

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 855 178**

51 Int. Cl.:

F01K 13/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2014** **E 14193978 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2021** **EP 2876267**

54 Título: **Dispositivo de control de activación**

30 Prioridad:

21.11.2013 JP 2013241160

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

23.09.2021

73 Titular/es:

**mitsubishi power, ltd. (100.0%)
3-1, Minatomirai 3-chome Nishi-ku
Yokohama, Kanagawa 220-8401**

72 Inventor/es:

**KIM, EUNKYEONG;
YOSHIDA, YASUHIRO;
YASHIKI, TATSURO;
KATAGIRI, YUKINORI;
YOSHIDA, TAKUYA;
NOMURA, KENICHIRO;
YAMANAKA, KAZUNORI;
SUZUKI, FUMIYUKI y
IYANAGA, NORIHIRO**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 855 178 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de control de activación

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

1. Campo de la Invención

La presente invención se refiere a un dispositivo de control de activación para una central de turbina de vapor.

10 2. Descripción de la técnica relacionada

Con el fin de conservar los recursos fósiles, las centrales eléctricas tipificadas por la generación de energía eólica y la generación de energía solar, que utilizan energía renovable, tienden a aumentar en número. Para una central eléctrica de este tipo, la cantidad de energía generada a partir de energía renovable varía mucho dependiendo de las estaciones, el clima y similares. Por lo tanto, este tipo de central eléctrica provista de una turbina de vapor (central eléctrica de turbina de vapor) necesita reducir el tiempo que tarda para su activación (o para activar la central eléctrica a alta velocidad) con el fin de compensar rápidamente la variación en la cantidad de energía para la estabilización del sistema eléctrico.

Cuando la central eléctrica de turbina de vapor es activada, desde el punto de vista de la protección de los dispositivos constituyentes de la central de turbina de vapor durante un período de tiempo desde el inicio de la activación hasta la finalización de la activación, existen límites establecidos (restricciones) para las cantidades del estado de la central tales como: estrés térmico generado en partes calentadas de la turbina de vapor, un generador de vapor y similares; y diferencias en el alargamiento térmico entre un cuerpo giratorio y un cuerpo estacionario de la turbina de vapor. La activación a alta velocidad de la central de turbina de vapor está limitada por tales restricciones. Específicamente tras la activación de la turbina de vapor, la temperatura de una superficie de un rotor de turbina se vuelve rápidamente más alta que la del interior del rotor de la turbina, ya que la temperatura y el caudal de vapor que fluye en la turbina de vapor aumentan rápidamente. Como resultado, aumenta el estrés térmico debido a la diferencia de temperatura entre la superficie y el interior del rotor de la turbina. Dado que el estrés térmico excesivo puede reducir la vida útil del rotor de la turbina, es necesario controlar un aumento del estrés térmico en un intervalo de un límite establecido o menos. Además, cuando son expuestos a vapor a alta temperatura, el rotor de la turbina y una carcasa que almacena el rotor de la turbina son calentados y alargados (alargamiento térmico) mediante expansión térmica, especialmente en la dirección del eje de la turbina. Dado que el rotor de la turbina y la carcasa son diferentes entre sí en estructura y capacidad calorífica, se produce una diferencia de alargamiento térmico entre ellos. Si la diferencia de alargamiento térmico aumenta, el rotor de la turbina que es un cuerpo giratorio y la carcasa que es un cuerpo estacionario pueden entrar en contacto entre sí y sufrir daños. Por lo tanto, es necesario suprimir la diferencia de alargamiento térmico a un límite establecido o menos. Como se ha descrito anteriormente, existen algunas restricciones para activar la turbina de vapor y, por lo tanto, el control de activación necesita ser realizado de tal manera que se satisfagan las restricciones.

En general, la activación de la central de turbina de vapor es controlada sobre la base del programa de activación predefinido de tal manera que se satisfacen las restricciones antes mencionadas. El programa de activación es expresado en cambios temporales de las cantidades de estado de la central durante un período de tiempo desde el inicio de la activación hasta la finalización de la activación de la central de turbina de vapor. Este tipo de programa de activación es determinado de antemano para cada uno de los modos de activación, tales como el modo de inicio en caliente, el modo de inicio en templado y el modo de inicio en frío, basados en el tiempo transcurrido después de la parada de la central de turbina de vapor (consultese la Patente Japonesa Nº 2523498 y similares). En la presente memoria descriptiva, este tipo de activación es denominado control de activación basado en el modo. Además, el documento JP-2011-111959-A describe el control de activación que permite que una central de turbina de vapor sea activada a alta velocidad mediante la ejecución de una simulación que incluye el cálculo de predicción de una temperatura y el cálculo del estrés térmico cada vez que la central de turbina de vapor es activada y la creación de un programa de activación de la central de turbina de vapor sobre la base de los resultados de la simulación. El documento EP 2 312 407 A2 describe un método para predecir un período de inicio para un sistema de generación de energía de ciclo combinado que incluye un motor de turbina de gas, una turbina de vapor y un sistema de control informático que incluye un dispositivo de entrada de usuario y un dispositivo de salida. Incluyendo el método: introducir un momento deseado en el que el sistema de generación de energía de ciclo combinado ha de alcanzar una carga que se pueda despachar; adquirir un valor actual de una condición operativa predeterminada del sistema de generación de energía de ciclo combinado; ejecutando el sistema de control informático un algoritmo que genera un momento de inicio predicho basado en el momento deseado y el valor actual, en el que se prevé que el sistema de generación de energía de ciclo combinado esté en la carga que se puede despachar en el momento deseado cuando es puesto en marcha en el momento de inicio predicho, y emitiendo el sistema informático el momento de inicio predicho para el dispositivo de salida.

60 COMPENDIO DE LA INVENCIÓN

En la técnica descrita en la Patente Japonesa Nº 2523498, las cantidades de estado de la central en el momento de inicio de la activación varían dependiendo del tiempo transcurrido después de la parada de la central de turbina de vapor. Por lo tanto, si la central de turbina de vapor es activada en un tiempo transcurrido después de la parada de la activación (en un estado inicial), estando el tiempo transcurrido cerca de un límite entre los modos de activación, se produce un margen excesivo entre la cantidad de estado de la central y el límite. Sin embargo, en el control de activación descrito en

la Patente Japonesa nº 2523498, se utiliza el mismo programa de activación en el mismo modo de activación independientemente del tiempo transcurrido después de la parada de la activación. Incluso si la central de turbina de vapor asume un estado que puede ser activado a una velocidad mayor, por lo tanto, la central de turbina de vapor es activada solo dentro del período de tiempo necesario para la activación, y estando determinado el período de tiempo para el modo de activación.

Dado que, en el control de activación descrito en el documento JP-2011-111959-A, el programa de activación es creado ejecutando una simulación cada vez que la central de turbina de vapor es activada, el cálculo de predicción de una temperatura y el cálculo de estrés térmico son complejos, y el cantidad de información a calcular es grande. La invención se ha realizado teniendo en cuenta las circunstancias antes mencionadas. Un objeto de la invención es proporcionar un dispositivo de control de activación de una central de turbina de vapor que esté libre de cálculos complejos tales como el cálculo de predicción de una temperatura y el cálculo de estrés térmico y que pueda generar un programa de activación que ayude a reducir un período de tiempo requerido para la activación de una central de turbina de vapor. El objeto antes mencionado es resuelto por la invención según la reivindicación 1. Otros desarrollos preferidos están descritos por las reivindicaciones dependientes. Según con un aspecto, un dispositivo de control de activación de una central de turbina de vapor según la invención divide, por al menos una cantidad de estado de la central y una cantidad de operación de la central en un proceso de activación de una central de turbina de vapor, un período de tiempo requerido para la activación de una central de turbina de vapor en una pluralidad de fases en un momento en el que la cantidad de estado de la central y la cantidad de operación de la central cambian o en un momento en el que las tendencias de la cantidad de estado de la central y la cantidad de operación de la central cambian, genera un programa de activación para las fases, y genera un programa de activación por un período de tiempo desde el inicio de la activación de la central de turbina de vapor hasta la finalización de la activación de la central de turbina de vapor combinando las fases.

Según la invención, que se ha descrito en la reivindicación 1, se puede generar un programa de activación que ayude a reducir el período de tiempo requerido para la activación de la central de turbina de vapor, con restricciones satisfechas y en respuesta a un estado inicial arbitrario. Además, por ejemplo, están disponibles los datos que se han utilizado para la activación basada en el modo convencional y, por lo tanto, se puede simplificar el procesamiento de la señal.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama que ilustra una configuración de sistema de una central eléctrica de turbina de vapor según una primera realización de la invención.

La Figura 2 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un modelo de un programa de activación generado por un dispositivo de control de activación según la primera realización de la invención.

La Figura 3 es un diagrama que ilustra una relación entre el tiempo transcurrido después de la parada de la central de turbina de vapor y la duración de las fases.

La Figura 4 es un diagrama que ilustra una configuración de sistema de una central eléctrica de turbina de vapor según una segunda realización de la invención.

La Figura 5 es un diagrama que ilustra una relación entre el tiempo transcurrido después de la parada de la central de turbina de vapor y un período de tiempo requerido para la activación de la central de turbina de vapor.

La Figura 6 es un diagrama que ilustra una configuración de sistema de una central eléctrica de turbina de vapor según una tercera realización de la invención.

La Figura 7 es un diagrama que ilustra una configuración de sistema de una central eléctrica de turbina de vapor según una cuarta realización de la invención.

La Figura 8 es un diagrama de flujo de operaciones de un circuito de actualización de la base de datos según la cuarta realización de la invención.

La Figura 9 es un diagrama que ilustra un cambio en el período de tiempo requerido para la activación con respecto al tiempo transcurrido después de la parada.

La Figura 10 es un diagrama que ilustra una relación entre la tasa de aumento de una carga de un dispositivo de fuente de calor y el tiempo transcurrido después de la parada.

La Figura 11 es un diagrama que ilustra las relaciones entre un momento de inicio de la activación de la central de turbina de vapor, el período de tiempo requerido para la activación y un momento de finalización de la activación.

La Figura 12 es un diagrama que ilustra las relaciones entre un momento de parada, un momento de finalización deseado de la activación, un período de tiempo sin operación deseado y similares de la central de turbina de vapor.

La Figura 13 es un diagrama que ilustra las relaciones entre el momento de parada, el momento de finalización deseado de la activación, el período de tiempo requerido para la activación y similares de la central de turbina de vapor.

La Figura 14 es un diagrama de flujo de un método para calcular un momento para iniciar la activación.

La Figura 15 es un diagrama que ilustra un ejemplo de detalles de salida cuando un dispositivo de visualización es utilizado como un dispositivo de salida según la segunda realización de la invención.

La Figura 16 es un diagrama que ilustra un ejemplo de detalles de salida cuando un dispositivo de visualización es utilizado como el dispositivo de salida según la tercera realización de la invención.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

Primera realización

Configuración

La Figura 1 es un diagrama que ilustra una configuración de sistema de una central eléctrica 100 de turbina de vapor según una primera realización. Como se ha ilustrado en la Figura 1, la central eléctrica 100 de turbina de vapor incluye una central 1 de turbina de vapor y un dispositivo 2 de control de activación (dispositivo de control de la central). La central 1 de turbina de vapor y el dispositivo 2 de control de activación se han descrito a continuación.

1. Central de turbina de vapor

La central 1 de turbina de vapor incluye un dispositivo de fuente de calor, un generador de vapor, una turbina de vapor, un generador de energía, un regulador y similares, que no se han ilustrado.

El dispositivo de fuente de calor calienta un fluido a baja temperatura utilizando el calor mantenido por un medio de fuente de calor, para generar un fluido a alta temperatura, y suministra el fluido a alta temperatura así generado al generador de vapor. Los ejemplos del dispositivo de fuente de calor incluyen una turbina de gas de una central eléctrica de ciclo combinado, un horno de una central eléctrica de carbón, un colector de energía solar de una central eléctrica solar. El generador de vapor tiene en su interior un intercambiador de calor en el que el agua suministrada es calentada mediante intercambio térmico con calor mantenido por el fluido a alta temperatura generado por el dispositivo de fuente de calor, y de este modo genera vapor. La turbina de vapor es accionada por el vapor generado por el generador de vapor. El generador de energía está acoplado a la turbina de vapor y convierte la fuerza motriz de la turbina de vapor en energía. La energía generada por el generador de energía es suministrada a un sistema eléctrico (no ilustrado), por ejemplo.

El regulador ajusta una operación de la central 1 de turbina de vapor. Los ejemplos del regulador incluyen: una unidad de ajuste de la cantidad del medio de fuente de calor dispuesta en una trayectoria a través de la cual el medio de fuente de calor es suministrado al dispositivo de fuente de calor; una unidad de ajuste de la cantidad de fluido a baja temperatura dispuesta en una trayectoria a través de la cual el fluido a baja temperatura es suministrado al dispositivo de fuente de calor; una válvula principal de ajuste de vapor dispuesta en un sistema de tuberías de vapor para suministrar el vapor desde el generador de vapor a la turbina de vapor; una válvula de derivación ramificada del sistema de tuberías de vapor y dispuesta en un sistema de derivación para suministrar el vapor a otro sistema; y un atemperador dispuesto en el generador de vapor. La unidad de ajuste de la cantidad del medio de la fuente de calor tiene la función de ajustar la cantidad del medio de la fuente de calor que ha de ser suministrada al dispositivo de fuente de calor y de ajustar la cantidad de calor mantenida por el fluido a alta temperatura que ha de ser generado por el dispositivo de fuente de calor. La unidad de ajuste de la cantidad de fluido a baja temperatura tiene la función de ajustar el caudal del fluido a baja temperatura que ha de ser suministrado al dispositivo de fuente de calor y ajustar el caudal del fluido a alta temperatura que ha de ser suministrado desde el dispositivo de fuente de calor al generador de vapor. La válvula principal de ajuste de vapor tiene la función de ajustar el caudal del vapor que ha de ser suministrado a la turbina de vapor. La válvula de derivación tiene la función de controlar el caudal (caudal de derivación) del vapor que fluye en el sistema de derivación. El atemperador tiene la función de reducir la temperatura del vapor generado por el generador de vapor.

2. Dispositivo de control de activación

El dispositivo 2 de control de activación recibe un valor inicial de un parámetro de cantidad de estado de la central 1 de turbina de vapor, calcula un valor de control para el regulador de la central 1 de turbina de vapor basado en el valor inicial, y emite el valor de control al regulador de la central 1 de turbina de vapor. Con el fin de lograr esta función, el dispositivo 2 de control de activación incluye un circuito 11 de adquisición de parámetros de estado inicial, un circuito 12 de almacenamiento (base de datos), un circuito 13 de determinación de cantidad de operación, un circuito 14 de generación de programa de activación y un circuito 15 de control de activación. Estos elementos constituyentes se han descrito secuencialmente a continuación.

2-1. Circuito de adquisición de parámetros de estado inicial

El circuito 11 de adquisición de parámetros de estado inicial adquiere valores iniciales de parámetros de cantidad de estado relacionados con cantidades de estado de la central de la central 1 de turbina de vapor y emite los valores iniciales de los parámetros de cantidad de estado al circuito 13 de determinación de cantidad de operación. Los valores iniciales de los parámetros de cantidad de estado de la central 1 de turbina de vapor son valores que representan estados de aire caliente de los elementos constituyentes tras la activación de la central de turbina de vapor. Los parámetros de cantidad de estado incluyen el tiempo transcurrido después de la parada de la central 1 de turbina de vapor, las temperaturas, el estrés térmico, el alargamiento térmico, la diferencia de alargamiento térmico y similares de las partes calentadas de la central 1 de turbina de vapor. Estos valores pueden ser valores medidos, valores calculados o valores predichos de antemano. Las partes calentadas incluyen metal de recepción de vapor de la turbina de vapor de la central 1 de turbina de vapor, un rotor de turbina de la turbina de vapor, una carcasa de la turbina de vapor, una tubería de transferencia de calor del generador de vapor de la central 1 de turbina de vapor, un cabezal (intercambiador de calor) del generador de vapor y similares.

2-2. Circuito de almacenamiento

El circuito 12 de almacenamiento almacena al menos dos piezas de datos sobre correlaciones entre un valor inicial de un parámetro de cantidad de estado de la central de turbina de vapor y una cantidad de operación de central planificada (en lo sucesivo, denominada como cantidad de operación de la central). La cantidad de operación de la central planificada

incluye un valor de referencia de control relacionado con una cantidad objetivo de control y múltiples períodos de tiempo de fase establecidos basándose en el valor inicial del parámetro de cantidad de estado.

Las correlaciones incluyen al menos un factor de duración de las fases. Existen los siguientes factores como la duración de las fases, por ejemplo.

