

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 742 025**

51 Int. Cl.:

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| <b>F22B 1/28</b>  | (2006.01) |
| <b>F01D 17/00</b> | (2006.01) |
| <b>F01K 7/38</b>  | (2006.01) |
| <b>F01K 7/44</b>  | (2006.01) |
| <b>F01K 13/02</b> | (2006.01) |
| <b>F01K 7/22</b>  | (2006.01) |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2011 PCT/JP2011/079454**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.07.2012 WO12090778**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2011 E 11852897 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019 EP 2660511**

54 Título: **Dispositivo de control de caudal de condensado para una central eléctrica y procedimiento de control**

30 Prioridad:

**27.12.2010 JP 2010291358**  
**27.12.2010 JP 2010291361**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.02.2020**

73 Titular/es:

**MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.**  
**(100.0%)**  
**3-1, Minatomirai 3-chome, Nishi-ku**  
**Yokohama 220-8401, JP**

72 Inventor/es:

**INOUE, RIKIO;**  
**TAKEI, KOICHI;**  
**DEGUCHI, YUICHIRO;**  
**TSUTSUMI, TAKANORI;**  
**OHTA, YUJI y**  
**INOUE, KANTA**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 742 025 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 caudal de condensado para una central eléctrica y procedimiento de control

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un dispositivo de control de caudal de condensado y a un procedimiento de control de caudal de condensado para una central eléctrica para controlar una caudal de condensado de acuerdo con una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado.

10

**Antecedentes de la técnica**

Convencionalmente, son ampliamente utilizadas las centrales eléctricas en las que un generador de turbina de vapor es impulsado por vapor y convierte el vapor en energía. La figura 29 es un diagrama que muestra una central térmica ordinaria. La central térmica comprende una caldera 10 que genera vapor y una pluralidad de turbinas 14, 16 y 18 que accionan un generador 12 que utiliza vapor de la caldera 10. El agua de alimentación se suministra a la caldera 10 desde una bomba de alimentación 20 a través de un calentador de agua de alimentación de alta presión 22, y la caldera 10 genera vapor principal calentando el agua de alimentación.

15

20

El vapor principal se suministra a una turbina de alta presión 14 a través de una válvula reguladora 24. El vapor de escape de la turbina de alta presión 14 se suministra a un recalentador dentro de la caldera 10 como vapor de recalentamiento a baja temperatura. El vapor de recalentamiento a alta temperatura recalentado por el recalentador se suministra a una turbina de presión intermedia 16, y el vapor de escape de la turbina de presión intermedia 16 se suministra a una turbina de baja presión 18. El vapor caliente de escape de la turbina de baja presión 18 se introduce en un condensador 26.

25

El condensado generado por el enfriamiento del vapor caliente de escape en el condensador 26 se suministra desde una bomba de condensado 28 a un desaireador 32 a través de un calentador de agua de alimentación de baja presión 30. El vapor de purga de la turbina de presión intermedia 16 se suministra al desaireador 32, y el oxígeno contenido en el agua de alimentación se elimina por el calor del vapor de purga. El agua de alimentación descargada desde el desaireador 32 se suministra a la caldera 10 a través de la bomba de alimentación 20 y el calentador de agua de alimentación de alta presión 22.

30

En este caso, el desaireador 32 tiene un tanque de almacenamiento de agua del desaireador que almacena agua de alimentación desaireada, y se proporciona una válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34 en una línea de suministro de condensado desde el condensador 26 al desaireador 32. La válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34 mantiene constante una cantidad del agua de alimentación almacenada en el tanque de almacenamiento de agua del desaireador. Por lo tanto, durante la operación estable, una cantidad del condensado suministrado al desaireador 32, una cantidad del agua de alimentación suministrada a la caldera 10, y una cantidad del vapor de purga de la turbina de presión intermedia 16 se mantienen en un equilibrio dado en el desaireador 32.

