, generador eléctrico.

Figura 4(e)

En la figura 4(e) se muestra una aplicación preferente de la invención, la cual consiste

en el acoplamiento en paralelo de varios módulos termo-hidráulicos similares al mostrado en  
 la figura 4(d), los cuales están acoplados mecánicamente por un eje de rotación que acciona  
 un generador eléctrico (67) y donde cada módulo termo- hidráulico está basada en el  
 sistema de conversión de energía térmica a energía mecánica de rotación mostrado en la  
 figura 4(d), donde cada módulo termo-hidráulico consiste en al menos un par de cilindros  
 termo-actuadores alternativos de doble efecto (1.1) y (1.2) donde cada uno de los cuales  
 acciona una bomba hidráulica alternativa de doble efecto (50) y (55) Las mencionadas  
 bombas hidráulicas alternativas de doble efecto (50) y (55) suministran fluido hidráulico a  
 alta presión a un motor hidráulico rotativo (66) que acciona un generador eléctrico (67).

Figura 5

En la figura 5 se representan las configuraciones 5(a), 5(b), 5(c) y 5(d) del sistema de  
 actuación y conversión del movimiento de desplazamiento rectilíneo alternativo e  
 intermitente en movimiento rotativo continuo, dotado de pares de fuelles (2.1) y (2.2) termo-  
 actuadores de doble efecto y movimiento alternativo intermitente. La estructura del sistema  
 de actuación y conversión del movimiento de desplazamiento rectilíneo alternativo e  
 intermitente en movimiento rotativo continuo equipado con pares de fuelles (2.1) y (2.2) es  
 similar al de la figura 4(a), 4(b), 4(c) y 4(d) equipado con pares de cilindros termo-actuadores  
 (1.1) y (1.2).

Figura 6(a)

En la figura 6(a) se representa el sistema de actuación y conversión del movimiento de  
 desplazamiento alternativo e intermitente de un fluido hidráulico entre al menos un par de  
 depósitos termo-hidráulicos (3.1) de doble efecto en movimiento rotativo continuo mediante  
 un motor hidráulico rotativo (66) responsable de convertir el movimiento rotativo en energía  
 eléctrica mediante un generador eléctrico (67), donde los depósitos termo-hidráulicos (3.1)  
 realizan la misma función que los módulos mostrados en las figuras 4(d) y 5(d), y están  
 alimentados térmicamente por un sistema de transferencia de calor similar al mostrado en la  
 figura 1. De manera más explícita, ilustra la configuración del sistema de conversión termo-  
 hidráulica implementada mediante al menos un par de depósitos termo-hidráulicos (3.1),  
 mostrados en las figuras 6(a) y 6(b) responsables de convertir la energía térmica del fluido  
 térmico de trabajo en energía potencial hidráulica, la cual es transferida a un motor  
 hidráulico rotativo para accionar un generador eléctrico detallado en la figura 6(a). La figura  
 6(a) muestra el conjunto de dispositivos que constituyen un sistema termo-actuador  
 hidráulico basado en al menos un par de depósitos termo-hidráulicos (3.1), el cual está  
 formado por al menos los siguientes componentes:  
 (3.1), par de depósitos termo-hidráulicos (3.1A) y (3.1B) de doble efecto de movimiento  
 alternativo e intermitente, responsables de transferir fluido hidráulico al motor hidráulico  
 rotativo (66),

66, motor hidráulico rotativo, para accionar un generador eléctrico (67) o un sistema que demande energía mecánica rotativa mediante un eje de acoplamiento entre motor y generador,

67, generador eléctrico,

5 71, válvula de descarga de aceite hidráulico desde el depósito termo-hidráulico (3.1A) al motor hidráulico rotativo (66),

72, válvula de retorno de aceite hidráulico desde el motor hidráulico rotativo (66) al depósito termo-hidráulico (3.1B).

10 73, válvula de descarga de aceite hidráulico desde el depósito termo-hidráulico (3.1B) al motor hidráulico rotativo (66),

74, válvula de retorno de aceite hidráulico desde el motor hidráulico rotativo (66) al depósito termo-hidráulico (3.1A).

Figura 6(b)

15 La figura 6(b) ilustra una aplicación preferente de la invención mostrando el acoplamiento de un conjunto de cuatro unidades termo-hidráulicas (3.1), (3.2), (3.3) y (3.4) accionando un generador eléctrico (67) por medio de sendos motores hidráulicos (6.6) acoplados mediante un eje rotativo común, donde cada unidad termo-hidráulica está formada por un par de depósitos termo-hidráulicos, (3.1), (3.2), (3.3) y (3.4), donde para conseguir movimiento rotativo continuo, se acoplan de manera que cada dos pares de depósitos termo-hidráulicos accionan un motor hidráulico (66), y donde los dos motores hidráulicos accionan un generador eléctrico u otro dispositivo que demande energía mecánica de rotación, tal como los sistemas de propulsión marina, aérea mediante hélice o de tracción ferroviaria.

### 25 Ciclos térmicos propuestos, según figuras 7, 8, 9, 10, 11 y 12

Las figuras 7 a 12 ilustran los ciclos térmicos susceptibles de operar con la máquina objeto del invento.

30 La notación asumida para la descripción de los diagramas T-s y p-V de los ciclos térmicos representados en las figuras de 7 a 12 es la siguiente:

35 presión, p; volumen, V; temperatura, T; entropía, s; calor añadido al ciclo, q<sub>i</sub>; calor extraído del ciclo, q<sub>o</sub>; trabajo añadido al ciclo, w<sub>i</sub>; trabajo extraído del ciclo, w<sub>o</sub>.

40 En concordancia con la citada notación, el nombre asignado a cada ciclo térmico contiene un número de caracteres igual al de procesos cerrados que constituyen cada ciclo, donde cada carácter del nombre identifica el tipo de proceso realizado en el ciclo, de modo que un proceso isocórico a volumen "V" constante, se denota por V, un proceso isentrópico a entropía "s" constante, se denota por s, un proceso isotérmico a temperatura T constante, se denota por T, y un proceso isobárico a presión "p" constante, se denota por p, resultando que:

45 las figuras 7(a) y 7(b), muestra los diagramas T-s (temperatura-entropía) y p-V (presión-volumen) del ciclo térmico VsVs, lo cual significa (proceso isocórico V, seguido de un proceso adiabático s, seguido de un proceso isocórico V, y seguido de un proceso adiabático s),

Figuras 8(a) y 8(b)

- 5 las figuras 8(a) y 8(b) muestra los diagramas T-s y p-V del ciclo térmico VTVT, (proceso isocórico, seguido de un proceso isotérmico, seguido de un proceso isocórico y seguido de un proceso a isotérmico).

Figuras 9(a) y 9(b)

- 10 las figuras 9(a) y 9(b), muestra los diagramas T-s y p-V del ciclo térmico VTVT, (proceso isocórico, seguido de un proceso isotérmico, seguido de un proceso isocórico y seguido de un proceso a adiabático)

15 Figuras 10(a) y 10(b)

las figuras 10(a) y 10(b), muestra los diagramas T-s y p-V del ciclo térmica pVs, (proceso isobárico, seguido de un proceso isocórico, seguido de un adiabático).

20 Figuras 11(a) y 11(b)

las figuras 11(a) y 11(b), muestra los diagramas T-s y p-V del ciclo térmico PVT. (proceso isobárico, seguido de un proceso isocórico, seguida de un isotérmico),

25 Figuras 12(a) y 12(b).

las figuras 12(a) y 12(b), muestra los diagramas T-s y p-V del ciclo térmica TVp, (proceso isotérmico, seguido de un proceso isocórico, seguido de un proceso adiabático)

30 **Figuras relacionadas con los sistemas de control de los procesos térmicos asociadas a cada ciclo térmico.**

Con el objeto de facilitar la comprensión del sistema de control de presión y temperatura, así como los procesos isocóricos y adiabáticos para la ejecución de los procesos térmicos asociados con los ciclos térmicos propuestos, se describen las figuras correspondientes en base a la notación de variables y parámetros asociados según se indica a continuación.

La notación asumida para variables y parámetros de los sistemas termo-actuadores alternativos (cilindro, fuelle o depósito termo-hidráulico) es la siguiente:

- 40  $X_0$ , distancia longitudinal del huelgo volumétrico interno dentro de un sistema termo-actuador, tal como cilindro, fuelle o depósito termo-actuador de sección circular,  
 $A_c$ , área de la sección transversal circular del huelgo volumétrico interno,  
 $X$ , distancia recorrida por el émbolo, o la superficie de la sección transversal del sistema termo-hidráulico,  
 45  $X_1$ , desplazamiento total (carrera) del embolo, o fuelle o superficie hidráulica del sistema termo-actuador,  
 $V_0$ , volumen del huelgo volumétrico interno (volumen muerto:  $V_0 = A \cdot X_0$ )  
 $V$ , volumen del gas cuando el émbolo ha recorrido la distancia  $X$ ;  $V = A_c \cdot (X_0 + X)$ ,  
 50  $V_1$ , volumen del gas cuando el émbolo ha recorrido la distancia  $X_1$ ;  $V_1 = A_c \cdot (X_0 + X_1)$ ,  
 $V_{exp}$ , volumen de expansión,  
 $V_{cont}$ , volumen de contracción,  
 $V_{exp} = V_{cont} = A_c \cdot X_1$ ,

Cp, calor específico a presión constante del fluido térmico de trabajo,  
 Cv, calor específico a volumen constante del fluido térmico de trabajo,  
 Cp - Cv = R constante general de los gases perfectos.

Durante las tareas de control de los procesos de expansión-contracción isotérmicas e isobáricas se hacen necesarias la estimación de los valores de la presión de referencia requerida ( $p_{ref}$ ) (presión deseada durante el proceso considerado). La determinación de  $p_{ref}$  es utilizada para la conseguir el valor de una temperatura de referencia  $T_{ref}$  especificada para cada proceso isotérmico.

### **Determinación del valor de referencia de la presión y temperatura para el control de procesos isobáricos y procesos isotérmicos de los ciclos propuestos**

Para la descripción de los valores de referencia de presión y temperatura en procesos isobáricos e isotérmicos llevados a cabo en varios de los ciclos térmicos propuestos, se adoptan tanto la notación como algunas definiciones inherentes a esta descripción.

Así, siendo,

Ac, la sección transversal sistema termo-actuador (cilindro actuador, fuelle termo- actuador o depósito cilíndrico termo-actuador), y siendo

$V = Ac \cdot (X_0 + X)$  el volumen del cilindro en un punto X de la carrera, a partir de la ecuación general de los gases perfectos se tiene,

$$p \cdot V = p \cdot Ac(X + X_0) = R \cdot T = (Cp - Cv) \cdot T$$

De la ecuación previa resulta que la presión en función de la posición X de la carrera resulta ser

$$p = \frac{R \cdot T}{Ac \cdot (X + X_0)}$$

Esta ecuación proporciona la presión necesaria y por tanto la presión deseada o presión de referencia ( $p_{ref}$ ) para conseguir la temperatura constante T durante un proceso isotérmico.

Entonces la expresión que especifica la presión de referencia  $p_{ref}$  necesaria para mantener la temperatura en el valor de referencia  $T_{ref}$  mostrado en la expresión previa, queda adaptada para introducir en el diagrama de bloques de control del esquema mostrado en la figura 13(c) de la siguiente forma:

$$p_{ref} = \frac{R \cdot T_{ref}}{Ac \cdot (X + X_0)}$$

Las siguientes figuras y/o esquemas están asociados con el sistema de control:

Figuras 13

Las figuras 13 comprenden o se refiere a las figuras 13(a), 13(b), 13(c) y 13(d), 13(e), por medio de las cuales se ilustran las técnicas propuestas para controlar los flujos de calor a

cada uno de los procesos de cada ciclo térmico ejecutado en cualquiera de las estructuras de máquina consideradas.

En general, se propone el control de

- procesos isocóricos (donde la válvula de control (20) permanece abierta totalmente), --
- procesos adiabáticos (donde la válvula de control (23) permanece totalmente), así como
- procesos de regulación automática de presión en procesos isobáricos y
- procesos de regulación automática de temperatura en procesos isotérmicos.

La descripción de estas tareas de control requiere de la información proporcionada por las figuras Figura 13(a), Figura 13(b), Figura 13(c), Figura 13(d), y Figura 13(e), donde se describen los modos de operación de los procesos de control:

En la figura 13(a) se muestra la notación de los parámetros manejados en un sistema termo-actuador basado en el cilindro termo-actuador alternativo de doble efecto, destacando las dimensiones longitudinales del huelgo volumétrico interno de longitud ( $X_0$ ), así como las dimensiones de la carrera del cilindro actuador entre ( $X_0$ ) y ( $X_1$ ) donde el volumen actual está dado como  $V=Ac. (X_0 + X)$ , que incluye el volumen inicial  $X_0$  y el volumen expandido  $X$  (desplazamiento del émbolo desde  $X_0$ , hasta  $X$ ) según la figura 13(a).

La figura 13(b) ilustra un diagrama p-X (presión-posición del émbolo), el cual muestra las presiones en función de la carrera en un proceso de expansión entre  $X_0$  y  $X_1$ , donde las presiones varían entre  $p_0$  y  $p_1$ . En el caso de una contracción ocurre lo mismo, pero en sentido de desplazamiento contrario.

La figura 13(c) muestra el sistema de control por realimentación de presión por medio del correspondiente diagrama de bloques (obedece al algebra de bloques, método usual en dinámica de sistemas lineales o linealizados), destinado a regular o modular el flujo o caudal de fluido térmico de transferencia de calor para mantener la presión de proceso constante durante la expansión en procesos isobáricos de adición de calor. Consiste en un sistema de control por realimentación negativa de la presión actual dentro del cilindro actuador (1).

Los componentes fundamentales del sistema de control en cascada mostrados en la figura 13 (c) incluyen al menos los siguientes componentes:

1, sistema termo-actuador basado en un cilindro alternativo de doble efecto dotado de huelgo volumétrico interno,

20, válvula de control (tanto de presión como de temperatura según el proceso a controlar), responsable de la regulación o modulación del caudal de fluido térmico de transferencia de calor transferido de la fuente de calor al cilindro termo-actuador,

21, calentador del fluido térmico de trabajo, de transferencia de calor por convección forzada a contracorriente,

32, Intercambiador de calor entre la fuente térmica y el fluido térmico de transferencia de calor,

34, calentador de refuerzo adicional con energía eléctrica,

77, regulador responsable de modular la posición de la válvula de control (tanto de presión como de temperatura),

pT, transmisor de presión capturada dentro del cilindro (1).

La figura 13 (d) muestra el diagrama de bloques del sistema de control de temperatura destinado a mantener la temperatura del fluido térmico de trabajo durante los procesos de

expansión o contracción isotérmicas en el valor constante deseado. El sistema de control consta de dos bucles o lazos de control acoplados en cascada, donde el circuito externo determina el valor de referencia o valor deseado de la presión durante el proceso isotérmico, utilizando la salida del bloque de cálculo (80), mostrado en la expresión anterior, la cual está expresada en función de la variable de realimentación positiva ( $X$ ), que es la posición del émbolo, y en función de la temperatura de referencia deseada ( $T_{ref}$ ), mientras que el circuito interno (mostrado en detalle en la figura 13(c), modula el caudal másico o flujo del fluido térmico de transferencia de calor (calentamiento) mediante la válvula de control (20) modulada por un regulador (77) cuya variable de realimentación negativa es la presión actual dentro del sistema termo-actuador.

Los componentes fundamentales del sistema de control en cascada mostrados en la figura 13 (d) incluyen al menos:

- 1, sistema termo-actuador basado en un cilindro alternativo de doble efecto dotado de huelgo volumétrico interno
- 20, válvula de control (tanto de presión como de temperatura según el proceso a controlar), responsable de la modulación del caudal de calor transferido de la fuente de calor al cilindro termo-actuador,
- 21, calentador del fluido térmico de trabajo, de transferencia de calor por convección forzada a contracorriente,
- 32, Intercambiador de calor entre la fuente térmica y el fluido térmico de transferencia de calor,
- 34, calentador de refuerzo adicional de energía eléctrica,
- 77, regulador responsable de modular la posición de la válvula de control de presión o temperatura,
- 80, bloque calculador de la presión deseada para introducir el valor deseado del regulador (77),
- pT, transmisor de presión dentro del cilindro (1),
- XT, transmisor de la posición del émbolo del cilindro (1).

La figura 13(e) representa un diagrama T-X (temperatura-posición del émbolo) en procesos isobáricos, donde se observa como varía la temperatura del fluido térmico de trabajo en función de la posición del émbolo ante un proceso de expansión isobárico, cuyo sistema de control o realimentación de la presión se muestra en la figura 13(a).

#### Figuras 14

Las figuras 14 ilustran la estructura de control por medio de diagramas de bloques que ilustran la lógica de conmutación o control por conmutadores para los circuitos de adición de calor o calentamiento y extracción de calor o enfriamiento, respectivamente mediante las dos figuras 14(a) y 14(b), donde cada proceso a realizar requiere de la combinación de una lógica de conmutación específica requerida por el proceso térmico a realizar

Figura 14(a): Los componentes fundamentales del sistema de control en cascada para los procesos de adición de calor o calentamiento mostrados en la figura 14(a), incluyen al menos los siguientes componentes:

- 1, sistema termo-actuador basado en un cilindro alternativo de doble efecto dotado de huelgo volumétrico interno,
- 20, válvula de control de presión o temperatura de calentamiento, responsable de la modulación del caudal de calor transferido de la fuente de calor al cilindro termo-actuador,
- 21, calentador del fluido térmico de trabajo, de transferencia de calor por convección forzada

- a contracorriente,  
 32, Intercambiador de calor entre la fuente térmica y el fluido térmico de transferencia de calor,  
 34, calentador de refuerzo adicional de energía eléctrica,  
 5 75, conmutador selector del modo de control de la válvula (20) con modo isocórico (78) o modo regulación (77),  
 76, conmutador selector del modo de control de la válvula (20) con modo isobárico (79) o modo isotérmico (80),  
 10 77, regulador responsable de modular el flujo de calor mediante ajuste de la posición de la válvula de control (20) de presión o temperatura,  
 78, posición del conmutador selector en modo de control isocórico,  
 79, posición del conmutador selector en modo de control isobárico,  
 80, posición del conmutador selector en modo de control isotérmico. Consiste en un bloque calculador de la presión deseada para introducir el valor deseado del regulador (77),  
 15 pT, transmisor de presión actual dentro del cilindro termo-actuador (1) u otro sistema termo-actuador considerado,  
 XT, transmisor de la posición del émbolo del cilindro termo-actuador (1) u otro sistema termo-actuador considerado,
- 20 Figura 14(b): Los componentes fundamentales del sistema d control en cascada para los procesos de extracción de calor o enfriamiento mostrados en la figura 14(b), incluyen al menos los siguientes componentes:
- 1, sistema termo-actuador basado en un cilindro alternativo de doble efecto dotado de  
 25 huelgo volumétrico interno,  
 23, válvula de control de presión o temperatura de enfriamiento, responsable de la modulación del caudal de calor transferido desde el fluido térmico de trabajo desde el cilindro termo-actuador al sumidero térmico,  
 24, enfriador del fluido térmico de trabajo, de transferencia de calor por convección forzada a  
 30 contracorriente,  
 25, compresor de recirculación del fluido térmico de trabajo de enfriamiento,  
 75, conmutador selector del modo de control de la válvula (20) con modo isocórico (78) o modo regulación (77),  
 76 conmutador selector del modo de control de la válvula (20) con modo isobárico (79) o  
 35 modo isotérmico (80),  
 77, regulador responsable de modular el flujo de calor mediante ajuste de la posición de la válvula de control (20) de presión o temperatura,  
 78, posición del conmutador selector en modo de control isocórico,  
 40 79, posición del conmutador selector en modo de control isobárico,  
 80, posición del conmutador selector en modo de control isotérmico. Consiste en un bloque calculador de la presión deseada para introducir el valor deseado del regulador (77),  
 pT, transmisor de presión actual dentro del cilindro termo-actuador (1) u otro sistema termo-actuador considerado,  
 45 XT, transmisor de la posición del émbolo del cilindro termo-actuador (1) u otro sistema termo-actuador considerado.

#### Figuras 15

- 50 Las figuras 15 describen el modo de implementación de la lógica de conmutación para la operación de los sistemas de control de los procesos llevados a cabo en cada ciclo térmico propuesto objeto del invento. Así, mediante las figuras 15(a), 15(b), 15(c) y 15(d), se ilustra la lógica de control para ejecutar secuencialmente cada uno de los cuatro procesos posibles

dentro de cada ciclo térmico, de tal manera que, accionando convenientemente los conmutadores (75) y (76), se administra la señal de mando adecuada para operar la válvula de control (20), donde la lógica descrita puede ser implementada mediante hardware o software.

5

De acuerdo con la descripción de la lógica de control de la secuenciación de procesos térmicos del ciclo a ejecutar mostrada en la Tabla 7, se describe el significado de cada una de las figuras que siguen:

10 La figura 15(a) muestra que para realizar un proceso adiabático (transferencia de calor nula), se posiciona el conmutador (75) en posición neutral (sin señal, válvula (20) cerrada), el conmutador (76) en posición neutral (sin señal, inactivo).

15 La figura 15(b) muestra que para realizar un proceso isocórico (transferencia de calor máxima), se posiciona el conmutador (75) en posición (78) (máxima señal, válvula (20) abierta), el conmutador (76) en posición neutral (sin señal, inactivo).

20 La figura 15(c) muestra que para realizar un proceso isobárico (transferencia de calor modulable), se posiciona el conmutador (75) en posición (77), (señal modulable, válvula (20) modulando), el conmutador (76) en posición (79), (señal de referencia de presión deseada).

25 La figura 15(d) muestra que para realizar un proceso isotérmico (transferencia de calor modulable), se posiciona el conmutador (75) en posición (77), (señal modulable, válvula (20) modulando), el conmutador (76) en posición (80), (señal de referencia de temperatura deseada).

#### **Descripción de las figuras asociadas con realizaciones preferentes y aplicables de la invención**

30 Figura 16

La figura 16 consiste en un módulo de potencia (100) representativo del esquema mostrado en la figura 1 caracterizada por la estructura del sistema de transferencia de calor hacia y desde sistema termo-actuador basado en un cilindro termo-actuador alternativo de doble efecto (o sistema equivalente) responsable de proporcionar calor desde una fuente térmica al fluido térmico de trabajo que hace operar al sistema termo-actuador, así como responsable de la extracción de calor desde el fluido térmico de trabajo del sistema termo-actuador al sumidero de calor, donde el módulo de potencia de la figura 16 muestra los conductos de entrada y salida del circuito de adición de calor, los conductos de entrada y salida del circuito de extracción de calor, así como los conductos de entrada y salida del circuito de recuperación de calor residual

45 Dando por hecho que la máquina térmica objeto del invento debe estar capacitada para soportar una arquitectura modular escalable en lo que respecta a unidades de potencia, cada una de estas unidades está constituida por al menos los siguientes elementos:

100, módulo de potencia que incluye un sistema termo-actuador basado en un cilindro termo-mecánico alternativo de doble efecto con huelgo volumétrica interno, u otro sistema conversor de energía térmica a trabajo equivalente, así como los accesorios incluidos en la figura 1 tales como válvulas y bombas, y los accesorios de adición, extracción y recuperación de calor,

50

30, bomba de alimentación del fluido térmico de transferencia de calor,  
31, intercambiador recuperador de calor residual del módulo de potencia 100,

32, calentador del fluido térmico de transferencia de calor procedente de una o más fuentes externas que incluyen las de origen geotérmico, nuclear, termosolar concentrado, así como la recuperación de calor desde un ciclo térmico primario,

33, circuito de conducción del fluido térmico de transferencia de calor, donde el conducto (33) (línea discontinua) de adición de calor procedente de una o más fuentes externas mediante los calentadores (32) y (34), y de recuperación de calor residual mediante el intercambiador de calor (31), suministran calor al módulo de potencia (100),

34, calentador del fluido térmico de transferencia de calor procedente de origen eléctrico, que incluyen la electro-resistiva, la electro-inductiva, y la electro-magnética en el caso de microondas en el rango de frecuencias de microondas, especialmente para añadir calor en procesos isotérmicos,

101, circuito de circulación del fluido térmico (agua) de enfriamiento por extracción de calor,

102, bomba de circulación del fluido térmico (agua) de enfriamiento por extracción de calor.

#### Figura 17

La figura 17 muestra la estructura de interconexión de varios módulos de potencia (100) acoplados en cascada con respecto al fluido térmico de transferencia de calor, que incluye los siguientes componentes:

30, bomba de alimentación del fluido térmico de transferencia de calor,

31, intercambiador recuperador de calor residual de cada módulo de potencia 100,

32, calentador del fluido térmico de transferencia de calor procedente de una o más fuentes externas de origen geotérmico, nuclear, termosolar concentrado o recuperador de calor desde un ciclo térmico primario,

33, circuito de circulación para alimentación o suministro del fluido térmico de transferencia de calor, donde el conducto (33) de adición de calor (línea discontinua) procedente de una o más fuentes externas mediante los calentadores (32) y (34), y de recuperación de calor residual mediante el intercambiador de calor (31), suministran calor al módulo de potencia (100),

34, calentador del fluido térmico de transferencia de calor procedente de origen eléctrico, que incluyen la electro-resistiva, la electro-inductiva, y la electro-magnética en el caso de microondas en el rango de frecuencias de microondas, especialmente para añadir calor en procesos isotérmicos,

101, circuito de circulación del fluido térmico (agua) de enfriamiento por extracción de calor,

102, bomba de circulación del fluido térmico (agua) de enfriamiento por extracción de calor

#### Figura 18

La figura 18 muestra la estructura del sistema de recuperación de calor con respecto al suministro de calor externo mostrado en la figura 17, por medio de los respectivos intercambiadores recuperadores de calor (31) correspondientes a cada uno de los módulos de potencia (100a), (100b), (100c) respectivamente, destinados al acoplamiento en cascada de varios módulos de potencia (100a), (100b), (100c), donde la estructura del sistema de recuperación de calor consta de al menos los siguientes componentes:

30, bomba de alimentación del fluido térmico de transferencia de calor,

31, intercambiador recuperador de calor residual del módulo de potencia 100,

32, calentador del fluido térmico de transferencia de calor procedente de una o más fuentes externas de origen geotérmico, nuclear, termosolar concentrado o recuperador de calor desde un ciclo térmico primario,

33, circuito de conducción del fluido térmico de transferencia de calor, donde el conducto (33) de adición de calor (línea discontinua) procedente de una o más fuentes externas

mediante los calentadores (32) y (34), y de recuperación de calor residual mediante el intercambiador de calor (31), suministran calor al módulo de potencia (100),

34, calentador de refuerzo del fluido térmico de transferencia de calor procedente de origen eléctrico, que incluyen la electro-resistiva, la electro-inductiva, y la electro-magnética en el caso de microondas en el rango de frecuencias de microondas, especialmente para añadir calor en procesos isotérmicos,

101, circuito de circulación del fluido térmico (agua) de enfriamiento por extracción de calor,

102, bomba de circulación del fluido térmico (agua) de enfriamiento por extracción de calor,

104, válvula de interconexión entre el circuito (33) de alimentación de calor externo y circuito (105) de recuperación de calor por medio de los intercambiadores recuperadores de calor (31),

105, circuito de recuperación de calor (línea discontinua) por medio de los intercambiadores recuperadores de calor (31) procedente de los módulos de potencia (100a), (100b) y (100c),

110, bomba de recirculación de calor de recuperación.

#### Figura 19

La figura 19 muestra la estructura del sistema de recuperación de calor con respecto al suministro de calor externo mostrado en la figura 17 por medio de los respectivos intercambiadores recuperadores de calor (31) correspondientes a cada módulo de potencia (100a), (100b), (100c), (100d), (100e) respectivamente, para acoplamiento en cascada de varios módulos de potencia (100a), (100b), (100c), (100d), (100e), donde el calor recuperado de los módulos de potencia (100a), (100b), (100c) es utilizado para alimentar en cascada los módulos (100d), (100e), y donde la figura 19 consta de al menos los siguientes componentes:

30, bomba de alimentación del fluido térmico de transferencia de calor,

31, intercambiador recuperador de calor residual del módulo de potencia 100,

32, calentador del fluido térmico de transferencia de calor procedente de una o más fuentes externas de origen geotérmico, nuclear, termosolar concentrado o recuperador de calor desde un ciclo térmico primario,

33, circuito de conducción del fluido térmico de transferencia de calor, donde el conducto (33) de adición de calor (línea discontinua) procedente de una o más fuentes externas mediante los calentadores (32) y (34), y de recuperación de calor residual mediante el intercambiador de calor (31), suministran calor al módulo de potencia (100),

34, calentador del fluido térmico de transferencia de calor procedente de una o más fuentes externas de origen geotérmico, termosolar concentrado, fósil, biotérmico, nuclear, hidrógeno, amoníaco, electro-resistivo, electro-inductivo, y electro-magnético en el caso de microondas, especialmente para procesos isotérmicos,

101, circuito de circulación del fluido térmico (agua) de enfriamiento por extracción de calor,

102, bomba de circulación del fluido térmico (agua) de enfriamiento por extracción de calor,

103, bomba de circulación del fluido térmico de transferencia de calor del circuito de recuperación de calor (línea discontinua de la figura 19),

106, válvula by-pass entre la salida del fluido térmico de transferencia de calor del módulo (100e) y el circuito (línea discontinua) de recuperación de calor (107) de alimentación del calor recuperado de los módulos (100a), (100b), (100c) y (100d),

107, circuito de recuperación de calor (línea discontinua) por medio de los intercambiadores recuperadores de calor (31) de los módulos de potencia (100a), (100b), (100c), (100d) y (100e).

**TABLAS**

5 Las tablas de 1 a 6 describen el modo de operación de cada ciclo considerado y el estado de las válvulas responsables de los procesos térmicos asociados con cada ciclo. La tabla 7 describe la lógica de control para cada ciclo térmico. La tabla 8 describe el estado de las válvulas. Tales descripciones se concretan como sigue:

10 La tabla 1 describe el ciclo térmico VsVs mostrado en la figura 7(a) 7(b)  
 La tabla 2 describe el ciclo térmico VTVT mostrado en la figura 8(a) y 8(b),  
 La tabla 3 describe el ciclo térmico VTVs mostrado en la figura 9(a) y 9(b).  
 La tabla 4 describe el ciclo térmico pVs mostrado en la figura 10(a) y 10(b),  
 La tabla 5 describe el ciclo térmico pVT mostrado en la figura 11(a) y 11(b).  
 La tabla 6 describe el ciclo térmico VTp mostrado en la figura 12(a) y 12(b).

15 La tabla 7 describe la lógica de control de los conmutadores (75) y (76), para administrar y controlar el orden de ejecución de los procesos térmicos de cada ciclo térmico, por medio de las válvulas de adición y extracción de calor (20) y (23) respectivamente.

20 La tabla 8 describe el estado de las válvulas asociadas con la transferencia de calor tanto para la adición de calor como para la extracción de calor para las cámaras A y B del sistema termo-actuador, para cada proceso cerrado llevado a cabo en cualquiera de los ciclos térmicos propuestos.

**Descripción detallada de la invención**

25 La invención denominada PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTISTRUCTURAL POLICICLICA Y PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN, se caracteriza genéricamente por exhibir características diferenciadoras de las máquinas referidas en las patentes citadas, destacando la configuración multiestructural y policíclica, lo cual significa que es reconfigurable tanto en su estructura mecánica como en los modos de operación mediante  
 30 diferentes ciclos térmicos, donde el sistema termo-actuador está caracterizado por:

-- contener huelgo volumétrico interno (confinado en el espacio volumétrico del sistema termo-actuador),  
 35 -- llevar a cabo la contracción del fluido térmico de trabajo dentro del huelgo volumétrico interno del sistema termo-actuador,  
 -- operar (realizar la conversión calor-trabajo) con movimiento alternativo discontinuo e intermitente,  
 -- adoptar diversas configuraciones estructurales mecánicas y/o hidráulicas y,  
 40 -- donde cada estructura mecánica y/o hidráulica operan de modo optativo con un ciclo térmico entre varios disponibles.

Lo mencionado significa que conlleva características únicas del sistema termo- actuador que incluye:

45 -- cilindro alternativo de doble efecto o,  
 -- fuelle termo-actuador alternativo de doble efecto o,  
 -- depósitos termo-hidráulicos alternativos de doble efecto, así como  
 -- diversas estructuras mecánicas e hidráulicas para convertir movimiento alternativo  
 50 discontinuo intermitente a movimiento rotativo continuo, donde todos los termo- actuadores citados operan con movimiento intermitente, y están dotados de huelgo volumétrico, o reservorios volumétricos internos (incluidos dentro del sistema termo- actuador).

De modo específico incluye características dadas como,

- varias configuraciones estructurales polivalentes del sistema termo-actuador,
- varias configuraciones estructurales mecánicas y/o hidráulicas polivalentes del sistema
- 5 conversor de movimiento alternativo a rotativo,
- el sistema termo-actuador asociado con cualquiera de las estructuras mecánicas propuestas opera con uno entre distintos ciclos térmicos propuestos de modo optativo, donde el sistema termo-actuador,
- opera con movimiento alternativo discontinuo, es decir, intermitente,
- 10 -- contiene huelgo volumétrico interno (huelgo confinado en el espacio volumétrico del sistema termo-actuador).