- Un período de tiempo de aumento de carga para el dispositivo de fuente de calor: un período de tiempo en el que la carga del dispositivo de fuente de calor aumenta continuamente a una tasa casi constante.
- Un período de tiempo de retención de carga para el dispositivo de fuente de calor: un período de tiempo en el que la carga del dispositivo de fuente de calor es mantenida a un nivel casi constante en una tasa de carga determinada.
- Un período de tiempo de aumento de la velocidad de rotación para la turbina de vapor: un período de tiempo en el que la velocidad de rotación de la turbina de vapor es aumentada continuamente hasta una tasa casi constante.
- Un período de tiempo de retención de la velocidad de rotación para la turbina de vapor: un período de tiempo en el que la velocidad de rotación de la turbina de vapor es mantenida a un nivel casi constante, el llamado período de remojo en calor.
- Un período de tiempo de retención de carga de la turbina de vapor: un período de tiempo en el que una carga de la turbina de vapor es mantenida a un nivel casi constante en un cierto intervalo de carga.

Además, las correlaciones mencionadas anteriormente incluyen al menos un factor de cantidades objetivo de control. Existen los siguientes factores como las cantidades objetivo de control, por ejemplo.

- Una tasa de aumento de la carga del dispositivo fuente de calor: la cantidad de una carga aumentada del dispositivo fuente de calor por unidad de tiempo.
- Un intervalo de carga mantenido del dispositivo fuente de calor: un intervalo de carga definido en el que la carga del dispositivo fuente de calor es mantenida a un nivel casi constante.
- Una tasa de aumento de la velocidad de rotación de la turbina de vapor: la cantidad de una velocidad de rotación aumentada de la turbina de vapor por unidad de tiempo.
- Una velocidad de rotación mantenida de la turbina de vapor: una velocidad de rotación definida de la turbina de vapor que es mantenida a un nivel casi constante.
- La temperatura del vapor que fluye a través de la turbina de vapor: la temperatura del vapor cuando el vapor comienza a fluir a través de la turbina de vapor.

2-3. Circuito de determinación de cantidad de operación

El circuito 13 de determinación de cantidad de operación recibe los valores iniciales de los parámetros de cantidad de estado de la central 1 de turbina de vapor, que son adquiridos por el circuito 11 de adquisición de parámetros de estado inicial, recibe los datos sobre las correlaciones entre los valores iniciales y las cantidades de operación de la central, que son leídos del circuito 12 de almacenamiento, y determina, basándose en los valores iniciales recibidos y los datos recibidos, la línea (consúltese la Figura 3) que representa las relaciones entre los valores iniciales de los parámetros de cantidad de estado y las cantidades de operación de la central que cambian continuamente basándose en los valores iniciales de los parámetros de cantidad de estado. El circuito 13 de determinación de cantidad de operación emite además la línea determinada al circuito 14 de generación de programa de activación. En la presente memoria descriptiva, la expresión "cambiar continuamente" significa que las líneas que representan cada una la cantidad de operación de la central en cada una de las fases continuas están conectadas entre sí por el mismo valor y no incluyen partes discretas.

2-4. Circuito de generación de programa de activación

El circuito 14 de generación de programa de activación recibe las cantidades de operación de la central determinadas por el circuito 13 de determinación de cantidad de operación, genera programas de activación para cada una de las fases múltiples basándose en las cantidades de operación de la central recibidas y genera un programa de activación para un período de tiempo desde el inicio de la activación de la central 1 de turbina de vapor hasta la finalización de la activación combinando los programas de activación.

Los programas de activación son líneas de control objetivo para cantidades objetivo de control específicas e incluyen una línea de control objetivo para la carga del dispositivo de fuente de calor, una línea de control objetivo para la velocidad de rotación de la turbina de vapor, una línea de control objetivo para la carga de la turbina de vapor, y similares durante una operación de puesta en marcha. El circuito 14 de generación de programa de activación genera al menos uno de los programas de activación.

2-5. Circuito de control de activación

El circuito 15 de control de activación calcula los valores de control para el regulador de la central 1 de turbina de vapor basándose en el programa de activación generado por los circuitos 14 de generación de programa de activación y emite los valores de control al regulador. En otras palabras, el circuito 15 de control de activación hace que las cantidades objetivo de control tales como la carga del dispositivo de fuente de calor, la velocidad de rotación de la turbina de vapor y la carga de la turbina de vapor sean incluidas en el programa de activación generado por el circuito 14 de generación de

programa de activación. Como un método para controlar la central, se pueden aplicar los siguientes métodos de control conocidos: un método para recibir un programa de activación para un estado de carga del dispositivo de fuente de calor y calcular y emitir, basándose en la cantidad de un cambio en la carga del dispositivo de fuente de calor, un valor de control que ha de ser proporcionado al regulador que ajusta un estado de carga del dispositivo de fuente de calor; un método para recibir un programa de activación para la temperatura del fluido dentro del dispositivo de fuente de calor y calcular y emitir, basándose en la cantidad del medio de fuente de calor que ha de ser suministrada al dispositivo de fuente de calor, un valor de control que ha de ser proporcionado al regulador (válvula) que ajusta la cantidad de medio de fuente de calor que ha de ser suministrada; y similares.

Operaciones

A continuación, se han descrito las operaciones de generación de los programas de activación. Una operación para generar un programa de activación para la carga del dispositivo de fuente de calor en el caso en el que un tiempo transcurrido después de la parada es utilizado como parámetro de cantidad de estado se ha descrito a continuación como un ejemplo.

En un proceso (proceso de activación) desde el inicio hasta la finalización de la activación de la central de turbina de vapor, la carga del dispositivo de fuente de calor generalmente cambia de 0% a 100% mientras que aumenta a una tasa constante o casi constante y es mantenido en un nivel determinado, apropiadamente. En el proceso de activación, un tiempo transcurrido desde el inicio de la activación de la central de turbina de vapor puede estar dividido en una fase en la que la carga es aumentada y una fase en la que la carga es mantenida. Las fases se han descrito a continuación en detalle.

La Figura 2 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un modelo del programa de activación generado por el dispositivo 2 de control de activación según la presente realización. Como se ha ejemplificado en la Figura 2, en el proceso de activación, si la carga del dispositivo de fuente de calor es mantenida una vez en un intervalo L% de carga mantenido, el tiempo transcurrido desde el inicio de la activación de la central de turbina de vapor puede estar dividido en las siguientes cuatro fases.

- Una fase P1: una fase en la que la carga del dispositivo fuente de calor es mantenida al 0%.
- Una fase P2: una fase en la que la carga del dispositivo de fuente de calor es aumentada desde 0% al intervalo L% de carga mantenido.
- Una fase P3: fase en la que la carga del dispositivo de fuente de calor es mantenida en el intervalo L% de carga mantenido.
- Una fase P4: una fase en la que la carga del dispositivo de fuente de calor es aumentada desde el intervalo L% de carga mantenido al 100%.

En este ejemplo, cuando se determinan las duraciones de las fases P1 a P4 y el intervalo L de carga mantenido, se determina el programa de activación.

Cuando se ha de generar un programa de activación para la velocidad de rotación de la turbina de vapor, un período de tiempo en el que la velocidad de rotación de la turbina de vapor es aumentada, una tasa de aumento de la velocidad de rotación de la turbina de vapor, un período de tiempo en el que la velocidad de rotación de la turbina de vapor es mantenida, y similares pueden ser tratados como duraciones de fases. Cuando se ha de generar un programa de activación para la carga de la turbina de vapor, un período de tiempo en el que la carga de la turbina de vapor es mantenida y similares pueden ser tratados como la duración de las fases.

El circuito 11 de adquisición de parámetros de estado inicial adquiere un período de tiempo (tiempo θ transcurrido después de la parada) desde un momento de parada (en lo sucesivo, denominado momento T1 de parada) de la central 1 de turbina de vapor hasta un momento de inicio planificado (en lo sucesivo, denominado momento T2 de inicio de la activación) de la activación de la central eléctrica de vapor y emite el tiempo θ transcurrido desde la parada al circuito 13 de determinación de cantidad de operación.

El circuito 12 de almacenamiento almacena dos o más grupos de datos relacionados con una correlación entre los seleccionados a partir de: datos sobre una correlación de datos θ_d del tiempo θ transcurrido después de la parada; duraciones de fase τ_1 (θ_d), τ_2 (θ_d), τ_3 (θ_d) y τ_4 (θ_d) establecidas basándose en el tiempo θ_d transcurrido después de la parada; y el intervalo L de carga mantenido; ha de ser tratado como un grupo de datos. Los grupos del grupo de datos están almacenados en el circuito 12 de almacenamiento mientras que están dispuestos en un formato (en lo sucesivo, denominado tabla de correspondencia para los tiempos θ_d transcurridos después de la parada, los tiempos τ (θ_d) de las fases y el intervalo L de carga mantenido) que tiene filas (o columnas), que incluyen cada una un tiempo θ_d transcurrido después de la parada, las duraciones de las fases τ_1 (θ_d) a τ_4 (θ_d) y el intervalo L de carga mantenido que están asociados entre sí. En este caso, τ_1 (θ_d) es la duración de la fase P1, τ_2 (θ_d) es la duración de la fase P2, τ_3 (θ_d) es la duración de la fase P3 y τ_4 (θ_d) es la duración de la fase P4 (en lo sucesivo, las duraciones de las fases P1 a P4 son denominadas las duraciones de fase τ (θ_d)).

El circuito 13 de determinación de la cantidad de operación recibe el tiempo θ transcurrido después de la parada del circuito 11 de adquisición de parámetros de estado inicial y lee, a partir de la tabla de correspondencia del circuito 12 de

almacenamiento, un grupo del tiempo θ_d transcurrido después de la parada, las duraciones de la fase $\tau(\theta_d)$ establecidas basándose en el tiempo θ_d transcurrido después de la parada y el intervalo L de carga mantenido. El circuito 13 de determinación de la cantidad de operación determina, basándose en el grupo de datos leídos, las duraciones de fase $\tau(\theta)$ que hacen que la cantidad de operación de la central cambie continuamente con respecto al tiempo θ transcurrido después de la parada. Un método para la determinación se ha descrito más adelante. El circuito 13 de determinación de la cantidad de operación emite las duraciones de fase $\tau(\theta)$ calculadas y el intervalo L de carga mantenido al circuito 14 de generación de programa de activación.

Método para calcular las duraciones de fase $\tau(\theta)$

Como un ejemplo del método para calcular las duraciones de fase $\tau(\theta)$, se ha descrito un método de interpolación lineal.

(i) Si el tiempo θ transcurrido después de la parada es más corto que un tiempo $\theta_d(1)$ transcurrido después de la parada, las duraciones de fase $\tau(\theta) = \tau(\theta_d(1))$.

(ii) Si el tiempo θ transcurrido después de la parada es igual o mayor que un tiempo $\theta_d(2)$ transcurrido después de la parada y más corto que un tiempo $\theta_d(N-1)$, las duraciones de fase $\tau(\theta)$ son calculadas mediante la siguiente ecuación.

Mientras $\theta_d(n) \leq \theta < \theta_d(n+1)$,

[Ecuación 1]

$$\tau(\theta) = \tau(\theta_d(n)) + \frac{\tau(\theta_d(n+1)) - \tau(\theta_d(n))}{\theta_d(n+1) - \theta_d(n)} (\theta - \theta_d(n))$$

(iii) Si el tiempo θ transcurrido después de la parada es igual o mayor que un tiempo $\theta_d(N)$ transcurrido después de la parada, las duraciones de fase $\tau(\theta) = \tau(\theta_d(N))$.

Una tabla de correspondencia de los tiempos θ_d transcurridos después de la parada y las duraciones de fase $\tau(\theta_d)$ están configuradas de tal manera que están dispuestas en el orden en el que los tiempos θ_d transcurridos después de la parada están dispuestos en orden. En la tabla de correspondencia, $\theta_d(n)$ representa un tiempo transcurrido después de la parada en una enésima fila de la tabla de correspondencia, y $\tau(\theta_d(n))$ indica una duración de fase correspondiente al tiempo $\theta_d(n)$ transcurrido después de la parada. En este caso, n indica un número de fila (número de datos) de la tabla de correspondencia, y N ($N \geq 2$) indica el número (número de grupos de datos) de filas de la tabla de correspondencia.

El circuito 14 de generación de programa de activación recibe las duraciones de fase $\tau(\theta)$ determinadas por el circuito 13 de determinación de cantidad de operación y el intervalo L de carga mantenida, genera un programa de activación basándose en las duraciones de fase $\tau(\theta)$ recibidas y el intervalo L de carga mantenido recibido, y emite el programa de activación así generado al circuito 15 de control de activación. Se ha descrito a continuación un ejemplo de un método para generar el programa de activación.

Método para generar un programa de activación

El siguiente ejemplo es un método para generar un programa de activación $LH(t)$ para la carga (ilustrada en la Figura 2) del dispositivo de fuente de calor.

(i) En una fase (fase P1) en la que un tiempo t transcurrido después del inicio de la activación es igual o mayor que 0 y menor que $\tau_1(\theta)$,

[Ecuación 2]

$$LH(t) = 0$$

(ii) En una fase (fase P2) en la que el tiempo t transcurrido después del inicio de la activación es igual o mayor que $\tau_1(\theta)$ y menor que $(\tau_1(\theta) + \tau_2(\theta))$,

[Ecuación 3]

$$LH(t) = \frac{L}{\tau_2} (t - \tau_1)$$

(iii) En una fase (fase P3) en la que el tiempo t transcurrido después del inicio de la activación es igual o mayor que $(\tau_1(\theta) + \tau_2(\theta))$ y menor que $(\tau_1(\theta) + \tau_2(\theta) + \tau_3(\theta))$,

[Ecuación 4]

$$LH(t) = L .$$

- 5 (iv) En una fase (fase P4) en la que el tiempo t transcurrido después del inicio de la activación es igual o mayor que $(\tau_1(\theta) + \tau_2(\theta) + \tau_3(\theta))$ y menor que $(\tau_1(\theta) + \tau_2(\theta) + \tau_3(\theta) + \tau_4(\theta))$,

[Ecuación 5]

$$LH(t) = L + \frac{100 - L}{\tau_4} (t - \tau_1 - \tau_2 - \tau_3) .$$

10 Se ha ejemplificado a continuación un método obtenido generalizando el método de generación del programa de activación antes mencionado con respecto al número de fases. La siguiente descripción supone que la carga del dispositivo fuente de calor es mantenida en una carga $L(k)$ en una fase $P(m)$ y cambiada en las fases $(m-1)$ y $(m+1)$ que precede y sucede a la fase $P(m)$.

- 15 (i) En la fase $P(m-1)$ en la que el tiempo t transcurrido después del inicio de la activación es igual o mayor que $\sum \tau(m-2)$ y menor que $\sum \tau(m-1)$,

[Ecuación 6]

$$LH(t) = L(k-1) + \frac{L(k) - L(k-1)}{\tau(P(m-1))} (t - \sum \tau(m-2)) .$$

- 25 (ii) En la fase $P(m)$ en la que el tiempo t transcurrido después del inicio de la activación es igual o mayor que $\sum \tau(m-1)$ y menor que $\sum \tau(m)$,

[Ecuación 7]

$$LH(t) = L(k) .$$

- 30 (iii) En la fase $P(m+1)$ en la que el tiempo t transcurrido después del inicio de la activación es igual o mayor que $\sum \tau(m)$ y menor que $\sum \tau(m+1)$,

[Ecuación 8]

$$LH(t) = L(k) + \frac{L(k+1) - L(k)}{\tau(P(m+1))} (t - \sum \tau(m)) .$$

35 En este caso, $P(m)$ indica una m -ésima fase ($1 \leq m \leq M$), $\tau(m)$ indica la duración de la fase $P(m)$, $\sum \tau(m)$ es el total de las duraciones de las fases $P(1)$ a $P(m)$, $L(k)$ indica un k -ésimo intervalo de carga mantenido ($1 \leq k \leq K$), M indica el número de fases y K indica el número (número K de retención de carga) de veces en los que la carga es mantenida en el proceso de activación.

40 El número M de las fases se puede determinar basándose en el número K de retención de carga. Por ejemplo, en la Figura 2, el número K de retención de carga es 1 y el número M de las fases es 4.

45 Para una correlación entre el número K de retención de carga y el intervalo $L(k)$ ($1 \leq k \leq K$) de carga mantenido, se pueden utilizar los datos utilizados para generar un programa de activación para la activación basada en el modo convencional. El intervalo $L(k)$ de carga mantenido puede ser calculado utilizando los datos utilizados para la activación basada en el modo convencional de la misma manera que el método antes mencionado para calcular las duraciones de fase $\tau(\theta)$ de modo que el intervalo $L(k)$ de carga cambia continuamente con respecto al tiempo θ transcurrido después de la parada.