35

40

En tal central eléctrica, el control de salida se realiza de acuerdo con una instrucción de carga solicitada de un sistema de alimentación. Por ejemplo, el documento JP 2009-300038 A describe una configuración en la que el control de apertura de la válvula del regulador, el control del caudal de combustible o el control del caudal de agua de alimentación se realiza en función de una señal de carga solicitada a una caldera. Adicionalmente, cuando ocurre una fluctuación de frecuencia en un sistema de energía o una central eléctrica, se realiza un control de frecuencia por parte de un gobernador. Como se describió anteriormente, en una central eléctrica convencional, el control de salida de acuerdo con una instrucción de carga solicitada o una fluctuación de frecuencia se realiza mediante el control del caudal de vapor, el control de presión de vapor, el control del caudal de combustible, el control del caudal de aire o el control de apertura de la válvula del regulador mediante un sistema de vapor de una caldera o similar.

45

50

Por su parte, en los últimos años, además de las centrales eléctricas a gran escala como la descrita anteriormente, dicho control de salida se está introduciendo cada vez más en los sistemas de energía de fuentes de energía dispersas que utilizan energía natural como lo ejemplifica un parque eólico o una estación de energía fotovoltaica a gran escala. Dado que una cantidad de energía natural utilizable fluctúa debido a razones como la desaparición del viento en el caso de la energía eólica, Las fluctuaciones de salida ocurren con una fuente de energía dispersa. Dado que se producen fluctuaciones de frecuencia finas en el sistema de alimentación debido a tales fluctuaciones de salida, una central eléctrica requiere un control de salida capaz de estabilizar tales fluctuaciones de frecuencia. Convencionalmente, el control de frecuencia mediante el control de apertura de una válvula reguladora se ha realizado en una central eléctrica para estabilizar tales fluctuaciones de frecuencia.

55

60

El documento JP 4-252807 A describe un dispositivo de control del caudal de condensado en el que se basa la porción del preámbulo de la reivindicación 1 y la reivindicación 17.

65

Sin embargo, cuando las fluctuaciones de frecuencia de un sistema de energía son significativas, El control de frecuencia convencional mediante el control de apertura de una válvula reguladora es, por sí mismo, incapaz de

suprimir suficientemente las fluctuaciones y necesita que las fluctuaciones sean suprimidas por el control de un sistema de vapor de una caldera. Sin embargo, con control por el sistema de vapor de una caldera como la descrita en el documento JP 2009-300038 A o similar, por ejemplo, tiempo muerto o retraso en respuesta a una instrucción de caudal de combustible o retraso de la combustión del carbón como combustible en la caldera inhibe la capacidad de respuesta del control y evita la supresión de fluctuaciones rápidas. En particular, dado que las fluctuaciones de frecuencia en una fuente de energía dispersa ocurren en períodos de tiempo relativamente cortos, es extremadamente difícil mantener una alta precisión en la que el control de salida se ajuste a las fluctuaciones de frecuencia.

### Descripción de la Invención

De manera similar, con control del sistema de vapor de la caldera en respuesta a un cambio de carga ordinario, los retrasos en las instrucciones se vuelven prominentes cuando la tasa de cambio de carga es alta. Como resultado, de manera similar al caso de fluctuaciones de frecuencia, es difícil mantener una alta precisión en la que el control se ajusta a los cambios de carga.

La presente invención se ha realizado teniendo en cuenta tales problemas en la técnica convencional, y un objeto del mismo es proporcionar un dispositivo de control de caudal de condensado y un procedimiento de control para una central eléctrica que mejore la capacidad de respuesta a fluctuaciones de frecuencia o cambios de carga solicitados y pueda suprimir de manera confiable la frecuencia fluctuaciones o mejorar la precisión con la que la energía de salida se ajusta a las instrucciones de carga solicitadas.