Ante las condiciones que satisface tal máquina térmica (varias estructuras opcionales, donde cada estructura puede operar con uno entre diferentes ciclos térmicos opcionales)

15 objeto del invento, se caracteriza por tres modelos de sistema termo-actuador con huelgo volumétrico interno:

- sistema termo-actuador basado en al menos un par de cilindros alternativos de doble efecto,
- 20 -- sistema termo-actuador basado en al menos un par de fuelles termomecánicos alternativos de doble efecto,
- sistema termo-actuador basado en al menos un par de depósitos termo-hidráulicos alternativos de doble efecto.

Debido a la característica de operar con movimiento alternativo discontinuo e Intermitente hace que, durante el tiempo de adición y extracción isocórica de calor, las partes móviles (émbolo y vástago u otro medio) del sistema termo-actuador tienen que permanecer inactivas o inmóviles, lo cual conlleva el hecho de que el movimiento del sistema termo-

30 actuador alternativo sea intermitente.

### **Descripción del sistema de transferencia de calor**

El sistema de transferencia de calor está mostrado en la figura 1 y comprende:

- 35 -- circuito de adición o suministro de calor al ciclo térmico del sistema termo-actuador,
- circuito de extracción de calor del ciclo térmico del sistema termo-actuador,
- circuito de recuperación del calor residual obtenido del enfriamiento del fluido térmico de abajo,
- circuito de calentamiento por convección forzada mediante recirculación del fluido térmico
- 40 de trabajo de alta temperatura y,
- circuito de enfriamiento por convección forzada mediante recirculación del fluido térmico de trabajo de baja temperatura.

El sistema de transferencia de calor en lo que respecta al circuito de adición o suministro de calor es genéricamente responsable de proporcionar calor desde una fuente de energía

45 térmica (nuclear, solar, geotérmica, gases de combustión, o calor residual de cualquier origen, así como los medios para añadir calor de refuerzo de procedencia eléctrica mediante resistencias eléctricas, inducción magnética o microondas, al fluido térmico de trabajo facilitando la realización de trabajo mecánico por expansión adiabática, isobárica o isotérmica, dependiendo de los procesos inherentes al ciclo térmico utilizado, así como

50 responsable del enfriamiento por medio del circuito de extracción de calor, desde el fluido térmico de trabajo de baja temperatura al sumidero de calor facilitando la realización de trabajo mecánico por contracción adiabática, isobárica o isotérmica, dependiendo de los

procesos del ciclo térmico utilizado, así como responsable de la recuperación del calor residual mediante el circuito de recuperación de calor desde el sistema de extracción de calor, hacia la alimentación del ciclo térmico que siga aguas abajo, o al propio ciclo térmico. El sistema de transferencia de calores mostrado en la figura 1 incluye al menos los siguientes componentes:

- 1, sistema termo-actuador basado en un cilindro termo-mecánico alternativo de doble efecto con huelgo volumétrico interno,
  - 11, válvula de entrada de recirculación del fluido térmico de trabajo caliente a la cámara (A) del sistema termo-actuador,
  - 12, válvula de retorno de recirculación del fluido térmico de trabajo caliente desde la cámara (A) del sistema termo-actuador,
  - 13, válvula de entrada de recirculación del fluido térmico de trabajo frío a la cámara (A) del cilindro termo-actuador,
  - 14, válvula de retorno de recirculación del fluido térmico de trabajo frío desde la cámara (A) del sistema termo-actuador.
  - 15, válvula de entrada de recirculación del fluido térmico de trabajo caliente a la cámara (B) del sistema termo-actuador,
  - 16, válvula de retorno de recirculación del fluido térmico de trabajo caliente desde la cámara (B) del sistema termo-actuador,
  - 17, válvula de entrada de recirculación del fluido térmico de trabajo frío a la cámara (B) del sistema termo-actuador,
  - 18, válvula de retorno de recirculación del fluido térmico de trabajo frío desde la cámara (B) del sistema termo-actuador,
  - 20, válvula de control de presión o temperatura de calentamiento, responsable de la modulación del caudal de calor transferido de la fuente de calor al cilindro termo-actuador,
  - 21, calentador del fluido térmico de trabajo, de transferencia de calor por convección forzada a contracorriente,
  - 22, compresor de recirculación del fluido térmico de trabajo de calentamiento,
  - 23, válvula de control de presión o temperatura de enfriamiento, responsable de la modulación del caudal de calor transferido desde el cilindro termo-actuador al sumidero térmico,
  - 24, enfriador del fluido térmico de trabajo, de transferencia de calor por convección forzada a contracorriente,
  - 25, compresor de recirculación del fluido térmico de trabajo de enfriamiento,
  - 26, válvula de bloqueo de la circulación del fluido de transferencia de calor frío, a la entrada del enfriador para permitir la recuperación de calor,
  - 27, válvula de bloqueo de la circulación del fluido de transferencia de calor frío, a la salida del enfriador para permitir la recuperación de calor,
  - 28, válvula de bloqueo de la circulación del fluido de transferencia de calor por el recuperador de calor (31) a la entrada del recuperador de calor,
  - 29, válvula de bloqueo de la circulación del fluido de transferencia de calor por el recuperador de calor (31) a la salida del recuperador de calor,
  - 30, bomba de circulación del fluido de transferencia de calor,
  - 31, Intercambiador recuperador de calor,
  - 32, Intercambiador de calor entre la fuente térmica y el fluido térmico de transferencia de calor,
  - 33, circuito de recirculación del fluido de transferencia de calor.
- El sistema de transferencia de calor está asociado con un sistema termo-actuador de tal manera que el mismo sistema de transferencia de calor puede asumir de modo optativo la instalación de uno entre varios sistemas termo-actuadores.

Así, la figura 1 ilustra el esquema genérico del sistema de transferencia de calor acoplado a un sistema termo-actuador basado en cilindro alternativo de doble efecto 1), el cual realiza trabajo mecánico en ambos sentidos de desplazamiento, que (transmite por medio del vástago al sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo.

En la figura 2 ilustra el esquema genérico del sistema de transferencia de calor acoplado a un sistema termo-actuador basado en fuelle alternativo de doble efecto (2), (en caso de varias unidades de potencia basadas en fuelle alternativo de doble efecto se identifican como (2, 1), (2.2) (2.3),...), el cual realiza trabajo mecánico en ambos sentidos de desplazamiento, trabajo mecánico útil que transmite por medio del vástago al sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo no representado en la figura 2.

En la figura 3 ilustra el esquema genérico del sistema de transferencia de calor acoplado a un sistema termo-actuador basado en un par de depósitos termo- hidráulicos de doble efecto (3), (en caso de varias unidades de potencia basadas en doble depósito termo- hidráulico alternativo de doble efecto se identifican como (3.1), (3.2), (3.3),...), los cuales, de modo alternativo e intermitente actúan haciendo circular aceite hidráulico a alta presión para accionar un motor hidráulico rotativo, el cual puede accionar tanto un generador eléctrico como otro sistema rotativo que demande trabajo.

#### **Procedimiento de operación del sistema de transferencia de calor según la figura 1:**

Para describir los modos de operación del sistema de transferencia de calor mostrado en la figura 1 se parte de de la descripción individual de cada una de los siguientes circuitos denominados:

- circuito de adición o suministro de calor al ciclo térmico del sistema termo-actuador,
- circuito de extracción de calor del ciclo térmico del sistema termo-actuador,
- circuito de calentamiento por convección forzada mediante recirculación del fluido térmico de trabajo de alta temperatura y,
- circuito de enfriamiento por convección forzada mediante recirculación del fluido térmico de trabajo de baja temperatura,
- circuito de recuperación del calor residual obtenido del enfriamiento del fluido térmico de abajo.

#### **Descripción del sistema de transferencia de calor basado en el circuito de suministro o adición de calor al ciclo térmico que opera el sistema termo-actuador**

El procedimiento de operación del sistema de transferencia de calor suministrado es llevado a cabo en el circuito de adición o suministro de calor. Según el esquema de la figura 1, el calor necesario para la realización de los ciclos térmicos es captado desde una fuente externa de calor en el intercambiador (32) donde es transferido al circuito cerrado de transferencia de calor (33) por medio del fluido de transferencia de calor (normalmente un aceite térmico habilitado para la temperatura de trabajo), circulando en circuito cerrado. La bomba de circulación del fluido de transferencia de calor (30) impulsa el fluido de transferencia de calor a baja temperatura, pasando por el intercambiador de calor (31) recuperando calor residual del ciclo térmico y captura el calor de la fuente externa de calor en el intercambiador (32) con el consiguiente incremento de temperatura, pasando por la válvula de modulación del caudal de calor (20), y el intercambiador de calor (21) donde cede calor al fluido térmico de trabajo. El fluido de transferencia de calor abandona el intercambiador de calor (21) hacia la bomba de circulación (20) cerrando el circuito de transferencia de calor.

### **Procedimiento de operación del sistema de transferencia de calor basado en el circuito de extracción de calor del ciclo térmico que opera el sistema termo- actuador**

El procedimiento de operación del sistema de transferencia de calor extraído es llevado a cabo en el circuito de extracción de calor. Según el esquema de la figura 1, el calor a extraer necesario para la realización de los ciclos térmicos es llevado a cabo por medio del fluido de transferencia de calor de enfriamiento (normalmente agua fría a temperatura ambiente previamente acondicionada mediante torre de enfriamiento si fuese el caso), constituye el medio de transferir calor al sumidero térmico del sistema de enfriamiento Así, el proceso de extracción de calor es llevado a cabo haciendo circular el fluido de enfriamiento en circuito cerrado por el enfriador (24) con el caudal térmico controlado por la válvula de regulación (23) y con las válvulas (26) y (27) abiertas, extrayendo calor del fluido térmico de trabajo para ser transferido al sumidero térmico.

### **Procedimiento de operación del circuito de calentamiento por convección forzada mediante circulación del fluido térmico de trabajo de alta temperatura**

El procedimiento de operación del sistema de circulación del fluido térmico de trabajo de alta temperatura es llevado a cabo en circuito de calentamiento por circulación del fluido térmico de trabajo de alta temperatura por convección forzada, el cual circula alternativamente por cada una de las cámaras A o B del cilindro termo-actuador de doble efecto Impulsado por el compresor (22) circula por el intercambiador de calor (21) y pasando por la cámara A con las válvulas (11) y (12) abiertas y (15) y (16) cerradas, o alternativamente por la cámara B con las válvulas (15) y (16) abiertas y (11) y (12) cerradas, realizando así los procesos de calentamiento por convección forzada alternativamente en las cámaras A o B del cilindro termo-actuador de doble efecto (1) o el sistema termo-actuador considerado en este invento.

### **Procedimiento de operación del circuito de enfriamiento por convección forzada mediante circulación del fluido térmico de trabajo de baja temperatura**

Procedimiento de operación del circuito de enfriamiento del fluido térmico de trabajo por convección forzada es llevado a cabo mediante la circulación del fluido térmico de trabajo de baja temperatura, el cual circula alternativamente por cada una de las cámaras A B del cilindro termo actuador de doble efecto. Impulsado por el compresor (26) circula por el intercambiador de calor (23) pasando por la cámara A con las válvulas (13) y (14) abiertas y (17) y (18) cerradas, o alternativamente por la cámara B con las válvulas (17) y (18) abiertas y (13) y (14) cerradas, realizando así los hacer procesos de enfriamiento por convección forzada alternativamente en las cámaras A o B del cilindro termo-actuador de doble efecto (1) o sistema termo-actuador considerado en este invento.

### **Procedimiento de operación del circuito de recuperación del calor residual**

El procedimiento de operación del circuito de recuperación de calor residual es llevado a cabo mediante el aprovechamiento del calor obtenido del enfriamiento del fluido térmico de abajo después de realizar trabajo mecánico útil. El proceso de recuperación de calor requiere que las válvulas (26) y (27) permanezcan cerradas, de manera que el fluido térmico de trabajo de baja temperatura en el circuito de enfriamiento debe circular por las válvulas (28) y (29) a través del intercambiador recuperador de calor (31), el cual captura el calor cedido por el fluido térmico de trabajo de baja temperatura y lo transfiere al circuito cerrado de transferencia de calor (33) por medio del fluido de transferencia de calor, para ser aprovechado en el ciclo térmico de nuevo, repitiendo el ciclo indefinidamente o alternativamente enviar el calor residual recuperado a la siguiente unidad de potencia aguas abajo.

### Sistemas de conversión de movimiento alternativo a rotativo propuestos

5 Con el objeto de realizar ciclos térmicos que conlleven procesos térmicos isocóricos (procesos térmicos a volumen constante), lo cual supone la realización de procesos térmicos durante los cuales el embolo del cilindro termo-actuador o el émbolo del fuelle del sistema termo-actuador, o el fluido hidráulico del sistema termo-actuador basado e doble deposito  
10 termo-hidráulico, tiene que permanecer inmóvil (durante los procesos isocóricos o procesos a volumen constante), es necesario un sistema de bloqueo de movimiento del embolo a fluido hidráulico en el caso de sistemas termo-hidráulicos. para realizar las tareas de calentamiento y enfriamiento del fluido térmico de trabajo a volumen constante. Entonces para que la tarea de conversión de movimiento alternativo de doble efecto e intermitente sea constante en lugar de intermitente, se requiere al menos un par de cilindros termo-actuadores de tal manera que mientras una de los termo-actuadores permanece en reposo  
15 o bloqueado para facilitar el proceso isocórico, el o los termo-actuadores complementarios realizan trabajo mecánico útil.

Las arquitecturas propuestas objeto de este invento para realizar la conversión de movimiento alternativo intermitente a movimiento rotativo continuo toman en consideración  
20 los siguientes modelos Los elementos de conversión de movimiento alternativo discontinuo intermitente a movimiento rotativo continuo, que están asociados, individualmente a cada módulo de potencia (100), con los cuales se obtiene potencia mecánica y/o eléctrica útil objeto del invento, incluye:

- 25 -- Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación rígida entre los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) y el conversor de movimiento alternativo a rotativo basado en el sistema mecánico cremallera dentada-engranaje mostrada en el módulo (45), de la figura 4(a),
- 30 -- Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica entre los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) y el conversor de movimiento alternativo a rotativo basado en cremallera dentada- engranaje mostrada en el módulo 45, de la figura 4(b),
- 35 -- Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica entre los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) y el conversor de movimiento alternativo a rotativo basado en vástago-cruceta-biela- cigüeñal mostrada en el módulo 65, de la figura 4(c),
- 40 -- Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica entre los cilindros termo-actuadores (1.1), (1.2) y el conversor de movimiento alternativo a rotativo basado en el conjunto formado por un par de cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) que accionan sendas bombas hidráulicas alternativas las cuales accionan un motor hidráulico rotativo mostrado en la figura 4(d),
- los cuatro sistemas citados donde los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) son  
sustituidos por los sistemas de fuelle alternativo de doble efecto (2.1) y (2.2) mostrados  
respectivamente en las figuras 5(a), 5(b), 5(c), 5(d).
- 45 -- Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica basada en un par de depósitos termo-hidráulicos (3.1A) y (3.1B) que accionan directamente un motor hidráulico rotativo (66), el cual acciona un generador electico (67) mostrado en las figuras 3(a) y 6(a).

**Descripción del sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación rígida o palanca (44) entre los cilindros termo-actuadores (1, 1) (1.2), y el conversor de movimiento alternativo a rotativo basado en cremallera dentada-engranaje mostrada en el módulo (45), de la figura 4(a)**

El sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo mostrado en la figura 4(a) está basado en el bloqueo de movimiento del embolo de los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) por medio de cilindros hidráulicos de bloqueo (40) y (42) la consiguiente conversión de movimiento alternativo a rotativo mediante el sistema cremallera dentada-engranaje implementada en el módulo (45).

Así en, la figura 4(a) se muestra el sistema de conversión de energía mecánica de desplazamiento a energía mecánica de rotación, donde el movimiento alternativo de un par de cilindros termo-actuadores de doble efecto (1.1) y (1.2), es convertido a movimiento de rotación continuo, lo cual requiere al menos los siguientes componentes:

1.1 y 1.2, par de cilindros termo-actuadores de doble efecto y movimiento alternativo e intermitente,

40, cilindro hidráulico de bloqueo de movimiento del cilindro actuador (1.1),

41, válvula de bloqueo de movimiento del cilindro hidráulico (40),

42, cilindro hidráulico de bloqueo de movimiento del cilindro actuador (1.2),

43. válvulas de bloquea de movimiento del cilindro hidráulico (42),

44, palanca de adición y sustracción de movimientos alternativos (44) de los cilindros actuadores (1.1) y (1.2) para dar un movimiento alternativo continuo (no intermitente) al módulo (45),

45, módulo de conversión del movimiento alternativo continuo a movimiento de rotación continuo mediante cremallera dentada-engranaje.

El procedimiento de operación para llevar a cabo la conversión del movimiento alternativo discontinuo a movimiento de rotación continuo obedece a la secuencia de tareas completadas en las cuatro etapas siguientes:

-- Con la válvula de bloqueo (41) abierta (cilindro de bloqueo (40) desbloqueado) y la válvula de bloqueo (43) cerrada, (cilindro de bloquea (42) bloqueado), el cilindro termo- actuador (11) actúa en modo de avance (de izquierda a derecha) hasta completar su carrera, con lo cual la palanca (44) desplaza la cremallera dentada del módulo (45) hacia la derecha la mitad de su propia carrera.

-- Con la válvula de bloqueo (41) cerrada y (43) abierta, actúa el cilindro termo-actuador (12) en modo de avance (de izquierda a derecha), con lo cual la palanca (44) desplaza la cremallera dentada del modula (45) media carrera más totalizando la camera de la cremallera dentada del módulo (45).

-- Con la válvula de bloqueo (41) abierta y (43) cerrada actúa el cilindro termo actuador (1 1) en modo de retroceso (derecha a izquierda), con lo cual la palanca (44) retrae la cremallera dentada del módulo 45 media camera hacia la izquierda.

-- Con la válvula de bloqueo (41) cerrada y (43) abierta actúa el cilindro terma actuador (12) en modo de retroceso (de derecha a izquierdas con lo cual la palanca (44) retrae la cremallera dentada del módulo (45) media carrera más, totalizando la carrera de la cremallera dentada del módulo (45), completando así el ciclo durante el cual, la cremallera dentada ha convertido el movimiento continuo de desplazamiento alternativo a movimiento continuo rotativo.

**Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por prescindir del de palanca (44) entre los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) y el conversor de movimiento alternativo a rotativo basado en cremallera dentada-engranaje (45), de la figura 4(b).**

El sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo mostrado en la figura 4(b) está basado en la transmisión de fuerza ejercida por los cilindros termo- actuadores (1.1) y (1.2) sobre los cilindros de bombeo hidráulico (50) y (55) de movimiento alternativo discontinuo o intermitente de modo secuencial, los cuales impulsan el cilindro hidráulico (60) en modo de movimiento alternativo y continuo responsable de accionar la cremallera dentada-engranaje del módulo (45) responsable de la conversión del movimiento de desplazamiento alternativo continuo en movimiento de rotación continuo donde el bloqueo de los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) es llevado a cabo manteniendo cerradas las válvulas de los cilindros (50) o (55) dependiendo del cilindro termo-actuador objeto de bloqueo.

Así, en la figura 4(b) se muestra el sistema de conversión de energía mecánica de desplazamiento a energía mecánica de rotación, donde el movimiento alternativo de un par de cilindros termo-actuadores de doble efecto (1, 1) y (1.2), es convertido a movimiento de rotación continua cual requiere al menos los siguientes componentes:

1.1 y 1.2, par de cilindros termo-actuadores de doble efecto y movimiento alternativo e intermitente,

50, cilindro de bombeo hidráulico alternativo discontinuo responsable del accionamiento intermitente del cilindro (60) durante las cámaras de avance y retroceso del cilindro termo-actuador (1, 1) lo que equivale a media carrera del cilindro (60),

51, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (1.1) y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la cámara de retroceso,

52, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (1.1) y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de avance,

53, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 1.1 y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de avance,

54, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 1.1 y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de retroceso,

55, cilindro de bombeo hidráulico alternativo discontinuo responsable del accionamiento intermitente del cilindro (60) durante las carreras de avance y retroceso del cilindro termo-actuador (1.2), lo que equivale a media carrera del cilindro (60),

56, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (1.2) y cilindro de bombeo hidráulico (55) se hallan en la carrera de retroceso,

57, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (1.2) y cilindro de bombeo hidráulico (55) se hallan en la carrera de avance,

58, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 1.2 y cilindro de bombeo hidráulico (55) se hallan en la carrera de avance.

59, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 1.2 y cilindro de bombeo hidráulico (55) se hallan en la carrera de retroceso.

60, cilindro alternativo continuo de accionamiento de la cremallera dentada del módulo (45).

61, válvula de entrada de aceite al cilindro (60) para realizar la carrera de avance,

62, válvula de entrada de aceite al cilindro (60) para realizar la carrera de retroceso,

63, válvula de salida de aceite del cilindro (60) para realizar la carrera de retroceso,

64, válvula de salida de aceite del cilindro (50) para realizar la carrera de avance.

El procedimiento de operación para llevar a cabo las tareas de conversión de movimiento alternativo discontinuo a movimiento rotativo continuo obedece a la siguiente secuencia de

etapas:

- 5 -- Con el cilindro termo-actuador (1.1) actuando en modo de avance (de izquierda a derecha) hasta completar su carrera, las válvulas (52) y (53) del cilindro bomba (50) así como las válvulas (61) y (64) cilindro actuador (60) permanecen abiertas, con lo cual el embolo y vástago del cilindro (60) se desplaza media carrera (de izquierdas a derechas). En esta situación se bloquea el movimiento del cilindro termo-actuador (1.1) posicionado a la derecha, manteniendo las válvulas (32) y (53) cerradas.
- 10 -- Con el cilindro termo-actuador (1.2) actuando en modo de avance (de izquierda a derecha) hasta completar su carrera, las válvulas (57) y (58) del cilindro bomba (55) así como las válvulas (61) y (64) del cilindro actuador (60) permanecen abiertas, con lo cual el émbolo y vástago del cilindro (60) se ha desplazado otra media carrera (de izquierdas a derechas) completando así la carrera del cilindro actuador (60).
- 15 En esta situación, se bloquea el momento del cilindro termo actuador (1.2) posicionado a la derecha, manteniendo las válvulas (57) (58) cerradas.
- 20 -- Con el cilindro termo-actuador (1.1) actuando en modo de retroceso (de derecha a izquierda) hasta completar su carrera de retroceso, las válvulas (51) y (54) del cilindro bomba (50) así como las válvulas (62) y (63) del cilindro actuador (60) permanecen abiertas, con lo cual el émbolo y vástago del cilindro (60) se desplazado media carrera (de derechas a izquierdas). En esta situación, manteniendo las válvulas (51) y (54) cerradas, se bloquea el movimiento del cilindro termo-actuador (1.1) posicionado de nuevo a la izquierda (posición de inicio de ciclo).
- 25 -- Con el cilindro termo-actuador (1.2) actuando en modo de retroceso (de derechas a izquierdas) hasta completar su carrera de retroceso, las válvulas (56) y (59) del cilindro bomba (55) así como las válvulas (62) y (63) del cilindro actuador (60) permanecen abiertas, con lo cual el émbolo y vástago del cilindro (60) se ha desplazado otra media camera (de derechas a izquierdas) completando así la carrera de retroceso del cilindro actuador (60).
- 30 En esta situación, manteniendo las válvulas (56) y (59) cerradas, se bloquea el movimiento del cilindro termo-actuador (1.2) posicionado a la izquierda y completando el ciclo durante el cual, el movimiento de desplazamiento alternativo discontinuo de los cilindros actuadores (1.1) y (1.2), ha sido convertido a movimiento continuo de rotación mediante el mecanismo cremallera engranaje del módulo (45), donde el ciclo se repite indefinidamente.
- 35

**Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por prescindir de la palanca (44) entre los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) y el conversor de movimiento alternativo a rotativo basado en el mecanismo vástago-cruceta-biela-cigüeñal mostrada en el módulo 65, de la figura 4(c)**

40

El sistema de conversión de movimiento alternativo intermitente a movimiento rotativo continuo mostrado en la figura 4(c) está basado en la transmisión de fuerza ejercida por los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) al sistema conversor de movimiento alternativo a rotativo, el cual obedece al mecanismo vástago-cruceta-biela-cigüeñal mostrada en el módulo (65) de la figura 4(c), donde se utilizan los cilindros de bombeo hidráulico (50) y (55), así como el cilindro actuador hidráulico (60) que realiza la adición y sustracción de movimiento alternativo cuyo émbolo y vástago actúa sobre la cruceta y biela-cigüeñal del módulo (65) proporcionando movimiento continuo de rotación, el cual comprende los

50 siguientes elementos:

1.1 y 1.2, par de cilindros termo-actuadores de doble efecto y movimiento alternativo e intermitente,

- 50, cilindro de bombeo hidráulico alternativo discontinuo responsable del accionamiento intermitente del cilindro (60) durante las carreras de avance y retroceso del cilindro termo-actuador (1, 1) lo que equivale a media carrera del cilindro (60),
- 51, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (1.1) y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de retroceso,
- 52, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (1.1) y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de avance,
- 53, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 1.1 y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de avance,
- 54, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 1.1 y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de retroceso,
- 55, cilindro de bombeo hidráulico alternativo discontinuo responsable del accionamiento intermitente del cilindro (60) durante las carreras de avance y retroceso del cilindro termo-actuador (1.2), lo que equivale a media carrera del cilindro (60),
- 56, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (1.2) y cilindro de bombeo hidráulico (55) se hallan en la carrera de retroceso,
- 57, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (1.2) y cilindra de bombeo hidráulico (55) se hallan en la carrera de avance,
- 58, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 1.2 y cilindro de bombea hidráulico (55) se hallaren la carrera de avance,
- 59, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 1.2 y cilindro de bombeo hidráulico (55) se hallan en la carrera de retroceso,
- 60, cilindro alternativo continuo de accionamiento de módulo de conversión de movimiento alternativo a rotativo (65) mediante vástago-cruceta-biela-cigüeñal,
- 61, válvula de entrada de aceite al cilindro (60) para realizar la carrera de avance,
- 62, válvula de entrada de aceite al cilindro (60) para realizar la carrera de retroceso,
- 63, válvula de salida de acete del cilindro (60) para realizar la carrera de retroceso,
- 64, válvula de salida de aceite del cilindro (60) para realizar la carrera de avance.
- 65, módulo de conversión de movimiento alternativo a rotativo mediante vástago- cruceta-biela-cigüeñal

El procedimiento de operación para llevar a cabo las tareas de conversión de movimiento alternativo discontinuo a movimiento rotativo continuo dotado del mecanismo vástago-cruceta-biela-cigüeñal mostrada en el módulo (65) es similar al que utiliza el mecanismo dotado de cremallera engranaje del módulo (45).

**Sistema de conversión de movimiento alternativo Intermitente a movimiento rotativo continuo entre los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) y el conversor de movimiento alternativo a rotativo basado bombas hidráulicas alternativas y motor hidráulico rotativo continuo mostrada en la figura 4(d)**

En la figura 4(d) se muestra el sistema de conversión de energía termo-mecánica a energía mecánica de rotación, mediante un par de cilindros termo-actuadores alternativos de doble efecto (1.1) y (1.2), responsables de accionar sendos cilindros hidráulicos (50) y (55) los cuales actúan como bombas de suministro de fluido hidráulico a un motor hidráulico rotativo (66) que acciona un generador eléctrico (67), todo lo cual requiere de al menos los siguientes componentes:

- 1.1 y 1.2, par de cilindros termo-actuadores de doble efecto y movimiento alternativo e intermitente,
- 50, cilindro de bombeo hidráulico alternativo discontinuo responsable del accionamiento intermitente del motor hidráulico rotativo (66) durante las carreras de avance y retroceso del cilindro termo-actuador (1.1),
- 51, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (1.1) y cilindro de bombea

- hidráulico (50) se hallan en la carrera de retroceso,  
 52, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (1.1) y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de avance,  
 53, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 1.1 y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de avance,  
 54, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 1.1 y cilindro de bombeo hidráulica (50) se hallan en la carrera de retroceso,  
 55, cilindro de bombeo hidráulico alternativo discontinuo responsable del accionamiento intermitente del motor hidráulico rotativo (66) durante las carreras de avance y retroceso del cilindro termo-actuador (1.2),  
 56, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (1.2) y cilindro de bombeo hidráulico (55) se hallan en la carrera de retroceso,  
 57, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (1.2) y cilindro de bombeo hidráulico (55) se hallan en la carrera de avance,  
 58, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 1.2 y cilindro de bombeo hidráulico (55) se hallan en la carrera de avance,  
 59, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 1.2 y cilindro de bombeo hidráulico (55) se hallan en la carrera de retroceso,
- 20 El modo de operación para llevar a cabo las tareas de conversión de movimiento alternativo a rotativo según la figura 4(d) obedece a la siguiente secuencia de tareas:
- Con el cilindro termo-actuador (1.1) actuando en modo de avance (de izquierda a derecha) hasta completar su carrera, las válvulas (52) y (53) del cilindro bomba (50) permanecen abiertas, con lo cual el motor hidráulico (66) rota accionando un generador eléctrico (67). En esta situación, manteniendo las válvulas (52) y (53) cerradas, se bloquea el movimiento del cilindro termo-actuador (1.1) posicionado a la derecha.
- 30 Con el cilindro termo-actuador (1.2) actuando en modo de avance (de izquierda a derecha) hasta completar su carrera, las válvulas (57) y (58) del cilindro bomba (55) permanecen abiertas, con lo cual el motor hidráulico (66) rota accionando un generador eléctrico (67).
- En esta situación, manteniendo las válvulas (57) y (58) cerradas, se bloquea el movimiento del cilindro termo-actuador (1.2) posicionado a la derecha.
- 35 Con el cilindro termo-actuador (1.1) actuando en modo de retroceso (de derecha a izquierda) hasta completar su carrera de retroceso, las válvulas (51) y (54) del cilindro bomba (50) permanecen abiertas, con lo cual el motor hidráulico (66) rota accionando un generador eléctrico (67). En esta situación, manteniendo las válvulas (51) y (54) cerradas, se bloquea el movimiento del cilindro termo-actuador (1.1) posicionado de nuevo a la izquierda (posición de inicio de ciclo).
- 40 Con el cilindro termo-actuador (1.2) actuando en moda de retroceso (de derechas a izquierdas) hasta completar su carrera de retroceso, las válvulas (56) y (59) del cilindro bomba (55), con lo cual el motor hidráulico (66) rota accionando un generador eléctrico (67) En esta situación, manteniendo las válvulas (56) y (59) cerradas, se bloquea el movimiento del cilindro termo actuador (1.2) posicionado a la izquierda, completando el ciclo, que se repite indefinidamente.
- 45
- 50 **Termo-actuador basado en fuelle alternativo de doble efecto según figuras 2 y 5(d)**
- El termo-actuador basado fuelle alternativo de doble efecto (2) es equivalente al sistema termo actuador basado en cilindro termo-actuador alternativo de doble efecto (1). De aquí

que el termo-actuador basado en cilindro alternativo de doble efecto (1) pueda ser optativamente sustituido por el sistema basado en fuelle alternativo de doble efecto (2) mostrado en las figuras 2 y 5(d).

5 El fuelle termo-actuador alternativo de doble efecto (2) difiere estructuralmente des cilindro termo-actuador alternativo de doble efecto (1) en que la función realizada por el émbolo en el cilindro termo-actuador de doble efecto (2) es llevada a cabo por una membrana rígida conectada al vástago, fijada interiormente al fuelle en el centro de simetría longitudinal del fuelle para conseguir dos cámaras iguales aisladas A y B, dentro de las cuales se realizan  
10 los procesos asociados con el ciclo térmico considerado.

El modo de operación del fuelle termo-actuador alternativo de doble efecto (2) mostrado en las figuras 2 y 5(d) es similar al del cilindro alternativo de doble efecto (1), donde los procesos termodinámicos llevados a cabo dentro de cada cámara A o B del fuelle,  
15 proporcionan una fuerza resultante sobre la membrana rígida articulada al vástago a modo de pistón, donde la citada fuerza es transmitida por el vástago en manera similar a la de los cilindros termo-actuadores de doble efecto.