Efectos

- 55 (1) Simplificación del proceso de cálculo

En la presente realización, un tiempo transcurrido después del inicio de la activación de la central de turbina de vapor es dividido en múltiples fases y, por lo tanto, las duraciones de las fases, tales como la carga, aumenta el período de tiempo

del dispositivo de fuente de calor y el período de tiempo de retención de la carga del dispositivo de fuente de calor pueden ser utilizados eficazmente como la base de la generación de los programas de activación. Además, para los datos almacenados en el circuito 12 de almacenamiento, que representan las correlaciones entre los valores iniciales de los parámetros de cantidad de estado y las cantidades de operación de la central, los datos de los valores reales utilizados para los programas de activación generados para la activación basada en el modo convencional pueden ser utilizados eficazmente. Por lo tanto, no es necesario realizar un proceso de cálculo complejo, en comparación con un caso en el que los cálculos de predicción son realizados muchas veces, y se puede generar un programa de activación basado en los valores iniciales de los parámetros de cantidad de estado de la central de turbina de vapor de una manera simple.

(2) Reducción del tiempo requerido para la activación de la central de turbina de vapor

La Figura 3 es un diagrama que ilustra una relación entre el tiempo θ transcurrido después de la parada de la central de turbina de vapor y la duración de fase τ (θ). En la Figura 3, una línea continua indica la transición de la duración de fase τ (θ) según la presente realización, y una línea de puntos indica la transición de una duración de fase τ (θ) en la activación basada en el modo. Como se ha ilustrado en la Figura 3, en la activación basada en el modo, la duración de fase τ (θ) es constante independientemente del tiempo θ transcurrido después de la parada en el mismo modo y es establecida para una duración excesivamente larga bajo la condición de que el tiempo θ transcurrido después la parada es corto en cada uno de los modos. Por otra parte, en la presente realización, la duración de fase τ (θ) calculada por el circuito 13 de determinación de la cantidad de operación cambia continuamente con respecto al tiempo θ transcurrido después de la parada. Por lo tanto, se puede generar un programa LH (t) de activación en el que la duración de fase τ (θ) cambia continuamente con respecto al tiempo θ transcurrido después de la parada. Además, los datos antes mencionados de los valores reales pueden ser utilizados eficazmente. Los valores reales son valores de resultados operativos y satisfacen las restricciones. Por lo tanto, se puede generar el programa de activación que permite una reducción en un período de tiempo requerido para la activación de la central de turbina de vapor basándose en el tiempo θ transcurrido después de la parada mientras se satisfacen las restricciones. Los datos almacenados en el circuito 12 de almacenamiento 12 y que representan las correlaciones entre los valores iniciales de los parámetros de cantidad de estado y las cantidades de operación de la central no están limitados a los valores reales antes mencionados. Por ejemplo, se pueden utilizar valores teóricos si no existen valores reales apropiados. En este caso, si los valores teóricos son establecidos teniendo en cuenta las restricciones, se puede obtener un programa de activación que satisfaga las restricciones de la misma manera que los valores reales.

Segunda realización

Configuración

La Figura 4 es un diagrama que ilustra una configuración de sistema de una central eléctrica 101 de turbina de vapor según una segunda realización. Las partes que son iguales o similares a las de la primera realización están representadas por los mismos números de referencia que la primera realización en la Figura 4, y se omite una descripción de las mismas.

La segunda realización es diferente de la primera realización en que el dispositivo 2 de control de activación según la segunda realización incluye un circuito 21 de cálculo del momento de activación requerido y un circuito 22 de salida. Las diferencias entre la primera realización y la segunda realización se han descrito principalmente a continuación.

1. Circuito de cálculo del momento de activación requerido

Con referencia a la Figura 4, el circuito 13 de determinación de cantidad de operación calcula las duraciones de fase τ (θ) de la misma manera que la primera realización y emite la duración de fase τ (θ) calculada al circuito 21 de cálculo del momento de activación requerido.

El circuito 21 de cálculo del momento de activación requerido recibe las duraciones de fase τ (θ) calculadas por el circuito 13 de determinación de cantidad de operación, calcula un período de tiempo (en lo sucesivo denominado período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación) desde el momento T2 de inicio de la activación de la central 1 de turbina de vapor hasta el momento de finalización (en lo sucesivo, denominado momento T3 de finalización de la activación) de la activación o el momento T3 de finalización de la activación y emite el período de tiempo Φ (θ) calculado requerido para la activación o el momento T3 de finalización calculado de la activación al circuito 22 de salida. La Figura 5 es un diagrama que ilustra una relación entre un parámetro de cantidad de estado (tiempo θ transcurrido después de la parada en la presente realización) de la central 1 de turbina de vapor y el período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación. Como se ha ilustrado en la Figura 5, el período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación, que es calculado por el circuito 21 de cálculo del momento de activación requerido, cambia continuamente con respecto al tiempo θ transcurrido después de la parada. Específicamente, el período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación y calculado por el circuito 21 de cálculo del momento de activación requerido cambia continuamente con respecto al tiempo θ transcurrido después de la parada, como la duración de fase τ (θ) descrita en la primera realización. Los métodos para calcular el período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación y el momento T3 de finalización de la activación se han descrito a continuación.

Método para calcular el período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación

El circuito 21 de cálculo del momento de activación requerido calcula el período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación como el total de las duraciones de fase τ (θ) calculadas por el circuito 13 de determinación de cantidad de

operación. Si el modelo de programa de activación ilustrado en la Figura 2, el período de tiempo $\Phi(\theta)$ requerido para la activación es calculado de acuerdo con la siguiente ecuación como el total de las duraciones $\tau_1(\theta)$ a $\tau_4(\theta)$ de las fases P1 a P4.

$$\Phi(\theta) = \tau_1(\theta) + \tau_2(\theta) + \tau_3(\theta) + \tau_4(\theta)$$

Método para calcular el momento T3 de finalización de la activación

La Figura 11 es un diagrama que ilustra las relaciones entre el momento T2 de inicio de la activación de la central 1 de turbina de vapor, el período de tiempo $\Phi(\theta)$ requerido para la activación y el momento T3 de finalización de la activación. Como se ha ejemplificado en la Figura 11, el momento T3 de finalización de la activación es calculado como la suma del momento T2 de inicio de la activación y el período de tiempo $\Phi(\theta)$ requerido para la activación.

2. Circuito de salida

Como se ha ilustrado en la Figura 4, el circuito 22 de salida recibe el período de tiempo $\Phi(\theta)$ requerido para la activación, que es calculado por el circuito 21 de cálculo del momento de activación requerido, o el momento T3 de finalización calculado por el circuito 21 de cálculo del momento de activación requerido y emite el período de tiempo $\Phi(\theta)$ requerido para la activación o el momento T3 de finalización de la activación a un dispositivo de salida. Un método para emitir el período de tiempo $\Phi(\theta)$ requerido para la activación o el momento T3 de finalización de la activación al dispositivo de salida es arbitrario siempre que un operador que administra la central 1 de turbina de vapor pueda confirmar los detalles de la salida. Como el método de salida, se puede aplicar un método de salida conocido, tal como mostrar en un dispositivo de visualización, mostrar en un medio de impresión o notificación de audio.

La Figura 15 es un diagrama que ilustra un ejemplo de los detalles de salida si un dispositivo de visualización es utilizado como el dispositivo de salida según la presente realización. El ejemplo ilustrado en la Figura 15, es un gráfico que representa una relación entre el tiempo θ transcurrido después de la parada y el momento T3 de finalización de la activación, en donde un momento de parada de la central 1 de turbina de vapor, un momento de inicio planificado de la activación y un momento de finalización de la activación cuando la activación es iniciada en el momento de inicio planificado, se han mostrado en el dispositivo de visualización. Se han obtenido múltiples tiempos θ transcurridos después de la parada cambiando el tiempo θ transcurrido después de la parada, y se puede generar el gráfico basándose a los datos obtenidos calculando los períodos de tiempo $\Phi(\theta)$ requeridos para la activación, que corresponden a los múltiples tiempos θ transcurridos después de la parada. La abscisa indica la suma del momento T1 de parada de la central 1 de turbina de vapor y el tiempo θ transcurrido después de la parada, mientras que la ordenada indica la suma del momento T1 de parada de la central 1 de turbina de vapor, el tiempo θ transcurrido después de la parada, y el período de tiempo $\Phi(\theta)$ requerido para la activación.

En la Figura 15, el momento de inicio planificado de la activación es un valor introducido por el operador que gestiona la central 1 de turbina de vapor. Además, el momento T3 de finalización de la activación cuando la central de turbina de vapor 1 es activada en el momento de inicio planificado es un valor calculado basándose en el período de tiempo $\Phi(\theta)$ requerido para la activación, que es calculado por el circuito 21 de cálculo del momento de activación requerido. El operador que gestiona la central 1 de turbina de vapor puede confirmar el momento de parada de la central 1 de turbinas de vapor, el momento de inicio planificado de la activación, el momento de finalización de la activación correspondiente al momento de inicio planificado de la activación, y similares confirmando el gráfico.

Efectos

Según la configuración antes mencionada, además de los efectos descritos en la primera realización, se pueden obtener los siguientes efectos en la segunda realización.

En la segunda realización, el circuito 21 de cálculo del momento de activación requerido recibe las duraciones de fase $\tau(\theta)$ calculadas por el circuito 13 de determinación de cantidad de operación, calcula el período de tiempo $\Phi(\theta)$ requerido para la activación de la central 1 de turbina de vapor o el momento T3 de finalización de la activación basándose en las duraciones de fase $\tau(\theta)$ así recibidas, y emite la información calculada al dispositivo de salida a través del circuito 22 de salida. Por consiguiente, el operador que gestiona la central 1 de turbina de vapor puede captar el momento T3 de finalización de la activación correspondiente al momento T2 de inicio de la central 1 de turbina de vapor. En consecuencia, la central 1 de turbina de vapor puede funcionar según un plan.

Además, en la presente realización, el gráfico que representa la relación entre el tiempo θ transcurrido después de la parada y el momento T3 de finalización de la activación, donde el momento de parada de la central de turbina de vapor 1, el momento de inicio planificado de la activación, la hora de finalización de la activación cuando la activación se inicia a la hora de inicio planificada, y similares, se muestran en la pantalla.

En consecuencia, el operador que gestiona la central de turbina de vapor 1 puede reconocer visualmente fácilmente la relación entre el tiempo θ transcurrido después de la parada de la central de turbina de vapor 1 y el momento T3 de finalización de la activación de la central 1 de turbina de vapor y similares.

Por tanto, la central 1 de turbina de vapor puede ser hecha funcionar según un plan.

Tercera realización

Configuración

La Figura 6 es un diagrama que ilustra una configuración de una central eléctrica 102 de turbina de vapor según una tercera realización. Las partes que son iguales o similares a las de la segunda realización están representadas por los mismos números de referencia que la segunda realización en la Figura 6, y se ha omitido una descripción de las mismas.

La tercera realización es diferente de la segunda realización en que un circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación y un dispositivo 32 de entrada/salida están dispuestos en lugar del circuito 22 de salida. Las diferencias entre la segunda realización y la tercera realización se han descrito principalmente a continuación.

En la tercera realización, el circuito 21 de cálculo del momento de activación requerido cambia un parámetro de cantidad de estado (el tiempo θ transcurrido después de la parada) de la central 1 de turbina de vapor y calcula un período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación utilizando datos obtenidos calculando múltiples tiempos θ transcurridos después de la parada y períodos de tiempo Φ (θ) requeridos para la activación, lo que corresponde a los múltiples tiempos θ transcurridos después de la parada. El circuito 21 de cálculo del momento de activación requerido convierte los datos en un formato (en lo sucesivo, denominado tabla de correspondencia de tiempos θ_m transcurridos después de la parada y períodos de tiempo Φ (θ_m) requeridos para la activación) que tiene filas (o columnas) que incluyen cada una un tiempo θ_d transcurrido después de la parada y un período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación, que están asociados entre sí. Entonces, el circuito 21 de cálculo del momento de activación requerido emite el formato al circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación.

1. Circuito de cálculo del momento de inicio de la activación

El circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación recibe la tabla de correspondencia de los tiempos θ_m transcurridos después de la parada y los períodos de tiempo Φ (θ_m) requeridos para la activación del circuito 21 de cálculo del momento de activación requerido, recibe del circuito 32 de entrada/salida (descrito más adelante) un momento de finalización de la activación (en lo sucesivo, momento T_{n4} de finalización deseado de la activación), que es introducido por el operador de la central 1 de turbina de vapor, y calcula un momento (en lo sucesivo, denominado momento T_{n2} para iniciar la activación) cuando la activación de la central 1 de turbina de vapor ha de ser iniciada para una finalización de la activación en el momento T_{n4} de finalización deseado. Entonces, el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación emite el momento T_{n2} calculado para iniciar la activación al circuito 32 de entrada/salida. A continuación se ha descrito un ejemplo de un método para calcular el momento T_{n2} para iniciar la activación.

La Figura 14 es un diagrama de flujo del método para calcular el momento T_{n2} para iniciar la activación.

Operación S1

Como se ha ilustrado en la Figura 14, el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación calcula un período de tiempo (en lo sucesivo, denominado período de tiempo Ω sin operación) desde el momento T_1 de parada de la central 1 de turbina de vapor hasta un momento T_3 de finalización de la siguiente activación para cada uno de los tiempos θ transcurridos después de la parada basándose en la tabla de correspondencia de los tiempos θ_m transcurridos después de la parada y los períodos de tiempo Φ (θ_m) requeridos para la activación. Específicamente, como se ha ilustrado en la Figura 11, el período de tiempo Ω sin operación es calculado como la suma del tiempo θ transcurrido después de la parada y el período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación (el período de tiempo Ω sin operación = el tiempo θ transcurrido después de la parada + el período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación).

Operación S2

A continuación, el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación que incluye columnas de entrada preparadas y columnas de salida preparadas de modo que las longitudes de las columnas de entrada sean iguales a las longitudes de las columnas de salida, busca un valor de entrada de las columnas de entrada. Para una función de salida de un valor de una columna de salida correspondiente a una fila buscada (o correspondiente al valor de entrada), el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación establece además en una columna de entrada un período de tiempo Ω_m sin operación correspondiente a un tiempo θ_m transcurrido después de la parada, que es calculado en la operación S1, establece en la columna de salida el tiempo θ_m transcurrido después de la parada y genera una función de cálculo del tiempo θ transcurrido después de la parada.

Operación S3

A continuación, el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación calcula un período de tiempo (en lo sucesivo, denominado período de tiempo Ω_n sin operación deseado) desde el momento T_1 de parada de la central 1 de turbina de vapor hasta el momento T_{n4} de finalización de la activación y un período de tiempo (en lo sucesivo, denominado período de tiempo θ_n de espera) desde el momento T_1 de parada de la central 1 de turbina de vapor hasta el momento T_{n2} para iniciar la activación. Los métodos para calcular el período de tiempo Ω_n sin operación deseado y el período de tiempo θ_n de espera se han descrito a continuación.

Método para calcular el período de tiempo Ω_n sin operación deseado

La Figura 12 es un diagrama que ilustra las relaciones entre el momento T_1 de parada de la central de turbina de vapor,

el momento Tn4 de finalización deseado de la activación, el período de tiempo Ω_n sin operación deseado, y similares. Como se ha ilustrado en la Figura 12, el período de tiempo Ω_n sin operación deseado es calculado como la diferencia entre el momento Tn4 de finalización deseado de la activación y el momento T1 de parada.

5 Método para calcular el período de tiempo θ_n de espera

El período de tiempo θ_n de espera es calculado introduciendo el período de tiempo Ω_n sin operación deseado calculado en la función de recibir el período de tiempo Ω sin operación generado en la operación S2 y emitiendo el período de tiempo θ de espera. El período de tiempo θ de espera es emitido mediante el cálculo y es un período de tiempo desde el momento T1 de parada hasta el momento Tn2 para iniciar la activación como se ha indicado por las relaciones ilustradas en la Figura 12.

Operación S4

A continuación, el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación calcula el momento Tn2 para iniciar la activación como la suma del momento T1 de parada y el período de tiempo θ_n de espera calculado en la operación S3, basándose en las relaciones ilustradas en la Figura 12.

En otro ejemplo del método para calcular el momento Tn2 para iniciar la activación, el período de tiempo $\Phi(\theta)$ requerido para la activación puede ser utilizado en lugar del tiempo θ transcurrido después de la parada. En este caso, en la operación S2, se ha generado una función de recibir el período de tiempo Ω sin operación y emitir el período de tiempo $\Phi(\theta)$ requerido para la activación en lugar de la función de recibir el período de tiempo Ω sin operación y emitir el tiempo θ transcurrido después de la parada. Luego, en la operación S3, el período de tiempo Ω_n sin operación deseado es introducido a esta función y el período de tiempo $\Phi(\theta)$ requerido para la activación es calculado. Luego, en la operación S4, el período de tiempo θ_n de espera es calculado utilizando la relación que representa que el período de tiempo Ω sin operación es la suma del tiempo θ transcurrido después de la parada y el período de tiempo $\Phi(\theta)$ requerido para la activación, y el momento Tn2 para iniciar la activación es calculado basándose en el período de tiempo θ_n de espera.