Para resolver los problemas descritos anteriormente, un dispositivo de control de caudal de condensado para una central eléctrica de acuerdo con la presente invención comprende las características de la reivindicación 1 y es un dispositivo de control de caudal de condensado para una central eléctrica que está adaptado a una central eléctrica que incluye: una caldera; una turbina de vapor en la cual se introduce el vapor generado por la caldera; un generador accionado por la turbina de vapor; un condensador al que se suministra el vapor caliente de escape de la turbina de vapor; un desaireador en el que el condensado generado por el condensador se suministra a través de una válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador y en el que se introduce el vapor de purga de la turbina de vapor; y una bomba de alimentación que suministra agua de alimentación desaireada por el desaireador a la caldera, en donde el dispositivo de control del caudal de condensado comprende una unidad de ajuste del nivel de agua que conduce el control del caudal de condensado, en el que se introduce una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado, y que ajusta la presión en una ruta de flujo de condensado que se extiende desde la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador hasta el desaireador para que se suprima la fluctuación de frecuencia ingresada o un valor de salida del generador se ajuste al cambio de carga solicitado ingresado, ajustando así una cantidad de vapor de purga de la turbina de vapor.

Con el dispositivo de control del caudal de condensado para una central eléctrica de acuerdo con la presente invención, la cantidad de vapor de purga de la turbina de vapor se controla ajustando la presión en la trayectoria del flujo de condensado desde la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador hasta el desaireador de acuerdo con una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado. Por ejemplo, la salida del generador se puede aumentar reduciendo la cantidad de vapor de purga, y la salida del generador se puede reducir aumentando la cantidad de vapor de purga. El control de salida variando la cantidad de vapor de purga como se describió anteriormente tiene una mayor capacidad de respuesta que el control de salida por un sistema de vapor de una caldera. Por lo tanto, agregando la configuración actual al control de salida por el sistema de vapor de la caldera, la capacidad de respuesta se puede mejorar significativamente en comparación con las configuraciones convencionales.

Por consiguiente, según el dispositivo de control de caudal de condensado para una central eléctrica, se puede mejorar la supresión de las fluctuaciones de frecuencia o la precisión con la que la energía de salida se ajusta a las instrucciones de carga solicitadas. Adicionalmente, dado que la cantidad de vapor de purga se puede controlar sin proporcionar una nueva válvula de control de la cantidad de vapor de purga, una central eléctrica se puede realizar a bajo coste. Además, el control de salida por un sistema de vapor de una caldera se refiere al control del caudal de combustible, el control del caudal de agua de alimentación, el control del caudal de aire, el control del caudal de vapor, el control de presión de vapor, el control de apertura de la válvula del regulador, o similar.

En otras palabras, el dispositivo de control de caudal de condensado para una central eléctrica está diseñado para que la energía de un dispositivo del lado de la turbina de vapor se extraiga temporalmente y se use para mejorar la precisión de conformidad con una configuración de frecuencia objetivo o una configuración de carga solicitada. Por lo tanto, se puede lograr la supresión de las fluctuaciones de frecuencia y la reducción de la desviación de salida durante los cambios de carga alta. En particular, dado que una reducción en la desviación de salida durante los cambios de alta carga reduce un aumento en la apertura de una válvula reguladora que controla la salida del generador, se puede reducir una desviación principal de la presión de vapor.

Favorablemente, la central eléctrica comprende un calentador de baja presión que está dispuesto en el camino del flujo de condensado y al que se suministra vapor de purga de la turbina de vapor, y que además calienta el condensado.