**Sistema termo-actuador basado en pares de depósitos termo-hidráulicos de actuación alternativa intermitente de doble efecto (3), según figuras 3(a), 3(b) 5(a), 6(a) y 6(b)**  
20

Se halla caracterizado por la asociación compacta y robusta entre el sistema termo-actuador basado en pares de depósitos termo-hidráulicos con el sistema hidráulico de conversión de movimiento alternativo a rotativo.  
25

El sistema termo-actuador está formado por vanos módulos termo-hidráulico (3) donde cada módulo termo hidráulico está basado en un par de depósitos termo- hidráulicos de actuación alternativa intermitente de doble efecto, donde cada depósito termo-hidráulico está dotado de válvulas de entrada y salida del aceite hidráulico de los depósitos, para  
30 operar en circuito cerrado un motor hidráulico rotativo (66) mostrado en las figuras 3(a), 3(b) 5(a) 6(a) y (6(b), el cual es susceptible de implementación en la máquina térmica objeto de la invención, donde cada módulo termo-hidráulico está caracterizado por comprender:

35 -- una configuración estructural del sistema termo-actuador basada en un par de depósitos termo-hidráulicos de doble efecto dotados de huelgo volumétrico interno, que operan entre sí de modo alternativo e intermitente y,

40 -- una configuración estructural del sistema conversor de movimiento alternativa a rotativo en base al accionamiento directo de un motor hidráulico rotativo.

Así, en la figura 6(a) se muestra el ensamblaje de un módulo termo-hidráulico formado por un par de depósitos termo-actuadores (3.1) conectados desde las cámaras dotadas de huelgo volumétrico A y B, con el sistema de transferencia de calor por medio de las válvulas  
45 (15), (16), (17) y (18), de modo similar al de un cilindro termo- actuador alternativo de doble efecto mostrado en la figura 1.

En la configuración del sistema de conversión termo-hidráulica implementada mediante al menos un par de depósitos termo-hidráulicos (3.1), mostrados en las figuras 6(a) y 6(b), se describe el procedimiento de convertir la energía térmica del fluido térmico de trabajo en  
50 energía potencial hidráulica, la cual es transferida a un motor hidráulico rotativo (66) para accionar un generador eléctrico (67) detallado en la figura 6(b) donde los componentes del sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo termo-hidráulico incluye los

siguientes componentes:

71, válvula de salida del depósito termo-hidráulico (3.1) A al motor hidráulico (66),  
 72, válvula de retorno del motor hidráulico (66) al depósito termo-hidráulico (3.1) B,  
 5 73, válvula de salida del depósito termo-hidráulico (3.1) B al motor hidráulico (66),  
 74, válvula de retorno del motor hidráulico (66) al depósito termo-hidráulico (3.1) A,  
 66, motor hidráulico rotativo,  
 67, generador eléctrico,

10 El **modo de operación** de cada módulo termo-hidráulico con referencia a las figuras 6(a) y 6(b) denominado sistema termo-actuador basado en pares de depósitos termo- hidráulicos de actuación alternativa intermitente de doble efecto es tal que:

15 -- Con las válvulas de fluido hidráulico (71), (72), (73) y (74) cerradas, utilizando convenientemente las válvulas (11), (12), (13), (14), (15), (16), (17) y (18) en concordancia con el ciclo térmico ejecutado, se inicia una fase de transferencia de calor a volumen constante desde el sistema de transferencia de calor al fluido térmico de trabajo en la cámara A, mientras simultáneamente se extrae calor a volumen constante del fluido térmico de trabajo de la cámara B, hasta que la cámara A del depósito termo-actuador (3.1) se halla a alta presión debido al aporte de calor, y la cámara B del depósito termo-actuador (3.1) se halla a baja presión debido a la extracción de calor, lo cual conlleva alto nivel y presión del aceite hidráulico en la cámara A y bajo nivel y presión en la cámara B. En tales condiciones, abriendo las válvulas (71) y (72) mientras permanecen cerradas las válvulas (73) y (74), circulará el aceite hidráulico desde la cámara A hacia la cámara B cediendo energía potencial hidráulica al motor hidráulico rotativo (66), el cual puede accionar un generador eléctrico (67).  
 20  
 25

A causa de la circulación de aceite hidráulico desde la cámara A hasta la cámara B, durante este régimen de operación baja la presión de la cámara A mientras que se incrementa en la cámara B hasta que se alcanza el equilibrio de presiones entre las os cámaras A y B. Entonces se e cierran las válvulas (71) y (72), para iniciar una fase de transferencia de calor.  
 30

35 -- Con las válvulas de fluido hidráulico (71), (72), (73) y (74) cerradas, utilizando convenientemente las válvulas (11), (12), (13), (14), (15), (16), (17) y (18) en concordancia con el ciclo térmico ejecutado, se inicia una fase de transferencia de calor a volumen constante desde el sistema de transferencia de calor al fluido térmico de trabajo en la cámara B, mientras simultáneamente se extrae calor a volumen constante del fluido térmico de trabajo de la cámara A, hasta que la cámara B del depósito termo-actuador (3.1) se halla a alta presión debido al aporte de calor, y la cámara A del depósito termo-actuador (3.1) se halla a baja presión debido a la extracción de calor, lo cual conlleva alto nivel y presión del aceite hidráulico en la cámara B y bajo nivel y presión en la cámara A. En tales condiciones, abriendo las válvulas (73) y (74) mientras permanecen cerradas las válvulas (71) y (72), circulará el aceite hidráulico desde la cámara B hacia la cámara A cediendo energía potencial hidráulica al motor hidráulico rotativo (66), el cual puede accionar un generador eléctrico (67).  
 40  
 45

A causa de la circulación de aceite hidráulico desde la cámara B hasta la cámara A, durante este régimen de operación baja la presión en la cámara B mientras que se incrementa en la cámara A hasta que se alcanza el equilibrio de presiones entre las dos cámaras A y B. Entonces se e cierran las válvulas (73) y (74) para iniciar una fase de transferencia de calor, dando comienzo a un nuevo ciclo que se repite indefinidamente.  
 50

Según la figura 6(b) para proporcionar uniformidad al movimiento rotativo del eje

responsable de transferir el trabajo realizado por los motores hidráulicos (66) al generador eléctrica (67), se propone el acoplamiento de dos pares de depósitos termo-hidráulicos (unidades modulares termo-hidráulicas) para accionar cada motor hidráulico (66), donde todos los motores hidráulicos rotativos van acoplados a un eje común, al que también se acopla al menos un generador eléctrico (67), y donde los dos motores hidráulicos en modo de movimiento continuo, accionan un generador eléctrico (67) u otro dispositivo que demande energía mecánica de rotación, tal como los sistemas de propulsión marina aérea mediante hélice o de tracción ferroviaria.

## 10 Descripción de los ciclos térmicos ejecutables en la máquina térmica objeto del invento

Cada una de las configuraciones estructurales de la máquina objeto del invento está capacitada para operar con cada uno de los seis ciclos térmicos propuestos y descritos a continuación.

así, las figuras 7 a 12 ilustran los seis ciclos térmicos susceptibles de operar con la máquina térmica objeto del invento, donde

las figuras 7(a) y 7(b), muestran los diagramas T-s (temperatura-entropía) y p-V (presión-volumen) del ciclo térmico **VsVs**, donde este ciclo térmico consiste en la secuencia de procesos térmicos cerrados siguientes:

proceso isocórico, seguido de un proceso adiabático, seguido de un proceso isocórico y seguido de un proceso adiabático

las figuras 8(a) y 8(b), muestra los diagramas T-s y p-V del ciclo térmico **VTVT**, donde este ciclo térmico consiste en la secuencia de procesos térmicos cerrados siguientes:

proceso isocórico, seguido de un proceso isotérmico, seguido de un proceso isocórico y seguido de un proceso a isotérmico,

la figuras 9(a) y 9(b), muestra los diagramas T-s y p- V del ciclo térmico **VTVs**, donde este ciclo térmico consiste en la secuencia de procesos térmicos cerrados siguientes:

proceso isocórico, seguido de un proceso isotérmico, seguido de un proceso isocórico y seguido de un proceso a adiabático,

las figuras 10(a) y 10(b) muestra los diagramas T-s y p-V del ciclo térmico **pVs** donde este ciclo térmico consiste en la secuencia de procesos térmicos cerrados siguientes:

proceso isobárico, seguido de un proceso isocórico, seguido de un adiabático,

las figuras 11(a) y 11(b) muestra los diagramas T-s y p-V del ciclo térmico **pVT**, donde este ciclo térmico consiste en la secuencia de procesos térmicos cerrados siguientes:

proceso isobárico, seguida de un proceso isocórico, seguida de un isotérmico,

las figuras 12(a) y 12(b) muestra los diagramas T-s y p-V del ciclo térmico **VTp**, donde este ciclo térmico consiste en la secuencia de procesos térmicos cerrados siguientes:

proceso isocórico seguido de un proceso isotérmico, seguido de un proceso isobárico,

**Procedimiento de operación del sistema de transferencia de calor al/del sistemas termo-actuador para ejecutar los procesos térmicos inherentes a cada ciclo térmico objeto del invento**

- 5 Para la implementación de los ciclos térmicos propuestos es necesario añadir calor al ciclo, así como extraer calor del ciclo. Por lo tanto, cada proceso de un ciclo térmico requiere de una estrategia de control estricta del caudal de calor, el cual es administrado mediante las correspondientes válvulas. En consecuencia, en la tabla 8 se muestra el estado de las
- 10 válvulas asociadas con la transferencia de calor, tanto de adición de calor o calentamiento como de extracción de calor o enfriamiento para cada proceso susceptible de realización en las cámaras A y B del sistema termo-actuador considerado. Las válvulas de adición de calor (20) y extracción de calor (23) accionadas mediante el sistema de control correspondiente, son designadas como (20m) y (23m) respectivamente cuando su actividad corresponde a un
- 15 proceso de regulación de temperatura o presión, donde (20m) y (23m) significa que están modulando el caudal de fluido térmico de transferencia de calor tanto de adición (20m) como de extracción de calor (23m).

| <b>adición de calor</b>    |                                      |                    |                                      |                    |
|----------------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|
|                            | Válvulas asociadas a <b>cámara A</b> |                    | Válvulas asociadas a <b>cámara B</b> |                    |
| <b>proceso</b>             | <b>abierta</b>                       | <b>cerrada</b>     | <b>abierta</b>                       | <b>cerrada</b>     |
| Exp. Adiabático            |                                      | 20, 11, 12, 13, 14 |                                      | 20, 15, 16, 17, 18 |
| Isocórico                  | 20, 11, 12                           | 13, 14             | 20, 15, 16                           | 17, 18             |
| Exp. Isobárico             | 20m, 11, 12                          | 13, 14             | 20m, 15, 16                          | 17, 18             |
| Exp. Isotérmico            | 20m, 11, 12                          | 13, 14             | 20m, 15, 16                          | 17, 18             |
| <b>extracción de calor</b> |                                      |                    |                                      |                    |
|                            | Válvulas asociadas a <b>cámara A</b> |                    | Válvulas asociadas a <b>cámara B</b> |                    |
| <b>proceso</b>             | <b>abierta</b>                       | <b>cerrada</b>     | <b>abierta</b>                       | <b>cerrada</b>     |
| Contr. Adiabático          |                                      | 23, 11, 12, 13, 14 |                                      | 23, 15, 16, 17, 18 |
| Isocórico                  | 23, 13, 14, 28, 29                   | 11, 12, 26, 27     | 23, 17, 18                           | 15, 16             |
| Cont. Isobárico            | 23m, 13, 14                          | 11, 12             | 23m, 17, 18                          | 15, 16             |
| Contr. Isotérmico          | 23m, 13, 14                          | 11, 12             | 23m, 17, 18                          | 15, 16             |

TABLA 8

- 20 Así, de acuerdo con los datos de la tabla 8, y la figura 1, el modo de operación de válvulas para cada proceso a ejecutar es tal que:  
para ejecutar un proceso isocórico de adición de calor en la cámara A del sistema termo-actuador,
- 25 -- se mantienen abiertas las válvulas 20, 11, 12 y  
-- se mantienen cerradas las válvulas 13, 14

para ejecutar un proceso de expansión adiabática en la cámara A del sistema termo-actuador,

- se mantienen abiertas las válvulas (ninguna) y
- 5 -- se mantienen cerradas las válvulas 20, 11, 12, 13, 14 para ejecutar un proceso de expansión isobárica con adición de calor en la cámara A del sistema termo-actuador,
- se mantienen abiertas las válvulas (20 modulando, 11,12) y
- se mantienen cerradas las válvulas 13,14 para ejecutar un proceso de expansión isotérmica con adición de calor en la cámara A del sistema termo-actuador,
- 10 -- se mantienen abiertas las válvulas (20 modulando,11,12) y
- se mantienen cerradas las válvulas 13, 14 para ejecutar un proceso isocórico de adición de calor en la cámara B del sistema termo-actuador,
- se mantienen abiertas las válvulas 20, 15, 16 y
- se mantienen cerradas las válvulas 17,18 para ejecutar un proceso de expansión
- 15 adiabática en la cámara B del sistema termo-actuador,p
- se mantienen abiertas las válvulas (ninguna) y
- se mantienen cerradas las válvulas 20,15,16,17,18 para ejecutar un proceso de expansión isobárica con adición de calor en la cámara B del sistema termo-actuador,
- se mantienen abiertas las válvulas (20 modulando, 15, 16) y
- 20 -- se mantienen cerradas las válvulas 17, 18 para ejecutar un proceso de expansión isotérmica con adición de calor en la cámara B del sistema termo-actuador,
- se mantienen abiertas las válvulas (20 modulando, 15, 16) y
- se mantienen cerradas las válvulas 17, 18 para ejecutar un proceso isocórico de extracción de calor en la cámara A del sistema termo-actuador,
- 25 -- se mantienen abiertas las válvulas 23, 13, 14, 28, 29 y
- se mantienen cerradas las válvulas 11, 12, 26, 27 para ejecutar un proceso de contracción adiabática en la cámara A del sistema termo- actuador, -- se mantienen abiertas las válvulas (ninguna) y
- se mantienen cerradas las válvulas 23, 11, 12, 13, 14 para ejecutar un proceso de
- 30 contracción isobárica con extracción de calor en la cámara A del sistema termo-actuador,
- se mantienen abiertas las válvulas (23 modulando, 13,14) y
- se mantienen cerradas las válvulas 11,12 para ejecutar un proceso de contracción isotérmica con extracción de calor en la cámara A del sistema termo-actuador,
- se mantienen abiertas las válvulas (23 modulando, 13, 14) y
- 35 -- se mantienen cerradas las válvulas 11,12 para ejecutar un proceso isocórico de extracción de calor en la cámara B del sistema termo-actuador,
- se mantienen abiertas las válvulas 23, 17, 18 y
- se mantienen cerradas las válvulas 15,16 para ejecutar un proceso de contracción adiabática en la cámara B del sistema termo- actuador,
- 40 -- se mantienen abiertas las válvulas (ninguna) y
- se mantienen cerradas las válvulas 23,15,16,17,18 para ejecutar un proceso de contracción isobárica con extracción de calor en la cámara B del sistema termo-actuador,
- se mantienen abiertas las válvulas (20 modulando, 17,18) y
- se mantienen cerradas las válvulas 15, 16 para ejecutar un proceso de contracción
- 45 isotérmica con extracción de calor en la cámara B del sistema termo-actuador,
- se mantienen abiertas las válvulas (23 modulando, 17, 18) y
- se mantienen cerradas las válvulas 15,16

## 50 **Procedimiento de operación de los ciclos térmicos VsVs, VTVT, VTVs, pVs, PVT y VTp objeto del invento**

Los sistemas termo-actuadores de doble efecto desarrollados constan de dos cámaras de

expansión contracción A y B por tanto, a cada proceso del ciclo térmico considerado llevado a cabo en la cámara A corresponde otro proceso del ciclo térmico considerado, llevado a cabo en la cámara B. Ambos procesos se llevan cabo de modo simultáneo, de manera que cuando en la cámara A se realiza un proceso de expansión, en la cámara B se realiza el proceso de contracción y viceversa.

El procedimiento de operación del ciclo térmico **VsVs** mostrado en las figuras 7(a) y 7(b) descrita de modo resumido en la tabla 1 opera del siguiente modo:

| Ciclo VSVS: procesos y estado de válvulas para cada punto de estado en la cámara <b>A</b> |                            |                    |                        |                    |                   |                    |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| Puntos                                                                                    | Procesos del ciclo         | Válvulas abiertas  | Válvulas recuperación  | Válvulas cerradas  | Estado del émbolo |                    |                      |
| 1 - 2                                                                                     | qi, isocórico              | 20, 11, 12         |                        | 13 - 14            | bloqueado         |                    |                      |
| 2 - 3                                                                                     | wo, Exp. adiabática        |                    |                        | 20, 11, 12, 13, 14 | Desplaza A - B    |                    |                      |
| 3 - 4                                                                                     | wo, isocórico              | 23, 13, 14         | C (26, 27), A (28, 29) | 11, 12             | bloqueado         |                    |                      |
| 4 - 1                                                                                     | wo, Contracción adiabática |                    |                        | 20, 11, 12, 13, 14 | desplaza B - A    |                    |                      |
| Ciclo VSVS: procesos y estado de válvulas para cada punto de estado en la cámara <b>B</b> |                            |                    |                        |                    |                   |                    |                      |
| Puntos                                                                                    | Procesos del ciclo         | Válvulas abiertas  | Válvulas recuperación  | Válvulas cerradas  | Estado del émbolo |                    |                      |
| 1 - 2                                                                                     | qi, isocórico              | 20, 15, 16         |                        | 17. 18             | bloqueado         |                    |                      |
| 2 - 3                                                                                     | wo, Exp. adiabática        |                    |                        | 23, 15, 16, 17, 18 | desplaza B - A    |                    |                      |
| 3 - 4                                                                                     | qo, isocórico              | 23, 17, 18         | C (26, 27), A (28, 29) | 15, 16             | bloqueado         |                    |                      |
| 4 - 1                                                                                     | wo, Contracción adiabática |                    |                        | 23, 15, 16, 17, 18 | desplaza A - B    |                    |                      |
| Estado de válvulas de los ciclos simultáneos en ambas cámaras <b>A y B</b>                |                            |                    |                        |                    |                   |                    |                      |
| <b>A</b>                                                                                  | abiertas                   | cerradas           | recupera               | <b>B</b>           | abiertas          | cerradas           | recupera             |
| 1 - 2                                                                                     | 20, 11, 12                 | 13 - 14            |                        | 3 - 4              | 23, 17, 18        | 15, 16             | C(26, 27), A(28, 29) |
| 2 - 3                                                                                     |                            | 20, 11, 12, 13, 14 |                        | 4 - 1              |                   | 23, 15, 16, 17, 18 |                      |
| 3 - 4                                                                                     | 23, 13, 14                 | 11, 12             | C(26, 27), A(28, 29)   | 1 - 2              |                   |                    |                      |
| 4 - 1                                                                                     |                            | 20, 11, 12, 13, 14 |                        | 2 - 3              |                   | 23, 15, 16, 17, 18 |                      |

TABLA 1

Procesos simultáneos en las cámaras **A y B** del ciclo **VsVs**; proceso (1-2) en A y proceso (3-4) en B.

Con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador bloqueado y ubicado en el extremo inicial X0 de la carrera, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 1-2 de adición de calor, con las válvulas 20, 11, 12

abiertas, y las válvulas 13, 14 cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 3-4 de extracción de calor con las válvulas 23, 17, 18 abiertas, y las válvulas 15, 16 cerradas, realizando la recuperación de calor con las válvulas 28, 29 abiertas y las válvulas 26, 27 cerradas. Este proceso termina cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado la presión alta de trabajo a su correspondiente temperatura.

Procesos simultáneos **A(2-3), B(4-1)** del ciclo **VsVs** Cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado la presión alta de trabajo, se desbloquea el émbolo y se inicia el desplazamiento del émbolo en sentido X0 a X1. Mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 2-3 de expansión adiabática, con las válvulas 20, 11, 12, 13, 14 cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 4-1 de contracción adiabática con las válvulas 23, 15, 16, 17, 18 cerradas. Este proceso de expansión en la cámara A y contracción en la cámara B termina cuando el émbolo ha alcanzado el extremo final X1 de la carrera entre A y B.

Procesos simultáneos **A(3-4), B(1-2)** del ciclo **VsVs** Con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador bloqueado y ubicado en el extremo final X1 de la carrera entre A y B, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 3-4 extracción de calor, con las válvulas 23, 13 y 14 abiertas, las válvulas 11, 12 cerradas, realizando la recuperación de calor con las válvulas 28 y 29 abiertas y las válvulas 26 y 27 cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 1-2 de adición de calor con las válvulas 20, 15 y 16 abiertas, y las válvulas 17, 18 cerradas. El proceso de adición isocórica de calor en B termina cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado la presión alta de trabajo a su correspondiente temperatura.

Procesos simultáneos **A(4-1) B(2-3)** del ciclo **VsVs**

Con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador desbloqueado y ubicado en el extremo final X1 de la carrera entre A y B, da comienzo la carrera de retorta desde X1 a X0, de modo que mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 4-1 de contracción adiabática, con las válvulas 20, 11, 12, 13, 14 cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 2-3 de expansión adiabática con las válvulas 23, 15, 16, 17, 18 cerradas hasta alcanzar la posición X0 de la carrera, donde da comienzo un nuevo ciclo que se repetirá indefinidamente.

El procedimiento de operación el ciclo térmico **VTVT** mostrado en las figuras 8(a) y 8(b) descrita de modo resumido en la tabla 2, opera del siguiente modo:

| Ciclo VTVT: procesos y estado de válvulas para cada punto de estado en la cámara <b>A</b> |                           |                   |                       |                   |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| Puntos                                                                                    | Procesos del ciclo        | Válvulas abiertas | Válvulas recuperación | Válvulas cerradas | Estado del émbolo |
| 1 - 2                                                                                     | qi, isocórico             | 20, 11, 12        |                       | 13 - 14           | bloqueado         |
| 2 - 3                                                                                     | wo, qi, Exp. isotérmica   | 20m, 11, 12       |                       | 13 - 14           | desplaza A - B    |
| 3 - 4                                                                                     | qo, Isocórico             | 23, 13, 14        | C-26, 27, A-28, 29    | 11 - 12           | bloqueado         |
| 4 - 1                                                                                     | wo, qo, Contr. isotérmica | 23m, 13, 14       |                       | 11 - 12           | desplaza B - A    |
| Ciclo VTVT: procesos y estado de válvulas para cada punto de estado en la cámara <b>B</b> |                           |                   |                       |                   |                   |
| Puntos                                                                                    | Procesos del ciclo        | Válvulas abiertas | Válvulas recuperación | Válvulas cerradas | Estado del émbolo |

(Continuación)

|                                                                                   |                           |             |                    |          |                |          |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|--------------------|----------|----------------|----------|----------------------|
| 1 - 2                                                                             | qi, isocórico             | 20, 15, 16  |                    | 17, 18   | bloqueado      |          |                      |
| 2 - 3                                                                             | wo, qi, Exp. Isotérmica   | 20m, 15, 16 |                    | 17, 18   | desplaza B - A |          |                      |
| 3 - 4                                                                             | qo, Isocórico             | 23, 17, 18  | C-26, 27, A-28, 29 | 15, 16   | bloqueado      |          |                      |
| 4 - 1                                                                             | wo, qo, Contr. Isotérmica | 23m, 17, 18 |                    | 15, 16   | desplaza A - B |          |                      |
| Estado de válvulas de los ciclos simultáneos en ambas cámaras <b>A</b> y <b>B</b> |                           |             |                    |          |                |          |                      |
| <b>A</b>                                                                          | abiertas                  | cerradas    | Recupera calor     | <b>B</b> | abiertas       | cerradas | Recupera calor       |
| 1 - 2                                                                             | 20, 11, 12                | 13 - 14     |                    | 3 - 4    | 23, 17, 18     | 15, 16   | C(26, 27), A(28, 29) |
| 2 - 3                                                                             | 20m, 11, 12               | 13 - 14     |                    | 4 - 1    | 23m, 17, 18    | 15, 16   |                      |
| 3 - 4                                                                             | 23, 13, 14                | 11 - 12     | C-26, 27, A-28, 29 | 1 - 2    | 20, 15, 16     | 17, 18   |                      |
| 4 - 1                                                                             | 23m, 13, 14               | 11 - 12     |                    | 2 - 3    | 20m, 15, 16    | 17, 18   |                      |

TABLA 2

Procesos simultáneos **A(1-2)**, **B(3-4)** del ciclo **VTVT**

- 5 Con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador bloqueado y ubicado en el extremo inicial X0 de la carrera, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 1-2 de adición de calor, con las válvulas 20, 11, 12 abiertas, y las válvulas 13, 14 cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 3-4 de extracción de calor con las válvulas 23, 17, 18 abiertas, y las válvulas 15, 16 cerradas, realizando la recuperación de calor con las válvulas 28, 29 abiertas y las válvulas 26, 27 cerradas. Este proceso termina cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado la presión alta de trabajo y su correspondiente temperatura.

Procesos simultáneos **A(2-3)**, **B(4-1)** del ciclo **VTVT**

- 15 Cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado la presión alta de trabajo, se desbloquea el émbolo y se inicia el desplazamiento del émbolo en sentido X0 a X1. Mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 2-3 de expansión isotérmica, con las válvulas **20 modulando**, 11, 12 abiertas y 13,14 cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 4-1 de contracción isotérmica con las con las válvulas **23 modulando**, 17 y 18 abiertas y 15, 16 cerradas. Estos procesos de expansión isotérmica en la cámara A y contracción isotérmica en la cámara B terminan cuando el embolo ha alcanzado el extremo final X1 de la carrera entre A y B.

Procesos simultáneos **A(3-4)**, **B(1-2)** del ciclo **VTVT**

- 25 Con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador bloqueado y ubicado en el extremo final X1 de la carrera entre A y B, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 3-4 de extracción de calor, con las válvulas 23, 13 y 14 abiertas, las válvulas 11, 12 cerradas, realizando la recuperación de calor con las

válvulas 28 y 29 abiertas y las válvulas 26 y 27 cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 1-2 de adición de calor con las válvulas 20, 15 y 16 abiertas, y las válvulas 17, 18 cerradas. El proceso de adición isocórica de calor en B termina cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado la presión alta de trabajo a su correspondiente temperatura.

#### Procesos simultáneos **A(4-1)**, **B(2-3)** del ciclo **VTVT**

Con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador desbloqueado y ubicado en el extremo final X1 de la carrera entre A y B da comienzo la carrera de retorno desde X1 a X0, de modo que mientras que en la cámara A de sistema termo- actuador se ejecuta el proceso 4-1 de contracción isotérmica, con las válvulas **23 modulando**, 13, 14 abiertas y 11, 12 cerradas, en la cámara B del sistema termo- actuador se ejecuta el proceso isotérmica 2-3 de expansión isotérmica con las con las válvulas **20 modulando**, 15, 16 abiertas, 17, 18 cerradas hasta alcanzar la posición X0 de la carrera, donde finaliza el ciclo descrito, dando comienzo un nuevo ciclo que se repetirá indefinidamente.

El procedimiento de operación el ciclo térmico VTVs mostrado en las figuras 9(a) y 9(b) descrito de modo resumido en la tabla 3, opera del siguiente modo:

| Ciclo VTVs: procesos y estado de válvulas para cada punto de estado en la cámara <b>A</b> |                         |                   |                       |                   |                   |                |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------------|
| Puntos                                                                                    | Procesos del ciclo      | Válvulas abiertas | Válvulas recuperación | Válvulas cerradas | Estado del émbolo |                |                      |
| 1 - 2                                                                                     | qi, isocórico           | 20, 11, 12        |                       | 13 - 14           | bloqueado         |                |                      |
| 2 - 3                                                                                     | qi, wo, Exp. isotérmica | 20m, 11, 12       |                       | 13 - 14           | desplaza B – A    |                |                      |
| 3 - 4                                                                                     | qo, Isocórico           | 23, 13, 14        | C-26, 27, A-28, 29    | 11 - 12           | bloqueado         |                |                      |
| 4 - 1                                                                                     | wo, Contr. adiabática   |                   |                       | 11 - 12           | desplaza A - B    |                |                      |
| Ciclo VTVs: procesos y estado de válvulas para cada punto de estado en la cámara <b>B</b> |                         |                   |                       |                   |                   |                |                      |
| Puntos                                                                                    | Procesos del ciclo      | Válvulas abiertas | Válvulas recuperación | Válvulas cerradas | Estado del émbolo |                |                      |
| 1 - 2                                                                                     | qi, isocórico           | 20, 15, 16        |                       | 17, 18            | bloqueado         |                |                      |
| 2 - 3                                                                                     | wo, qi, Exp. isotérmica | 20m, 15, 16       |                       | 17, 18            | desplaza B - A    |                |                      |
| 3 - 4                                                                                     | qo, isocórico           | 23, 17, 18        | C-26, 27, A-28, 29    | 15, 16            | bloqueado         |                |                      |
| 4 - 1                                                                                     | Contracción adiabática  |                   |                       | 15, 16, 17, 18    | desplaza A - B    |                |                      |
| Estado de válvulas de los ciclos simultáneos en ambas cámaras <b>A y B</b>                |                         |                   |                       |                   |                   |                |                      |
| <b>A</b>                                                                                  | abiertas                | cerradas          | Recupera calor        | <b>B</b>          | abiertas          | cerradas       | Recupera calor       |
| 1 - 2                                                                                     | 20, 11, 12              | 13 - 14           |                       | 3 - 4             | 23, 17, 18        | 15, 16         | C(26, 27), A(28, 29) |
| 2 - 3                                                                                     | 20m, 11, 12             | 13 - 14           |                       | 4 - 1             |                   | 15, 16, 17, 18 |                      |
| 3 - 4                                                                                     | 23, 13, 14              | 11 - 12           | C-26, 27, A-28,       | 1 -               | 20, 15,           | 17, 18         |                      |

(Continuación)

|       |  |                   |    |          |                |        |  |
|-------|--|-------------------|----|----------|----------------|--------|--|
|       |  |                   | 29 | 2        | 16             |        |  |
| 4 - 1 |  | 11, 12,<br>13, 14 |    | 2 -<br>3 | 20m, 15,<br>16 | 17, 18 |  |

TABLA

3

Procesos simultáneos **A(1-2)**, **B(3-4)** del ciclo **VTVs**

- 5 Con el émbolo a medio de desplazamiento del sistema termo-actuador bloqueado y ubicado en el extremo inicial X0 de la carrera, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 1-2 de adición de calor, con las válvulas 20, 11, 12 abiertas, y las válvulas 13, 14 cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 3-4 de extracción de calor con las válvulas 23, 17, 18 abiertas, y las válvulas 15, 16 cerradas, realizando la recuperación de calor con las válvulas 28, 29 abiertas y las válvulas 26, 27 cerradas. Este proceso termina cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado la presión alta de trabajo y su correspondiente temperatura.

Procesos simultáneos **A(2-3)**, **B(4-1)** del ciclo **VTVs**

- 15 Cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado la presión alta de trabajo, se desbloquea el émbolo y se inicia el desplazamiento del embolo en sentido X0 a X1. Mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 2-3 de expansión isotérmica, con las válvulas **20 modulando**, 11, 12 abiertas y 13,14 cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 4-1 de contracción isotérmica con las con las válvulas **23 modulando**, 17 y 18 abiertas y 15, 16 cerradas. Este proceso de expansión isotérmica en la cámara A y contracción isotérmica en la cámara B termina cuando el embolo ha alcanzado el extremo final X1 de la carrera entre A y B.

Procesos simultáneos **A(3-4)**, **B(1-2)** del ciclo **VTV**

- 25 Con el émbolo o medo de desplazamiento del sistema termo-actuador bloqueado y ubicado en el extremo final X1 de la carrera entre A y B, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 3-4 de extracción de calor con las válvulas 23, 13 y 14 abiertas, las válvulas 11, 12 cerradas, realizando la recuperación de calor con las válvulas 28 y 29 abiertas y las válvulas 26 y 27 cerradas en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 1-2 de adición de calor con las válvulas 20, 15 y 16 abiertas, y las válvulas 17, 18 cerradas. El proceso de adición isocórica de calor en B termina cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado la presión alta de trabajo a su correspondiente temperatura.

Procesos simultáneos **A(4-1)**, **B(2-3)** del ciclo **VTVs**

- 40 Con el émbolo a medio de desplazamiento del sistema termo-actuador desbloqueado y ubicado en el extremo final X1 de la camera entre A y B, da comienzo la camera de retorno desde X1 a X0, de modo que mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 4-1 de contracción adiabática, con las válvulas 20, 11, 12,13,14 cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 2- 3 de expansión adiabática con las con las válvulas 20,15, 16, 17 18 cerradas hasta alcanzar la posición X0 de la carrera, donde da comienzo un nuevo ciclo que se repetirá indefinidamente.