2. Circuito de entrada/salida

El circuito 32 de entrada/salida recibe el momento Tn4 de finalización de la activación deseado introducido a través de un dispositivo de entrada por el operador que gestiona la central 1 de turbina de vapor. Entonces, el circuito 32 de entrada/salida emite el momento Tn4 de finalización deseado de la activación al circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación. Además, el circuito 32 de entrada/salida recibe el momento Tn2 (calculado por el cálculo 31 del momento de inicio de la activación) para iniciar la activación con el fin de finalizar la activación en el momento Tn4 de finalización deseado de la activación y emite el momento Tn2 recibido para iniciar la activación al dispositivo de salida. Como método para introducir el momento Tn2 por parte del operador a través del dispositivo de entrada, se puede aplicar un método de entrada conocido, tal como una entrada que utiliza un teclado. Además, como método para emitir el momento Tn2 desde el circuito 32 de entrada/salida al dispositivo de salida, se puede aplicar la visualización en un dispositivo de visualización, la visualización en un medio de impresión o una notificación de audio.

La Figura 16 es un diagrama que ilustra un ejemplo de los detalles de salida cuando el dispositivo de visualización es utilizado como el dispositivo de salida según la presente realización. El ejemplo ilustrado en la Figura 16 es un gráfico que representa una relación entre el tiempo θ transcurrido después de la parada y el momento T3 de finalización de la activación, en donde se ha ilustrado el momento de parada de la central 1 de turbina de vapor, el momento de finalización deseado de la activación, el momento para iniciar la activación con el fin de finalizar la activación en el momento de finalización deseado, y similares. El gráfico puede ser generado basándose en los datos obtenidos cambiando el tiempo θ transcurrido después de la parada para obtener múltiples tiempos θ transcurridos después de la parada y calculando los períodos de tiempo $\Omega(\theta)$ sin operación correspondientes a los múltiples tiempos θ transcurridos después de la parada. La abscisa indica la suma del momento T1 de parada y el tiempo θ transcurrido después de la parada, mientras que la ordenada indica la suma del momento T1 de parada y el período de tiempo $\Omega(\theta)$ sin operación. El momento T4 de finalización deseado de la activación es un valor introducido por el operador que gestiona la central 1 de turbina de vapor, mientras que el momento Tn2 para iniciar la activación es un valor calculado por el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación. El momento actual y el momento Tn3 de finalización de la activación pueden ser representados cuando la central 1 de turbina de vapor es activada en el momento actual. En este caso, un momento de finalización de la activación cuando la central de turbina de vapor es activada en el momento actual puede ser calculado mediante el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación.

Efectos

Según la configuración antes mencionada, los efectos descritos en la primera y segunda realizaciones y los siguientes efectos se han obtenido en la tercera realización.

En la tercera realización, el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación calcula el momento Tn2 para iniciar la activación con el fin de finalizar la activación de la central 1 de turbina de vapor en el momento Tn4 de finalización deseado de la activación y emite el momento Tn2 calculado al dispositivo de salida a través del circuito 32 de entrada/salida. Por consiguiente, el operador que gestiona la central 1 de turbina de vapor puede reconocer el momento Tn2 para iniciar la activación con el fin de finalizar la activación de la central 1 de turbina de vapor en el momento Tn4 de finalización deseado de la activación. Por lo tanto, el operador puede activar y detener eficazmente la central 1 de turbina de vapor según un plan.

Además, en la presente realización, el gráfico representa la relación entre el tiempo θ transcurrido después de la parada y el momento T3 de finalización de la activación, en donde el momento de parada de la central 1 de turbina de vapor, el momento de finalización deseado de la activación, el momento para iniciar la activación con el fin de finalizar la activación en el momento de finalización deseado de la activación, y similares se han mostrado en el dispositivo de visualización. Por consiguiente, el operador que gestiona la central 1 de turbina de vapor puede reconocer visualmente forma sencilla la relación y similares entre el tiempo θ transcurrido después de la parada y el momento T3 de finalización de la activación de la central 1 de turbina de vapor. Por lo tanto, la central 1 de turbina de vapor puede ser hecha funcionar según un plan.

Cuarta realización

Configuración

La Figura 7 es un diagrama que ilustra una configuración de sistema de una central eléctrica 103 de turbina de vapor según una cuarta realización. Las partes que son iguales o similares a las de la primera realización están representadas por los mismos números de referencia que la primera realización en la Figura 7, y se ha omitido una descripción de las mismas.

La cuarta realización es diferente de la primera realización en que el dispositivo 2 de control de activación incluye un circuito 41 de cálculo de cantidad de estado de la central y un circuito 42 de actualización de la base de datos. Las diferencias se han descrito principalmente a continuación.

1. Circuito de cálculo de cantidad de estado de la central

Con referencia a la Figura 7, el circuito 41 de cálculo de la cantidad de estado de la central calcula las desviaciones $\delta(\theta)$ entre las cantidades del estado de la central de la central 1 de turbina de vapor y limita y emite las desviaciones $\delta(\theta)$ al circuito 42 de actualización de la base de datos (descrito más adelante).

Las cantidades de estado de la central son valores medidos o valores calculados basándose en los valores medidos. Como método para el cálculo, se puede aplicar un método conocido. Por ejemplo, es suficiente si el estrés térmico de las partes calentadas es calculado calculando la diferencia (distribución de temperatura) en la temperatura entre las partes calentadas mediante una ecuación de transferencia de calor y multiplicando la diferencia de temperatura por el coeficiente. Además, es suficiente si la diferencia de alargamiento térmico de la turbina de vapor es obtenida calculando las temperaturas medias volumétricas de la parte giratoria y la parte estacionaria de la turbina de vapor, calculando el alargamiento térmico de la parte giratoria de la turbina de vapor y el alargamiento térmico de la parte estacionaria de la turbina de vapor multiplicando las diferencias entre las temperaturas y una temperatura de referencia por un coeficiente de expansión lineal, y calculando la diferencia entre el alargamiento térmico de la parte giratoria y el alargamiento térmico de la parte estacionaria.

2. Circuito de actualización de la base de datos

Con referencia a la Figura 7, el circuito 42 de actualización de la base de datos recibe las desviaciones $\delta(\theta)$ entre las cantidades de estado de la central y los límites del circuito 41 de cálculo de cantidad de estado de la central y recibe el tiempo θ transcurrido después de la parada y calculado por el circuito 13 de determinación de cantidad de operación y la duración de fase $\tau(\theta)$ correspondiente al tiempo θ transcurrido después de la parada. Si las desviaciones $\delta(\theta)$ son iguales o mayores que los valores definidos predeterminados, el circuito 42 de actualización de la base de datos emite una señal al circuito 12 de almacenamiento y actualiza una base de datos del circuito 12 de almacenamiento de modo que se reduzcan las desviaciones $\delta(\theta)$. Por ejemplo, si las desviaciones $\delta(\theta)$ son suficientes, el circuito 42 de actualización de la base de datos reduce las duraciones de fase $\tau(\theta)$ y genera una tabla de correspondencia de tiempos θ transcurridos después de la parada y las duraciones de fase $\tau(\theta)$. Si las desviaciones $\delta(\theta)$ no son suficientes, el circuito 42 de actualización de la base de datos aumenta las duraciones de fase $\tau(\theta)$ y genera una tabla de correspondencia de tiempos θ transcurridos después de la parada y las duraciones de fase $\tau(\theta)$. Si el circuito 12 de almacenamiento ya almacena la duración de fase $\tau(\theta)$ correspondiente al mismo tiempo θ transcurrido después de la parada, el circuito 42 de actualización de la base de datos reescribe las duraciones de fase $\tau(\theta)$ y actualiza la base de datos.

La Figura 8 es un diagrama de flujo de operaciones del circuito 42 de actualización de la base de datos según la presente realización. Un ejemplo del procedimiento de actualización antes mencionado se ha descrito con referencia a la Figura 8.

Como se ha ilustrado en la Figura 8, el circuito 42 de actualización de la base de datos compara las desviaciones $\delta(\theta)$ entre las cantidades de estado de la central y los límites con un margen α_1 y un margen α_2 ($\alpha_1 \leq \alpha_2$) y hace que el procedimiento continúe con cualquiera de las operaciones S2 a S4 basándose en los resultados de la comparación (en la operación S1). El margen α_1 y el margen α_2 son valores definidos de antemano teniendo en consideración un error de la medición de temperaturas, la precisión del cálculo del estrés térmico, la deformación térmica, el alargamiento térmico y similares, la precisión del establecimiento de los límites y similares.

Si las desviaciones $\delta(\theta)$ son menores que el margen α_1 , el circuito 42 de actualización de la base de datos calcula, basándose en la siguiente ecuación que utiliza las diferencias entre las desviaciones $\delta(\theta)$ y el margen α_1 , las duraciones

de fase actualizadas $\tau_a(\theta)$ de las duraciones de fase $\tau(\theta)$ para aumentar las duraciones de fase $\tau(\theta)$ (en la operación S2) y hace que el procedimiento avance a la operación S5 (descrita más adelante).

$$\tau_a(\theta) = \tau(\theta) + \beta \times (\alpha_1 - \delta)$$

En la ecuación, un coeficiente β reflejado en la diferencia del límite es un valor definido de antemano teniendo en consideración un error de la medición de temperaturas, la precisión del cálculo del estrés térmico, la deformación térmica, el alargamiento térmico y similares, la precisión del establecimiento de los límites y similares.

Si las desviaciones $\delta(\theta)$ son iguales o mayores que el margen α_1 y menores que el margen α_2 , el circuito 42 de actualización de la base de datos trata las duraciones de fase $\tau(\theta)$ como las duraciones de fase actualizadas $\tau_a(\theta)$ (en la operación S3) y hace que el procedimiento avance a la operación S5.

$$\tau_a(\theta) = \tau(\theta)$$

Si las desviaciones $\delta(\theta)$ son iguales o mayores que el margen α_2 , el circuito 42 de actualización de la base de datos calcula, basándose en la siguiente ecuación que utiliza las diferencias entre las desviaciones $\delta(\theta)$ y el margen α_2 , las duraciones de fase actualizadas $\tau_a(\theta)$ a partir de las duraciones de fase $\tau(\theta)$ para reducir las duraciones de fase $\tau(\theta)$ (en el paso S4) y hace que el procedimiento avance a la operación S5.

$$\tau_a(\theta) = \tau(\theta) - \beta \times (\delta - \alpha_2)$$

A continuación, el circuito 42 de actualización de la base de datos determina si el circuito 12 de almacenamiento ya almacena o no la duración de fase $\tau(\theta)$ correspondiente al mismo tiempo θ transcurrido después de la parada (en la operación S5). Si el circuito 12 de almacenamiento ya almacena la duración de fase $\tau(\theta)$ correspondiente al mismo tiempo θ transcurrido después de la parada, el procedimiento avanza a la operación S6. Si el circuito 12 de almacenamiento no almacena la duración de fase $\tau(\theta)$ correspondiente al mismo tiempo θ transcurrido después de la parada, el procedimiento avanza a la operación S7.

Si el circuito 12 de almacenamiento ya almacena la duración de fase $\tau(\theta)$ correspondiente al mismo tiempo θ transcurrido después de la parada como resultado de la determinación de la operación S5, el circuito 42 de actualización de la base de datos borra la duración de fase $\tau(\theta)$ almacenada en el circuito 12 de almacenamiento y correspondiente al mismo tiempo θ transcurrido después de la parada y almacena las duraciones de fase actualizadas $\tau_a(\theta)$ (en la operación S6).

Si el circuito 12 de almacenamiento no almacena la duración de fase $\tau(\theta)$ correspondiente al mismo tiempo θ transcurrido después de la parada como resultado de la determinación de la operación S5, el circuito 42 de actualización de la base de datos hace que el circuito 12 de almacenamiento almacene, como nuevos datos, el tiempo θ de espera y la duración de fase actualizada $\tau_a(\theta)$ correspondiente al tiempo θ de espera (en la operación S7).

Efectos

Según la configuración antes mencionada, así como los efectos descritos en la primera realización, en la cuarta realización se obtienen los siguientes efectos.

En la cuarta realización, el circuito 41 de cálculo de cantidad de estado de la central calcula las desviaciones $\delta(\theta)$ entre las cantidades del estado de la central y los límites durante una operación de la central 1 de turbina de vapor, y el circuito 42 de actualización de la base de datos compara las desviaciones $\delta(\theta)$ con los valores definidos de antemano y actualiza la base de datos del circuito 12 de almacenamiento. Por consiguiente, si las desviaciones $\delta(\theta)$ son suficientes, el circuito 42 de actualización de la base de datos calcula las duraciones de fase $\tau(\theta)$ para reducir las duraciones de fase $\tau(\theta)$ en la operación S4, y de este modo habilitar un programa de activación que incluye el período de tiempo reducido $\Phi(\theta)$ requerido para que se genere la activación. Así, se consigue la central de turbina de vapor activada a alta velocidad (véase la Figura 9). Por otro lado, si las desviaciones $\delta(\theta)$ no son suficientes, el circuito 42 de actualización de la base de datos calcula las duraciones de fase $\tau(\theta)$ para aumentar las duraciones de fase $\tau(\theta)$ en la operación S2, y de este modo habilitar un programa de activación que incluye el período de tiempo aumentado $\Phi(\theta)$ necesario para que se genere la activación. Así, se pueden conseguir reducciones en las cantidades de estado de la central y una mejora de la seguridad de los dispositivos de las centrales 1 de turbina de vapor. En consecuencia, el dispositivo 2 de control de activación puede generar un programa de activación que permita una reducción del período de tiempo requerido para la activación, mientras que mantiene las cantidades de estado de la central en valores iguales o inferiores a los límites e impide una reducción en la seguridad de los dispositivos de la central 1 de turbina de vapor.

Otros

La invención no está limitada a las realizaciones descritas anteriormente, sino que permite diferentes modificaciones. Las realizaciones anteriores sólo pretenden ser ilustrativas y la invención no está limitada necesariamente a estructuras que tengan todos los componentes descritos. Por ejemplo, parte de los componentes de una realización pueden ser reemplazados por parte de los componentes de otra, o parte de los componentes de una realización pueden ser añadidos a los componentes de otra. Además, cada una de las realizaciones anteriores permite la adición, retirada y

sustitución de ciertos componentes.

Por ejemplo, el intervalo $L(k)$ de carga mantenido es uno de los valores objetivo de control entre las cantidades de estado de la central, y se puede calcular otro valor objetivo de control en lugar del intervalo $L(k)$ de carga mantenido. La Figura 10 es un diagrama que ilustra una relación entre una tasa de aumento de la carga del dispositivo de fuente de calor y el tiempo θ transcurrido después de la parada. Como se ha ilustrado en la Figura 10, por ejemplo, la relación entre la tasa de aumento de la carga del dispositivo de fuente de calor y el tiempo θ transcurrido después de la parada puede ser calculada de la misma manera que el método para calcular las duraciones de fase $\tau(\theta)$. Lo mismo se aplica a una velocidad de rotación mantenida de la turbina de vapor, la temperatura del vapor que fluye a través de la turbina de vapor y similares.

Además, por ejemplo, el circuito 11 de adquisición de parámetros de estado inicial, el circuito 12 de almacenamiento, el circuito 13 de determinación de cantidad de operación y el circuito 14 de generación de programa de activación pueden comenzar a ser hechos funcionar antes del momento de inicio de la activación de la central 1 de turbina de vapor. Sin embargo, la temporización de inicio de operación de estos circuitos no está limitada siempre que se obtengan los efectos esenciales de la invención antes mencionados. Por ejemplo, la temporización puede ser un momento inmediatamente antes de la activación de la central 1 de turbina de vapor o en cualquier momento durante el funcionamiento de la central 1 de turbina de vapor. Si la temporización de inicio de funcionamiento de estos circuitos es un momento antes de la activación de la central 1 de turbina de vapor, el operador puede reconocer el momento de finalización de la activación de antemano. Además, dado que estos circuitos utilizan datos existentes y, de este modo, pueden suprimir las cantidades de datos que han de ser calculadas, el circuito 14 de generación de programa de activación puede generar un programa de activación en poco tiempo. Además, incluso si la temporización de inicio de operación es un momento inmediatamente antes de la activación de la central 1 de turbina de vapor, se puede generar y proporcionar un programa de activación. Además, incluso si la temporización de inicio de funcionamiento es un momento durante el funcionamiento de la central 1 de turbina de vapor, el dispositivo 2 de control de activación puede controlar la activación mientras que actualiza un programa de activación.