- De acuerdo con esta configuración, el calentador de baja presión puede aumentar de manera eficiente la temperatura del agua de alimentación que se suministra a la caldera. Por otro lado, con esta configuración, La cantidad de vapor de purga suministrada al calentador de baja presión se controla ajustando la presión de la trayectoria del flujo de condensado. Por lo tanto, incluso si se usa un calentador de baja presión, las fluctuaciones de frecuencia se pueden
- 5 suprimir con precisión o se puede aumentar la precisión en que la energía de salida se ajusta a las instrucciones de carga solicitadas.
- De acuerdo con la invención, basado en una relación establecida de antemano entre una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado y un nivel de agua o una cantidad de agua de retención del desaireador, la unidad de
- 10 ajuste del nivel de agua calcula un valor de ajuste del nivel de agua o un valor de ajuste de la cantidad de agua retenida a partir de la fluctuación de frecuencia o el cambio de carga solicitado y envía una instrucción de apertura a la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador para que el nivel de agua o la cantidad de agua de retención del desaireador asume el valor de ajuste del nivel de agua o el valor de ajuste de la cantidad de agua de retención.
- 15 Con esta configuración, la cantidad de vapor de purga de la turbina de vapor se controla cambiando el valor de ajuste de un nivel de agua o el valor de ajuste de la cantidad de agua de retención. De acuerdo con esta configuración, la presión de la ruta del flujo de condensado se puede ajustar para controlar la cantidad de vapor de purga de la turbina de vapor con una configuración simple y confiable.
- 20 Además, en esta configuración, tanto una fluctuación de frecuencia como un cambio de carga solicitado pueden usarse para calcular el valor de ajuste del nivel de agua o el valor de ajuste de la cantidad de agua de retención. Asimismo, una instrucción de apertura de la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador puede ser un valor de instrucción de apertura o un par que consta de un límite superior de apertura y un límite inferior de apertura.
- 25 Favorablemente, el dispositivo de control de caudal de condensado para una central eléctrica comprende además una unidad de retorno que realiza el control de retorno para devolver un valor de ajuste del nivel de agua, un valor de ajuste de la cantidad de agua retenida, o una apertura de la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador a un valor de ajuste antes de que la unidad de ajuste del nivel de agua controle el caudal de condensado cuando se cumple una
- 30 condición de retorno predeterminada.
- De acuerdo con esta configuración, el valor de ajuste del nivel del agua, el valor de ajuste de la cantidad de agua retenida, o la apertura de la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador se puede restaurar con una configuración simple y confiable. Por lo tanto, se puede evitar que el nivel de agua del desaireador caiga por debajo de un límite inferior cuando la unidad de ajuste del nivel de agua ejecuta el control del caudal de condensado.
- 35 Adicionalmente, como resultado de la restauración del nivel de agua del desaireador, la unidad de ajuste del nivel de agua puede ejecutar repetidamente el control del caudal de condensado.
- Favorablemente, la unidad de retorno devuelve el valor de ajuste del nivel de agua, el valor de ajuste de la cantidad de agua retenida, o la apertura de la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador a un valor de ajuste antes de
- 40 que la unidad de ajuste del nivel de agua controle el caudal de condensado, ya sea a una tasa de cambio constante o en etapas.
- De acuerdo con esta configuración, dado que se puede evitar un cambio brusco de salida debido a la ejecución del control de retorno, la desestabilización de una operación de la central eléctrica puede prevenirse y la central eléctrica
- 45 puede funcionar de manera estable.
- Favorablemente, la unidad de retorno calcula una desviación entre un valor final de instrucción de una carga solicitada en el cambio de carga solicitado y un valor de salida del generador, y realiza el control de retorno cuando la desviación es igual o inferior a un umbral preestablecido como condición de retorno.
- 50 De acuerdo con esta configuración, se controla una desviación entre el valor final de la instrucción de una carga solicitada y el valor de salida de energía, y el control de retorno se realiza cuando la desviación es igual o cae por debajo de un umbral preestablecido. Por lo tanto, dado que el control de retorno se ejecuta antes de que el valor de salida de energía alcance el valor final de la instrucción de una carga solicitada, se puede evitar una salida de energía
- 55 excesiva.
- Favorablemente, la unidad de retorno calcula una tasa de cambio del valor de salida del generador y realiza el control de retorno cuando la tasa de cambio iguala o excede un umbral predeterminado como la condición de retorno.
- 60 De acuerdo con esta configuración, la tasa de cambio del valor de salida de energía se controla y el control de retorno se realiza cuando la tasa de cambio es igual o superior a un umbral preestablecido. Por lo tanto, dado que el control de retorno se ejecuta antes de que el valor de salida de energía alcance el valor final de la instrucción de una carga solicitada, se puede evitar una salida de energía excesiva.
- 65 Favorablemente, un valor detectado de un nivel de agua o una cantidad de agua de retención del desaireador se ingresa a la unidad de retorno, y la unidad de retorno realiza el control de retorno cuando el valor detectado del nivel

de agua o la cantidad de agua de retención alcanza un valor de ajuste del agua nivel o la cantidad de agua de retención como la condición de retorno.

5 De acuerdo con esta configuración, el valor de ajuste previo al control del caudal de condensado se puede restablecer con una configuración simple y confiable.