El procedimiento de operación el ciclo térmico **pVs** mostrado en las figuras 10(a) y 10(b) descrito de modo resumido en la tabla 4, opera del siguiente modo:

| Ciclo pVs: procesos y estado de válvulas para cada punto de estado en la cámara <b>A</b> |                             |                    |                       |                    |                   |                    |                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| Puntos                                                                                   | Procesos del ciclo          | Válvulas abiertas  | Válvulas recuperación | Válvulas cerradas  | Estado émbolo     |                    |                      |
| 1 - 2                                                                                    | qi, wo, expansión isobárica | 20m, 11, 12        |                       | 13 - 14            | desplaza A - B    |                    |                      |
| 2 - 3                                                                                    | qo, isocórico               | 23, 13 - 14        | C-26, 27, A-28, 29    | 11, 12, 20         | bloqueado         |                    |                      |
| 3 - 4                                                                                    | Wo, Contracción adiabática  |                    |                       | 23, 11, 12, 13, 14 | desplaza B - A    |                    |                      |
| 4 - 1                                                                                    | Reposo                      |                    |                       |                    | bloqueado         |                    |                      |
| Ciclo pVs: procesos y estado de válvulas para cada punto de estado en la cámara <b>B</b> |                             |                    |                       |                    |                   |                    |                      |
| Puntos                                                                                   | Procesos del ciclo          | Válvulas abiertas  | Válvulas recuperación | Válvulas cerradas  | Estado del émbolo |                    |                      |
| 1 - 2                                                                                    | qi, wo, expansión isobárica | 20m, 15, 16        |                       | 17 - 18            | desplaza B - A    |                    |                      |
| 2 - 3                                                                                    | qo, isocórico               | 23, 17, 18         | C-26, 27, A-28, 29    | 15, 16, 20         | bloqueado         |                    |                      |
| 3 - 4                                                                                    | Wo, Contracción adiabática  |                    |                       | 23, 15, 16, 17, 18 | desplaza          |                    |                      |
| 4 - 1                                                                                    | Reposo                      |                    |                       |                    | bloqueado         |                    |                      |
| Estado de válvulas de los ciclos simultáneos en ambas cámaras <b>A y B</b>               |                             |                    |                       |                    |                   |                    |                      |
| <b>A</b>                                                                                 | abiertas                    | cerradas           | Recupera              | <b>B</b>           | abiertas          | cerradas           | Recupera             |
| 1 - 2                                                                                    | 20m, 11, 12                 | 13 - 14            |                       | 3 - 4              |                   | 23, 15, 16, 17, 18 |                      |
| 2 - 3                                                                                    | 23, 13 - 14                 | 11, 12, 20         | C-26, 27, A-28, 29    | 4 - 1              |                   |                    |                      |
| 3 - 4                                                                                    |                             | 23, 11, 12, 13, 14 |                       | 1 - 2              | 20m, 15, 16       | 17, 18             |                      |
| 4 - 1                                                                                    |                             |                    |                       | 2 - 3              | 23, 17 - 18       | 15, 16, 20         | C(26, 27), A(28, 29) |

TABLA 4

Procesos simultáneos **A(1-2), B(3-4)** del ciclo pVs

5

Con el émbolo o medidor de desplazamiento del sistema termo-actuador desbloqueado y ubicado en el extremo inicial X0 de la carrera, mientras que en la cámara A del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isobárico 1-2 de adición de calor, con las válvulas **20 modulando**, 11 y 12 abiertas y las válvulas 13, 14 cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso adiabático 3-4 de contracción con las válvulas 23,15, 16,17,18 cerradas. Los procesos (1-2) en A y(3-4) en B finalizan cuando el émbolo del sistema termo-actuador haya alcanzado el final de carrera en la posición X1 en sentido A-B.

15

Procesos simultáneos **A(2-3), B(4-1)** del ciclo pVs

Cuando el émbolo haya alcanzado la posición X1 de final de cámara en sentido A-B, se bloquea el émbolo del sistema termo-actuador y mientras que en la cámara A del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 2-3 de extracción de calor, con las válvulas

23, 13 y 14 abiertas las válvulas 11, 12 cerradas, realizando la recuperación de calor con las válvulas 28 y 29 abiertas y las válvulas 26 y 27 cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador no se ejecuta proceso alguno (espera) manteniéndose el émbolo en reposo.

#### 5 Procesos simultáneos **A(3-4), B(1-2)** del ciclo **pVs**

Con el émbolo o medo de desplazamiento bloqueado y posicionado en X1, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso adiabático 3-4 de contracción, con las válvulas 11,12 13,14 cerradas, en la cámara B del sistema termo- actuador se ejecuta proceso 1-2 de expansión isobárica, con las válvulas **20 modulando** 15 y 16 abiertas y 17, 18 cerradas. Este proceso finaliza cuando el embolo alcanza la posición de inicia de ciclo en X0.

#### 15 Procesos simultáneos **A(4-1), B(2-3)** del ciclo **pVs**

Mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador en el proceso 4-1 no se ejecuta ninguna acción (espera en reposo), en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta proceso 2-3 de extracción isocórica de calor, con las válvulas 23,17, 16 abiertas y las válvulas 15 y 16 cerradas, realizando la recuperación de calor mediante 28 y 29 abiertas y 20 y 27 cerradas, finalizando un ciclo en ambas cámaras que se repetirá indefinidamente.

El procedimiento de operación el ciclo térmico **pVT** mostrado en las figuras 11(a) y 11(b) y descrito de modo resumido en la tabla 5 opera del siguiente modo:

| Ciclo pVT: procesos y estado de válvulas para cada punto de estado en la cámara <b>A</b> |                             |                   |                       |                   |                   |          |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|----------|----------|
| Puntos                                                                                   | Procesos del ciclo          | Válvulas abiertas | Válvulas recuperación | Válvulas cerradas | Estado émbolo     |          |          |
| 1 - 2                                                                                    | qi, wo, expansión isobárica | 20m, 11, 12       |                       | 13 - 14           | Desplaza A - B    |          |          |
| 2 - 3                                                                                    | qo, isocórico               | 23, 13 - 14       | C-26, 27, A-28, 29    | 11, 12, 20        | bloqueado         |          |          |
| 3 - 4                                                                                    | qo, wo, Contr. isotérmica   | 23m, 13, 14       |                       | 11, 12            | desplaza B - A    |          |          |
| 4 - 1                                                                                    | Reposo                      |                   |                       |                   | bloqueado         |          |          |
| Ciclo pVT: procesos y estado de válvulas para cada punto de estado en la cámara <b>B</b> |                             |                   |                       |                   |                   |          |          |
| Puntos                                                                                   | Procesos del ciclo          | Válvulas abiertas | Válvulas recuperación | Válvulas cerradas | Estado del émbolo |          |          |
| 1 - 2                                                                                    | qi, wo, expansión isobárica | 20m, 15, 16       |                       | 17 - 18           | desplaza B - A    |          |          |
| 2 - 3                                                                                    | qo, isocórico               | 23, 17, 18        | C-26, 27, A-28, 29    | 15, 16, 20        | bloqueado         |          |          |
| 3 - 4                                                                                    | qo, wo, Contr.              | 23m               |                       | 15, 16            | desplaza A - B    |          |          |
| 4 - 1                                                                                    | Reposo                      |                   |                       |                   | bloqueado         |          |          |
| Estado de válvulas de los ciclos simultáneos en ambas cámaras <b>A y B</b>               |                             |                   |                       |                   |                   |          |          |
| <b>A</b>                                                                                 | abiertas                    | cerradas          | Recupera              | <b>B</b>          | abiertas          | cerradas | Recupera |
| 1 - 2                                                                                    | 20m, 11, 12                 | 13 - 14           |                       | 3 - 4             | 23m, 17 - 18      | 15, 16,  |          |
| 2 - 3                                                                                    | 23, 13 - 14                 | 11, 12, 20        | C-26, 27, A-28, 29    | 4 - 1             |                   |          |          |

|       |             |                    |  |       |             |            |                      |
|-------|-------------|--------------------|--|-------|-------------|------------|----------------------|
| 3 - 4 | 23m, 13, 14 | 23, 11, 12, 13, 14 |  | 1 - 2 | 20m, 15, 16 | 17, 18     |                      |
| 4 - 1 |             |                    |  | 2 - 3 | 23, 17 - 18 | 20, 15, 16 | C(26, 27), A(28, 29) |

TABLA 5

Procesos simultáneos **A(1-2), B(3-4)** del ciclo **PVT**

- 5 Con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador desbloqueado y ubicado en el extremo inicial X0 de la carrera, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isobárico 1-2 de adición de calor con expansión isobárica (desplazamiento del embolo en el sentido A-B) y realización de trabajo, con las válvulas **20 modulando**, 11 y 12 abiertas, las válvulas 13, 14 cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isotérmico 3-4 de contracción con las válvulas **23 modulando**, 17,18 abiertas y 15,16 cerradas. Esta fase del ciclo termina cuando el émbolo alcanza la posición X1 de la carrera. bloqueando su posición.

Procesos simultáneos **A(2-3), B(4-1)** del ciclo **pVT**

- 15 Con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador bloqueado y ubicado en el extremo final X1 de la carrera, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 2-3 de extracción de calor, con las válvulas 23, 13 y 14 abiertas, las válvulas 11, 12 cerradas, realizando la recuperación de calor con las válvulas 28 y 29 abiertas y las válvulas 26 y 27 cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador no se ejecuta proceso alguno (émbolo en reposo y espera). Esta fase del ciclo termina cuando en la cámara A se alcanza el nivel de baja presión, desbloqueando el émbolo.

Procesos simultáneos **A(3-4), B(1-2)** del ciclo **pVT**

- 25 Con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador desbloqueado y ubicado en el extremo final X1 de la carrera, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 3-4 de contracción isotérmica, lo cual conlleva a realización de trabajo por contracción del fluido térmico de trabajo con realización de trabajo mecánico con las válvulas **23 modulando**, las válvulas 13 y 14 abiertas, y las válvulas 11, 12 cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta proceso 1-2 de expansión isobárica con las válvulas **20 modulando**, las válvulas 15 y 16 abiertas y 17, 18 cerradas. Esta fase del ciclo termina cuando el embolo alcanza la posición X0 de la carrera permaneciendo en reposo.

Procesos simultáneos **A(4-1), B(2-3)** del ciclo **pVT**

- 35 Con el embalo a medio de desplazamiento del sistema termo-actuador bloqueado y ubicado en el extremo inicial X1 de la carrera, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 4-1 inactivo donde el embolo permanece en reposo (espera), en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta proceso 2-3 de extracción isocórica de calor, con las válvulas 23, 17,18 abiertas, 20, 15 y 16 cerradas, realizando la recuperación de calor con las válvulas 28 y 29 abiertas y 26 y 27 cerradas. Esta fase del ciclo termina cuando La presión en la cámara B del cilindro termo-actuador alcanza el valor límite de alta presión (presión nominal), dando por finalizado el ciclo que se repite indefinidamente.

El procedimiento de operación el ciclo térmico **VTp** mostrado en las figuras 12(a) y 12(b) descrito de modo resumido en la tabla 6, opera del siguiente modo:

5

| Ciclo VTp: procesos y estado de válvulas para cada punto de estado en la cámara <b>A</b> |                         |                   |                       |                   |                   |          |                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|----------|----------------------|
| Puntos                                                                                   | Procesos del ciclo      | Válvulas abiertas | Válvulas recuperación | Válvulas cerradas | Estado émbolo     |          |                      |
| 1 - 2                                                                                    | qi, isocórico           | 20, 11, 12        |                       | 13 ,14            | bloqueado         |          |                      |
| 2 - 3                                                                                    | qi, wo, Exp. isotérmica | 20m, 11, 12       |                       | 13, 14            | desplaza A - B    |          |                      |
| 3 - 4                                                                                    | reposo                  |                   |                       |                   | bloqueado         |          |                      |
| 4 - 1                                                                                    | Qo, isobárico           | 23m, 13, 14       | C(26, 27), A(28, 29)  | 11, 12            | desplaza B - A    |          |                      |
| Ciclo VTp: procesos y estado de válvulas para cada punto de estado en la cámara <b>B</b> |                         |                   |                       |                   |                   |          |                      |
| Puntos                                                                                   | Procesos del ciclo      | Válvulas abiertas | Válvulas recuperación | Válvulas cerradas | Estado del émbolo |          |                      |
| 1 - 2                                                                                    | qi, isocórico           | 20, 15, 16        |                       | 17 - 18           | bloqueado         |          |                      |
| 2 - 3                                                                                    | qi, wo, Exp. isotérmica | 20m, 15, 16       |                       | 17 - 18           | desplaza B - A    |          |                      |
| 3 - 4                                                                                    | reposo                  |                   |                       |                   | bloqueado         |          |                      |
| 4 - 1                                                                                    | Qo, isobárico           | 23m, 17, 18       | C(26, 27), A(28, 29)  | 15, 16            | desplaza A - B    |          |                      |
| Estado de válvulas de los ciclos simultáneos en ambas cámaras <b>A y B</b>               |                         |                   |                       |                   |                   |          |                      |
| <b>A</b>                                                                                 | abiertas                | cerradas          | Recupera              | <b>B</b>          | abiertas          | cerradas | recupera             |
| 1 - 2                                                                                    | 20, 11, 12              | 13, 14            |                       | 3 - 4             | Reposo            |          |                      |
| 2 - 3                                                                                    | 20m, 11, 12             | 13, 14            |                       | 4 - 1             | 23m, 17, 18       | 15, 16,  | C(26, 27), A(28, 29) |
| 3 - 4                                                                                    | reposo                  |                   |                       | 1 - 2             | 20, 15, 16        |          |                      |
| 4 - 1                                                                                    | 23m, 13, 14             | 11, 12            | C(26, 27), A(28, 29)  | 2 - 3             | 20m, 15, 16       | 17, 18   |                      |

TABLA 6

#### Procesos simultáneos **A(1-2)**, **B(3-4)** del ciclo **VTp**

- 10 Con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador bloqueado y ubicado en el extrema inicial X0 de la carrera, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 1-2 de adición de calor, con las válvulas 20, 11, 12 abiertas y las válvulas 13, 14 cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador no se ejecuta proceso alguno permaneciendo el émbolo en reposo. Esta fase del ciclo termina
- 15 cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado en la cámara A la presión alta de trabajo a su correspondiente temperatura alta.

#### Procesos simultáneos **A(2-3)**, **B(4-1)** del ciclo **VTp**

- 20 Con la presión del fluido térmico de trabajo alta, se desbloquea el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador, iniciándose su desplazamiento en sentido X0 a

X1 de modo que mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 2-3 de expansión isotérmica, con las válvulas **20 modulando**, 11, 12 abiertas y 13,14 cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 4 - 1 extracción isobárica de calor con las válvulas **23 modulando**, 17 y 18 abiertas y 15, 16 cerradas, realizando la recuperación de calor con las válvulas 28, 29 abiertas y las válvulas 26, 27 cerradas. Esta fase del ciclo termina al final de la carrera en X1 cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado en la cámara A la presión baja de trabajo después de la expansión isotérmica a su correspondiente temperatura alta.

#### 10 Procesos simultáneos **A(3-4), B(1-2)** del ciclo **VTp**

Con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador ubicado en la posición X1 es bloqueado, de modo que durante la fase 3-4 de la cámara A de sistema termo-actuador no se ejecuta el proceso alguno permaneciendo en reposo, con las válvulas 20, 11,12,13,14 cerradas, mientras que en la cámara B se ejecuta el proceso isocórico de adición de calor 1-2, con las válvulas 20, 15 y 16 abiertas, las válvulas 17. 17 cerradas. Esta fase del ciclo termina cuando la presión del fluido térmico de trabajo alcanza el valor de alta presión en la cámara B desbloqueando el émbolo o media de desplazamiento del sistema termo-actuador.

#### 20 Procesos simultáneos **A(4-1), B(2-3)** del ciclo **VTp**.

Con la presión del fluido térmico de trabajo baja en la cámara A y el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador desbloqueado y ubicado en la posición X, tiene lugar la fase de retorno del émbolo o medio alternativo con el de proceso isobárico de extracción de calor 4-1 desplazándose en sentido de B hacia A hasta la posición inicial del ciclo X0, con las válvulas 23 modulando 13,14 abiertas y 11, 12 cerradas, recuperando calor con las válvulas 28, 29 abiertas y 26, 27 cerradas, mientras que en la cámara B se ejecuta el proceso 2-3 de adición isotérmica de calor, realizando trabajo y con las válvulas 20 modulando 15,16 abiertas y 17,18 cerradas. Esta fase del ciclo termina cuando el émbolo o medio alternativo alcanza la posición inicial del ciclo en X0, donde se bloque el émbolo, para iniciar el nuevo ciclo que se repite indefinidamente.

#### 35 **Implementación de los sistemas de control de los procesos llevados a cabo en los ciclos térmicos de la máquina térmica objeto del invento**

##### **Fundamento termodinámico aplicado**

La ejecución de los procesos inherentes a cada ciclo térmico opcional considerado entre los ciclos térmicos objeto del invento comprende los ciclos VsVs, VTVT, VTVs, pVs, pVT, VTp.

La descripción se refiere a los sistemas termo-actuadores dotados de cilindro termo-actuador, fuelle termo-actuador o sistema termo-hidráulico con huelgo volumétrico interno y bloqueo de movimiento en los extremos de carrera mostrados en las figuras 13(c), 13(d), 14(a), 14(b). La notación de variables y parámetros de los sistemas termo-actuadores alternativos comprende:

X<sub>0</sub>, distancia longitudinal del huelgo volumétrico interno,  
 Ac, área de la sección transversal circular del cilindro, fuelle o depósitos termo- hidráulicos con huelgo volumétrico interno,  
 R, constante general de los gases  $R=C_p-C_v$ ,  
 X, distancia recorrida por el émbolo,  
 X<sub>1</sub>, distancia total (carrera) recorrida por el embolo,

$V_0$ , volumen del huelgo volumétrico interno (volumen muerto);  $V_0 = A_c \cdot X_0$ ,  
 $V$ , volumen del gas cuando el émbolo ha recorrido la distancia  $X$ ;  $V = A_c \cdot (X_0 + X)$ ,  
 $V_1$ , volumen del gas cuando el émbolo ha recorrido la distancia  $X_1$ ;  $V_1 = A_c \cdot (X_0 + X_1)$   
 $V_{exp}$ , volumen de expansión,  
 $V_{cont}$ , volumen de contracción,  
 $V_{exp} = V_{cont} = V_1 - V_0 = A_c \cdot (X_1 - X_0)$ .

Con la notación expuesta se procede a la descripción y modelización de sistema de control para modular el caudal de fluido térmico de transferencia de calor, utilizando las arquitecturas de control mostradas en las figuras 13(c), 13(d), 13(e), 13(f), 14(a), 14(b).

Las técnicas de control por realimentación aplicadas incluyen:

- Modulación del caudal de fluido térmico de transferencia de calor por control de presión del fluido térmico de trabajo en el caso de procesos isobáricos por realimentación.
- Modulación del caudal de fluido térmico de transferencia de calor por control de temperatura del fluido térmico de trabajo en el caso de procesos isotérmicos por realimentación y cascada.
- Modulación del caudal de fluido térmico de transferencia de calor por control de caudal del fluido térmico de trabajo en el caso de procesos isotérmicos por realimentación del desplazamiento del émbolo.

### Descripción de los sistemas de control de los procesos de expansión y/o contracción isobáricos e isotérmicos

Teniendo en cuenta la notación especificada, para proceder a la ejecución de las tareas de control de los procesos de expansión y/o contracción isobáricos e isotérmicos se requiere de la estimación de la presión deseada  $p_{ref}$  o presión de referencia, para lo cual se parte de la ecuación general de los gases perfectos donde  $p \cdot V = p \cdot A_c \cdot (X + X_0) = R \cdot T$  de la ecuación previa se deduce la presión en función de la posición  $X$  de la cámara, la cual está dada como,

$$p = \frac{R \cdot T}{A_c \cdot (X + X_0)}$$

de aquí se obtiene la presión deseada o presión de referencia ( $p_{ref}$ ) la cual se socia con la temperatura de referencia o temperatura deseada ( $T_{ref}$ ) según la siguiente expresión:

$$p_{ref} = \frac{R \cdot T_{ref}}{A_c \cdot (X + X_0)}$$

El control de presión en los procesos isobáricos cerrados es llevado a cabo mediante la modulación del flujo de calor suministrado en control por realimentación de la presión actual medida en tiempo real dentro del espacio volumétrico del sistema termo- actuador considerado.

### Operación del bucle o lazo de control de presión por realimentación de presión según figura 13(c)

Con referencia a la figura 13(c), una vez establecido el valor deseado de la presión de referencia  $p_{ref}$  o presión deseada durante un proceso isobárico, se compara este valor de

referencia con el valor actual de la presión capturada dentro del sistema termo-actuador mediante el transmisor de presión pT, donde la señal de error de control es igual a la diferencia entre el valor de la presión de referencia y el valor actual de la presión. La señal de error es procesada por el regulador (77), (preferiblemente un regulador de acción proporcional más integral), del cual sale una señal de control que acciona la válvula de control (20) en el caso de adición de calor modulando la variable manipulada (cauda del fluido térmico de transferencia de calor) requerido para mantener la presión del proceso isobárico constante.

#### 10 **Operación del bucle o lazo de control de temperatura por realimentación de presión y posición X de la carrera del sistema termo-actuador según figura 13(d)**

15 Con referencia a la figura 13(d), el sistema de control de temperatura requiere de una estrategia de control en cascada modificada por el hecho de que la señal de realimentación del bucle externo es de realimentación positiva, donde tal estrategia de control de temperatura se compone de dos bucles de control por realimentación:

- el bucle externo de control por realimentación positiva de la posición del émbolo o actuador del sistema termo-actuador considerado,
- 20 -- el bucle interno de control por realimentación negativa de la presión actual en el sistema termo-actuador considerado, donde el bucle externo de control determina el valor de la presión de referencia, la cual es variable a lo largo de la carrera (X) del cilindro u otro del sistema termo-actuador según la expresión  $\frac{R \cdot T}{Ac \cdot (X + X_0)}$ , la cual es computada en tiempo real en el bloque de cálculo (80) al que se introducen los valores de la temperatura de referencia y de la posición (X) del émbolo en su carrera o sistema termo-actuador considerado, donde la señal de salida del bloque (80) es la presión de referencia que entra al bucle de control interno, el cual opera por realimentación de la presión actual dentro del sistema termo-actuador, tal como se ha descrito en la figura 13(c). Por tanto, una vez establecido el valor deseado de la presión de referencia p<sub>ref</sub> o presión variable deseada durante un proceso isotérmico, se compara este valor de referencia variable con el valor actual de la presión variable capturada dentro del sistema termo-actuador mediante el transmisor de presión pT, donde la señal de error de control es igual a la diferencia entre el valor de la presión de referencia y el valor actual de la presión variable, y donde la señal de error es procesada por el regulador (77), (preferiblemente un regulador de acción proporcional-integral) el cual emite una señal de control que acciona la válvula de control (20) en el caso de adición de calor, modulando la variable manipulada (cauda del fluido térmico de transferencia de calor) requerido para mantener la temperatura del proceso isotérmico constante.

#### 40 **Descripción de la estructura de control mediante conmutadores selectores de los procesos requeridos para la ejecución de los ciclos térmicos considerados**

La figura 14 ilustra la estructura del sistema de control de los procesos inherentes a los ciclos térmicos considerados, por medio de diagramas de bloques que ilustran la lógica de conmutación para selección de las señales correspondientes a cada proceso del ciclo térmico considerado tanto para los circuitos de adición de calor o calentamiento como para los circuitos de extracción de calor o enfriamiento. respectivamente mediante las dos figuras; 14(a) y 14(b) donde cada proceso del ciclo térmico a ejecutar requiere del sistema de control una combinación específica de entrada y salida de señales para accionar las válvulas de control (20) en el caso de adición de calor y (23) en el caso de extracción de calor.

50 La figura 14(a) muestra los componentes fundamentales del sistema de control en cascada para los procesos de adición de calor o calentamiento mostrados en la figura 14(a) incluyen

al menos los siguientes componentes:

- 1, sistema termo-actuador basado en un cilindro alternativo de doble efecto dotado de huelgo volumétrico interno,
- 5 20, válvula de control de presión a temperatura de calentamiento, responsable de la modulación del caudal de calor transferido de la fuente de calor al cilindro termo- actuador,
- 21, calentador del fluido térmico de trabajo, de transferencia de calor por convección forzada a contracorriente,
- 32, Intercambiador de calor entre la fuente térmica y el fluido térmico de transferencia de calor,
- 10 34, calentador de refuerzo adicional de energía eléctrica
- 75, conmutador selector del modo de control de la válvula (20) con modo isocórico (78) o modo regulación (77),
- 76, conmutador selector del modo de control de la válvula (20) con modo isobárico (79) o modo isotérmico (80),
- 15 77, regulador responsable de modular el flujo de calor mediante ajuste de la posición de la válvula de control (20) de presión o temperatura,
- 78, posición del conmutador selector en modo de control isocórico
- 79, posición del conmutador selector en modo de control isobárico
- 20 80, posición del conmutador selector en modo de control isotérmico. Consiste en un bloque calculador de la presión deseada para introducir el valor deseado del regulador (77),
- pT, transmisor de presión actual dentro del cilindro termo-actuador (1) u otro sistema termo-actuador considerado,y
- 25 XT, transmisor de la posición del embolo del cilindro termo-actuador (1) u otro sistema termo-actuador considerado,

La figura 14(b) muestra los componentes fundamentales del sistema d control en cascada para los procesos de extracción de calor o enfriamiento mostrados en la figura 14(b) incluyen al menos los siguientes componentes:

- 30 1, sistema termo-actuador basado en un cilindro alternativo de doble efecto dotado de huelgo volumétrico interno,
- 23, válvula de control de presión o temperatura de enfriamiento, responsable de la modulación del caudal de calor transferido desde el fluido térmico de trabajo desde el cilindro termo-actuador al sumidero térmico,
- 35 24, enfriador del fluida térmico de trabajo, de transferencia de calor por convección forzada a contracorriente,
- 25, compresor de recirculación del fluido térmico de trabajo de enfriamiento,
- 75, conmutador selector del modo de control de la válvula (20) con modo isocórico (78) o modo regulación (77),
- 40 76, conmutador selector del modo de control de la válvula (20) con modo isobárico (79) o modo isotérmico (80),
- 77, regulador responsable de modular el flujo de calor mediante ajuste de la posición de la válvula de control (20) de presión o temperatura,
- 45 78, posición del conmutador selector en modo de control isocórica,
- 79, posición del conmutador selector en modo de control isobárico,
- 80, posición del conmutador selector en modo de control isotérmico. Consiste en un bloque calculador de la presión deseada para introducir el valor deseado del regulador (77),
- pT, transmisor de presión actual dentro del cilindro termo-actuador (1) u otro sistema termo-actuador considerado,
- 50 XT, transmisor de la posición del embolo del cilindro termo-actuador (1) u otro sistema termo-actuador considerado,

### Procedimiento de operación de la lógica de conmutación de los sistemas de control de los procesos térmicos de cada ciclo térmico propuesto

La figura 15 muestra los modos de control para cada proceso termodinámico valido para todos los ciclos térmicos soportados por la máquina térmica objeto del invento.

Partiendo de la estructura del sistema de control mostrado en la figura 14, mediante las figuras 15(a), 15(b) y 15(c) y 15(d), se ilustra la lógica de control para ejecutar secuencialmente cada uno de los cuatro procesos posibles dentro de cada ciclo térmico. Así, tal como indica la tabla 7, accionando convenientemente los conmutadores (75) y (76), se administra la señal de mando o variable de control adecuada para operar la válvula de control (20) en caso de calentamiento o (23) en caso de enfriamiento, donde tal lógica de conmutación pueden se implementa mediante las técnicas de lógica cableada o de lógica programada, es decir mediante hardware o software.

| Proceso del ciclo térmico | Posición conmutador (75) | Posición conmutador (76)          |
|---------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| adiabático                | neutral                  | neutral                           |
| isocórico                 | proceso isocórico (78)   | neutral                           |
| isobárico                 | Regulador (77)           | $p_{ref}$ proceso isobárico (79)  |
| isotérmico                | Regulador (77)           | $T_{ref}$ proceso isotérmico (80) |

TABLA 7

De acuerdo con la descripción de la lógica de control de la secuenciación de procesos térmicos del ciclo a ejecutar mostrada en la Tabla 7, se describe se describe el modo de operación para cada procedo susceptible de ser ejecutado en el ciclo considerado:

La figura 15(a) muestra que para realizar un proceso adiabático (transferencia de calor nula), se posiciona el conmutador (75) en posición neutral (sin señal, válvula (20) normalmente cerrada), el conmutador (76) en posición neutral (sin señal, inactivo).

La figura 15(b) muestra que para realizar un proceso isocórico (transferencia de calor máxima), se posiciona el conmutador (75) en posición (78) (máxima señal, válvula (20) 100% abierta), el conmutador (76) en posición neutral (sin señal, inactivo).

La figura 15(c) muestra que para realizar un proceso isobarico (transferencia de calor modulable), se posiciona el conmutador (75) en posición (77), (señal modulable, válvula (20) modulando), el conmutador (76) en posición (79), (señal de referencia de presión deseada).

La figura 15(d) muestra que para realizar un proceso isotérmico (transferencia de calor modulable), se posiciona el conmutador (75) en posición (77) (señal modulable, válvula (20) modulando), el conmutador (76) en posición (80), (señal de referencia de temperatura deseada).

### Descripción de realizaciones preferentes de la invención

La invención denominada PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTISTRUCTURAL POLICÍCLICA Y PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN, está implementada bajo varias realizaciones preferentes de aplicación industrial, las cuales constan de dos o más módulos de potencia acoplados convenientemente en base a las propiedades de modularidad y escalabilidad.

Cada módulo de potencia (100) se caracteriza por proporcionar energía mecánica alternativa discontinua intermitente a uno de entre varios elementos de conversión de movimientos alternativo discontinuo intermitente a movimiento rotativo continuo, con los cuales se obtiene potencia mecánica y/o eléctrica útil.

Los elementos de conversión de movimiento alternativo discontinuo intermitente a movimiento rotativo continuo, que están asociados individualmente a cada módulo de potencia (100), con los cuales se obtiene potencia mecánica y/o eléctrica útil objeto del invento, comprende:

-- Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación rígida entre los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) y el convertor de movimiento alternativo a rotativo basado en el sistema mecánico cremallera dentada engranaje mostrada en el módulo (45), de la figura 4(a),

-- Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica entre los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) y el convertor de movimiento alternativo a rotativo basado en cremallera dentada-engranaje mostrada en el módulo 45, de la figura 4(b),

-- Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica entre los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) y el convertor de movimiento alternativo a rotativo basado en vástago-cruceta-biela- cigüeñal mostrada en el módulo 65, de la figura 4(c),

-- Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica entre los cilindros termo-actuadores (1.1) (1.2) y el convertor de movimiento alternativo a rotativo basado en el conjunto formado por un par de cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) que accionan sendas bombas hidráulicas alternativas las cuales accionan un motor hidráulico rotativo mostrado en la figura 4(d),

-- los cuatro sistemas citados donde los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) son sustituidos por los sistemas de fuelle alternativo de doble efecto (2.1) y (2.2) mostrados respectivamente en las figuras 5(a), 5(b), 5(c), 5(d),

-- Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica basada en un par de depósitos termo-hidráulicos (3.1A) y(3.1B) que accionan directamente un motor hidráulico rotativo (66), el cual acciona un generador eléctrico (67) mostrado en las figuras 3(a) y 6(a).

El módulo de potencia (100) mostrado en la figura 16 representa la estructura esquemática de la máquina térmica mostrada en la figura 1 con respecto a los elementos de conversión de calor a trabajo, todo lo cual comprende los circuitos de adición de calor, transferencia de calor por convección forzada en calentamiento, extracción de calor, transferencia de calor por convección forzada en el enfriamiento y recuperación de calor. Las partes de la máquina relacionadas con la transferencia de calor objeto del invento conforman un módulo de potencia (100), el cual está vinculado a uno de los sistemas de conversión de movimiento alternativo intermitente a movimiento rotativo continuo, con lo cual esta capacitada para soportar una arquitectura de acoplamiento modular y escalable entre módulos de potencia (100) donde cada una de estas unidades o está constituida por los siguientes elementos:

100, módulo de potencia que incluye un sistema termo-actuador basado en un cilindro termo-mecánico alternativo de doble efecto con huelgo volumétrico interna, u otro sistema convertor de energía térmica a trabajo equivalente entre los descritos en la memoria de la descripción, así como los accesorios incluidos en la figura 1 tales como válvulas y bombas, así como los accesorios de adición, extracción y recuperación de calor, 30, bomba de recirculación del fluido térmico de transferencia de calor, 31, intercambiador recuperador de calor residual del módulo de potencia 100,

32, calentador del fluido térmico de transferencia de calor procedente de una o más fuentes externas que incluyen las de origen geotérmico, nuclear, termosolar concentrado así como la recuperación de calor desde un ciclo térmico primario,

33, circuito de conducción del fluido térmico de transferencia de calor donde el conducto (33) (línea discontinua) de adición de calor procedente de una o más fuentes externas mediante los calentadores (32) y (34), y de recuperación de calor residual mediante el intercambiador de calor (31), suministran calor al módulo de potencia (100),

34, calentador del fluido térmico de transferencia de calor procedente de origen eléctrica, que incluyen la energía electro-resistiva, la electro-inductiva, y la electro- magnética en el caso de microondas en el rango de frecuencias de microondas, especialmente para añadir calor en procesos isotérmicos.

101, circuito de circulación del fluido térmico de transferencia de calor (agua) de enfriamiento por extracción de calor,

102, bomba de circulación del fluido térmico de transferencia de calor (agua) de enfriamiento por extracción de calor.