Además, por ejemplo, se ha descrito el caso en el que las duraciones de fase $\tau(\theta)$ son calculadas por el circuito 13 de determinación de cantidad de operación que utiliza el método de interpolación lineal. Sin embargo, el método de cálculo no está limitado a esto siempre que se obtengan los efectos esenciales antes mencionados de la invención. A continuación se han descrito otros métodos para calcular las duraciones de fase $\tau(\theta)$ a partir de los tiempos θ transcurridos después de la parada.

Método de cálculo que utiliza ecuación aproximada

Una ecuación aproximada que calcula las duraciones de fase $\tau(\theta)$ a partir de los tiempos θ transcurridos después de que se genere la parada, y las duraciones de fase $\tau(\theta)$ son calculadas basándose en la ecuación aproximada. Con el fin de generar la ecuación aproximada, las ecuaciones tales como una ecuación lineal y una ecuación no lineal son determinadas de antemano, y los coeficientes de elementos que forman las ecuaciones son determinados basándose en la tabla de correspondencia de los tiempos θ_d transcurridos después de la parada y las duraciones de fase $\tau(\theta_d)$, que están almacenadas en el circuito 12 de almacenamiento. Si el circuito 13 de determinación de cantidad de operación almacena la ecuación aproximada anterior, el dispositivo 2 de control de activación puede no incluir el circuito 12 de almacenamiento. En este caso, los nuevos datos no pueden ser acumulados y utilizados para que el control de activación sea ejecutado en un momento futuro, pero el dispositivo 2 de control de activación puede ser formado a bajo coste optimizando la utilización de los datos existentes.

Método de cálculo que utiliza tabla de correspondencia

Un número arbitrario de múltiples tiempos θ transcurridos después de la parada es calculado de antemano cambiando el tiempo θ transcurrido después de la parada, y las duraciones de fase $\tau(\theta)$ correspondientes a los múltiples tiempos θ transcurridos después de la parada son calculadas de antemano por el método de interpolación lineal antes mencionado o el método que utiliza la ecuación aproximada. Además, se preparan las columnas de entrada y las columnas de salida cuyas longitudes son iguales a las columnas de entrada, y se busca un valor de entrada a partir de las columnas de entrada. Se prepara de antemano una función de salida de un valor de una columna de salida correspondiente a una fila buscada (o correspondiente al valor de entrada). Entonces, uno arbitrario de los tiempos θ antes mencionados transcurridos después de la parada y una duración de fase $\tau(\theta)$ correspondiente al tiempo arbitrario θ transcurrido después de la parada se establecen en una columna de entrada y columna de salida de la función, y se genera una función de recibir el tiempo θ transcurrido después de la parada y emitir la duración de fase $\tau(\theta)$. Entonces, las duraciones de fase $\tau(\theta)$ son calculadas utilizando esta función a partir de los tiempos θ transcurridos después de la parada. Si el circuito 13 de determinación de cantidad de operación tiene la función antes mencionada, el dispositivo 2 de control de activación puede no incluir el circuito 12 de almacenamiento. En este caso, no se pueden utilizar nuevos datos, como el método de cálculo antes mencionado que utiliza la ecuación aproximada, pero el dispositivo 2 de control de activación puede ser formado a bajo coste optimizando la utilización de los datos existentes.

Además, como el método para calcular el período de tiempo $\Phi(\theta)$ requerido para la activación, se ha ejemplificado el método para sumar las duraciones de fase $\tau(\theta)$. Sin embargo, el método de cálculo no está limitado a esto siempre que se obtengan los efectos esenciales antes mencionados de la invención. A continuación se han descrito otros métodos para calcular el período de tiempo $\Phi(\theta)$ requerido para la activación.

Método de cálculo que utiliza ecuación aproximada

Una ecuación aproximada que calcula el período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación a partir de los tiempos θ transcurridos después de que se genere la parada, y el período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación es calculado basándose en la ecuación aproximada. Con el fin de generar la ecuación aproximada, las ecuaciones tales como una ecuación lineal y una ecuación no lineal son determinadas de antemano, y los coeficientes de los elementos que forman las ecuaciones son determinados basándose en la tabla de correspondencia de los tiempos θ_d transcurridos después de la parada y las duraciones de fase τ (θ_d) establecidas basándose en los tiempos θ_d transcurridos después de la parada, que están almacenadas en el circuito 12 de almacenamiento. Los coeficientes de los elementos pueden ser obtenidos sumando los coeficientes de los elementos de la ecuación aproximada que calcula las duraciones de fase τ (θ) a partir de los tiempos θ_d transcurridos después de la parada, por ejemplo. Alternativamente, si el circuito 13 de determinación de cantidad de operación utiliza la ecuación aproximada que calcula las duraciones de fase τ (θ) a partir de los tiempos θ transcurridos después de la parada, los coeficientes de los elementos de la ecuación aproximada que calcula el período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación a partir de los tiempos θ transcurridos después de la parada son determinados basándose en la ecuación aproximada. Los coeficientes de los elementos de la ecuación aproximada que calcula el período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación a partir de los tiempos θ transcurridos después de la parada pueden ser obtenidos sumando los coeficientes de los elementos de la ecuación aproximada que calcula las duraciones de fase τ (θ) desde los tiempos θ_d transcurridos después de la parada, por ejemplo. Si el circuito 21 de cálculo del momento de activación requerido tiene la ecuación aproximada que calcula el período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación a partir de los tiempos θ transcurridos después de la parada, el circuito 13 de determinación de cantidad de operación no necesita emitir una señal relacionada con las duraciones de fase τ (θ) y, por lo tanto, se puede simplificar el procesamiento de la señal.

Método de cálculo que utiliza tabla de correspondencia

Un número arbitrario de múltiples tiempos θ transcurridos después de la parada es calculado de antemano cambiando el tiempo θ transcurrido después de la parada, y las duraciones de fase τ (θ) correspondientes a los múltiples tiempos θ transcurridos después de la parada son calculadas de antemano, por el método antes mencionado para sumar todas las duraciones de fase τ (θ), el método que utiliza la ecuación aproximada, o similar. Además, se han preparado las columnas de entrada y las columnas de salida cuyas longitudes son iguales a las columnas de entrada, y se ha buscado un valor de entrada a partir de las columnas de entrada. Se ha preparado de antemano una función de salida de un valor de una columna de salida correspondiente a una fila buscada (o correspondiente al valor de entrada). Luego, uno arbitrario de los tiempos θ antes mencionados transcurrido después de la parada y un período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación y correspondiente al tiempo arbitrario θ transcurrido después de la parada se han establecido en una columna de entrada y columna de salida de la función respectivamente, y se ha generado una función de recibir el tiempo θ transcurrido después de la parada y emitir el período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación. Luego, el período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación es calculado utilizando esta función a partir de los tiempos θ transcurridos después de la parada. Si el circuito 21 de cálculo del momento de activación requerido tiene la función antes mencionada, el circuito 13 de determinación de cantidad de operación no necesita emitir una señal relacionada con las duraciones de fase τ (θ), y se puede simplificar el procesamiento de la señal.

Además, como un ejemplo de los detalles de salida cuando el dispositivo de visualización es utilizado como dispositivo de salida, se ha descrito el caso en el que se muestra el gráfico que representa la relación entre el tiempo θ transcurrido después de la parada y el momento T3 de finalización de la activación. Los detalles mostrados en el dispositivo de visualización no están limitados a esto siempre que se obtengan los efectos esenciales antes mencionados de la invención. Por ejemplo, como se ha ilustrado en la Figura 11, se puede mostrar información en la que el momento T1 de parada de la central 1 de turbina de vapor, el momento T2 de inicio de la activación y el momento T3 de finalización de la activación están indicados en un solo eje de tiempo. En este caso, el operador que gestiona la central 1 de turbina de vapor puede captar las relaciones entre el momento T1 de parada de la central 1 de turbina de vapor, el momento T2 de inicio de la activación, el momento T3 de finalización de la activación y similares con una serie y, por lo tanto, la central 1 de turbina de vapor puede funcionar según un plan.

Además, el caso en el que el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación calcula el momento Tn2 para iniciar la activación y emite el momento Tn2 para iniciar la activación al dispositivo de salida a través del circuito 32 de entrada/salida se ha descrito anteriormente. Sin embargo, el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación no está limitado a esta configuración siempre que se obtengan los efectos esenciales antes mencionados de la invención. Por ejemplo, el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación puede emitir, a través del circuito 32 de entrada/salida al dispositivo de salida, el momento Tn2 para iniciar la activación y una señal (en lo sucesivo, denominada señal de habilitación de la finalización de la activación o señal de inhabilitación de la finalización de la activación) que indica que la activación de la central 1 de turbina de vapor puede ser finalizada o no en el momento Tn4 de finalización deseado de la activación. Las operaciones del circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación en este caso se han descrito con referencia a las Figuras 12 y 13. La Figura 13 es un diagrama que ilustra las relaciones entre el momento T1 de parada T1 de la central de turbina de vapor, el momento Tn4 de finalización deseado de la activación, el período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación, y similares. Por ejemplo, el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación compara el momento actual con el momento Tn2 para iniciar la activación. Si el momento actual es anterior al momento Tn2 para iniciar la activación o al momento actual está ubicado en el lado del momento T1 de parada con respecto al momento Tn2 para iniciar la activación como se ha ilustrado en la Figura 12, el

circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación puede emitir la señal de habilitación de la finalización de la activación en el momento Tn4 de finalización deseado de la activación. Si el momento actual es posterior al momento Tn2 para iniciar la activación o al momento Tn2 para iniciar la activación está ubicado en el lado del momento Tn1 de parada con respecto al momento actual como se ha ilustrado en la Figura 13, el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación puede emitir la señal de inhabilitación de finalización de la activación en el momento Tn4 de finalización deseado de la activación.

Además, como se ha descrito anteriormente, si la activación no puede ser finalizada en el momento T4 de finalización deseado de la activación, el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación puede calcular el momento Tn3 cuando la activación puede ser finalizada en el caso en que la central 1 de turbina de vapor comienza a ser activada en el momento actual, y el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación puede emitir el momento Tn3 cuando la activación puede ser finalizada al circuito 32 de entrada/salida. En este caso, el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación calcula un período de tiempo (tiempo θ transcurrido después de la parada) desde el momento T1 de parada hasta el momento actual, calcula un período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación basándose en el tiempo θ transcurrido después de la parada, y calcula el momento Tn3 en el que la activación puede ser finalizada como la suma del momento actual y el período de tiempo Φ (θ) requerido para la activación.

Como se ha descrito anteriormente, el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación emite la señal de habilitación de la finalización de la activación o la señal de inhabilitación de la finalización de la activación en el momento Tn4 de finalización deseado de la activación a través del circuito 32 de entrada/salida al dispositivo de salida. Además, si la activación no puede ser finalizada en el momento Tn4 de finalización deseado de la activación, el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación emite el momento Tn3 cuando la activación puede ser finalizada a través del circuito 32 de entrada/salida al dispositivo de salida. Por lo tanto, el operador que gestiona la central 1 de turbina de vapor puede reconocer si la activación puede ser finalizada o no en el momento Tn4 de finalización deseado de la activación. Además, si la activación no puede ser finalizada en el momento Tn4 de finalización deseado de la activación, el operador puede captar el momento Tn3 en el que la activación puede ser finalizada en el caso de que la central de turbina de vapor sea activada en el momento actual. Por lo tanto, el operador puede operar la central 1 de turbina de vapor según un plan y hacer que la central 1 de turbina de vapor maneje de manera flexible las demandas de energía.

Además, el siguiente caso se ha descrito anteriormente: el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación recibe la tabla de correspondencia de los tiempos θ_m transcurridos después de la parada y los períodos de tiempo Φ (θ_m) requeridos para la activación del circuito 21 de cálculo del momento de activación requerido, recibe el momento Tn4 de finalización deseado de la activación desde el circuito 32 de entrada/salida, y calcula el momento Tn2 para iniciar la activación. El circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación, sin embargo, no está limitado a esta configuración siempre que se obtengan los efectos esenciales antes mencionados de la invención. Por ejemplo, el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación puede tener una tabla de correspondencia de los tiempos θ_m transcurridos después de la parada y el período de tiempo Ω_m sin operación o tener una función generada de recibir el período de tiempo Ω sin operación y emitir el tiempo θ transcurrido después de la parada. En este caso, el circuito 31 de cálculo del momento de inicio de la activación no necesita recibir la tabla de correspondencia antes mencionada del circuito 21 de cálculo del momento de activación requerido y, por lo tanto, se puede simplificar el procesamiento de la señal.

Además, como un ejemplo de los detalles de salida cuando el dispositivo de visualización es utilizado como el dispositivo de salida, se describe el siguiente caso: se muestra el gráfico que representa la relación entre el tiempo θ transcurrido desde la parada y el momento T3 de finalización de la activación. Los detalles mostrados en el dispositivo de visualización no están limitados a esto siempre que se obtengan los efectos esenciales antes mencionados de la invención. Por ejemplo, como se ha ilustrado en la Figura 12, el momento T1 de parada, el momento Tn4 de finalización deseado de la activación, el momento Tn2 para iniciar la activación y el momento actual pueden ser mostrados en un solo eje de tiempo en el dispositivo de visualización. El operador que gestiona la central 1 de turbina de vapor puede captar el momento T1 de parada, el momento Tn4 de finalización deseado de la activación, el momento Tn2 para iniciar la activación, el momento actual y similares desde el dispositivo de visualización con una serie. Por lo tanto, se puede generar eficazmente un programa operativo para la central 1 de turbina de vapor.

Además, el circuito 41 de cálculo de cantidad de estado de la central y el circuito 42 de actualización de la base de datos pueden comenzar a funcionar antes del inicio de la activación de la central 1 de turbina de vapor. La temporización de inicio de funcionamiento de estos circuitos no está limitada siempre que se obtengan los efectos esenciales antes mencionados de la invención. Por ejemplo, el circuito 41 de cálculo de la cantidad de estado de la central y el circuito 42 de actualización de la base de datos pueden comenzar a funcionar en un momento arbitrario que incluye un momento durante el funcionamiento de la central 1 de turbina de vapor. Cuando estos circuitos comienzan a funcionar después de la parada de la central 1 de turbina de vapor y antes de la siguiente activación de la central 1 de turbina de vapor, se puede generar un programa de activación en el que se reflejan los datos actualizados tras la siguiente activación. Además, cuando estos circuitos comienzan a funcionar durante la operación de la central 1 de turbina de vapor, se puede generar un programa de activación en el que se reflejan los datos actualizados en un momento posterior al inicio de la central 1 de turbina de vapor, y aunque el período de tiempo es corto desde la parada de la central 1 de turbina de vapor hasta la siguiente activación de la central 1 de turbina de vapor, ese programa de activación puede ser generado tras la siguiente activación.

Además, el dispositivo de control de activación según la invención es aplicable a todas las centrales tales como una central eléctrica de ciclo combinado, una central eléctrica de vapor, una central eléctrica solar y similares, incluyendo cada una de las cuales una turbina de vapor.

5 Por ejemplo, si el dispositivo de control de activación según la invención es aplicado a una central eléctrica de ciclo combinado, se puede utilizar gas combustible tal como gas natural o hidrógeno como el medio de fuente de calor, se puede utilizar una válvula de ajuste de gas combustible como la unidad de ajuste de la cantidad media de fuente de calor, se puede utilizar aire como el fluido a baja temperatura, se utilizan paletas de guía de entrada como la unidad de ajuste
10 de fluido a baja temperatura, se puede utilizar una turbina de gas como el dispositivo de fuente de calor, se puede utilizar el gas de combustión de la turbina de gas como el fluido a alta temperatura, y se puede utilizar una caldera de recuperación de calor de escape como el generador de vapor.

15 Además, si el dispositivo de control de activación según la invención es aplicado a una central eléctrica de vapor, se puede utilizar carbón o gas natural como el medio de fuente de calor, se puede utilizar una válvula de ajuste de combustible como la unidad de ajuste de la cantidad del medio de fuente de calor, se puede utilizar aire u oxígeno como fluido a baja temperatura, se puede utilizar una válvula de ajuste del caudal de aire como la unidad de ajuste de la cantidad de fluido a baja temperatura, se puede utilizar un horno incluido en una caldera como el dispositivo de fuente de calor, se puede utilizar gas de combustión utilizado como el fluido a alta temperatura, y se puede utilizar una unidad de
20 transferencia de calor (generador de vapor) incluida en la caldera como el generador de vapor.