Favorablemente, la unidad de retorno realiza el control de retorno al transcurrir un período establecido que se establece de antemano desde el momento en que ocurre la fluctuación de frecuencia o el cambio de carga solicitado como condición de retorno.

10 De acuerdo con esta configuración, un valor de ajuste previo al control del caudal de condensado se puede restablecer con un control simple y estable.

15 Favorablemente, la unidad de retorno realiza el control de retorno al transcurrir un período establecido que se establece de antemano desde un momento en que la frecuencia o el valor de salida del generador alcanza un ajuste de frecuencia objetivo o un ajuste de carga solicitado como condición de retorno.

20 Con esta configuración, el nivel de agua del desaireador puede volver al valor de ajuste antes del control del caudal de condensado al transcurrir un período establecido que permita una estabilización suficiente del nivel de agua del desaireador y la salida que había cambiado debido al control del caudal de condensado con respecto a la fluctuación de frecuencia o al cambio de carga solicitado. De acuerdo con esta configuración, se puede suprimir la perturbación debida a las fluctuaciones de salida al restaurar el nivel de agua del desaireador, y el nivel de agua del desaireador se puede devolver al valor de ajuste antes del control del caudal de condensado con un control simple y de manera estable para suprimir las fluctuaciones de salida.

25 Favorablemente, la unidad de ajuste del nivel de agua calcula un valor de ajuste del nivel de agua o un valor de ajuste de la cantidad de agua de retención basándose en un valor diferencial de un ancho de la fluctuación de frecuencia o un valor diferencial del cambio de carga solicitado.

30 De acuerdo con esta configuración, la salida de energía excesiva se puede prevenir de manera confiable cuando la fluctuación de frecuencia o el cambio de carga solicitado cambian abruptamente.

35 Favorablemente, un valor detectado de un nivel de agua o una cantidad de agua de retención del desaireador en el momento en que ocurre la fluctuación de frecuencia o el cambio de carga solicitado se ingresa a la unidad de ajuste del nivel de agua, y cuando el valor detectado del nivel de agua o el valor detectado de la cantidad de agua de retención es inferior a un umbral establecido de antemano, la unidad de ajuste del nivel de agua desactiva el control del caudal de condensado o realiza el control del caudal de condensado mientras ajusta el valor de ajuste del nivel de agua o el valor de ajuste de la cantidad de agua de retención.

40 De acuerdo con esta configuración, se evita que el nivel de agua del desaireador caiga por debajo de un límite inferior y la central eléctrica puede funcionar de manera estable.

45 Favorablemente, el dispositivo de control de caudal de condensado para una central eléctrica comprende además: una unidad de cálculo de recuento de control permisible que muestra al menos un valor estimado de una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado que se estima que se ingresa y que calcula un número restante de veces la unidad de ajuste del nivel de agua puede realizar el control del caudal de condensado en función del valor estimado, un valor detectado de un nivel de agua o una cantidad de agua de retención del desaireador, y un límite inferior del nivel de agua o la cantidad de agua de retención del desaireador; y una unidad de visualización que muestra el número restante de veces calculado por la unidad de cálculo de recuento de control permisible en asociación con el valor estimado.

50 De acuerdo con esta configuración, un administrador de una central eléctrica puede tomar instantáneamente una decisión sobre si una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado puede ser acomodado por el control del caudal de condensado ejecutado por la unidad de ajuste del nivel de agua.

55 Favorablemente, el dispositivo de control de caudal de condensado para una central eléctrica comprende además un interruptor que puede ser operado por un administrador y que se usa para cambiar entre habilitar y deshabilitar el control de caudal de condensado por la unidad de ajuste del nivel de agua.

60 De acuerdo con esta configuración, la ejecución del control del caudal de condensado por parte de la unidad de ajuste del nivel de agua puede permitirse o prohibirse según la decisión del administrador. Por lo tanto, el administrador puede acomodar una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado de manera flexible.

65 Favorablemente, cuando se ingresa la fluctuación de frecuencia o el cambio de carga solicitado que es consistente con el valor estimado y la cantidad de veces calculadas con base en el valor estimado es cero, el control del caudal de condensado por la unidad de ajuste del nivel de agua se desactiva independientemente de las operaciones del

interruptor por parte del administrador.