Cada módulo de potencia (100), que comprende los circuitos de adición, extracción y recuperación de calor, según la figura 16, consta de al menos los siguientes elementos:

-- un circuito (33) de captura de energía térmica de origen externo e interno por el que circula el fluido térmico de transferencia de calor (en general incluye aceite térmico) impulsado por una bomba de alimentación de fluido térmico de trabajo (30), donde el calor de origen externo e interno (calor de recuperación de calor residual) es capturado por medio de los calentadores (32) (34) y (31) que es aportado al circuito de alimentación de calor (33), donde el calor aportado por el calentador (32) puede ser de origen fósil, biotérmico, nuclear, combustión del hidrógeno o combustión de amoníaco, y donde el calor aportado por calentador eléctrica (34) puede ser de origen electro- resistivo, electro-inductivo, o electro-magnético en el rango de microondas,

-- un circuito de extracción de calor (101) por el que circula el fluido térmico de enfriamiento (en general incluye agua a temperatura ambiente) accionado por una bomba de circulación (102) que conduce el calor extraído del módulo (100) a un sumidero térmico.

La estrategia de acoplamiento de módulos de potencia (100) obedece a una estructura de interconexión entre vanos módulos de potencia (100), denominados (100<sup>a</sup>) (100b) y (100c) según la figura 17 acoplados en cascada con respecto al fluido térmico de transferencia de calor, que comprende ala menos los siguientes componentes:

30, bomba de alimentación del fluido térmico de transferencia de calor,

31, intercambiador recuperador de calor residual de cada módulo de potencia 100,

32, calentador del fundo térmico de transferencia de calor procedente de una o mas fuentes externas de origen geotérmico, nuclear, termosolar concentrado o recuperador de calor desde un ciclo térmico primario,

33, circuito de alimentación y recirculación del fluido térmico de transferencia de calor, donde el conducto (33) de adición de calor (línea discontinua) procedente de una o mas fuentes externas mediante los calentadores (32) y (34), y de recuperación de calor residual mediante el intercambiador de calor (31), suministran calor al módulo de potencia (100)

34, calentador de refuerzo del fluido térmico de transferencia de calor de origen eléctrico, que incluye opcionalmente la energía eléctrica electro-resistiva, la electro- inductiva, y la electro-magnética en un rango de frecuencias de microondas, en procesos isotérmicos e isobáricos,

101, circuito de circulación del fluido térmico (agua) de enfriamiento por extracción de calor,

102, bomba de circulación del fluido térmico (agua) de enfriamiento por extracción de calor.

El Procedimiento de operación de la planta dotada de una estructura de máquina formada por varios módulos de potencia (100) acoplados en cascada con respecto al circuito de alimentación de calor procedente de una fuente externa, por medio del circuito de adición de calor (33) y el circuito de extracción de calor (101) conectado en paralelo con cada módulo de potencia (100), según la figura 17, donde,

cada módulo de la planta denominado consecutivamente en orden alfabético de mayor a menor temperatura como (100a), (100b), (100c), (100d), (100e), y así, en ese orden sucesivo tal como se indica en la figura 19, opera de manera que el fluido térmico de transferencia de calor que circula por el circuito (33) accede al módulo (100a), impulsado por la bomba de alimentación (32) donde cede una parte del calor, que se convierte en trabajo mecánico útil en el módulo (100a), y desde donde continúa a menor temperatura hacia el módulo (100b) y (100c) cediendo calor a cada módulo acoplado en cascada y produciendo trabajo mecánico útil saliendo finalmente por el ultimo modulo (100) circuito de alimentación de calor (33) para repetir indefinidamente este ciclo de recirculación, y donde con respecto a la extracción de calor por enfriamiento, opera de manera que el fluido térmico de enfriamiento circula por el circuito de enfriamiento (101) impulsado por la bomba de circulación (102) que accede y retoma de cada módulo (100) en paralelo transportando calor residual no recuperable a un sumidero térmico.

El sistema de recuperación del calor residual obtenido del enfriamiento del fluido térmico de trabajo de la planta, adopta la estructura del sistema de recuperación de calor mostrado en la figura 18, donde tal calor residual es capturado por los respectivos intercambiadores recuperadores de calor (31) correspondientes a cada uno de los módulos de potencia (100a), (100b), (100c) respectivamente, destinados al acoplamiento en cascada de varios módulos de potencia (100a), (100b), (100c), donde la estructura del sistema de recuperación de calor comprende al menos los siguientes componentes:

- 30, bomba de alimentación del fluido térmico de transferencia de calor,
- 31, intercambiador recuperador de calor residual del módulo de potencia 100,
- 32, calentador del fluido térmico de transferencia de calor procedente de una o más fuentes externas de origen geotérmico, nuclear, termosolar concentrado o recuperador de calor desde un ciclo térmico primario,
- 33, circuito de conducción del fluido térmico de transferencia de calor, donde el conducto (33) de adición de calor (línea discontinua) procedente de una o mas fuentes externas mediante los calentadores (32) y (34), y de recuperación de calor residual mediante el intercambiador de calor (31), suministran calor al módulo de potencia (100),
- 34, calentador del fluido térmico de transferencia de calor procedente de origen eléctrico, que incluyen la electro-resistiva, la electro-inductiva, y la electro-magnética en el caso de microondas en el rango de frecuencias de microondas, especialmente para añadir calor en procesos isotérmicos,
- 101, circuito de circulación del fluido térmico (agua) de enfriamiento por extracción de calor,
- 102, bomba de circulación del fluido térmico (agua) de enfriamiento por extracción de calor,
- 104, válvula de interconexión entre el circuito (33) de alimentación de calor externo y circuito (105) de recuperación de calor por medio de los intercambiadores recuperadores de calor (31),
- 105 circuito de recuperación de calor (línea discontinua) por medio de los intercambiadores recuperadores de calor (31) procedente de los módulos de potencia (100a) (100b) y (100c),
- 110, bomba de recirculación del calor recuperación.

El procedimiento de operación de la sistema de recuperación de calor residual procedente de cada intercambiador recuperador de calor residual (31), (uno por cada módulo de potencia (100)), según la figura 18 es tal que el calor recuperado de los módulos de potencia

(100a) y (100b) es utilizado para alimentar el módulo de potencia (100c), donde, para una estructura de máquina objeto del invento, dotada de tres unidades de potencia acopladas en cascada (100a), (100b) y (100c), opera de manera que el calor recuperado de los módulos de potencia (100a) y (100b) mediante el intercambiador recuperador de calor (31) es utilizado para alimentar en cascada el módulo de potencia (100c), el cual consiste en que con la válvula (104) cerrada, la salida del fluido térmico de trabajo del módulo (100c) es conducida por el circuito (105) (línea discontinua) impulsado por la bomba de recirculación de calor de recuperación (110) a los intercambiadores recuperadores de calor (31) de los módulos (100a) y (100b) de tal manera que el calor residual recuperado por los intercambiadores recuperadores (31) de los dos primeros módulos (100a) y (100b) es utilizado para alimentar el último módulo (100c), y donde el calor residual del último módulo (100c) recuperado por el intercambiador recuperador de calor (31) del módulo (100c) es transferido al circuito de alimentación general de calor (33), repitiendo indefinidamente este ciclo.

El sistema de recuperación del calor residual obtenido del enfriamiento del fluido térmico de trabajo de la planta, adopta la estructura del sistema de recuperación de calor mostrado en la figura 19, donde tal calor residual es capturado por los respectivos intercambiadores recuperadores de calor (31) correspondientes a cada uno de los módulos de potencia (100a), (100b), (100c), todo lo cual adopta la estructura compuesta por los siguientes componentes:

30, bomba de alimentación del fluido térmico de transferencia de calor,  
 31, intercambiador recuperador de calor residual del módulo de potencia 100,  
 32, calentador del fluido térmico de transferencia de calor procedente de una o más fuentes externas de origen geotérmico, nuclear, termosolar concentrado o recuperador de calor desde un ciclo térmico primario,  
 33, circuito de conducción del fluido térmico de transferencia de calor, donde el conducto (33) de adición de calor (línea discontinua) procedente de una o mas fuentes externas mediante los calentadores (32) y (34), y de recuperación de calor residual 30 mediante el intercambiador de calor (31), suministran calor al módulo de potencia (100)  
 34, calentador del fluido térmico de transferencia de calor procedente de una o mas fuentes externas de origen geotérmico termosolar concentrado, fósil, biotérmico nuclear, hidrógeno amoníaco, electro-resistivo, electro-inductivo, y electro-magnético en el caso de microondas, especialmente para procesos isotérmicos,  
 101, circuito de circulación del fluido térmico (agua) de enfriamiento por extracción de calor,  
 102, bomba de circulación del fluido térmico (agua) de enfriamiento por extracción de calor,  
 103, bomba de circulación del fluido térmico de transferencia de calor del circuito de recuperación de calor (línea discontinua de la figura 19,  
 106, válvula by-pass entre la salida del fluido térmico de transferencia de calor del módulo (1000) y el circuito (línea discontinua) de recuperación de calor (107) de alimentación del calor recuperado de los módulos (100a), (100b), (100c) y (100d),  
 107, circuito de recuperación de calor (línea discontinua) por medio de los intercambiadores recuperadores de calor (31) de los módulos de potencia (100a), (100b), (100c), (100d) y (100e),

El procedimiento de operación de la sistema de recuperación de calor residual procedente de cada intercambiador recuperador de calor residual (31), (uno por cada módulo de potencia (100)), según la figura 19, es tal que el calor recuperado procedente de cada intercambiador recuperador de calor residual (31), (uno por cada módulo de potencia (100)), que adopta una configuración estructural basada en cinco módulos de potencia acoplados en cascada, (100a), (100b) (100c) (100d) y (100e), opera de manera que el calor recuperado de los módulos de potencia (100a) (100b) y (100c) es utilizado para alimentar en cascada

los módulos (100d) y (100e), según la figura 19, donde la configuración de acoplamiento en cascada con respecto al sistema de transferencia de calor de los módulos de potencia (100a), (100b) y (100c) opera de manera que el calor rechazado por la salida del módulo de potencia (100c) circula reformando por el conducto (33) hacia la entrada de alimentación del módulo de potencia (100a) después de captar calor de las fuentes externas (34) y (34), mientras que el calor recuperado de los módulos de potencia (100a) (100b) y (100c) por medio del intercambiador recuperador de calor (31) es utilizado para alimentar en cascada los módulos (100d) y (100e), según la figura 19, y donde con la válvula (106) cerrada, el calor recuperado 30 por el intercambiador recuperador de calor (31) del módulo de potencia (100e) retorna por el conducto (107) (línea discontinua) impulsado por la bomba (103) para cerrar el circuito de recuperación de calor mediante los intercambiadores recuperadores de calor de los módulos de potencia.

15

## REIVINDICACIONES

- 5 1. PLANTA TERMoelectrica MULTIestructural POLICiclica Y  
PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN, caracterizada porque
  - dispone de varias configuraciones estructurales polivalentes del sistema termo- actuador,
  - dispone de varias configuraciones estructurales mecánicas y/o hidráulicas polivalentes del sistema conversor de movimiento alternativo a rotativo,
  - 10 -- el sistema termo-actuador asociado con cualquiera de las estructuras mecánicas propuestas opera de modo optativo con uno entre distintos ciclos térmicos propuestos donde el sistema termo-actuador
  - opera con movimiento alternativo discontinuo, es decir, intermitente,
  - contiene huelgo volumétrica interno (huelgo confinado en el espacio volumétrico del
  - 15 sistema termo-actuador), donde se caracteriza por tres modelos de sistema termo- actuador con huelga volumétrico interno:
    - sistema termo-actuador basado en al menos un par de cilindros alternativos de doble efecto
    - sistema termo-actuador basado en al menos un par de fuelles termomecánicos
    - 20 alternativos de doble efecto sistema termo actuador basado en al menos un par de depósitos termo-hidráulicos alternativos de doble efecto,
- 25 2. PLANTA TERMoelectrica MULTIestructural POLICiclica, según reivindicación 1ª, caracterizada por la estructura del sistema de transferencia de calor el cual comprende:
  - circuito de adición o suministro de calor al ciclo térmico del sistema termo-actuador,
  - circuito de extracción de calor del ciclo térmico del sistema termo-actuador,
  - circuito de recuperación del calor residual obtenido del enfriamiento del fluido térmico de
  - 30 abajo circuito de calentamiento por convección forzada mediante recirculación del fluido térmico de trabajo de alta temperatura y
  - circuito de enfriamiento por convección forzada mediante recirculación del fluido térmico de trabajo de baja temperatura donde el sistema de transferencia de calor con respecto al
  - 35 circuito de adición o suministro de calor es genéricamente responsable de proporcionar calor desde una fuente de energía térmica (nuclear solar, geotérmica, gases de combustión, o calor residual de cualquier origen, así como los medios para añadir calor de refuerzo de procedencia eléctrica mediante resistencias eléctricas. inducción magnética o microondas, al
  - 40 fluido térmico de trabajo facilitando la realización de trabajo mecánico por expansión adiabática, isobárica o isotérmica, dependiendo de los procesos inherentes al ciclo térmico utilizado, así como responsable del enfriamiento por medio del circuito de extracción de calor, desde el fluido térmico de trabajo de baja temperatura al sumidero de calor facilitando
  - la realización de trabajo mecánico por contracción adiabática, isobárica o isotérmica dependiendo de los procesos del ciclo térmico utilizado, así como responsable de la
  - 45 recuperación del calor residual mediante el circuito de recuperación de calor desde el sistema de extracción de calor, hacia la alimentación del ciclo térmico que siga aguas abajo, o al propio ciclo térmico, y donde el sistema de transferencia de calores comprende al menos los siguientes componentes:
    - sistema termo-actuador basado en un cilindro termo-mecánico alternativo de doble efecto
    - (1) con huelgo volumétrica interno
    - válvula de entrada de recirculación del fluido térmico de trabajo caliente a la cámara (A)
    - 50 del sistema termo-actuador (11),
    - válvula de retorno de recirculación del fluido térmico de trabajo caliente desde la cámara (A) del sistema termo-actuador (12),
    - válvula de entrada de recirculación del fluido térmico de trabajo frío a la cámara (A) del

cilindro termo-actuador (13),  
 válvula de retorno de recirculación del fluido térmico de trabajo frío desde la cámara (A) del sistema termo actuador (14),  
 5 15, válvula de entrada de recirculación del fluido térmico de trabajo caliente a la cámara (B) del sistema termo-actuador (15),  
 válvula de retomo de recirculación del fluido térmico de trabajo caliente desde la cámara (B) del sistema termo-actuador (16),  
 válvula de entrada de recirculación del fluido térmico de trabajo frío a la cámara (B) del sistema termo-actuador (17),  
 10 válvula de retorno de recirculación del fluido térmico de trabajo frío desde la cámara (B) del sistema termo-actuador (18),  
 válvula de control de presión o temperatura de calentamiento responsable de la modulación del caudal de calor transferido de la fuente de calor al cilindro termo-actuador (20),  
 calentador del fuco térmico de trabajo de transferencia de calor por convección forzada a contracorriente (21),  
 15 compresor de recirculación del fluido térmico de trabajo de calentamiento (22),  
 válvula de control de presión o temperatura de enfriamiento, responsable de la modulación del caudal de calor transferido desde el cilindro termo-actuador al sumidero térmico (23),  
 enfriador del fluido térmico de trabajo de transferencia de calor por convección forzada a contracorriente (24),  
 20 compresor de recirculación del fluido térmico de trabajo de enfriamiento (25),  
 válvula de bloqueo de la circulación del fluido de transferencia de calor frío, a la entrada del enfriador para permitir la recuperación de calor (26),  
 válvula de bloqueo de la circulación del fluido de transferencia de calor frío, a la salida del enfriador para permitir la recuperación de calor (27),  
 25 válvula de bloqueo de la circulación del fluido de transferencia de calor por el recuperador de calor (31) a la entrada del recuperador de calor (28),  
 válvula de bloqueo de la circulación del fluido de transferencia de calor por el recuperador de calor (31) a la salida del recuperador de calor (29),  
 30 bomba de circulación del fluido de transferencia de calor (30),  
 Intercambiador recuperador de calor (31),  
 Intercambiador de calor entre la fuente térmica y el fluido térmico de transferencia de calor (32),  
 y circuito de recirculación del fluido de transferencia de calor de calentamiento (33).

35 3. PLANTA TERMOELECTRICA MULTIESTRUCTURAL POLICICLICA, según reivindicación 1ª, caracterizada por la estructura del sistema de transferencia de calor, el cual está asociado con un sistema termo-actuador de tal manera que el mismo sistema de transferencia de calor soporta de modo optativo la instalación de varios sistemas termo actuadores de estructuras mecánicas diferentes donde  
 40 el sistema de transferencia de calor acoplado a un sistema termo-actuador basado en cilindro alternativo de doble efecto (1), realiza trabajo mecánico en ambos sentidos de desplazamiento que transmite por medio del vástago al sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo y donde  
 45 sistema de transferencia de calor acoplado a un sistema termo-actuador basado en fuelle alternativo de doble efecto (2), el cual realiza trabajo mecánico útil que transmite por medio del vástago al sistema de conversión de movimiento alternativo, y donde  
 el sistema de transferencia de calor acoplado a un sistema termo-actuador basado en un par  
 50 de depósitos termo hidráulicos de doble efecto (3), los cuales, de modo alternativo e intermitente actúan haciendo circular aceite hidráulico a alta presión para accionar un motor hidráulico rotativo, el cual puede accionar tanto un generador eléctrico como otro sistema rotativo que demande trabajo.

4. Procedimiento de operación de la PLANTA TERMOELECTRICA MULTIESTRUCTURAL POLICICLICA caracterizada porque se compone de los siguientes circuitos relacionados con el sistema de transferencia de calor, el cual se compone de los siguientes circuitos específicos denominados:

-- circuito de adición de calor al ciclo térmico del sistema termo-actuador,  
 -- circuito de extracción de calor del ciclo térmico del sistema termo-actuador,  
 -- circuito de calentamiento por convección forzada mediante recirculación del fluido térmico de trabajo de alta temperatura,  
 -- circuito de enfriamiento por convección forzada mediante recirculación del fluido térmico de trabajo de baja temperatura,  
 -- circuito de recuperación del calor residual obtenido del enfriamiento del fluido térmico de trabajo,

donde, el circuito de adición de calor al ciclo térmico del sistema termo-actuador opera de manera que el calor necesario para la realización de los ciclos térmicos es captado desde una fuente externa de calor en el intercambiador (32) donde es transferido al circuito cerrado de transferencia de calor (33) por medio del fluido de transferencia de calor (normalmente un aceite térmico habitado para la temperatura de trabajo), circulando en circuito cerrado. La bomba de circulación del fluido de transferencia de calor (30) impulsa el fluido de transferencia de calor a baja temperatura, pasando por el intercambiador de calor (31) recuperando calor residual del ciclo térmico y captura el calor de la fuente externa de calor en el intercambiador (32) con el consiguiente incremento de temperatura pasando por la válvula de modulación del caudal de calor (20), y el intercambiador de calor (21) donde cede calor al fluido térmico de trabajo. El fluido de transferencia de calor abandona el intercambiador de calor (21) hacia la bomba de circulación (30) cerrando el circuito de transferencia de calor,

y donde el circuito de extracción de calor del ciclo térmico del sistema termo-actuador opera de manera que el calor a extraer necesario para la realización de los ciclos térmicos es llevado a cabo por medio del fluido de transferencia de calor de enfriamiento (normalmente agua fría a temperatura ambiente previamente acondicionada mediante torre de enfriamiento si fuese el caso), constituye el medio de transferir calor a sumidero térmico del sistema de enfriamiento. así, el proceso de extracción de calor es llevado a cabo haciendo circular el fluido de enfriamiento en circuito cerrado por el enfriador (24) con el caudal térmico controlado por la válvula de regulación (23) y con las válvulas (26) y (27) abiertas, extrayendo calor del fluido térmico de trabajo para ser transferido al sumidero térmico.

y donde, el circuito de calentamiento por convección forzada mediante recirculación del fluido térmico de trabajo de alta temperatura opera de manera que en circuito de calentamiento por circulación del fluido térmico de trabajo de alta temperatura por convección forzada, el fluido térmico de trabajo circula alternativamente por cada una de las cámaras A o B del sistema termo-actuador de doble efecto, impulsado por el compresor de recirculación (22), el cual circula por el intercambiador de calor (21) y pasando por la cámara A con las válvulas (11) y (12) abiertas y (15) y (16) cerradas, o alternativamente por la cámara B con las válvulas (11) y (12) cerradas y (15) y (16) abiertas, realizando así los procesos de calentamiento por convección forzada alternativamente en las cámaras A o B del sistema termo-actuador de doble efecto (1) o el sistema termo-actuador considerado en este invento,

y donde circuito de enfriamiento por convección forzada mediante recirculación del fluido térmico de trabajo de baja temperatura opera de manera que el fluido térmico de trabajo de baja temperatura circula alternativamente por cada una de las cámaras A o B del sistema termo-actuador de doble efecto, el cual es impulsado por el compresor de recirculación (25) el cual circula por el intercambiador de calor (23) pasando por la cámara A con las válvulas

(13) y (14) abiertas y (17) y (18) cerradas, o alternativamente por la cámara B con las válvulas (13) y (14) cerradas y (17) y (18) abiertas, realizando así los procesos de enfriamiento por convección forzada alternativamente en las cámaras A o B del sistema cilindro termo-actuador de doble efecto (1) o sistema termo-actuador considerado en este invento,

y donde el procedimiento de operación del circuito de recuperación de calor residual es llevado a cabo mediante el aprovechamiento del calor obtenido del enfriamiento del fluido térmico de abajo después de realizar trabajo mecánico útil, donde el proceso de recuperación de calor requiere que las válvulas (26) y (27) permanezcan cerradas, de manera que el fluido térmico de trabajo de baja temperatura en el circuito de enfriamiento debe circular por las válvulas (28) y (29) a través del intercambiador recuperador de calor (31) el cual captura el calor cedido por el fluido térmico de trabajo de baja temperatura y lo transfiere al circuito cerrado de transferencia de calor (33) por medio del fluido de transferencia de calor, para ser aprovechado en el ciclo térmico de nuevo, repitiendo el ciclo indefinidamente o alternativamente enviar el calor residual recuperado a la siguiente unidad de potencia aguas abajo en cascada.

5. PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTIESTRUCTURAL POLICÍCLICA, según reivindicación 1ª caracterizada por la estructura del sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo propuesto que comprende:

-- Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación rígida entre los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) y el convertidor de movimiento alternativo a rotativo basado en el sistema mecánico cremallera dentada engranaje según (45),

-- Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica entre los cilindros termo actuadores (1.1) y (1.2) el convertidor de movimiento alternativo a rotativo basado en cremallera dentada engranaje según (45),

-- Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica entre los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) y el convertidor de movimiento alternativo a rotativo basado en vástago-cruceta biela cigüeñal según módulo (65).

-- Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica entre los cilindros termo-actuadores (1.1) (1.2) y el convertidor de movimiento alternativo a rotativo basado en el conjunto formado por un par de cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) que accionan sendas bombas hidráulicas alternativas las cuales accionan un motor hidráulico,

-- los cuatro sistemas cotados donde los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) son sustituidos por los sistemas de fuelle alternativo de doble efecto (2.1) y (2.2),

-- Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica basada en un par de depósitos termo hidráulicos (3.1 A) y (3.1B) que accionan directamente un motor hidráulico rotativo (66), el cual acciona un generador eléctrico (67),

donde el sistema caracterizado por disponer de articulación rígida entre los cilindros termo-actuadores (1.1) (1.2) y el convertidor de movimiento alternativo a rotativo basado en el sistema mecánico cremallera dentada engranaje según el módulo (45), está construido por al menos los siguientes componentes:

1.1 y 1.2 par de cilindros termo actuadores de doble efecto y movimiento alternativo e intermitente,

40, cilindro hidráulico de bloqueo de movimiento del cilindro actuador (1.1),

41, válvula de bloqueo de movimiento del cilindro hidráulico (40),

42, cilindro hidráulico de broques de movimiento del cilindro actuador (1.2),

- 43, válvulas de bloqueo de movimiento del cilindro hidráulico (42),  
 44, palanca de adición y sustracción de movimientos alternativos (44) los cilindros actuadores (1.1) y (1.2) para dar un movimiento alternativo continuo (no intermitente) al módulo (45),
- 5 45, módulo de conversión del movimiento alternativo continuo a movimiento de rotación continuo mediante cremallera dentada-engranaje,  
 y donde el sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica entre los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) (mediante los cilindros hidráulicos (50) (55) y (60) ) y el conversor de movimiento alternativo
- 10 a rotativo basado en cremallera dentada-engranaje según módulo (45), está constituido por al menos los siguientes componentes:  
 1.1 y 1.2, par de cilindros termo-actuadores de doble efecto y movimiento alternativo e intermitente,
- 15 50, cilindro de bombeo hidráulico alternativo discontinuo responsable del accionamiento intermitente del cilindro (60) durante las carreras de avance y retroceso del cilindro termo-actuador (1, 1) lo que equivale a media carrera del cilindro (60),  
 51, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (11) y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de retroceso,
- 20 52, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (11) y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de avance,  
 53, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 1.1 y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de avance,
- 25 54, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 11 y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de retroceso,  
 55, cilindro de bombeo hidráulico alternativo discontinuo responsable del accionamiento intermitente del cilindro (60) durante las carreras de avance y retroceso del cilindro termo-actuador (1.2), lo que equivale a media carrera del cilindro (60),
- 30 56, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (1.2) y cilindro de bombeo hidráulico (55) se hallan en la carrera de retroceso,  
 57 válvula de descarga cuando el cilindro termo actuador (1.2) y cilindro de bombeo hidráulico (55) se hallan en la carrera de avance,
- 35 58, válvula de succión cuando el cilindro termo actuador 1.2 y cilindro de bombeo hidráulico (55) se hallan en la carrera de avance,  
 59, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 1.2 y cilindro de bombeo hidráulico (55) se halan en la carrera de retroceso,
- 40 60, cilindro alternativo continuo de accionamiento de la cremallera dentada del módulo (45),  
 61, válvula de entrada de aceite al cilindro (60) para realizar la carrera de avance,  
 62, válvula de entrada de aceite al cilindro (60) para realizar la carrera de retroceso,  
 63, válvula de salida de aceite del cilindro (60) para realizar la carrera de retroceso,
- 45 64, válvula de salida de aceite del cilindro (60) para realizar la carrera de avance,  
 y donde el sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica entre los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) (mediante los cilindros hidráulicos (50) (55) y (60)) y el conversor de movimiento alternativo a rotativo basado en vástago-cruceta biela-cigüeñal según módulo (65), el cual al menos los siguientes componentes:
- 1.1 y 1.2, par de cilindros termo-actuadores de doble efecto y movimiento alternativo e intermitente,
- 50 50, cilindro de bombeo hidráulico alternativo discontinuo responsable del accionamiento intermitente del cilindro (60) durante las carreras de avance y retroceso del cilindro termo-actuador (1 1), lo que equivale a media carrera del cilindro (60),  
 51, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador ( 1 1) y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de retroceso,

- 52, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (11) y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de avance,
- 53, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 11 y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de avance,
- 5 54, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 11 y cilindro de bombeo hidráulico (50) halan en la carrera de retroceso,
- 55 cilindro de bombeo hidráulico alternativo discontinuo responsable del accionamiento intermitente del cilindro (60) durante las carreras de avance y retroceso del cilindro termo-actuador (1.2) lo que equivale a media carrera del cilindro (60),
- 10 56, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (1.2) y cilindro de bombeo hidráulico (55) se halan en la camera de retroceso,
- 57, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (1.2) y cilindro de bombeo hidráulico (55) se halan en la carrera de avance,
- 15 58, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 1.2 y cilindra de bombeo hidráulico (55) se halan en la carrera de avance,
- 59, válvula de succión cuando el cilindro termo actuador 1.2 y cilindro de bombeo hidráulico (55) se hallan en la carrera de retroceso,
- 60, cilindro alternativo continuo de accionamiento del módulo constituida por vástago cruceta-biela-cigüeña (65),
- 20 61, válvula de entrada de aceite al cilindro (60) para realizar la carrera de avance,
- 62, válvula de entrada de aceite al cilindro (60) para realizar la carrera de retroceso,
- 63, válvula de salida de aceite del cilindro (60) para realizar la carrera de retroceso,
- 64, válvula de salida de aceite del cilindro (60) para realizar la carrera de avance,
- 25 65, módulo de conversión de movimiento alternativo a rotativo constituido por vástago-cruceta-biela-cigüeñal,
- y donde el sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica entre los cilindros termo-actuadores (1.1), (1.2) el conversor de movimiento alternativo a rotativo basado en el conjunto formado por un par de cilindros hidráulicos (50) y (55) que accionan un motor hidráulico rotativo (06). susceptibles
- 30 de accionar un generador eléctrico (67) o un mecanismo que demande movimiento rotativo, el cual comprende los siguientes elementos:
- 1.1 y 1.2, par de cilindros termo-actuadores de doble efecto y movimiento alternativo e intermitente,
- 35 50, cilindro de bombeo hidráulico alternativo discontinuo responsable del accionamiento intermitente del cilindro (60) durante las carreras de avance y retroceso del cilindro termo actuador (1.1), lo que equivale a media carrera del cilindro (60),
- 51, válvula de descarga cuando el cilindro termo actuador (1.1) y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de retroceso,
- 40 52, válvula de descarga cuando el cilindro termo actuador (1.1) y cilindro de bombeo hidráulica (50) se halan en la carrera de avance,
53. válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 1.1 y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de avance,
- 45 54, válvula de succión cuando el cilindro termo actuador 1.1 y cilindro de bombeo hidráulico (50) se hallan en la carrera de retroceso,
- 55, cilindro de bombeo hidráulico alternativo discontinuo responsable de accionamiento intermitente del cilindro (60) durante las camaras de avance y retroceso del cilindro termo actuador (1 2) lo que equivale a media carrera del cilindro (60),
- 50 56, válvula de descarga cuando el cilindro termo-actuador (12) y cilindra de bombes hidráulico (55) se halan en la carrera de retroceso,
- 57, válvula de descarga cuando el cilindro termo actuador (12) y cilindro de bombea hidráulico (55) se halan en la carrera de avance,
- 58, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 12 y cilindra de bombeo hidráulico

(55) se hallan en la carrera de avance,  
59, válvula de succión cuando el cilindro termo-actuador 12 y cilindro de bombeo hidráulico  
(55) se hallan en la carrera de retroceso,  
66, motor hidráulico rotativo,

5 67, generador hidráulico,  
y donde los cuatro sistemas citados accionados por los cilindros termo-actuadores (1.1) y  
(1.2) son sustituidos por los sistemas de fuelle alternativo de doble efecto (2.1) y (2.2),  
y donde el sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por  
10 disponer de articulación hidráulica basada en al menos un par de depósitos termo-  
hidráulicos (3.1A) y (3.1B) que accionan directamente un motor hidráulico rotativo (66) cual  
acciona un generador eléctrico (67), comprende al menos los siguientes componentes:

(3.1) par de depósitos (3.2A) y (3.1B) termo-hidráulicos de doble efecto de movimiento  
15 alternativo e intermitente responsables de transfer fluido hidráulico al motor hidráulico  
rotativo (66),

66, motor hidráulico rotativo para accionar un generador eléctrico (67) o un sistema que  
demande energía mecánica rotativa mediante un eje de acoplamiento entre motor y  
generador,

67, generador eléctrico accionado por el motor eléctrico (66),  
20 71, válvula de descarga de aceite hidráulico desde el depósito termo-hidráulico (3.1A) al  
motor hidráulico rotativo (66),

72, válvula de retomo de aceite hidráulico desde el motor hidráulico rotativo (66) al depósito  
termo-hidráulico (3.1B),

73, válvula de descarga de aceite hidráulico desde el depósito termo-hidráulico (3.1B) al  
25 motor hidráulico rotativo (66),

74, válvula de retorno de aceite hidráulico desde el motor hidráulico rotativo (66) al depósito  
termo hidráulico (3.1A)

6. Procedimiento de operación de la PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTICSTRUCTURAL  
30 POLICÍCLICA, según reivindicación 4ª, con referencia sistema de conversión de movimiento  
alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación rígida o palanca (44) entre  
los cilindros termo-actuadores (1.1), (1.2) y el convertidor de movimiento alternativo a rotativo  
basado en cremallera dentada-engranaje mostrada en el módulo (45), obedece a la  
secuencia de tareas implementadas en las cuatro etapas siguientes:

35 -- Con la válvula de bloqueo (41) abierta (cilindro de bloqueo (40) desbloqueado) y la válvula  
de bloqueo (43) cerrada, (cilindro de bloqueo (42) bloqueado), el cilindro termo- actuador  
(1.1) actúa en modo de avance (de izquierda a derecha) hasta completar su carrera con lo  
cual la palanca (44) desplaza la cremallera dentada del módulo (45) hacia la derecha, la  
40 mitad de su propia carrera,

-- Con la válvula de bloqueo (41) cerrada y (43) abierta, actúa el cilindro termo- actuador  
(1.2) en modo de avance (de izquierda a derecha), con lo cual la palanca (44) desplaza la  
cremallera dentada del módulo (45) media carrera más, totalizando la carrera de la  
cremallera dentada del módulo (45)

45 -- Con la válvula de bloqueo (41) abierta y (43) cerrada actúa el cilindro termo- actuador (11)  
en modo de retroceso (derecha a izquierda), con lo cual la palanca (44) retrae la cremallera  
dentada del módulo 45 media carrera hacia la izquierda,

50 -- Con la válvula de bloqueo (41) cerrada y (43) abierta actúa el cilindro termo- actuador (12)  
en modo de retroceso (de derecha a izquierda), con lo cual la palanca (44) retrae la  
cremallera dentada del módulo (45) media carrera más, totalizando la carrera de la  
cremallera dentada del módulo (45), completando así el ciclo durante el cual, la cremallera  
dentada ha convertido el movimiento continuo de desplazamiento alternativo a movimiento

continuo rotativo.