Además, si el dispositivo de control de activación según la invención es aplicado a una central eléctrica solar, se puede utilizar la luz solar como el medio de fuente de calor, se puede utilizar un dispositivo para accionar un panel colector de calor como la unidad de ajuste de cantidad del medio de fuente de calor, un medio que es aceite, se puede utilizar sal
25 disolvente a alta temperatura o similar que convierte la energía térmica solar y retiene la energía convertida como el fluido a baja temperatura y el fluido a alta temperatura, una válvula de ajuste de caudal para ajustar un caudal del aceite, se puede utilizar la sal disolvente a alta temperatura o similar como la unidad de ajuste de la cantidad de fluido a baja temperatura, se puede utilizar el panel colector como el dispositivo de fuente de calor, se puede utilizar el equipo para calentar el agua suministrada para generar vapor mediante intercambio de calor con el fluido a alta temperatura como el
30 generador de vapor.

Además, si el dispositivo de control de activación según la invención es aplicado a una central eléctrica que incluye una batería de combustible y una turbina de vapor de manera combinada, se puede utilizar gas combustible, tal como monóxido de carbono o hidrógeno, como el medio de fuente de calor, se puede utilizar una válvula de ajuste de gas
35 combustible como la unidad de ajuste de la cantidad del medio de fuente de calor, se puede utilizar aire como el fluido a baja temperatura, se puede utilizar una válvula de ajuste de aire como la válvula de ajuste de la cantidad de fluido a baja temperatura, se puede utilizar la batería de combustible como el dispositivo de fuente de calor, se pueden utilizar los gases de escape de la batería de combustible como el fluido a alta temperatura, y se puede utilizar una caldera de recuperación de calor de escape como el generador de vapor.

40

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (2) de control de activación para una central (1) de turbina de vapor, incluyendo la central (1) de turbina de vapor

un dispositivo de fuente de calor para calentar un fluido a baja temperatura utilizando un medio de fuente de calor para generar un fluido a alta temperatura,
un generador de vapor para generar vapor mediante intercambio térmico con el fluido a alta temperatura, y
una turbina de vapor accionada por el vapor,

comprendiendo el dispositivo (2) de control de activación:

un circuito (11) de adquisición de parámetros para adquirir un valor inicial de un parámetro de cantidad de estado de la central (1) de turbina de vapor;

un circuito (12) de almacenamiento para almacenar una correlación entre el valor inicial del parámetro de cantidad de estado y una cantidad de operación de la central que incluye un valor de referencia de control relacionado con una cantidad objetivo de control y las duraciones de las fases desde el inicio hasta la finalización de la activación de la central (1) de turbina de vapor, y caracterizado por

un circuito (13) de determinación de cantidad de operación para determinar las duraciones de las fases y un valor de referencia de control basado en el valor inicial del parámetro de cantidad de estado, siendo adquirido el valor inicial por el circuito (11) de adquisición de parámetros de estado inicial, y basándose en la correlación almacenada en el circuito (12) de almacenamiento, en donde el valor inicial es un tiempo transcurrido después de una parada de la central (1) de turbina de vapor, y las duraciones de las fases cambian continuamente con respecto al tiempo transcurrido después de la parada de la central (1) de turbina de vapor;

un circuito (14) de generación de programa de activación para generar, para la cantidad objetivo de control, programas de activación de las fases basándose en las duraciones de las fases y el valor de referencia de control, determinándose las duraciones y el valor de referencia de control por el circuito (13) de determinación de cantidad de operación, generando además el circuito (14) de generación de programa de activación un programa de activación durante un período de tiempo desde el inicio hasta la finalización de la activación de la central (1) de turbina de vapor combinando los programas de activación para las fases; y

un circuito (15) de control de activación configurado para generar un valor de control para la central de turbina de vapor según el programa de activación generado por el circuito (14) de generación de programa de activación y emitir el valor de control generado a la central (1) de turbina de vapor.

2. El dispositivo (2) de control de activación según la reivindicación 1,
en donde las duraciones de las fases incluyen al menos uno de un período de tiempo en el que se aumenta la carga del dispositivo de fuente de calor, un período de tiempo en el que se mantiene la carga del dispositivo de fuente de calor, un período de tiempo en el que se aumenta una velocidad de rotación de la turbina de vapor, un período de tiempo en el que se mantiene la velocidad de rotación de la turbina de vapor y un período de tiempo en el que se mantiene la carga de la turbina de vapor, y
en donde la cantidad objetivo de control incluye al menos uno de una tasa de aumento de la carga del dispositivo de fuente de calor, un intervalo de carga en el que se mantiene la carga del dispositivo de fuente de calor, una tasa de aumento de la velocidad de rotación de la turbina de vapor, una velocidad de rotación mantenida de la turbina de vapor, y la temperatura del vapor que fluye en la turbina de vapor.

3. El dispositivo (2) de control de activación según al menos una de las reivindicaciones 1-2, que comprende además:

un circuito (21) de cálculo del momento de activación requerido para calcular un período de tiempo requerido para la activación de la central (1) de turbina de vapor o un momento de finalización de la activación basándose en las duraciones de las fases, emitiéndose las duraciones desde el circuito (13) de determinación de cantidad de operación; y

un circuito (22) de salida para emitir, a un dispositivo de salida, el período de tiempo requerido para la activación, siendo calculado el período de tiempo por el circuito (21) de cálculo del momento de activación requerido, o el momento de finalización de la activación, siendo calculado el momento de finalización por el circuito (21) de cálculo del momento de activación requerido.

4. El dispositivo (2) de control de activación según la reivindicación 3, que comprende además:

un circuito (32) de entrada/salida para recibir una señal procedente de un dispositivo de entrada y transmitir una señal al dispositivo de salida; y

un circuito (31) de cálculo del momento de inicio de la activación para calcular un momento para iniciar la activación con el fin de finalizar la activación de la central (1) de turbina de vapor en el momento de finalización deseado de la activación, basándose en el momento de finalización deseado de la activación de la central (1) de turbina de vapor, siendo introducido el momento de finalización deseado en el circuito (32) de

entrada/salida desde el dispositivo de entrada, en el valor inicial del parámetro de cantidad de estado y en el período de tiempo requerido para la activación, siendo calculado el período de tiempo por el circuito de cálculo del momento de activación requerido, emitiendo además el circuito (31) de cálculo del momento de inicio de la activación el momento calculado para iniciar la activación al dispositivo de salida a través del circuito (32) de entrada/salida.

5. El dispositivo (2) de control de activación según al menos una de las reivindicaciones 1-4, que comprende además:

un circuito (41) de cálculo de cantidad de estado de la central para calcular al menos una cantidad de estado de la central de turbina de vapor y calcular una desviación entre la cantidad de estado de la central calculada y un límite predeterminado; y
un circuito (42) de actualización de la base de datos para actualizar una base de datos del circuito (12) de almacenamiento de modo que se reduce la desviación si es igual o mayor que un valor definido predeterminado.

6. El dispositivo (2) de control de activación según la reivindicación 5, en donde la cantidad de estado de la central incluye al menos una diferencia de temperatura entre las partes calentadas de la turbina de vapor, el estrés térmico de una parte calentada de la turbina de vapor, una diferencia en el alargamiento térmico entre una parte giratoria y una parte estacionaria de la turbina de vapor, y la cantidad de deformación de una carcasa de la turbina de vapor.

7. El dispositivo (2) de control de activación según la reivindicación 3, en donde el dispositivo de salida muestra, basándose en una señal recibida desde el circuito (22) de salida, un gráfico que representa una relación entre el valor inicial del parámetro de cantidad de estado y el momento de finalización de la activación, incluyendo el gráfico un momento de parada de la central (1) de turbina de vapor, un momento de inicio planificado de la activación y un momento de finalización de la activación cuando la central (1) de turbina de vapor es activada en el momento de inicio planificado de la activación.

8. El dispositivo (2) de control de activación según la reivindicación 4, en donde el dispositivo de salida muestra, basándose en una señal recibida desde el circuito (32) de entrada/salida, un gráfico que representa una relación entre el valor inicial del parámetro de cantidad de estado y el momento de finalización de la activación, incluyendo el gráfico un momento de parada de la central (1) de turbina de vapor, el momento de finalización deseado de la activación y el momento para iniciar la activación.

9. Una central eléctrica (1) de turbina de vapor que comprende:

el dispositivo de control de activación según la reivindicación 1; y
la central de turbina de vapor.