De acuerdo con esta configuración, la ejecución del control del caudal de condensado por la unidad de ajuste del nivel de agua puede prohibirse cuando el número de veces es cero, independientemente de la decisión tomada por el administrador. Por lo tanto, se puede evitar que el control del caudal de condensado se ejecute erróneamente y la central eléctrica se puede operar de manera estable.

Favorablemente, la central eléctrica comprende una unidad de suministro de agua de reposición que suministra agua de reposición al desaireador de acuerdo con un nivel de agua o una cantidad de agua de retención del desaireador, y la unidad de suministro de agua de reposición incluye un tanque de agua de reposición que almacena el agua de reposición, una unidad de ajuste de la cantidad de suministro de agua de reposición que ajusta la cantidad de suministro de agua de reposición que se suministra desde el tanque de agua de reposición al desaireador, y una unidad de calentamiento que calienta el agua de reposición.

De acuerdo con esta configuración, dado que la central eléctrica comprende la unidad de suministro de agua de reposición, incluso cuando el nivel de agua en el desaireador cae debido al control del caudal de condensado con respecto a una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado, el nivel del agua puede restablecerse suministrando agua de reposición al desaireador mediante la unidad de reposición de agua de reposición. Por lo tanto, de acuerdo con esta configuración, la caldera puede funcionar de manera estable.

Favorablemente, la unidad de calefacción calienta el agua de reposición utilizando el calor residual de la caldera o el calor residual de otra fuente de calefacción.

De acuerdo con esta configuración, el calor residual se usa de manera eficiente y se mejora la eficiencia del calor en toda la central eléctrica.

Adicionalmente, un procedimiento de control de caudal de condensado para una central eléctrica de acuerdo con la presente invención es un procedimiento de control de caudal de condensado para una central eléctrica con las características de la reivindicación 17, que es aplicable a una central eléctrica que tiene: una caldera; una turbina de vapor en la cual se introduce el vapor generado por la caldera; un generador accionado por la turbina de vapor; un condensador al que se suministra el vapor caliente de escape de la turbina de vapor; un desaireador en el que el condensado generado por el condensador se suministra a través de una válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador y en el que se introduce el vapor de purga de la turbina de vapor; y una bomba de alimentación que suministra agua de alimentación desaireada por el desaireador a la caldera, el procedimiento que implementa el control de la caudal de condensado de manera tal que se ingresa una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado, y la presión en una ruta de flujo de condensado desde la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador hasta el desaireador se ajusta de modo que se suprima la fluctuación de frecuencia ingresada o una salida el valor del generador se ajusta al cambio de carga solicitado ingresado, ajustando así la cantidad de vapor de purga de la turbina de vapor.

Con el procedimiento de control del caudal de condensado para una central eléctrica de acuerdo con la presente invención, la cantidad de vapor de purga de la turbina de vapor se controla ajustando la presión en la trayectoria del flujo de condensado desde la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador hasta el desaireador de acuerdo con una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado. El control de salida al variar la cantidad de vapor de purga tiene una mayor capacidad de respuesta que el control de salida por un sistema de vapor de una caldera. Por lo tanto, agregando la configuración actual al control de salida por el sistema de vapor de la caldera, la capacidad de respuesta se puede mejorar significativamente en comparación con las configuraciones convencionales.

Por consiguiente, de acuerdo con el procedimiento de control del caudal de condensado para una central eléctrica, se puede mejorar la supresión de las fluctuaciones de frecuencia o la precisión con la que la energía de salida se ajusta a las instrucciones de carga solicitadas. Adicionalmente, dado que la cantidad de vapor de purga se puede controlar sin proporcionar una nueva válvula de control de la cantidad de vapor de purga, El dispositivo de control de caudal de condensado para una central eléctrica se puede realizar a un bajo coste.