7. Procedimiento de operación de la PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTIESTRUCTURAL POLICÍCLICA, según reivindicación 4<sup>a</sup>, con referencia al sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica entre los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) (mediante los cilindros hidráulicos (50), (55), (60)) y el convertidor de movimiento alternativo a rotativo basado en cremallera dentada engranaje según módulo (45), obedece a la siguiente secuencia de etapas:

- 10 -- Con el cilindro termo-actuador (1.1) actuando en modo de avance de (izquierda a derecha) hasta completar su carrera las válvulas (52) y (53) del cilindro bomba (50) así como las válvulas (61) y (64) del cilindro actuador (60) permanecen abiertas con lo cual el émbolo y vástago del cilindro (60) se desplaza media carrera (de izquierdas a derechas). En esta situación se bloquea el movimiento del cilindro termo-actuador (1.1) posicionado a la
- 15 derecha manteniendo las válvulas (52) y (53) cerradas.
- Con el cilindro termo-actuador (1.2) actuando en modo de avance (de izquierda a derecha) hasta completar su carrera, las válvulas (57) y (58) del cilindro bomba (55) así como las válvulas (61) y (64) del cilindro actuador (60) permanecen abiertas, con lo cual el émbolo y vástago del cilindro (60) se ha desplazado otra media carrera (de izquierdas a
- 20 derechas) completando así la carrera del cilindro actuador (60).

En esta situación, se bloquea el movimiento del cilindro termo-actuador (1.2) posicionado a la derecha, manteniendo las válvulas (57) y (58) cerradas.

- 25 -- Con el cilindro termo-actuador (1.1) actuando en modo de retroceso (de derecha a izquierda) hasta completar su carrera de retroceso, las válvulas (51) y (54) del cilindro bomba (50) así como las válvulas (62) y (63) del cilindro actuador (60) permanecen abiertas, con lo cual el émbolo y vástago del cilindro (60) se desplazado media carrera (de derechas a izquierdas). En esta situación, manteniendo las válvulas (51) y (54) cerradas, se bloquea el
- 30 movimiento del cilindro termo-actuador (1.1) posicionado de nuevo a la izquierda (posición de inicio de ciclo).
- Con el cilindro termo-actuador (1.2) actuando en modo de retroceso (de derechas a izquierdas) hasta completar su carrera de retroceso, las válvulas (56) y (59) del cilindro bomba (55) así como las válvulas (62) y (63) del cilindro actuador (60) permanecen abiertas,
- 35 con lo cual el émbolo y vástago del cilindro (60) se ha desplazado otra media carrera (de derechas a izquierdas) completando así la carrera de retroceso del cilindro actuador (60).

En esta situación, manteniendo las válvulas (56) y (59) cerradas, se bloquea el movimiento del cilindro termo-actuador (1.2) posicionado a la izquierda y completando el ciclo durante el cual, el movimiento de desplazamiento alternativo discontinuo de los cilindros actuadores (1.1) y (1.2) ha sido convertido a movimiento continuo de rotación mediante el mecanismo cremallera engranaje del módulo (45), donde el ciclo se repite indefinidamente.

- 45 8. Procedimiento de operación de la PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTIESTRUCTURAL POLICÍCLICA, según reivindicación 4<sup>a</sup>, con referencia al sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica entre los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) mediante los cilindros hidráulicos (50) (55) y (60)) y el convertidor de movimiento alternativo a rotativo basado en vástago-cruceta biela cigüeñal según módulo (65) es similar al que utiliza el mecanismo dotado de cremallera-engranaje del
- 50 módulo (45).

9. Procedimiento de operación de PLANTA TERMOELECTRICA MULTIESTRUCTURAL POLICÍCLICA, según reivindicación 4<sup>a</sup>, con referencia al sistema de conversión de

movimiento alternativo intermitente a movimiento rotativo continuo entre los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) y el convertidor de movimiento alternativo a rotativo basado en bombas hidráulicas alternativas y motor hidráulico rotativo continuo, obedece a la siguiente secuencia de tareas:

5 Con el cilindro termo-actuador (1.1) actuando en modo de avance de (izquierda a derecha) hasta completar su carrera, las válvulas (52) y (53) del cilindro bomba (50) permanecen abiertas, con lo cual el motor hidráulico (66) rota accionando un generador eléctrico (67). En esta situación manteniendo las válvulas (52) y (53) cerradas, se bloquea el movimiento del cilindro termo-actuador (1.1) posicionado a la derecha.

10 Con el cilindro termo-actuador (1.2) actuando en modo de avance de (izquierda a derecha) hasta completar su carrera, las válvulas (57) y (58) del cilindro bomba (55) permanecen abiertas, con lo cual el motor hidráulico (66) rota accionando un generador eléctrico (67).

15 En esta situación, manteniendo las válvulas (57) y (58) cerradas, se bloquea el movimiento del cilindro termo-actuador (1.2) posicionado a la derecha.

20 Con el cilindro termo-actuador (1.1) actuando en modo de retroceso (de derecha a izquierda) hasta completar su carrera de retroceso las válvulas (51) y (54) del cilindro bomba (50) permanecen abiertas con lo cual el motor hidráulico (66) rota accionando un generador eléctrico (67). En esta situación, manteniendo las válvulas (51) y (54) cerradas se bloquea el movimiento del cilindro termo-actuador (1.1) posicionado de nuevo a la izquierda (posición de inicio de ciclo).

25 Con el cilindro termo actuador (1.2) actuando en modo de retroceso (de derechas a izquierdas) hasta completar su carrera de retroceso, las válvulas (56) y (59) del cilindro bomba (55), con lo cual el motor hidráulico (66) rota accionando un generador eléctrico (67). En esta situación, manteniendo las válvulas (56) y (59) cerradas, se bloquea el movimiento del cilindro termo-actuador (1.2) posicionado a la izquierda, completando el ciclo que se repite indefinidamente.

30 10. Procedimiento de operación de la PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTIESTRUCTURAL POLICÍCLICA, según reivindicación 4<sup>a</sup>, con referencia al sistema basado en el fuelle termo actuador alternativo de doble efecto (2), es similar al modo de operación del cilindro alternativo de doble efecto (1), donde los procesos termodinámicos llevados a cabo dentro de cada cámara A o B del fuelle, proporcionan una fuerza resultante sobre la membrana rígida articulada al vástago a modo de pistón, donde la citada fuerza es transmitida por el vástago en manera similar a la de los cilindros termo-actuadores de doble efecto (1.1) y (1.2).

35 11. Procedimiento de operación de la PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTIESTRUCTURAL POLICÍCLICA, según reivindicación 4<sup>a</sup>, con referencia al sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica basada en un par de depósitos termo-hidráulicos (3.1A) y (3.1B) que accionan directamente un motor hidráulico rotativo (66), el cual acciona un generador eléctrico (67), es tal que

40 -- Con las válvulas de fluido hidráulico (71), (72), (73) y (74) cerradas, utilizando convenientemente las válvulas (11), (12), (13), (14), (15), (16), (17) y (18) en concordancia con el ciclo térmico ejecutado, se inicia una fase de transferencia de calor a volumen constante desde el sistema de transferencia de calor al fluido térmico de trabajo en la cámara A, mientras simultáneamente se extrae calor a volumen constante del fluido térmico de trabajo de la cámara B, hasta que la cámara A del 5 depósito termo-actuador (3.1) se

halla a alta presión debido al aporte de calor, y la cámara B del depósito termo-actuador (3.1) se halla a baja presión debido a la extracción de calor, lo cual conlleva alto nivel y presión del aceite hidráulico en la cámara A y bajo nivel y presión en la cámara B. En tales condiciones abriendo las válvulas (71) y (72) mientras permanecen cerradas las válvulas (73) (74), circulará el aceite hidráulico desde la cámara A hacia la cámara B cediendo energía potencial hidráulica al motor hidráulico rotativo (66) el cual puede accionar un generador eléctrico (67).

A causa de la circulación de aceite hidráulico desde la cámara A hasta la cámara B, durante este régimen de operación baja la presión en la cámara A mientras que se incrementa en la cámara B, hasta que se alcanza el equilibrio de presiones entre las dos cámaras A y B. Entonces se encierran las válvulas (71) y (72), para iniciar una fase de transferencia de calor,

-- Con las válvulas de fluido hidráulico (71), (72), (73) y (74) cerradas utilizando convenientemente las válvulas (11), (12), (13), (14), (15), (16), (17) y (18) en concordancia con el ciclo térmico ejecutado, se inicia una fase de transferencia de calor a volumen constante desde el sistema de transferencia de calor al fluido térmico de trabajo en la cámara B, mientras simultáneamente se extrae calor a volumen constante del fluido térmico de trabajo de la cámara A, hasta que la cámara B del depósito termo-actuador (3.1) se halla a alta presión debido al aporte de calor, y la cámara A del depósito termo actuador (3.1) se halla a baja presión debido a la extracción de calor, lo cual conlleva alto nivel y presión del aceite hidráulico en la cámara B y bajo nivel y presión en la cámara A. En tales condiciones, abriendo las válvulas (73) y (74) mientras permanecen cerradas las válvulas (71) y (72), circulará el aceite hidráulico desde la cámara B hacia la cámara A cediendo energía potencial hidráulica al motor hidráulico rotativo (66), el cual puede accionar un generador eléctrico (67).

A causa de la circulación de aceite hidráulico desde la cámara B hasta la cámara A durante este régimen de operación baja la presión en la cámara B mientras que se incrementa en la cámara A hasta que se alcanza el equilibrio de presiones entre las dos cámaras A y B. Entonces se e cierran las válvulas (73) y (74), para iniciar una fase de transferencia de calor, dando comienzo a un nuevo ciclo que se repite indefinidamente.

Y donde para proporcionar uniformidad al movimiento rotativo del eje responsable de transferir el trabajo realizado por los motores hidráulicos (66) al generador eléctrico (67), se propone el acoplamiento de dos pares de depósitos termo-hidráulicos (unidades modulares termo-hidráulicas) para accionar cada motor hidráulico (66), donde todos los motores hidráulicos rotativos van acoplados a un eje común, al que también se acopla al menos un generador eléctrico (67), y donde los dos motores hidráulicos en modo de movimiento continuo, accionan un generador eléctrico (67) u otro dispositivo que demande energía mecánica de rotación, tal como los sistemas de propulsión marina, aérea mediante hélice o de tracción ferroviaria.

12. PLANTA TERMoelectrica MULTIESTRUCTURAL POLICÍCLICA, según reivindicación 1ª caracterizada por los ciclos térmicos susceptibles de aplicación en la planta objeto de la invención, donde cada una de las configuraciones estructurales de la máquina objeto del invento esta capacitada para operar con cada uno de los seis ciclos térmicos propuestos y que se describen a continuación:

Ciclo **VsVs**, donde este ciclo térmico consiste en la secuencia de procesos térmicos cerrados siguientes:  
proceso isocórico, seguido de un proceso adiabático seguido de un proceso isocórico y

seguido de un proceso adiabático

Ciclo **VTVT** donde este ciclo térmico consiste en la secuencia de procesos térmicos cerrados siguientes:

5 proceso isocórico, seguido de un proceso isotérmico, seguida de un proceso isocórico y seguido de un proceso a isotérmico,

Ciclo **VTVs**, donde este ciclo térmico consiste en la secuencia de procesos térmicos cerrados siguientes:

10 proceso isocórico, seguido de un proceso isotérmico, seguido de un proceso isocórico y seguido de un proceso a adiabático,

Ciclo **pVs** donde este ciclo térmico consiste en la secuencia de procesos térmicos cerrados siguientes:

15 proceso isobárico seguido de un procesa isocórico, seguido de un adiabático,

Ciclo **pVT** donde este ciclo térmico consiste en la secuencia de procesos térmicas cerrados siguientes:

20 proceso isobárico, seguido de un proceso isocórico, seguido de un isotérmico,

Ciclo **VTp** donde este ciclo térmico consiste en la secuencia de procesos térmicos cerrados siguientes:

proceso isocórico, seguida de un procesa isotérmico, seguida de un proceso isobárico.

25 13. Procedimiento de operación de la PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTISTRUCTURAL POLICÍCLICA, según reivindicación 12<sup>a</sup> caracterizada por el modo de operación del ocio térmico **VsVs**, según el cual,

30 los procesos simultáneos en las cámaras **A y B** del ciclo **VsVs**, con el proceso (1-2) en **A** y proceso (3-4) en **B**, se llevan a cabo de manera que,

35 con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador bloqueado y ubicado en el extremo inicial X0 de la camera, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 1-2 de adición de calor, con las válvulas (20), (11), (12) abiertas y las válvulas (13), (14) cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 3-4 de extracción de calor con las válvulas (23), (17), (18) abiertas, y las válvulas (15), (16) cerradas, realizando ta 25 recuperación de calor con las válvulas (28), (29) abiertas y las válvulas (26), (27) cerradas. Este proceso termina cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado la presión ata de trabajo a su correspondiente temperatura.

Los procesos simultáneos en las cámaras **A(2 -3), B(4 - 1)** del ciclo **VsVs**, se llevan a cabo de manera que,

45 cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado la presión ata de trabajo se desbloquea el émbolo y se inicia el desplazamiento del embola en sentido X0 a X1. Mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 2-3 de expansión adiabática, con las válvulas (20), (11), (12), (13), (14) cerradas, en la cámara B del sistema termo actuador se ejecuta el proceso 4-1 de contracción adiabática con as con las válvulas (23), (15), (16), (17), (18) cerradas. Este proceso de expansión en la cámara A y contracción en la cámara B termina cuando el émbolo ha alcanzado el extremo final X1 de la carrera entre A y B.

Los procesos simultáneos en las cámaras **A(3-4)**, **B(1-2)** del ciclo **VsVs** se llevan a cabo de manera que,

con el émbolo a medio de desplazamiento del sistema termo-actuador bloqueado y ubicado en el extremo final X1 de la carrera entre A y B, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 3-4 extracción de calor, con las válvulas (23), (13) y (14) abiertas, las válvulas (11), (12) cerradas, realizando la recuperación de calor con las válvulas (28) y (29) abiertas y las válvulas (26) y (27) cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 1-2 de adición de calor con las válvulas (20), (15) y (16) abiertas, y las válvulas (17), (18) cerradas. El proceso de adición isocórica de calor en B termina cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado la presión alta de trabajo a su correspondiente temperatura.

Los procesos simultáneos en las cámaras **A(4-1)**, **B(2-3)** del ciclo **VsVs** se llevan a cabo de manera que,

con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador desbloqueado y ubicado en el extremo final X1 de la carrera entre A y B, da comienzo la carrera de retorno desde X1 a X0, de modo que mientras que en la cámara A de sistema termo- actuador se ejecuta el proceso 4-1 de contracción adiabática, con las válvulas (20), (11), (12), ((13), (14) cerradas en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 2-3 de expansión adiabática con las con las válvulas (23), (15), (16), (17), (18) cerradas hasta alcanzar la posición X0 de la carrera donde da comienzo un nuevo ciclo que se repetirá indefinidamente.

14. Procedimiento de operación de la PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTISTRUCTURAL POLICÍCLICA, según reivindicación 12ª, caracterizada por el modo de operación del ciclo térmica **VTVT**, según el cual,

Los procesos simultáneos en las cámaras **A(1-2)**, **B(3-4)** del ciclo **VTVT** se llevan a cabo de manera que,

con el émbolo a medio de desplazamiento del sistema termo actuador bloqueado y ubicado en el extremo inicial X0 de la carrera, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 1-2 de adición de calor con las válvulas (20), (11), (12) abiertas y las válvulas (13), (14) cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 3-4 de extracción de calor con las válvulas (23), (17), 18 abiertas, y las válvulas (15), (16) cerradas, realizando la recuperación de calor con las válvulas (28), (29) abiertas y las válvulas (26), (27) cerradas. Este proceso termina cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado la presión alta de trabajo y su correspondiente temperatura.

Los procesos simultáneos en las cámaras **A(2-3)** , **B(4 -1)** del ciclo **VTVT** se llevan a cabo de manera que, cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado la presión alta de trabajo se desbloquea el émbolo y se inicia el desplazamiento del émbolo en sentido X0 a X1. Mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 2-3 de expansión isotérmica, con las válvulas **(20) modulando**, (11), (12) abiertas y (13) (14) cerradas en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 4 - 1 contracción isotérmica con las con las válvulas **(23) modulando** (17) y (18) abiertas y (15) (16) cerradas. Estos procesos de expansión isotérmica en la cámara A y contracción isotérmica en la cámara B terminan cuando el embolo ha alcanzado el extremo final X1 de la carrera entre A y B.

Los procesos simultáneos en las cámaras **A(3 - 4), B(1 - 2)** del ciclo **VTVT** se llevan a cabo de manera que, con el émbolo a medio de desplazamiento del sistema termo-actuador bloqueado y ubicado en el extremo, final X1 de la carrera entre A y B, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 3-4 de extracción de calor, con las válvulas (23), (13), y (14) abiertas, las válvulas (11), (12) cerradas, realizando la recuperación de calor con las válvulas (28) y (29) abiertas y las válvulas (26) y (27) cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 1-2 de adición de calor con las válvulas (20), (15) y (16) abiertas y las válvulas (17), (18) cerradas. El proceso de adición isocórica de calor en B termina cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado la presión alta de trabajo a su correspondiente temperatura.

Los procesos simultáneos en así cámaras **A(4-1), B(2-3)** del ciclo **VTVT** se llevan a cabo de manera que, con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador desbloqueado y ubicado en el extremo final X1 de la carrera entre A y B, da comienzo la carrera den retorna desde X1 a X0 de modo que mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso de contracción isotérmica con las válvulas (23) modulando, (13), (14) abiertas y (11), (12) cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isotérmico 2-3 de expansión isotérmica con las con las válvulas **20 modulando** (15), (16) abiertas 17, 18 cerradas hasta alcanzar la posición X0 de la carrera, donde finaliza el ciclo descrito, dando comienzo un nuevo ciclo que se repetirá indefinidamente.

15. Procedimiento de operación de la PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTISTRUCTURAL POLICICLICA, según reivindicación 12<sup>a</sup>, caracterizada por el modo de operación del ciclo térmico **VTVs**, según el cual,

Los procesos simultáneos en las cámaras **A(1-2), B(3-4)** del ciclo **VTVs** se llevan a cabo de manera que con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador bloqueado y ubicado en el extremo inicial X0 de la carrera, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el procesa isocórico 1-2 de adición de calor, con las válvulas (20), (11), (12) abiertas y las válvulas (13), (14) cerradas, en la cámara B del sistema termo actuador se ejecuta el proceso isocórico 3-4 de extracción de calor con las válvulas (23), (17), (18) abiertas, y las válvulas (15), (16) cerradas, realizando la recuperación de calor con las válvulas (28), (29) abiertas y las válvulas (26), (27) cerradas. Este proceso termina cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado la presión alta de trabajo y su correspondiente temperatura.

Los procesos simultáneos en las cámaras **A(2-3), B(4 -1)** del ciclo **VTVs** se llevan a cabo de manera que,

Cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado la presión alta de trabajo, se desbloquea el émbolo y se inicia el desplazamiento del embolo en sentido X0 a X1. Mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 2-3 de expansión isotérmica con las válvulas **(20) modulando** (11), (12) abiertas y (13), (14) cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 4-1 de contracción isotérmica con las con las válvulas **(23) modulando** (17) y (18) abiertas y (15), (16) cerradas. Este proceso de expansión isotérmica en la cámara A y contracción isotérmica en la cámara B termina cuando el embolo ha alcanzado el extremo final X1 de la carrera entre A y B.

Los procesos simultáneos en las cámaras **A(3-4) B(1- 2)** del ciclo **VTVs** se llevan a cabo de manera que,

Con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador bloqueado y ubicado

en el extremo final X1 de la carrera entre A y B, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 3-4 de extracción de calor con las válvulas (23), (13) y (14) abiertas, las válvulas (11) (12) cerradas realizando la recuperación de calor con las válvulas (28) y (29) abiertas y las válvulas (26), (27) cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 1-2 de adición de calor con las válvulas (20), (15) y (16) abiertas, y las válvulas (17), (18) cerradas. El proceso de adición isocórica de calor en B termina cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado la presión alta de trabajo a su correspondiente temperatura.

Los procesos simultáneos en las cámaras **A(4-1)**, **B(2-3)** del ciclo **VTVs** se llevan a cabo de manera que,

Con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador desbloqueado y ubicado en el extremo final X1 de la carrera entre A y B, da comienzo la carrera de retorno desde X1 a X0, de modo que mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso **4-1** de contracción adiabática, con las válvulas (20), (11), (12), (13), (14) cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 2-3 de expansión adiabática con las con las válvulas (20), (15), (16), (17), (18) cerradas hasta alcanzar la posición X0 de la carrera, donde da comienzo un nuevo ciclo que se repetirá indefinidamente.

16. Procedimiento de operación de la PLANTA TERMoelectrica MULTIESTRUCTURAL POLICICLICA, según reivindicación 12ª caracterizada por el modo de operación del ciclo térmico **pVs**, según el cual,

Los procesos simultáneos en las cámaras **A(1-2)**, **B(3-4)** del ciclo **pVs** se llevan a cabo de manera que,

Con el émbolo a medio de desplazamiento del sistema termo-actuador desbloqueado y ubicado en el extremo inicial X0 de la carrera, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isobárico 1-2 de adición de calor con expansión isobárica (desplazamiento del émbolo en el sentido A-B) y realización de trabajo con las válvulas **(20) modulando** (11) y (12) abiertas, las válvulas (13), (14) cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isotérmico 3-4 de contracción con las válvulas **23 modulando** (17), (18) abiertas y (15), (16) cerradas. Esta fase del ciclo termina cuando el émbolo alcanza la posición X1 de la carrera, bloqueando su posición.

Los procesos simultáneos en las cámaras **A(2-3)**, **B(4-1)** ciclo **pVs** se llevan a cabo de manera que,

Cuando el émbolo haya alcanzado la posición X1 de final de carrera en sentido A-B se bloquea el émbolo del sistema termo-actuador y mientras que en la cámara A del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 2-3 de extracción de calor con las válvulas (23), (13) y (14) abiertas las válvulas (11), (12) cerradas realizando la recuperación de calor con las válvulas (28) y (29) abiertas y las válvulas (26) y (27) cerradas en la cámara B del sistema termo-actuador no se ejecuta proceso alguno (espera) manteniéndose el émbolo en reposo.

Los procesos simultáneos en las cámaras **A(3-4)**, **B(1-2)** del ciclo **pVs** se llevan a cabo de manera que,

Con el émbolo o medio de desplazamiento bloqueado y posicionado en X1, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso adiabático 3-4 de contracción,

con las válvulas (11), (12) )13), (14) cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta proceso 1-2 de expansión isobárica, con las válvulas **(20) modulando** (15) y (16) abiertas y (17), (18) cerradas. Este proceso finaliza cuando el embolo alcanza la posición de inicio de ciclo en X0.

5

Los procesos simultáneos en las cámaras **A(4-1), B(2-3)** del ciclo **pVs** se llevan a cabo de manera que,

10

Mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador en el proceso 4-1 no se ejecuta ninguna acción (espera en reposo), en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta proceso 2-3 de extracción isocórica de calor, con las válvulas (23), (17) (18) abiertas y las válvulas (15) y (16) cerradas, realizando la recuperación de calor mediante (28) y (29) abiertas y (26) y (27) cerradas, finalizando un ciclo en ambas cámaras que se repetirá indefinidamente.

15

17. Procedimiento de operación de la PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTISTRUCTURAL POLICÍCLICA según reivindicación 12<sup>a</sup> caracterizada por el modo de operación del ciclo térmico **pVT**, según el cual,

20

Los procesos simultáneos en las cámaras **A(1-2), B(3-4)** del ciclo **PVT** se llevan a cabo de manera que,

25

Con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador desbloqueado y ubicado en el extremo inicial X0 de la carrera, mientras que en la cámara A de sistema termo actuador se ejecuta el proceso isobárico 1-2 de adición de calor con expansión isobárica (desplazamiento del embolo en el sentido A-B) y realización de trabajo, con las válvulas **(20) modulando** (11) y (12) abiertas las válvulas (13), (14) cerradas en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isotérmico 3-4 de contracción con las válvulas **23 modulando** (17) (18) abiertas y (15), (16) cerradas Esta fase del ciclo termina cuando el émbolo alcanza la posición X1 de la carter bloqueando su posición.

30

Los procesos simultáneos en las cámaras **A(2- 3), B(4-1)** del ciclo **pVT** se llevan a cabo de manera que,

35

Con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador bloqueado y ubicado en el extremo final X1 de la camera, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 2-3 de extracción de calor, con las válvulas (23), (13) y (14) abiertas, las válvulas (11), (12) cerradas, realizando la recuperación de calor con las válvulas (28) y (29) abiertas y las válvulas (26) y (27) cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador no se ejecuta proceso alguno (embolo en reposo y espera). Esta fase del ciclo termina cuando en la cámara A se alcanza el nivel de baja presión, desbloqueando el émbolo.

40

Los procesos simultáneos en las cámaras **A(3- 4), B(1- 2)** del ciclo **pVT** se llevan a cabo de manera que,

45

Con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador desbloqueado y ubicado en el extremo final X1 de la carrera, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 3-4 de contracción isotérmica lo cual conlleva realización de trabajo por contracción del fluido térmico de trabajo con realización de trabajo mecánico, con las válvulas **(23) modulando** las válvulas (13) y (14) abiertas. y las válvulas (11), (12) cerradas en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta proceso 1-2 de expansión isobárica, con las válvulas **(20) modulando**, las válvulas (15) y (16) abiertas y (17), (18)

50

cerradas. Esta fase del ciclo termina cuando el embolo alcanza la posición XO de la carrera, permaneciendo en reposo.

5 Los procesos simultáneos en las cámaras **A(4- 1), B(2-3)** del ciclo **pVT** se llevan a cabo de manera que

10 Con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador bloqueado y ubicado en el extremo inicial X1 de la carrera, mientras que en la cámara A de sistema termo actuador se ejecuta el proceso 4-1 inactivo donde el émbolo permanece en reposo (espera) en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta proceso 2-3 de extracción isocórica de calor con las válvulas (23,) (17), (18) abiertas (20), (15) y (16) cerradas, realizando la recuperación de calor con las válvulas (28) y(29) abiertas y (26) y (27) cerradas. Esta fase del ciclo termina cuando La presión en la cámara B del cilindro termo-actuador alcanza el valor imite de ata presión (presión nominal), dando por finalizado el ciclo que se repite indefinidamente.

15 18. Procedimiento den operación de la PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTIESTRUCTURAL POLICÍCLICA, según reivindicación 12<sup>a</sup> caracterizada por el modo de operación del ciclo térmico **VTp** según el cual,

20 Los procesos simultáneos en las cámaras **A(1-2) B(3-4)** del ciclo **VTp** se llevan a cabo de manera que

25 Con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador bloqueado y ubicado en el extremo inicial XO de la carrera, mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso isocórico 1-2 de adición de calor, con las válvulas (20), (11), (12) abiertas, y las válvulas (13), (14) cerradas, en la cámara B del sistema termo-actuador no se ejecuta proceso alguno, permaneciendo el émbolo en reposo. Esta fase del ciclo termina cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado en la cámara A la presión alta de trabajo a su correspondiente temperatura alta.

30 Los procesos simultáneos en las cámaras **A(2-3), B(4-1)** del ciclo **VTp** se llevan a cabo de manera que

35 Con la presión del fluido térmico de trabajo alta, se desbloquea el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador, iniciándose su desplazamiento en sentido XO a X1 de modo que mientras que en la cámara A de sistema termo-actuador se ejecuta el proceso 2-3 de expansión isotérmica, con las válvulas **(20) modulando**, (11), (12) abiertas y (13), (14) cerradas en la cámara B del sistema termo-actuador se ejecuta el proceso **4-1** de extracción isobárica de calor con las válvulas **(23) modulando** (17) y (18) abiertas y (15), (16) cerradas realizando la recuperación de calor con las válvulas (28), (29) abiertas y las válvulas (26), (27) cerradas. Esta fase del ciclo termina al final de la carrera en X1 cuando la presión del fluido térmico de trabajo ha alcanzado en la cámara A la presión baja de trabajo después de la expansión isotérmica a su correspondiente temperatura alta.

40 Los procesos simultáneos en las cámaras **A(3-4), B(1-2)** del ciclo **VTp** se llevan a cabo de manera que,

45 Con el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo actuador ubicado en la posición X1 es bloqueado de modo que durante la fase 3-4 de la cámara A de sistema termo actuador no se ejecuta el proceso alguno permaneciendo en reposo, con tas válvulas (20), (11), (12), (13), (14) cerradas, mientras que en la cámara B se ejecuta el proceso isocórico de adición de calor 1-2 con las válvulas (20), (15) y (16) abiertas. las válvulas (17), (17)

cerradas. Esta fase del ciclo termina cuando la presión del fluido térmico de trabajo alcanza el valor de alta presión en la cámara B desbloqueando el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo-actuador.

- 5 Los procesos simultáneos en las cámaras **A(4-1)**, **B(2-3)** del ciclo **VTp** se llevan a cabo de manera que,

Con la presión del fluido térmico de trabajo baja en la cámara A y el émbolo o medio de desplazamiento del sistema termo- actuador desbloqueado y ubicado en la posición

- 10 X1, tiene lugar la fase de retorno del émbolo o medio alternativo con el de proceso isobárico de extracción de calor 4-1 desplazándose en sentida de B hacia A hasta la posición inicial del ciclo XD, con las válvulas **(23) modulando** (13), (14) abiertas y (11).

- 15 (12) cerradas, recuperando calor con las válvulas (28). (29) abiertas y (26), (27) cerradas, mientras que en la cámara B se ejecuta el proceso 2-3 de adición isotérmica de calor, realizando trabajo y con las válvulas **(20) modulando** (15). (16) abiertas y

(17), (18) cerradas. Esta fase del ciclo termina cuando el émbolo o medio alternativo alcanza la posición inicial del ciclo en X0, donde se bloque el embolo, para iniciar el nuevo ciclo que se repite indefinidamente.

- 20 19. Procedimiento de operación de la PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTIESTRUCTURAL POLICÍCLICA, según reivindicación 4<sup>a</sup> caracterizada por el modo de operación del sistema de control de los procesos inherentes a los ciclos térmicos considerados, según el cual, el control de presión en los procesos isobáricos cerrados es llevado a cabo mediante la modulación del flujo de calor suministrado en 5 control por realimentación de la presión actual medida en tiempo real dentro del espacio volumétrico del sistema termo-actuador considerado, donde,

- 30 el modo de operación del bucle de control de presión por realimentación de presión es tal que una vez establecido el valor deseado de la presión de referencia  $p_{ref}$  o presión deseada durante un proceso isobárico se compara este valor de referencia con el valor actual de la presión capturada dentro del sistema termo-actuador mediante el transmisor de presión  $p_T$ , donde la seña de error de control es igual a la diferencia entre el valor de la presión de referencia y el valor actual de la presión, y donde la señal de error es procesada por el regulador (77), (de acción proporcional-integral) del cual sale una señal de control que acciona la válvula de control (20) en el caso de adición de calor, modulando la variable manipulada (cauda del fluido térmico de transferencia de calor) requerido para mantener la presión del proceso isobárico constante donde,

- 40 el modo de operación del bucle de control de temperatura por realimentación de la presión actual y la posición X del émbolo en la carrera del sistema termo-actuador, es tal que, el sistema de control de temperatura requiere de una estrategia de control en cascada modificada por el hecho de que la señal de realimentación del bucle externo es de realimentación positiva donde tal estrategia de control de temperatura se compone de dos bucles de control por realimentación:

-- el bucle externo de control por realimentación positiva de la posición del émbolo o actuador del sistema termo-actuador considerado,

- 50 -- el bucle interno de control por realimentación negativa de la presión actual en el sistema termo-actuador considerado, donde el bucle externo de control determina el valor de la presión de referencia la cual es variable a lo largo de la carrera (X) del cilindro u otro del sistema termo-actuador según la expresión

$$p_{ref} = \frac{R \cdot T_{ref}}{Ac \cdot (X + X_n)}$$

la cual

es computada en tiempo real en el bloque de cálculo (80) al que se introducen los valores de la temperatura de referencia y de la posición (X) del émbolo en su carrera o sistema termo-actuador considerado, donde la señal de salida del bloque (80) es la presión de referencia que entra al bucle de control interno, el cual opera por realimentación de la presión actual dentro del sistema termo-actuador. Por tanto, una vez establecido el valor deseado de la presión de referencia  $p_{ref}$  o presión variable deseada durante un proceso isotérmico, se compara este valor de referencia variable con el valor actual de la presión variable capturada dentro del sistema termo-actuador mediante el transmisor de presión pT, donde la señal de error de control es igual a la diferencia entre el valor de la presión de referencia y el valor actual de la presión variable y donde la señal de error es procesada por el regulador (77), (regulador de acción proporcional-integral), el cual emite una señal de control que acciona la válvula de control (20) en el caso de adición de calor modulando la variable manipulada (cauda del fluido térmico de transferencia de calor) requerida para mantener la temperatura del proceso isotérmico constante.