FIG.1

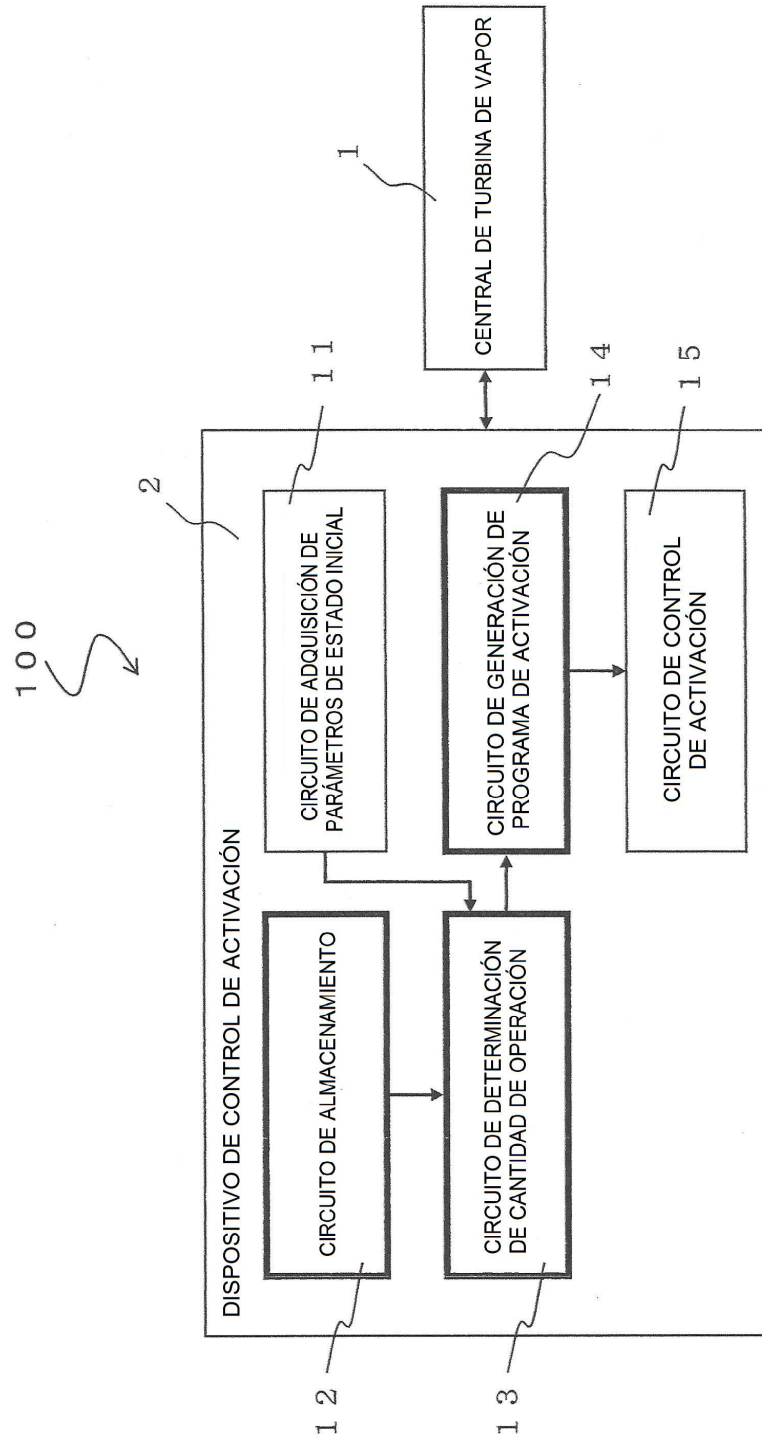


FIG. 2

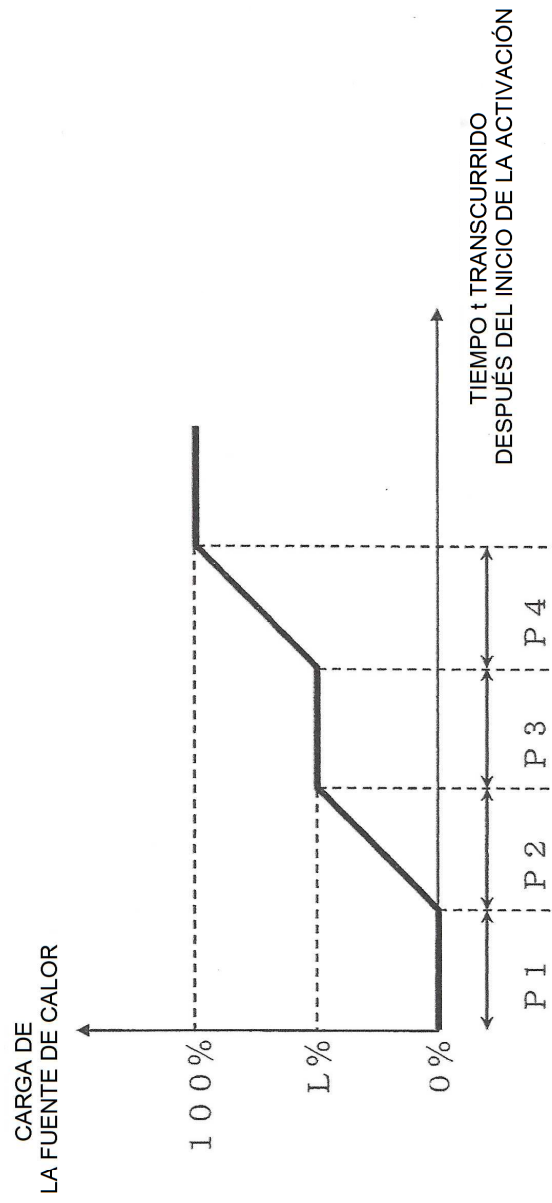


FIG. 3

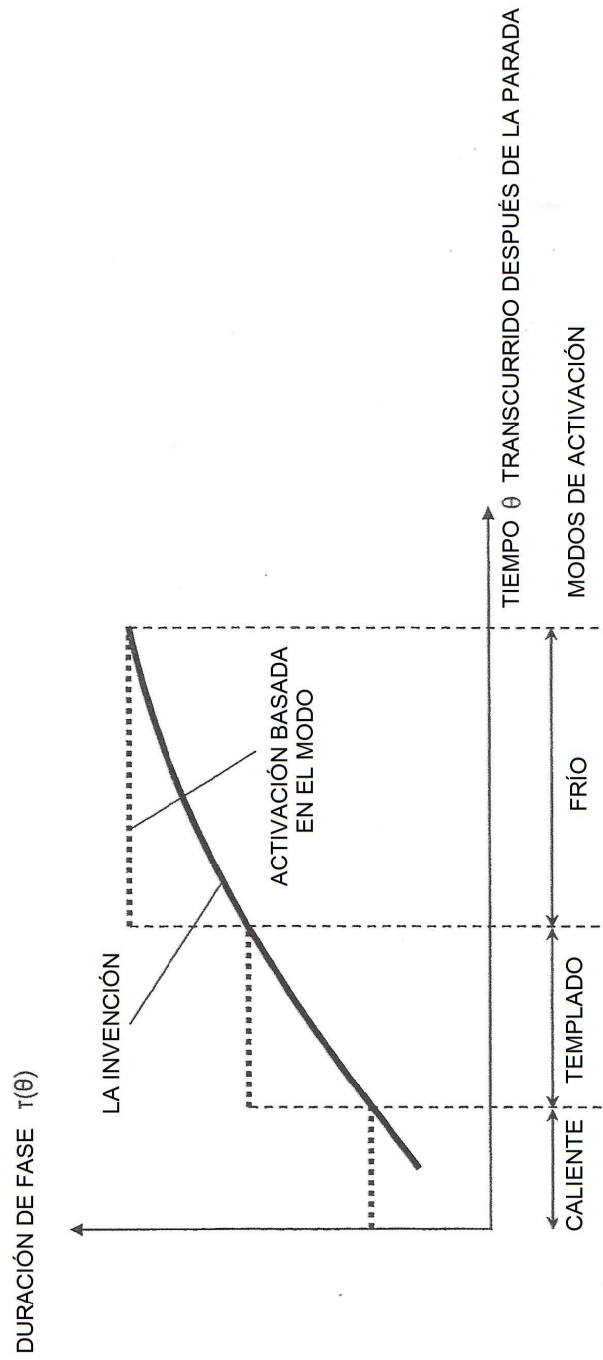


FIG. 4

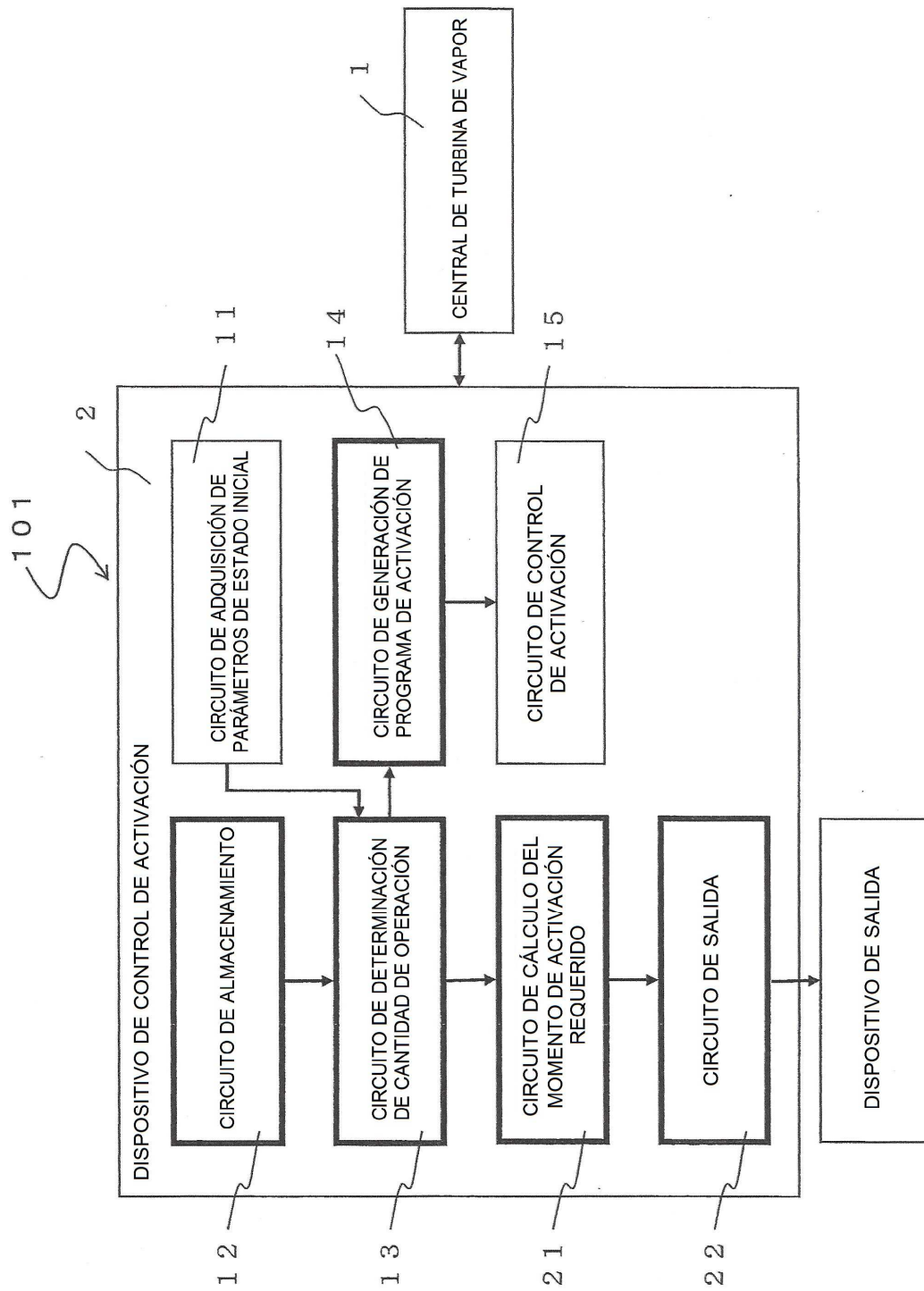
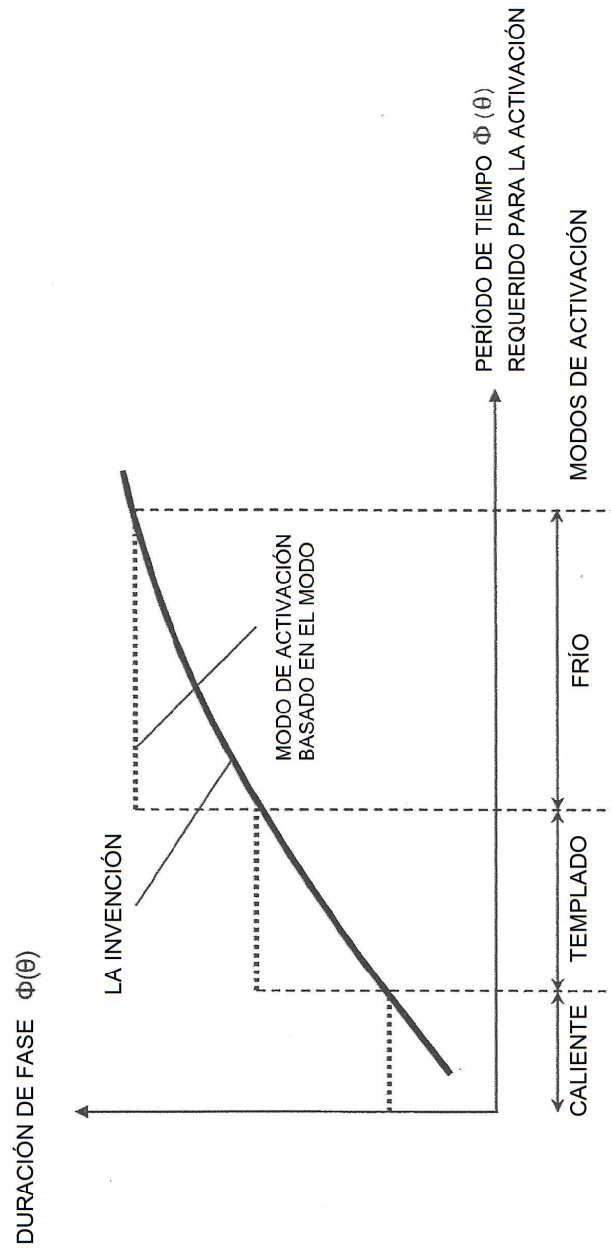