20. Procedimiento de operación de a PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTIESTRUCTURAL POLICÍCLICA, según reivindicación 4<sup>a</sup> caracterizada la administración mediante la lógica de conmutación del sistema de control de los procesos térmicos asociados con cada ciclo, donde,

la lógica de control para ejecutar secuencialmente cada uno de los cuatro procesos posibles (isocórico, adiabático, isobárico e isotérmico) dentro de cada ciclo térmico, es llevada a cabo por medio del accionamiento de los conmutadores (75) y (76), con lo cual se administra la señal de mando o variable de control adecuada para operar la válvula de control (20) en caso de calentamiento o la válvula de control (23) caso de enfriamiento donde tal lógica de conmutación pueden se implementa mediante las técnicas de lógica cableada o de lógica programada es decir mediante hardware o software, y donde,

para realizar un proceso adiabático (transferencia de calor nula), se posiciona el conmutador (75) en posición neutral (sin señal, lo cual significa válvula (20) normalmente cerrada, o (23) en caso de enfriamiento), el conmutador (76) posición neutral (sin señal, o inactivo), y donde,

para realizar un procesa isocórico (transferencia de calor máxima), se posiciona el conmutador (75) en posición (78), (válvula (20) 100% abierta o (23) en caso de enfriamiento), el conmutador (76) en posición neutral (sin señal, o inactivo), y donde

para realizar un proceso isobárico (transferencia de calor modulable), se posiciona el conmutador (75) en posición (77). (señal de salida del regulador (77) modulable, lo cual conlleva la válvula (20), o (23) en caso de enfriamiento modulando), el conmutador (76) en posición (79), (señal de referencia de presión deseada), y donde,

para realizar un proceso isotérmico (transferencia de calor modulable), se posiciona el conmutador (75) en posición (77) (señal de salida del regulador (77) modulable lo cual conlleva la válvula (20), o (23) en caso de enfriamiento modulando), el conmutador (76) en posición (80), (señal de referencia de temperatura deseada)

21. PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTIESTRUCTURAL POLICÍCLICA, según reivindicación 1<sup>a</sup>, caracterizada por el conjunto de los circuitos asociados a la transferencia

de calor que comprende los circuitos de adición de calor, transferencia de calor por convección forzada en calentamiento extracción de calor transferencia, de calor por convección forzada en el enfriamiento y recuperación de calor, donde tal conjunto está asociado con el sistema de conversión de energía térmica a energía mecánica, el cual es representado por un módulo de potencia (100), donde,

la máquina térmica objeto del invento en términos de realizaciones preferentes de aplicación industrial esta capacitada para soportar una arquitectura modular escalable en lo que respecta al acoplamiento de módulos de de potencia (100), y donde, cada uno de estos módulos de potencia (100) esta vinculado con al menos los siguientes elementos externos e internos:

100 módulo de potencia que incluye un sistema termo-actuador basado en un cilindro termo mecánico alternativo de doble efecto con huelgo volumétrico interno, u otro sistema conversor de energía térmica a trabajo equivalente entre los descritos en la memoria de la descripción así como los accesorios incluidos tales como válvulas y bombas y accesorios de adición, extracción y recuperación de calor que se describen seguidamente.

30, bomba de alimentación del fluido térmico de transferencia de calor,  
31, intercambiador recuperador de calor residual del módulo de potencia 100,  
32, calentador del fluido térmico de transferencia de calor procedente de una o más fuentes externas que incluyen las de origen geotérmico, nuclear, termosolar concentrado, así como la recuperación de calor desde un ciclo térmico primario,

33, circuito de conducción del fluido térmico de transferencia de calor, donde el conducto (33) (línea discontinua) de adición de calor procedente de una o más fuentes externas mediante los calentadores (32) y (34), y de recuperación de calor residual mediante el intercambiador de calor (31), suministran calor al módulo de potencia (100),

34, calentador del fluido térmico de transferencia de calor procedente de origen eléctrico, que incluyen la energía electro-resistiva, la electro-inductiva, y la electro- magnética en el caso de microondas en el rango de frecuencias de microondas especialmente para añadir calor en procesos isotérmicos,

101, circuito de circulación del fluido térmico de transferencia de calor (agua) de enfriamiento por extracción de calor hacia un sumidero térmico,

102, bomba de circulación del fluido térmico de transferencia de calor (agua) de enfriamiento por extracción de calor,

22, Procedimiento de operación de la PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTISTRUCTURAL POLICÍCLICA, según reivindicación 4ª caracterizada por el modo de operación de cada módulo de potencia (100) el cual comprende los circuitos para adición, calentamiento, extracción, enfriamiento y recuperación de calor los cuales operan de tal manera que:

-- un circuito (33) de captura de energía térmica de origen externo (debido a la fuente de calor) e interno (debido a la recuperación de calor) por el que circula el fluido térmico de transferencia de calor (en general incluye aceite térmico) impulsado por una bomba de alimentación de fluido térmico de transferencia de calor (30) donde

Los calores de origen externo e interno son capturado por medio de los calentadores (32) de calor externo, (34) calor externo de origen eléctrico y (31) de recuperación de calor residual, los cuales son aportados al circuito de alimentación de calor (33), donde,

el calor aportado por el calentador (32) puede ser de origen fósil, biotérmico (biomasa

biogás), nuclear, combustión del hidrógeno a combustión de amoníaco, y donde el calor aportado por calentador eléctrico (34) puede ser de origen electro-resistivo, electro-inductivo, o electro-magnético en el rango de microondas ajustado al fluido térmico de trabajo,

-- un circuito de extracción de calor (101) por el que circula el fluido térmico de transferencia de calor de enfriamiento (en general incluye agua a temperatura ambiente) accionado por una bomba de circulación (102) que conduce el calor extraído del módulo (100) a un sumidero térmico.

23. PLANTA TERMOELECTRICA MULTIESTRUCTURAL POLICÍCLICA. según reivindicación 1ª, caracterizado porque cada módulo de potencia (100) responsable de proporcionar energía mecánica alternativa discontinua intermitente a uno de entre varios elementos de conversión de movimientos alternativo discontinuo intermitente a movimiento rotativo continuo, con los cuales se obtiene potencia mecánica y/o eléctrica útil, donde,

los elementos de conversión de movimiento alternativo discontinuo intermitente a movimiento rotativo continuo, que están asociados individualmente a cada módulo de potencia (100) con los cuales se obtiene potencia mecánica y/o eléctrica útil objeto del invento, comprende:

-- Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación rígida entre los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) y el conversor de movimiento alternativo a rotativo basado en el sistema mecánico cremallera dentada engranaje mostrada en el módulo (45).

-- Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica entre los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) y el conversor de movimiento alternativo a rotativo basado en cremallera dentada- engranaje según el módulo (45),

-- Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica entre los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) y el conversor de movimiento alternativo a rotativo basado en vástago-cruceta-biela cigüeñal según el módulo (65),

-- Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica entre los cilindros termo-actuadores (1.1) y (1.2) y e conversor de momento alternativo a rotativo basado en el conjunto formado por un par de cilindros termo-actuadores (1.1) y (12) que accionan sendas bombas hidráulicas alternativas las cuales accionan un motor hidráulico rotativo,

-- los cuatro sistemas citados donde los cilindros termo actuadores (1.1) y (1.2) son sustituidos por los sistemas de fuelle alternativo de doble efecto (2.1) y (2.2),

--- Sistema de conversión de movimiento alternativo a rotativo caracterizado por disponer de articulación hidráulica basada en un par de depósitos termo-hidráulicos (3.1 A) y (3.1 B) que accionan directamente un motor hidráulico rotativo (66), el cual acciona un generador eléctrico (67),

24. PLANTA TERMOELECTRICA MULTIESTRUCTURAL POLICÍCLICA, según reivindicación 1ª caracterizada por la estrategia de acoplamiento de módulos de potencia (100) adoptada según la cual, la estructura de interconexión de varios módulos de potencia

(100), denominados (100<sup>a</sup>) (100b) y (100c), acoplados en cascada con respecto al fluido térmico de transferencia de calor, que incluye los siguientes componentes:

- 30, bomba de alimentación del fluido térmico de transferencia de calor,
- 5 31, intercambiador recuperador de calor residual de cada módulo de potencia 100,
- 32, calentador del fluido térmico de transferencia de calor procedente de una o más fuentes externas de origen geotérmico nuclear termosolar concentrado o recuperador de calor desde un ciclo térmico primario,
- 33, circuito de alimentación y recirculación del fluido térmico de transferencia de calor, donde
- 10 el conducto (33) de adición de calor (línea discontinua) procedente de una o más fuentes externas mediante los calentadores (32) y (34) y de recuperación de calor residual mediante el intercambiador de calor (31) suministran calor al módulo de potencia (100),
- 34, calentador de refuerzo del fluido térmico de transferencia de calor de origen eléctrico, que incluye opcionalmente la energía eléctrica electro-resistiva, la electro inductiva y la
- 15 electro magnética en un rango de frecuencias de microondas en procesos isotérmicos e isobáricos,
- 101, circuito de circulación del fluido térmico (agua) de enfriamiento por extracción de calor,
- 102 bomba de circulación del fluido térmico (agua) de enfriamiento por extracción de calor.

- 25 Procedimiento de operación de PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTISTRUCTURAL POLICÍCLICA, según reivindicaron 4<sup>a</sup>, dotada de una estructura de máquina formada por varios módulos de potencia (100) acoplados en cascada con respecto al circuito de alimentación de calor procedente de una fuente externa por medio del circuito de adición de calor (33) y el circuito de extracción de calor (101) conectado en paralelo con cada módulo de potencia (100), donde,

- cada módulo de la planta denominado consecutivamente en orden alfabético de mayor a menor temperatura como (100a), (100b), (100c), (100d), (100e,) y así, en ese orden sucesivo, opera de manera que el fluido térmico de transferencia de calor que circula por el
- 30 circuito (33) accede al módulo (100a), impulsado por la bomba de alimentación (32) donde cede una parte del calor, que se convierte en trabajo mecánico útil en el módulo (100a), y desde donde continúa a menor temperatura hacia el módulo (100b) y (100c) cediendo calor a cada módulo acoplado en cascada y produciendo trabajo mecánico útil, saliendo finalmente por el último módulo (100) al circuito de alimentación de calor (33) para repetir
- 35 indefinidamente este ciclo de recirculación, y donde,

- con respecto a la extracción de calor por enfriamiento opera de manera que el fluido térmico de enfriamiento circula por el circuito de enfriamiento (101) impulsado por la bomba de circulación (102) que accede y retorna de cada módulo (100) en paralelo, transportando
- 40 calor residual no recuperable a un sumidero térmico.

26. Sistema de recuperación de calor de la PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTISTRUCTURAL POLICÍCLICA según reivindicación 1<sup>a</sup> caracterizado por la estructura del sistema de recuperación de calor con respecto al suministro de calor externo, así como
- 45 por los respectivos intercambiadores recuperadores de calor (31) correspondientes a cada uno de los módulos de potencia (100a), (100b) (100c) respectivamente destinados al acoplamiento en cascada de varios módulos de potencia (100a), (100b), (100c), donde la estructura del sistema de recuperación de calor comprende al menos los siguientes componentes:

- 50 30, bomba de alimentación del fluido térmico de transferencia de calor,
- 31, intercambiador recuperador de calor residual del módulo de potencia 100,
- 32, calentador del fluido térmico de transferencia de calor procedente de una o más fuentes

externas de origen geotérmico, nuclear termosolar concentrado o recuperador de calor desde un ciclo térmico primario,

33, circuito de conducción del fluido térmico de transferencia de calor donde el conducto (33) de adición de calor (línea discontinua) procedente de una o más fuentes externas mediante los calentadores (32) y (34) y de recuperación de calor residual mediante el intercambiador de calor (31) suministran calor al módulo de potencia (100)

34, calentador del fluido térmico de transferencia de calor procedente de origen eléctrico que incluyen la electro-resistiva, la electro-inductiva y la electromagnética en el caso de microondas en el rango de frecuencias de microondas, especialmente para añadir calor en procesos isotérmicos, 101 circuito de circulación del fluido térmico (agua) de enfriamiento por extracción de calor,

102 bomba de circulación del fluido térmico (agua) de enfriamiento por extracción de calor,

104, válvula de interconexión entre el circuito (33) de alimentación de calor externo y circuito (105) de recuperación de calor por medio de los intercambiadores recuperadores de calor (31).

105 circuito de recuperación de calor (línea discontinua) por medio de los intercambiadores recuperadores de calor (31) procedente de los módulos de potencia (100a) (100b) y (100c)

110, bomba de recirculación de calor de recuperación.

27. Procedimiento de operación de la PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTIESTRUCTURAL POLICÍCLICA, según reivindicación 4<sup>a</sup> caracterizada por el procedimiento de operación para recuperación de calor residual procedente de cada intercambiador recuperador de calor residual (31), (uno por cada módulo de potencia (100)) donde se trata de,

-- una configuración basada en tres módulos de potencia (100a) (100b) y (100c) acoplados en cascada con respecto al fluido térmico de transferencia de calor caracterizada por operar de manera que el calor recuperado de los módulos de potencia (100a) y (100b) es utilizado para alimentar el módulo de potencia (100c).

donde, para una estructura de maquina objeto del invento dotada de tres unidades de potencia acopladas en cascada (100a) (100b) y (100c) opera de manera que el calor recuperado de los módulos de potencia (100a) y (100b) mediante el intercambiador recuperador de calor (31) es utilizado para alimentar en cascada el módulo de potencia (100c), el cual consiste en que con la válvula (104) cerrada, la salida del fluido térmico de trabajo del módulo (100c) es conducida por el circuito (105) (línea discontinua) impulsado por la bomba de recirculación de calor de recuperación (110) a los intercambiadores recuperadores de calor (31) de los módulos (100a) y (100b) de tal manera que el calor residual recuperado por los intercambiadores recuperadores (31) de los dos primeros módulos (100a) y (100b) es utilizado para alimentar el último módulo (100c), y donde el calor residual del último módulo (100c) recuperado por el intercambiador recuperador de calor (31) del módulo (100c) es transferido al circuito de alimentación general de calor (33) repitiendo indefinidamente este ciclo.

28. Sistema de recuperación de calor de la PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTIESTRUCTURAL POLICÍCLICA, según reivindicación 1<sup>a</sup>, caracterizado por comprender los siguientes componentes:

30, bomba de alimentación del fluido térmico de transferencia de calor,

31, intercambiador recuperador de calor residual del módulo de potencia 100,

32, calentador del fluido térmico de transferencia de calor procedente de una o más fuentes extremas de origen geotérmico, nuclear, termosolar concentrado o recuperador de calor desde un ciclo térmico primario,

33, circuito de conducción del fluido térmico de transferencia de calor, donde el conducto

(33) de adición de calor (línea discontinua) procedente de una o más fuentes externas mediante los calentadores (32) y (34) y de recuperación de calor residual mediante el intercambiador de calor (31) suministran calor al módulo de potencia (100),

34, calentador del fluido térmico de transferencia de calor procedente de una o más fuentes externas de origen geotérmico, termosolar concentrado, fósil, biotérmica, nuclear, hidrógeno, amoníaco, electro-resistivo, electro-inductivo y electro-magnético en el caso de microondas, especialmente para procesos isotérmicos,

101, circuito de circulación del fluido térmico (agua) de enfriamiento por extracción de calor,

102, bomba de circulación del fluido térmico (agua) de enfriamiento por extracción de calor,

103, bomba de circulación del fluido térmico de transferencia de calor del circuito de recuperación de calor (línea discontinua

106, válvula by-pass entre la salida del fluido térmico de transferencia de calor del módulo (100e) y el e circuito (línea discontinua) de recuperación de calor (107) de alimentación del calor recuperado de los módulos (100a) (100b), (100c) y (100b),

107, circuito de recuperación de calor línea discontinua) por medio de los intercambiadores recuperadores de calor (31) de los módulos de potencia (100a) (100b), (100c) (100d) y (100e),

29. Procedimiento de operación de la PLANTA TERMOELÉCTRICA MULTISTRUCTURAL POLICICLICA según reivindicación 4ª caracterizada por el procedimiento de operación para recuperación de calor residual procedente de cada intercambiador recuperador de calor residual (31), (uno por cada módulo de potencia (100)), de una configuración estructural basada en cinco módulos de potencia acoplados en cascada (100a) (100b) (100c) (100d) y (100e) caracterizada por operar de manera que el calor recuperado de los módulos de potencia (100a) (100b) y (100c) es utilizado para alimentar en cascada los módulos (100d) (100e), donde

la configuración de acoplamiento en cascada con respecto al sistema de transferencia de calor de los módulos de potencia (100a) (100b) y (100c) opera de manera que el calor rechazado por la salida del módulo de potencia (100c) circula retornando por el conducto (33) hacia la entrada de alimentación del módulo de potencia (100a) después de captar calor de las fuentes externas (34) y (34), mientras que el calor recuperado de los módulos de potencia (100a), (100b) y (100c) por medio del intercambiador recuperador de calor (31) es utilizado para alimentar en cascada los módulos (100d) y (100e) y donde con la válvula (106) cerrada, el calor recuperado por el intercambiador recuperador de calor (31) del módulo de potencia (100e) retorna por el conducto (107) (línea discontinua) impulsado por la bomba (103) para cerrar el circuito de recuperación de calor mediante los intercambiadores recuperadores de calor de los módulos de potencia.

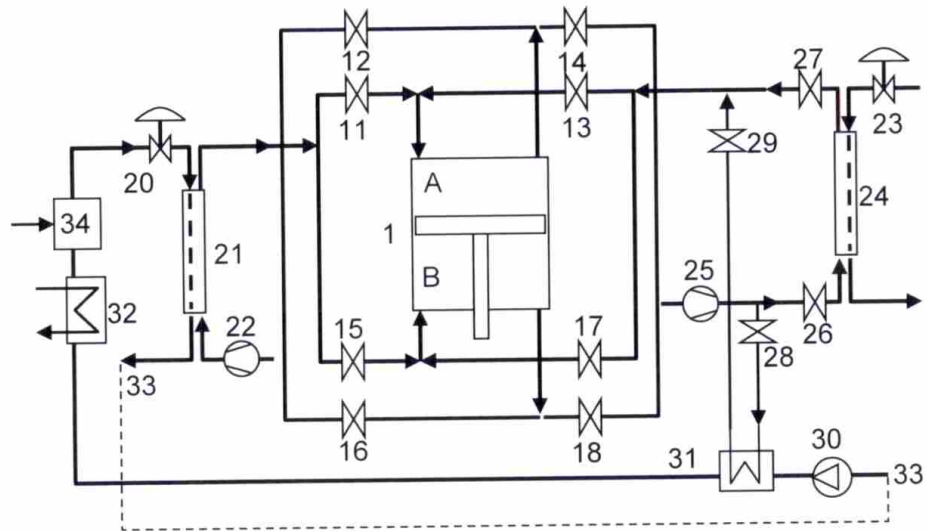


FIGURA 1

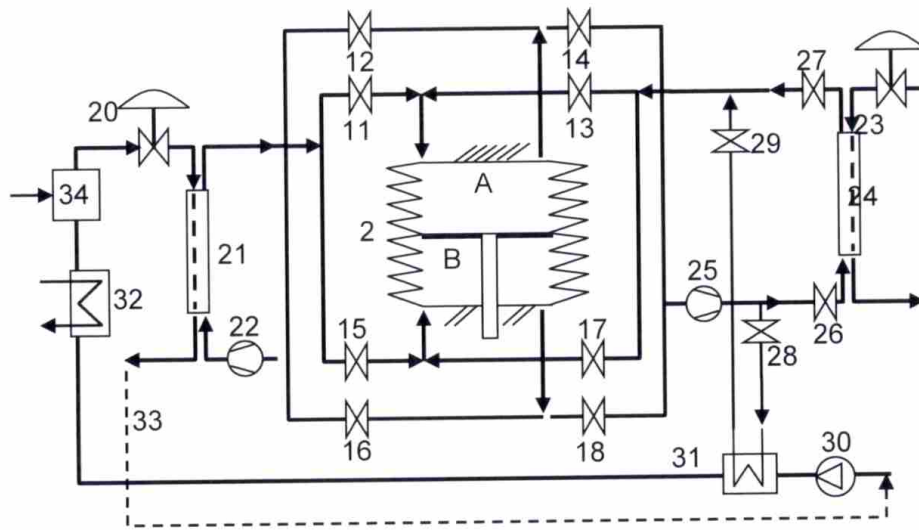


FIGURA 2

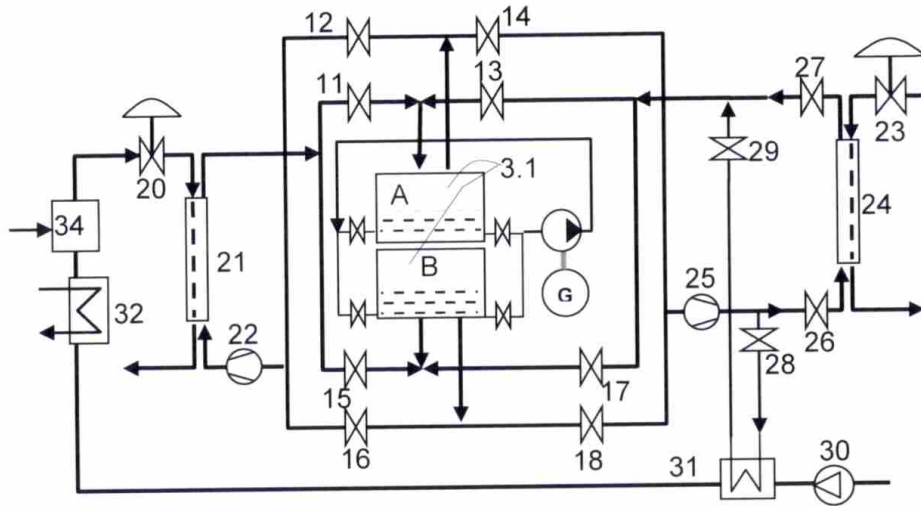


FIGURA 3(a)

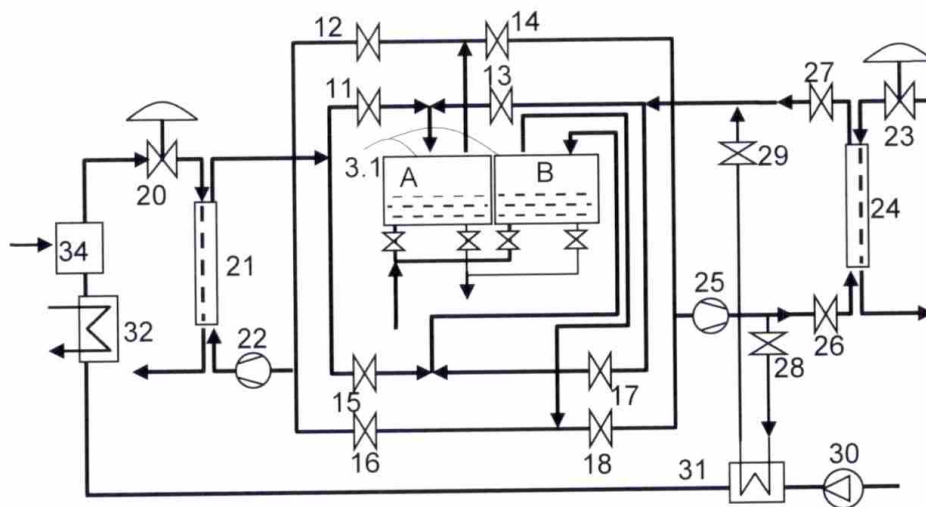


FIGURA 3(b)

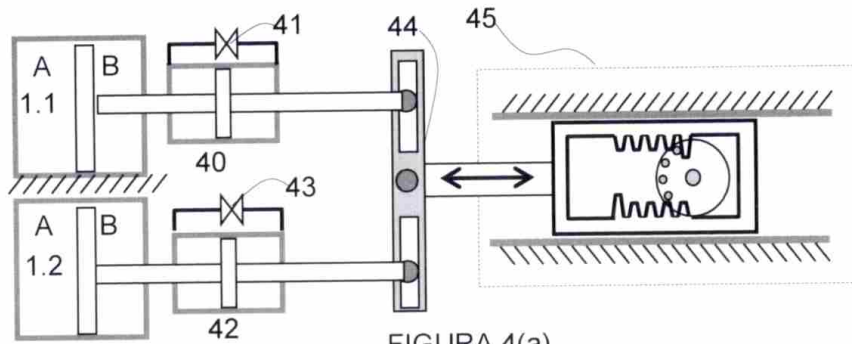


FIGURA 4(a)

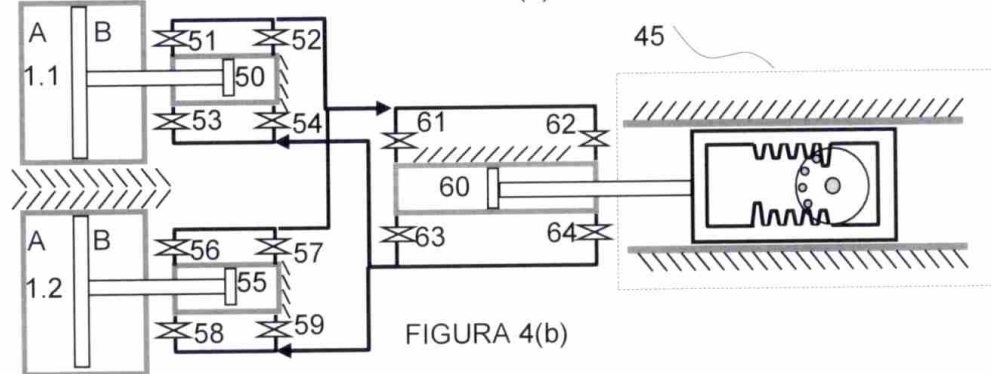


FIGURA 4(b)

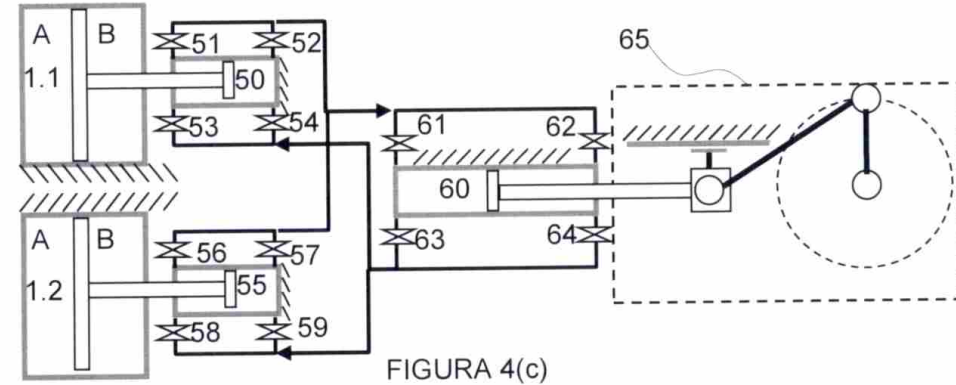


FIGURA 4(c)

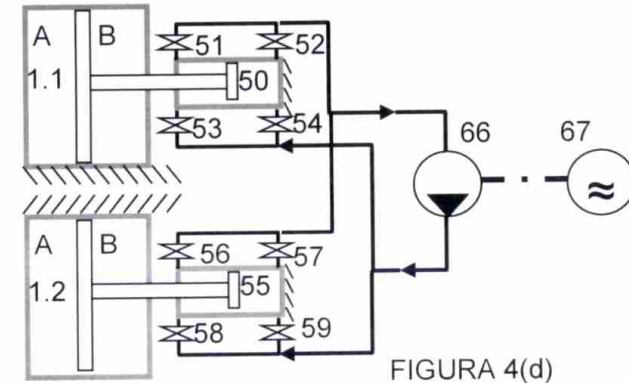


FIGURA 4(d)

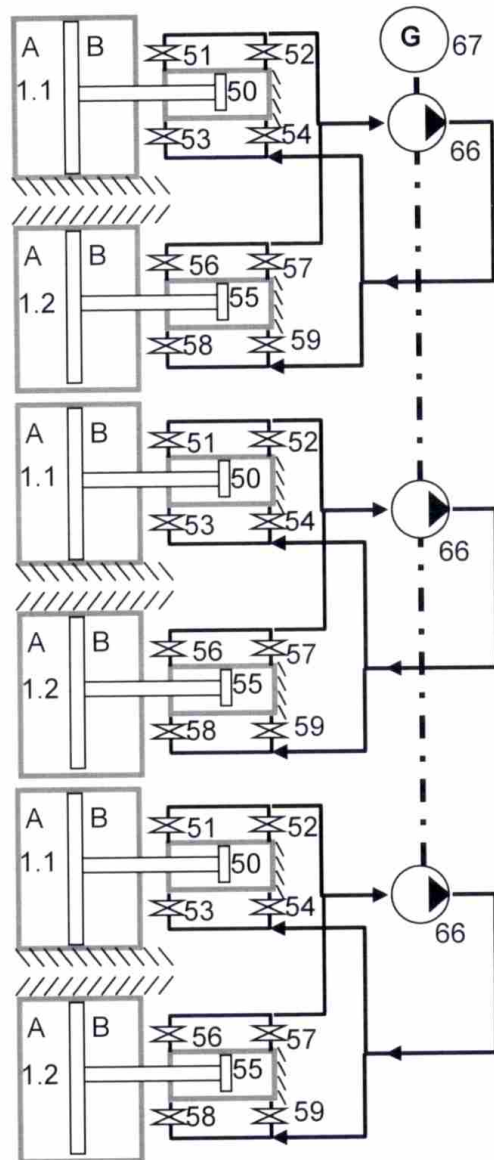
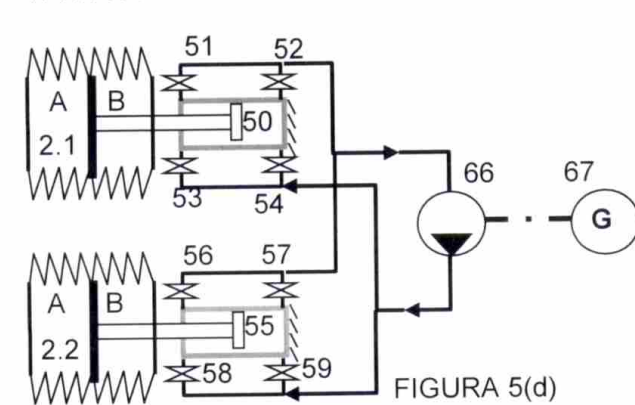
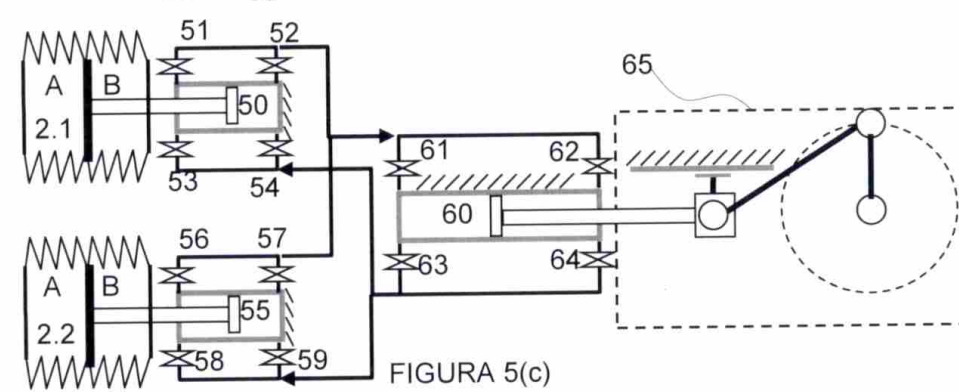
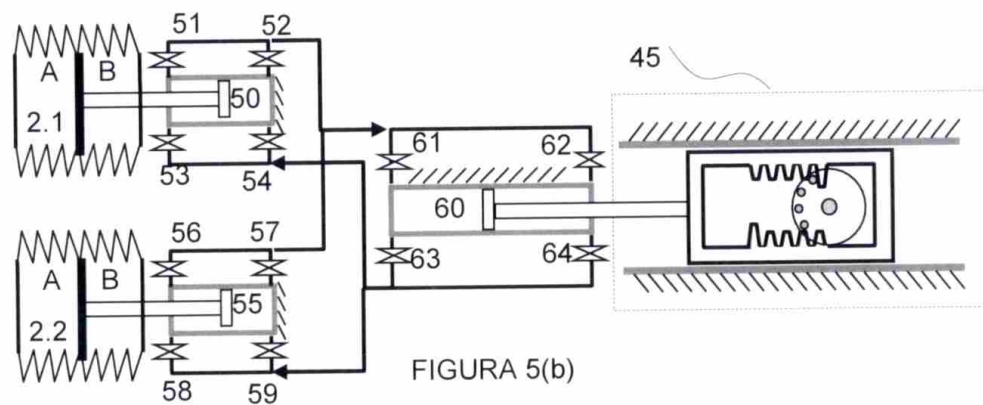
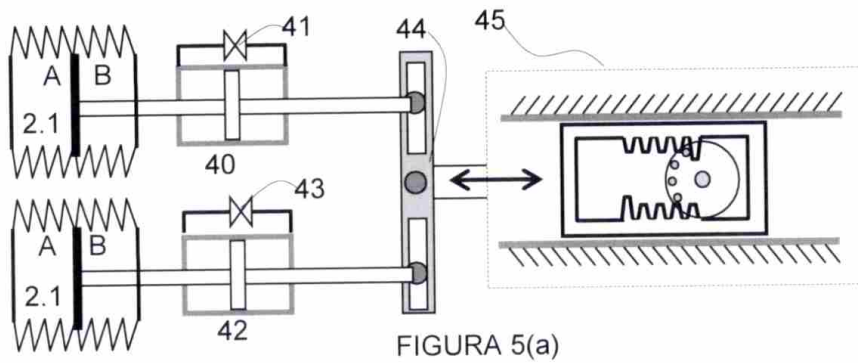


FIGURA 4(e)



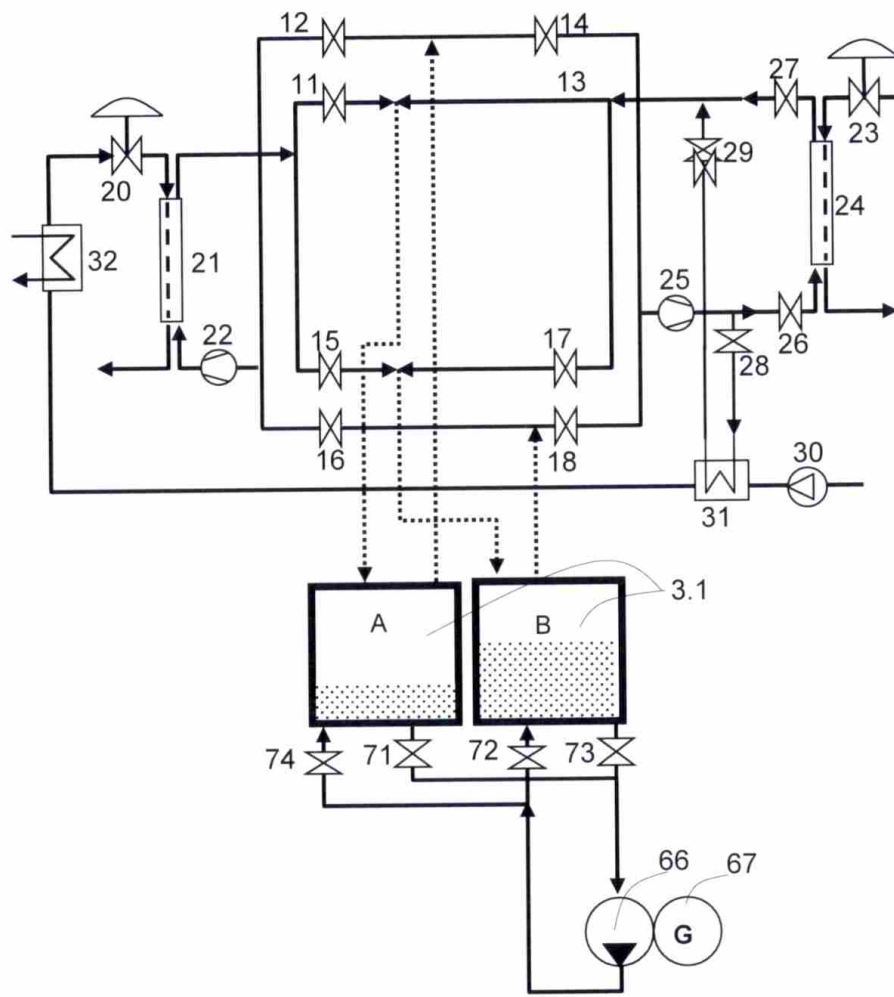


FIGURA 6 (a)

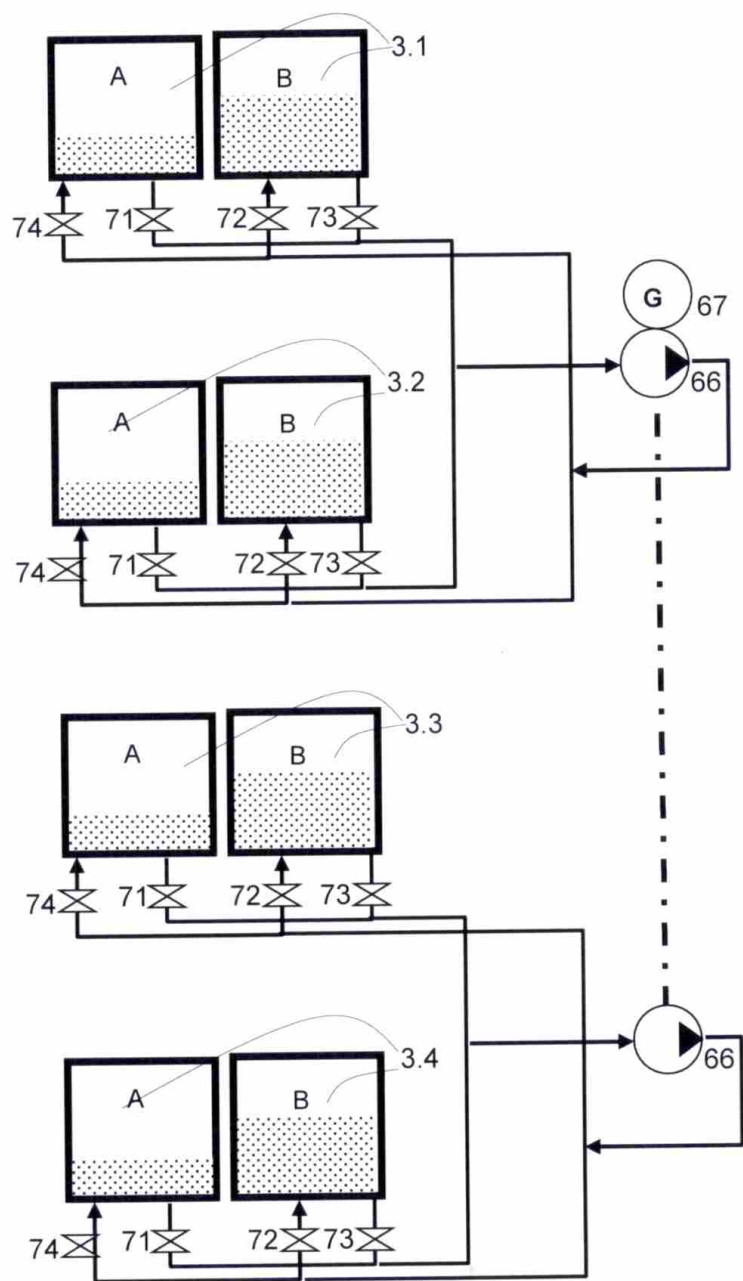
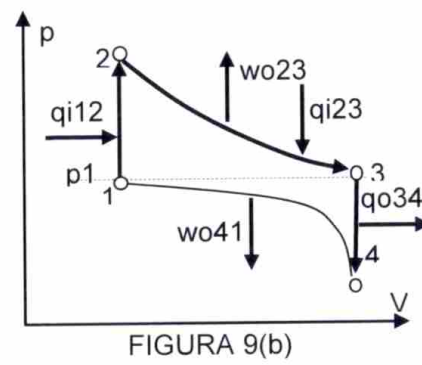
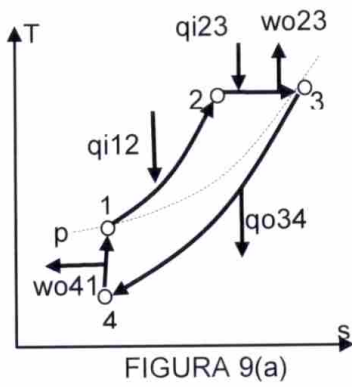
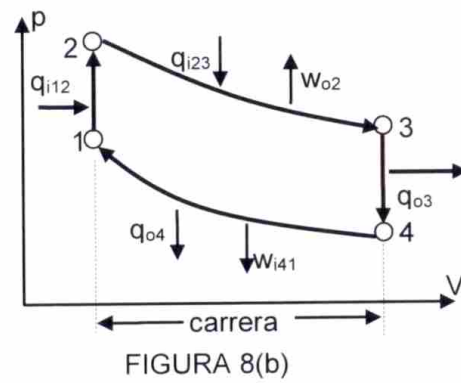
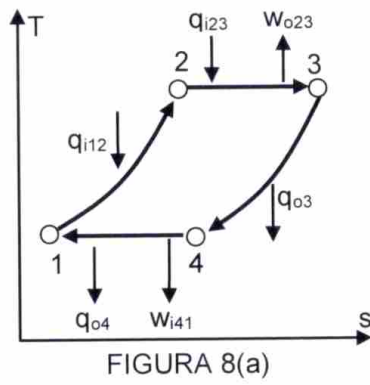
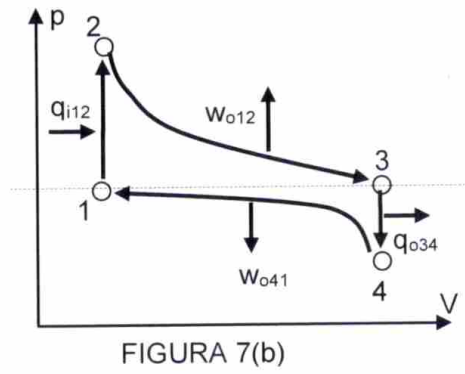
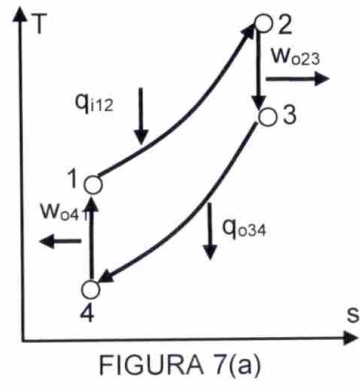


FIGURA 6(b)



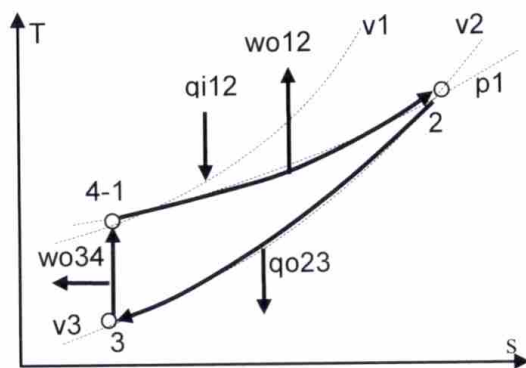


FIGURA 10(a)

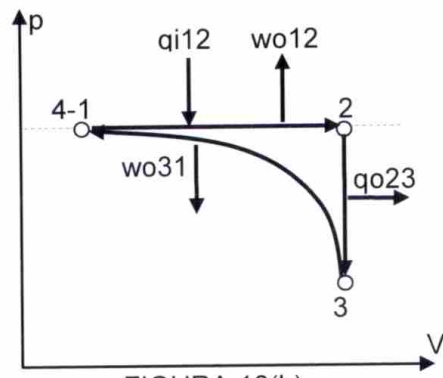


FIGURA 10(b)

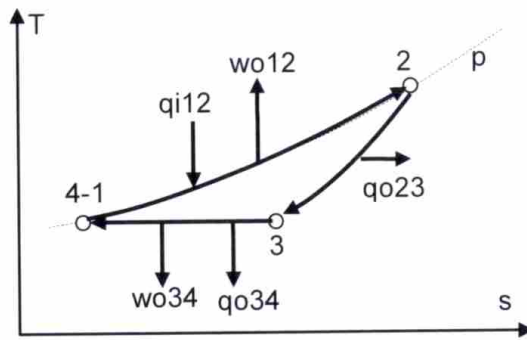


FIGURA 11(a)

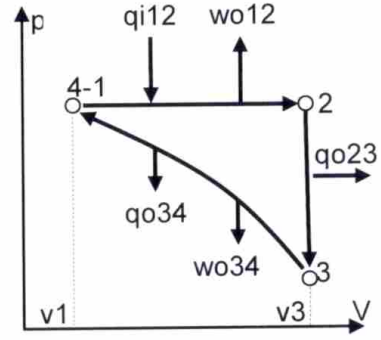


FIGURA 11(b)

x

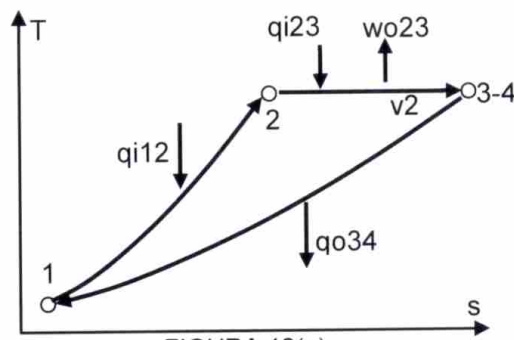


FIGURA 12(a)

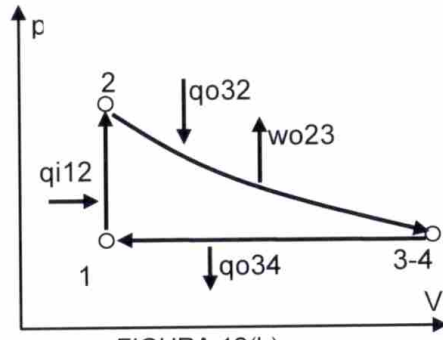


FIGURA 12(b)

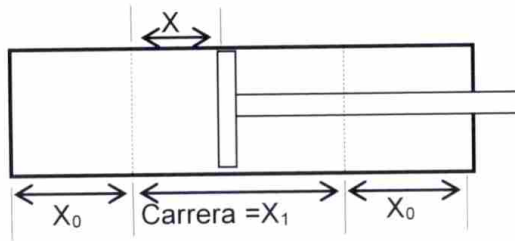


FIGURA 13(a)

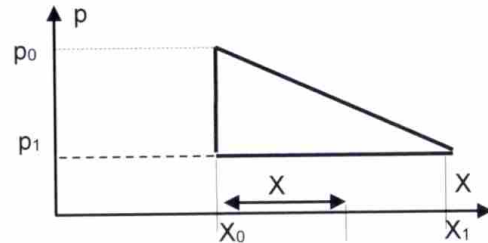


FIGURA 13(b)

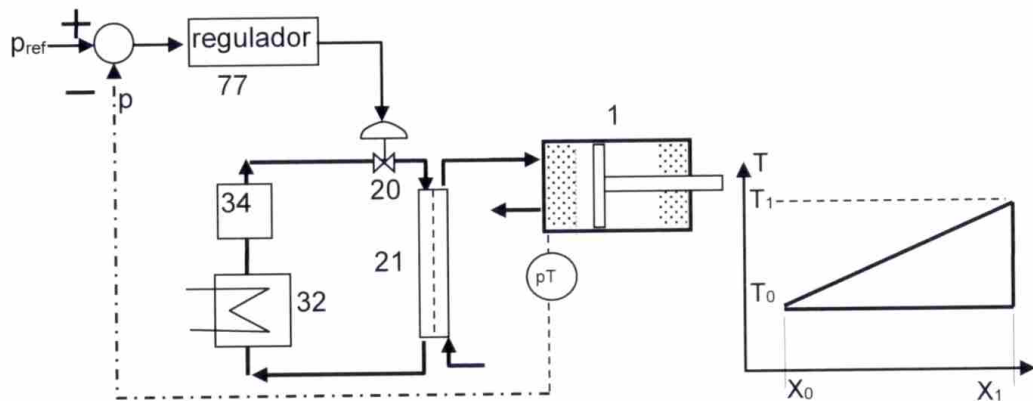


FIGURA 13(c)

FIGURA 13(e)

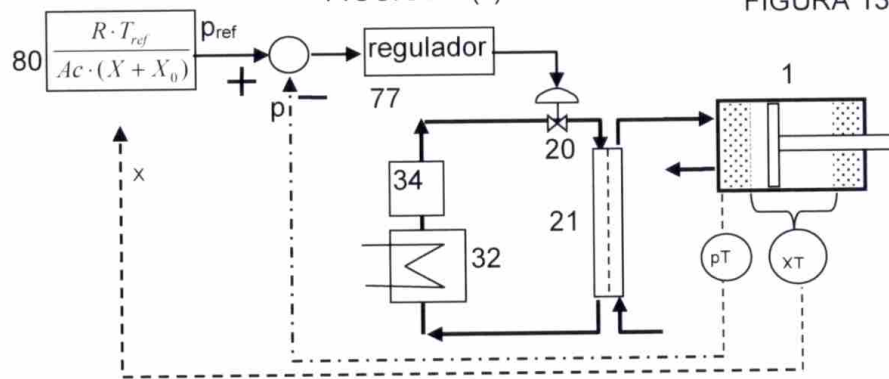


FIGURA 13(d)

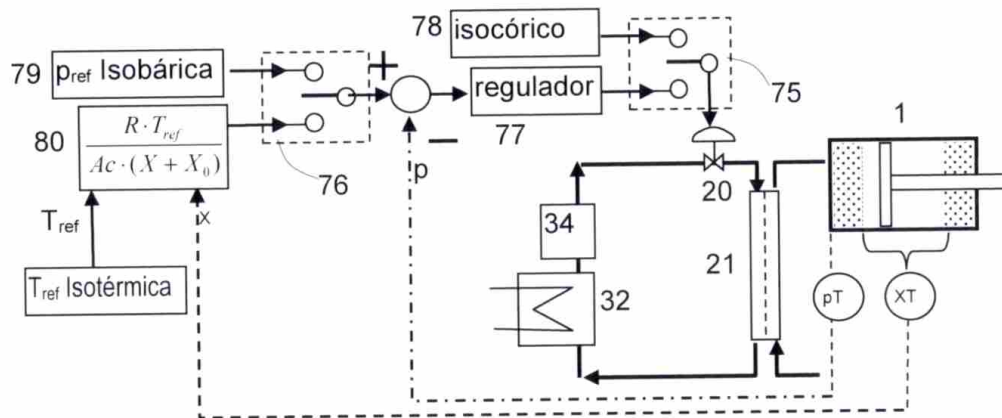


FIGURA 14(a)

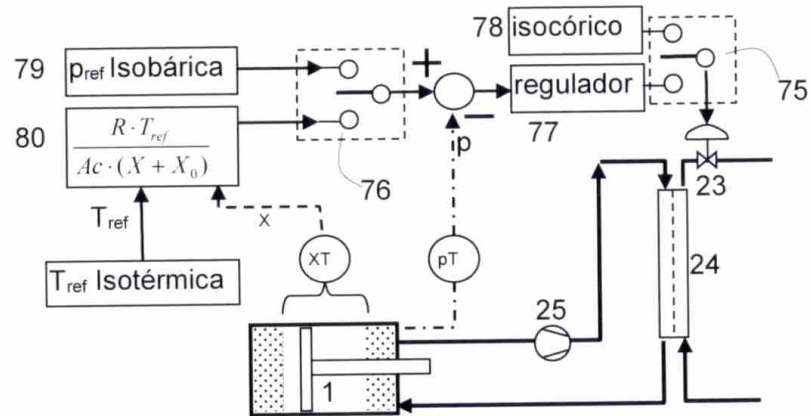
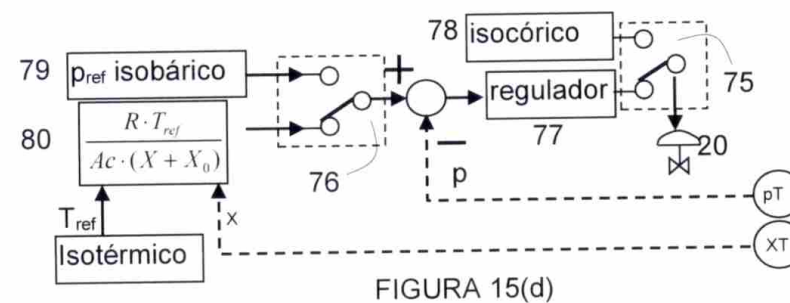
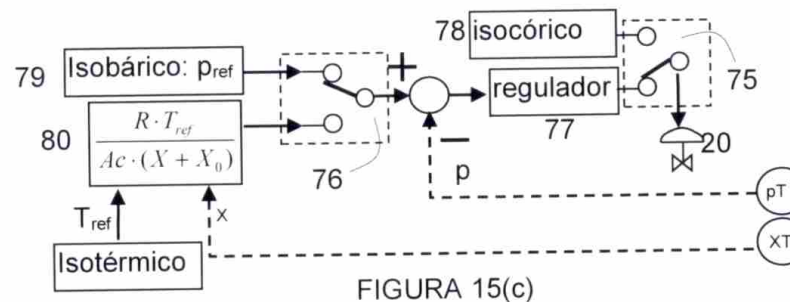
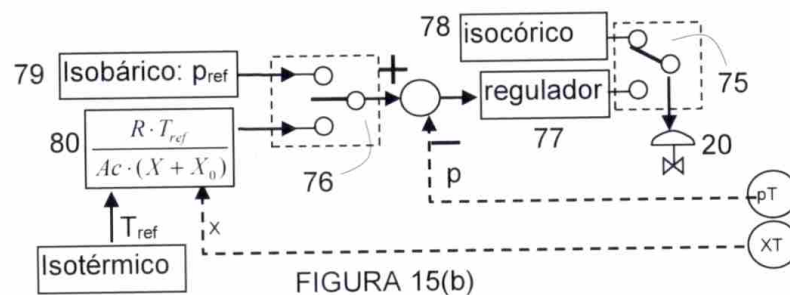
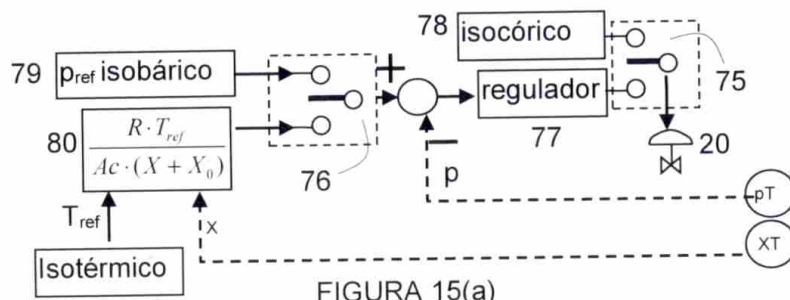


FIGURA 14(b)



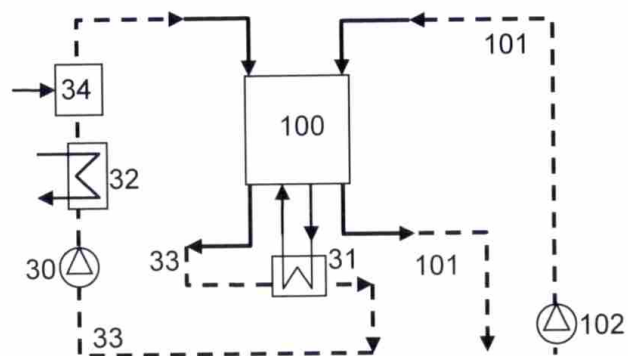


FIGURA 16

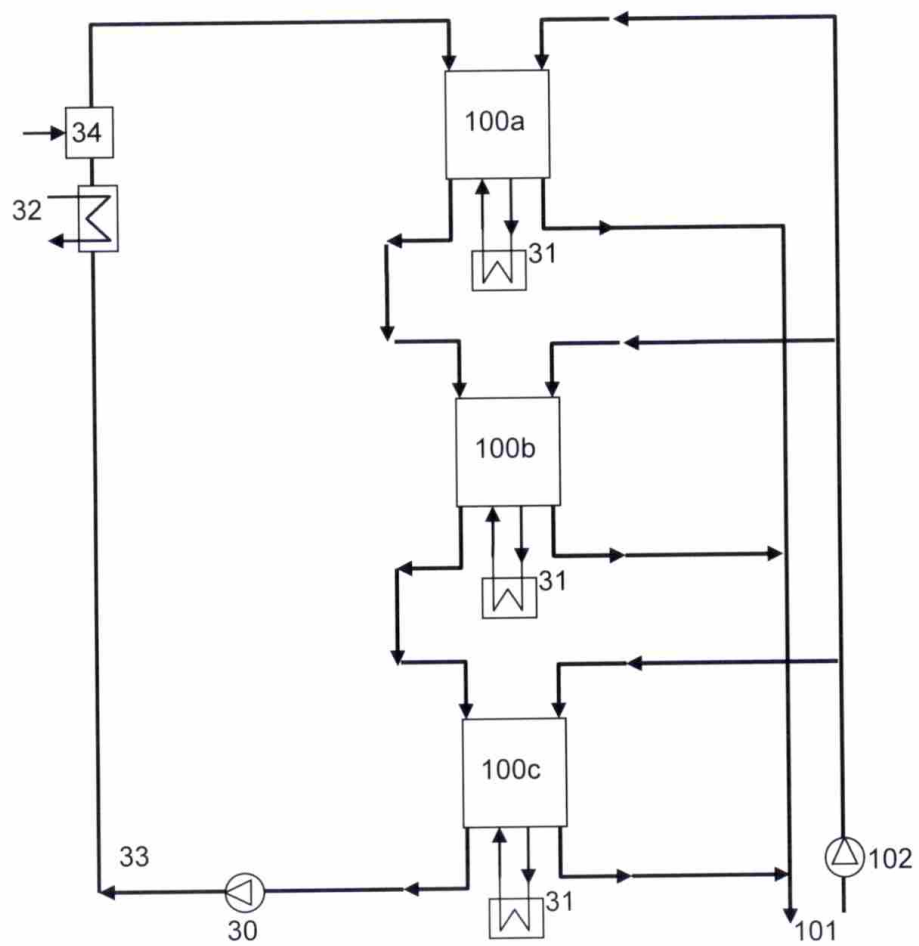


FIGURA 17

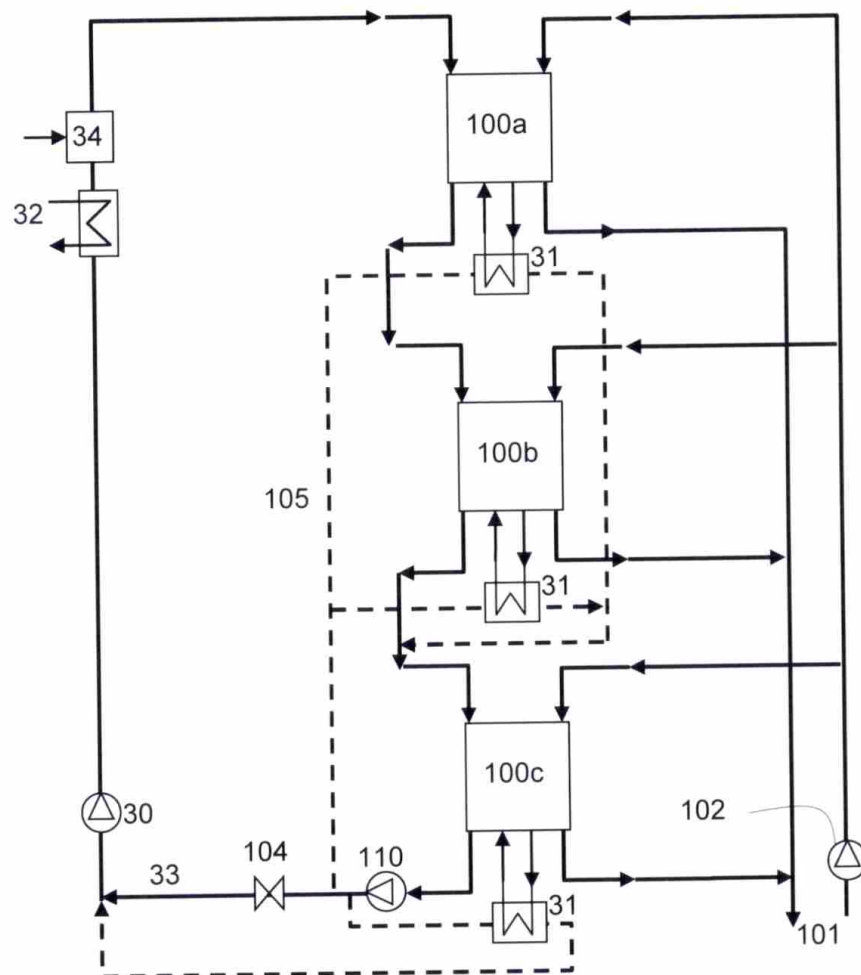


FIGURA 18

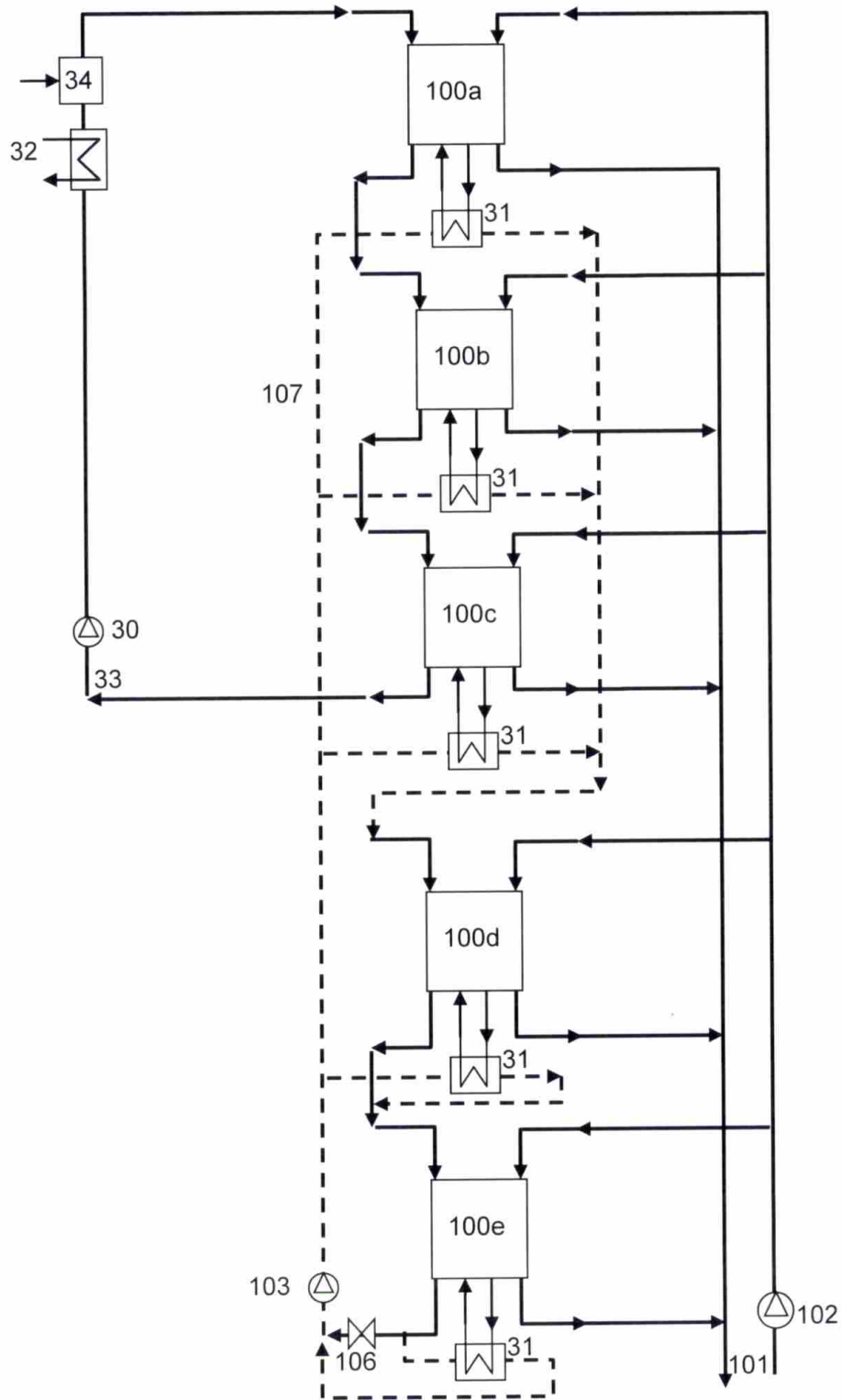


FIGURA 19