FIG. 5



6.
G
H
H

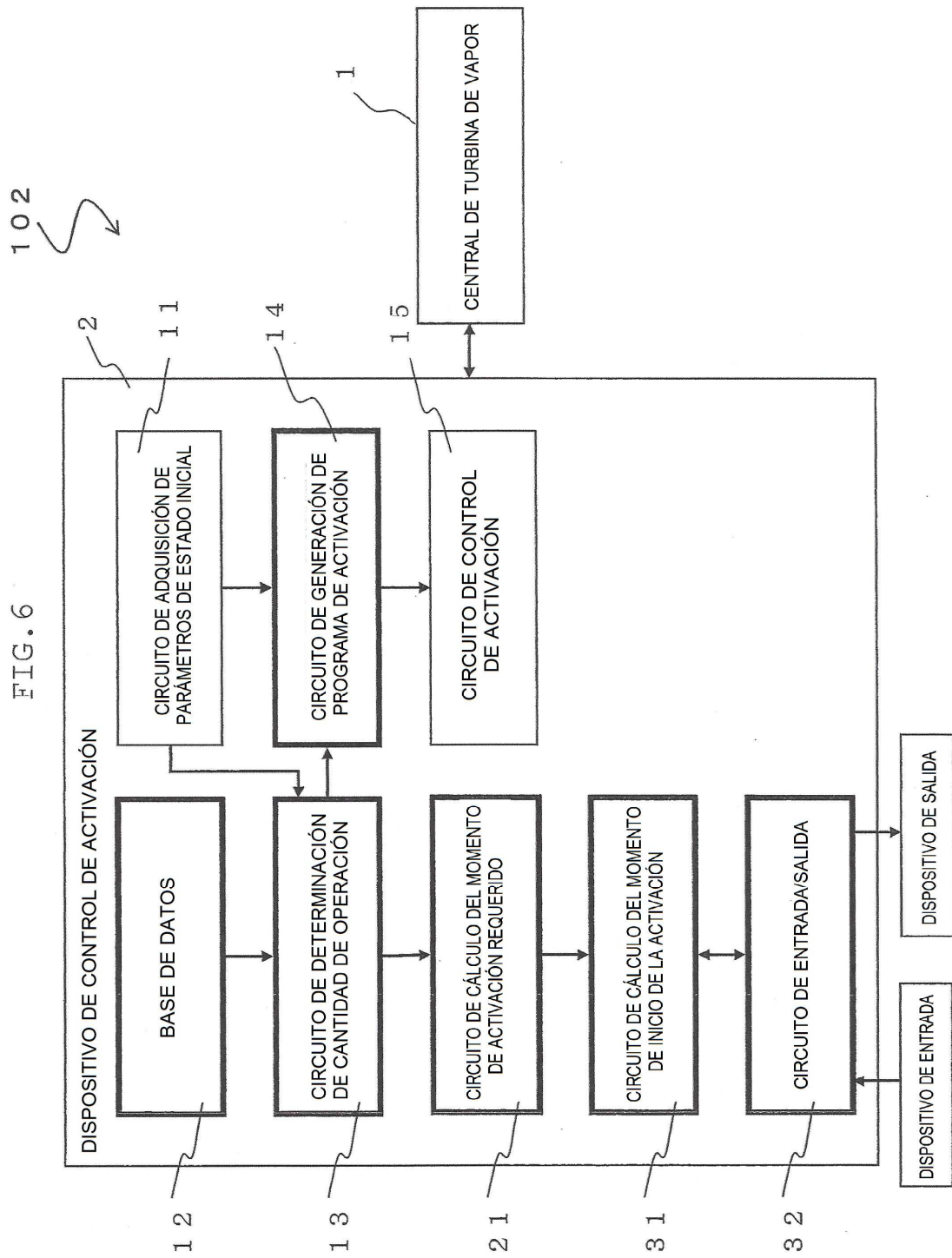


FIG. 7

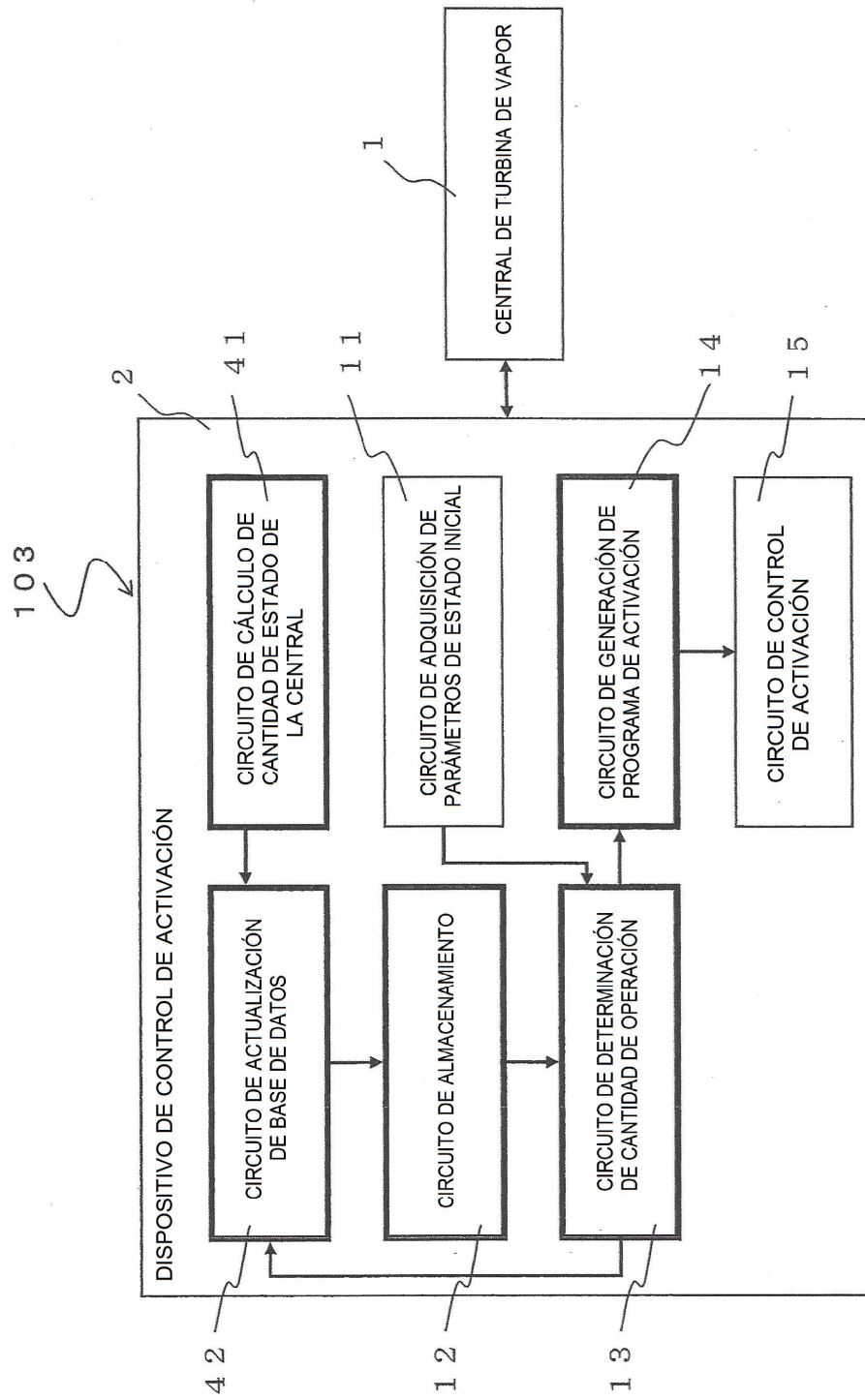


FIG. 8

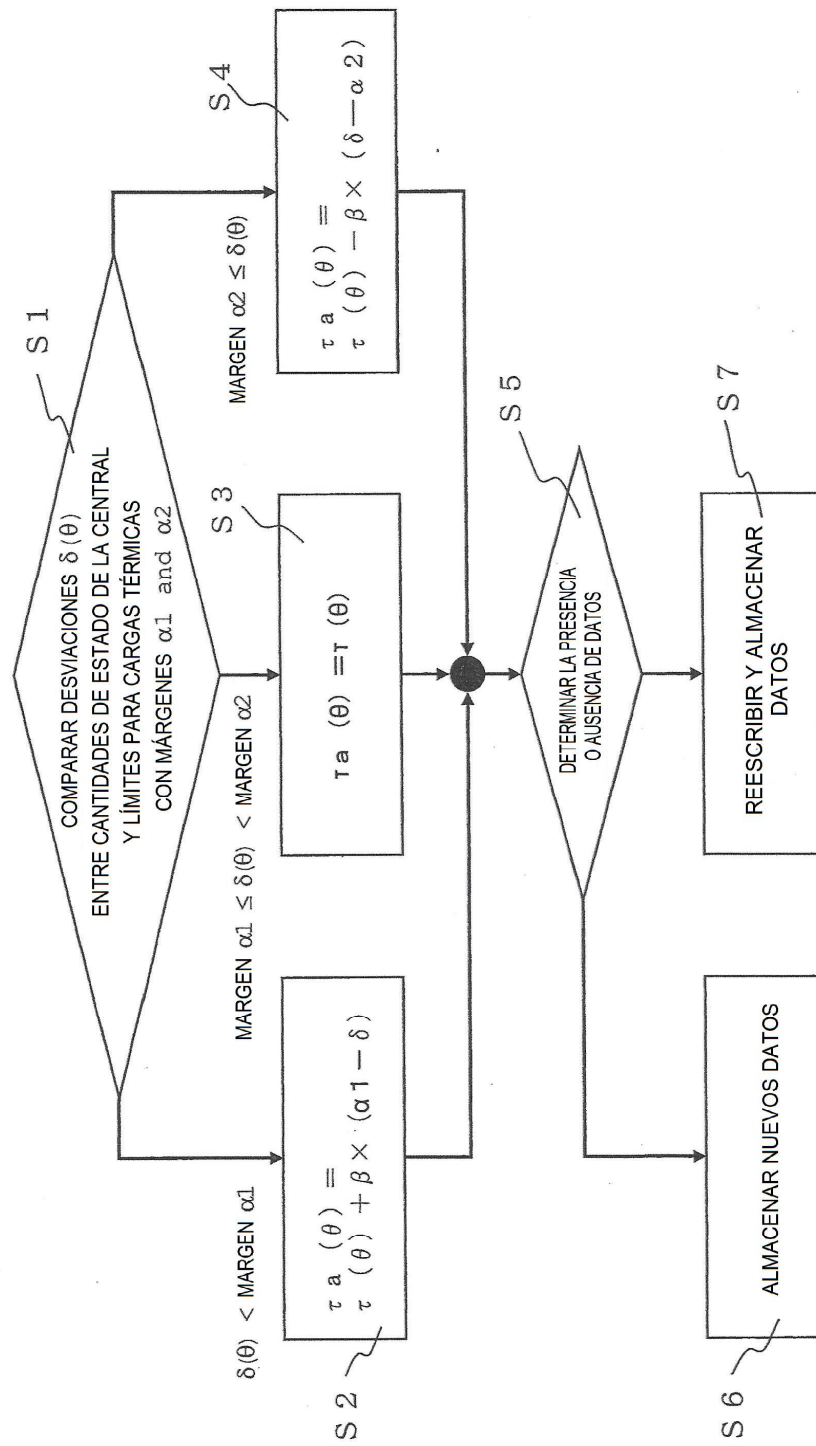


FIG. 9

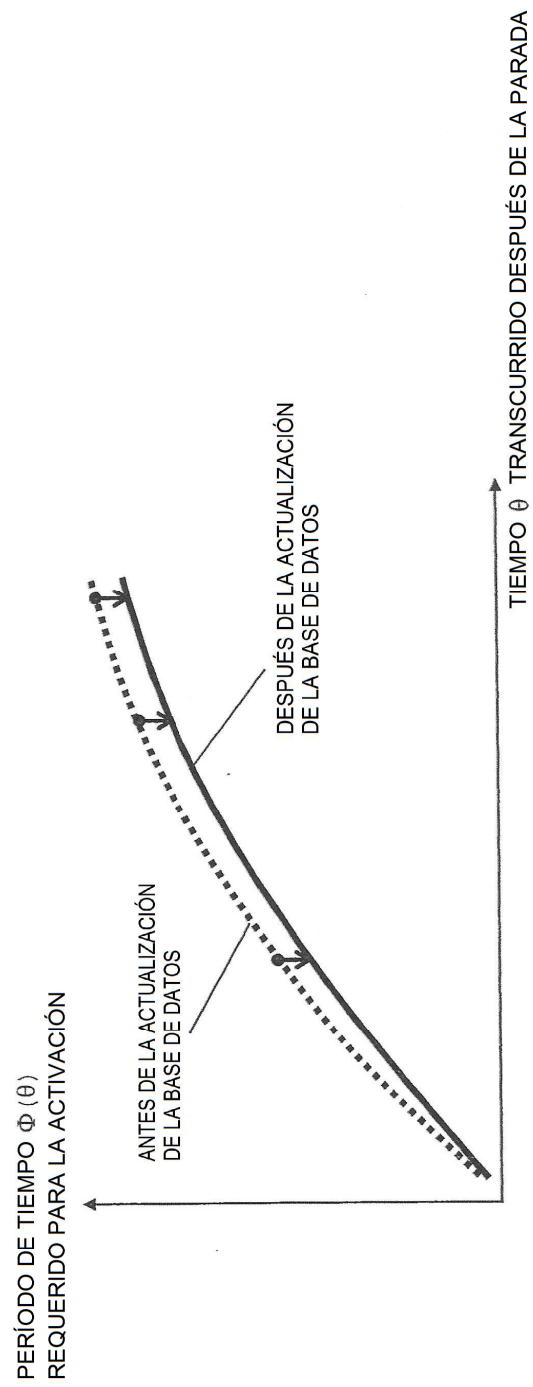


FIG.10

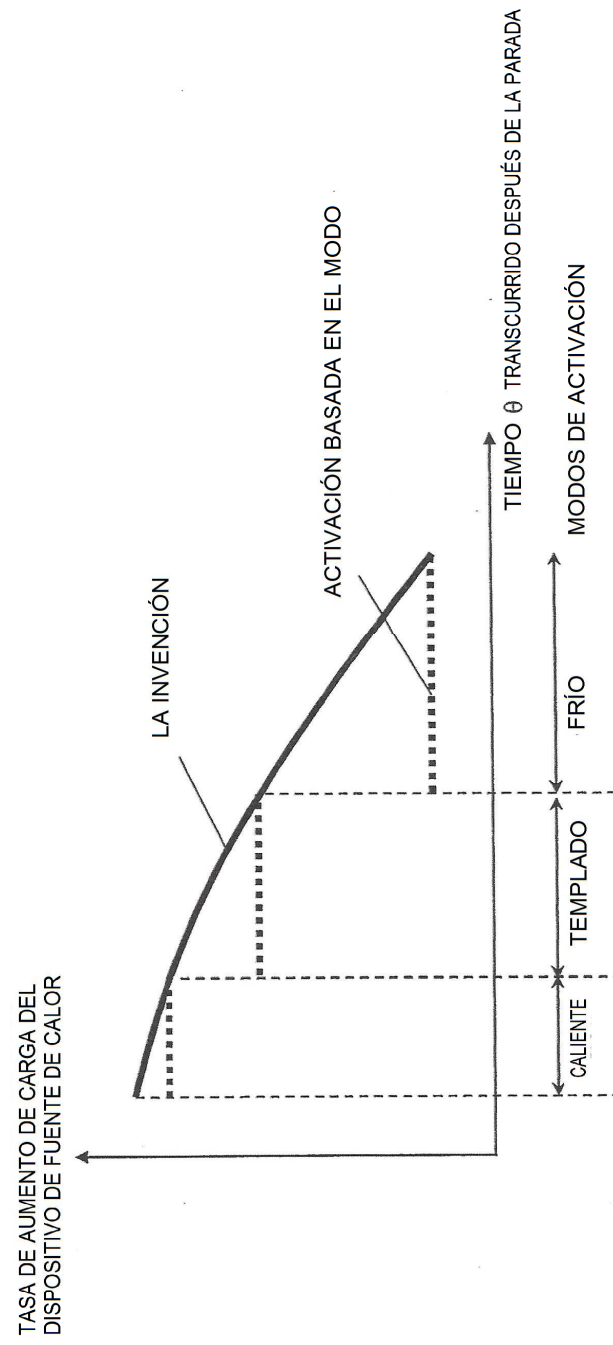


FIG.11

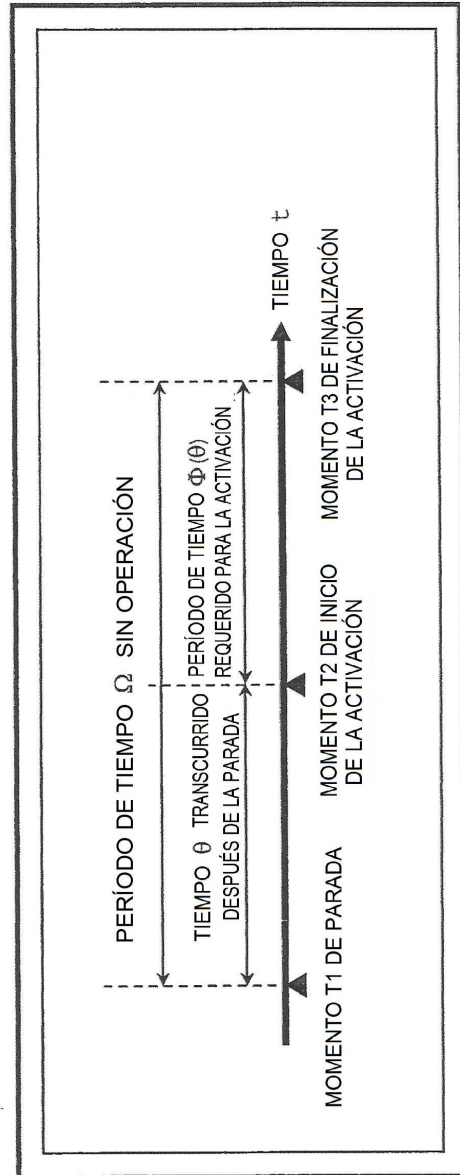


FIG.12

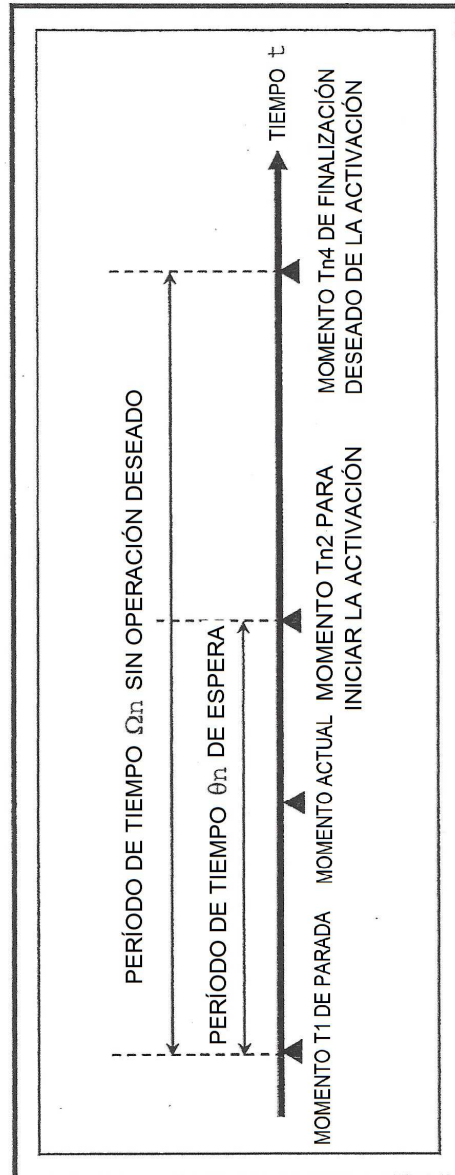


FIG.13

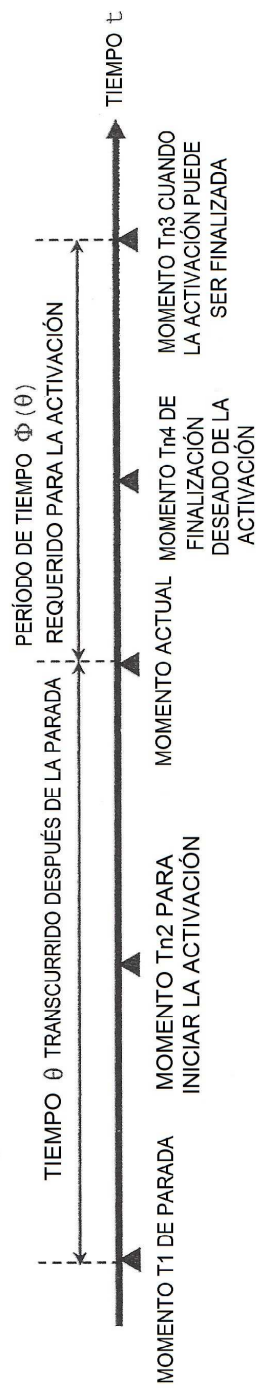


FIG.14

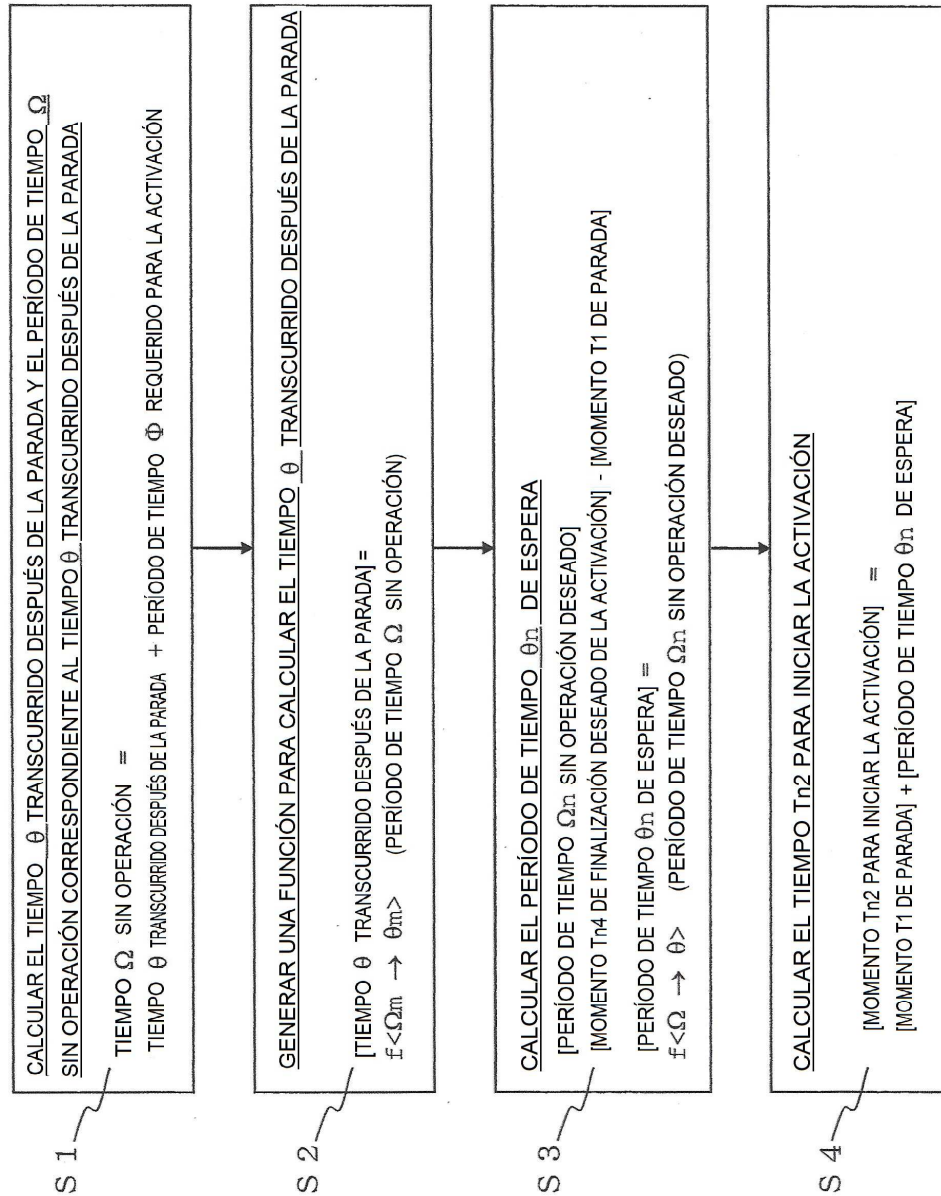


FIG.15

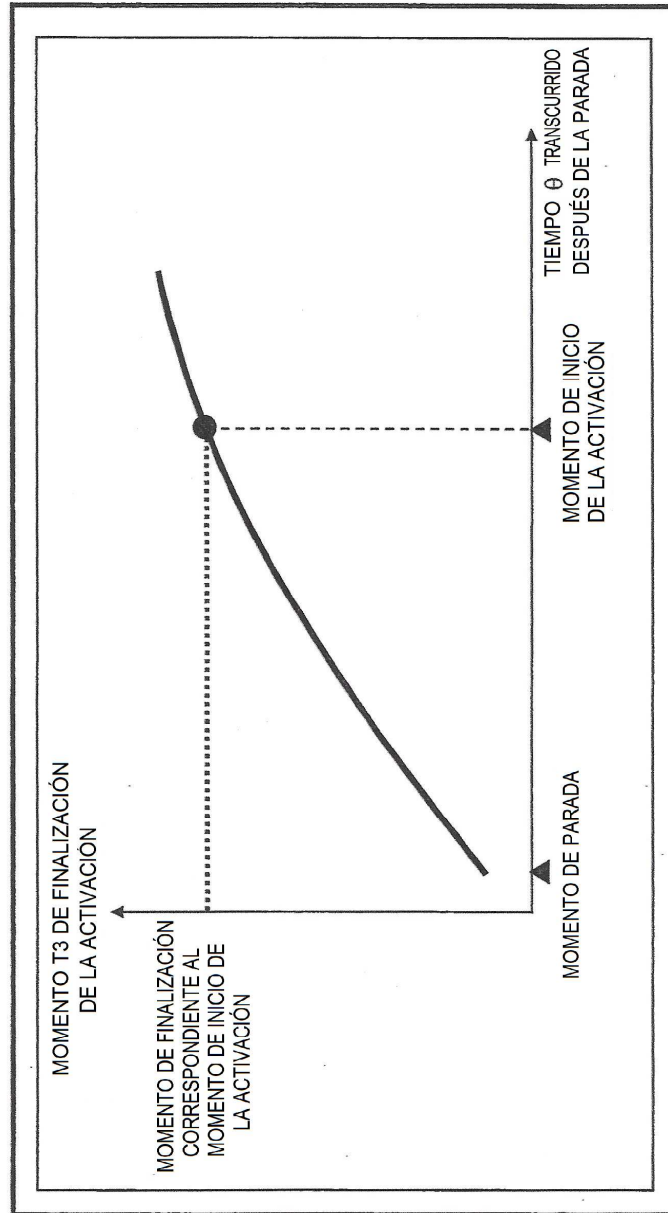


FIG.16