Como se describió anteriormente, de acuerdo con la presente invención, se proporcionan un dispositivo de control de caudal de condensado y un procedimiento de control para una central eléctrica que mejoran la capacidad de respuesta a las fluctuaciones de frecuencia o los cambios de carga solicitados y que son capaces de reducir las fluctuaciones de frecuencia con precisión o mejorar la precisión con la que la salida de energía se ajusta a las instrucciones de carga solicitadas.

#### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de configuración general de una central eléctrica que comprende un dispositivo de control de central eléctrica de acuerdo con una primera realización de la presente invención;

La figura 2 es un diagrama de configuración específica del dispositivo de control de acuerdo con la primera realización de la presente invención;

- La figura 3 es un diagrama que muestra un ejemplo de configuración de una unidad de ajuste del nivel de agua en el dispositivo de control según la primera realización de la presente invención;
- La figura 4 es un gráfico que describe cómo la salida de energía se ajusta a un ajuste de carga objetivo de acuerdo con la primera realización;
- 5 La figura 5A es un diagrama para describir un procedimiento de restaurar una abertura de una válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador en etapas, y la figura 5B es un diagrama para describir un procedimiento para restaurar la apertura de la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador a una tasa de cambio constante;
- La figura 6 es un diagrama para describir el establecimiento de un período de una unidad de retorno;
- 10 La figura 7A es un diagrama para describir un procedimiento para restaurar un valor de ajuste de un nivel de agua de un desaireador en etapas, y la figura 7B es un diagrama para describir un procedimiento para restaurar el valor de ajuste del nivel de agua del desaireador a una tasa de cambio constante;
- La figura 8 es un diagrama de configuración general que muestra una primera modificación de una central eléctrica;
- La figura 9 es un diagrama de configuración general que muestra una segunda modificación de una central eléctrica;
- 15 La figura 10 es un diagrama de configuración general que muestra una tercera modificación de una central eléctrica;
- La figura 11 es un diagrama de configuración general que muestra una cuarta modificación de una central eléctrica;
- La figura 12 es un diagrama que describe una función de visualización según la primera realización de la presente invención;
- 20 La figura 13 es un diagrama de configuración específica de un dispositivo de control de acuerdo con una segunda realización de la presente invención;
- La figura 14 es un diagrama que muestra un ejemplo de configuración de una unidad de ajuste del nivel de agua en el dispositivo de control según la segunda realización de la presente invención;
- La figura 15 es un diagrama de configuración específica de un dispositivo de control de acuerdo con una tercera realización de la presente invención;
- 25 La figura 16 es un diagrama que muestra un ejemplo de configuración de una unidad de ajuste del nivel de agua en el dispositivo de control según la tercera realización de la presente invención;
- La figura 17 es un diagrama que muestra un ejemplo de configuración de una unidad de ajuste del nivel de agua y una unidad de retorno en un dispositivo de control de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención;
- 30 La figura 18A es un gráfico que describe cómo la salida de energía se ajusta a una configuración de carga objetivo de acuerdo con la cuarta realización, y la figura 18B es un gráfico que describe un cambio en el tiempo en la desviación de salida de acuerdo con la cuarta realización;
- La figura 19 es un diagrama que muestra un ejemplo de configuración de una unidad de ajuste del nivel de agua y una unidad de retorno en un dispositivo de control de acuerdo con una quinta realización de la presente invención;
- 35 La figura 20A es un gráfico que describe cómo la salida de energía se ajusta a una configuración de carga objetivo de acuerdo con la quinta realización, y la figura 20B es un gráfico que describe un cambio en el tiempo en una tasa de cambio de salida de acuerdo con la quinta realización;
- La figura 21 es un diagrama que muestra un ejemplo de configuración de una unidad de ajuste del nivel de agua y una unidad de retorno en un dispositivo de control de acuerdo con una sexta realización de la presente invención;
- 40 La figura 22A es un gráfico que describe cómo la salida de energía se ajusta a un ajuste de carga objetivo de acuerdo con la sexta realización, y la figura 22B es un gráfico que describe un cambio en el tiempo en una tasa de cambio de salida de acuerdo con la sexta realización y en la desviación de salida de acuerdo con la cuarta realización;
- La figura 23 es un diagrama que muestra el contenido de visualización de una unidad de visualización en un dispositivo de control según una séptima realización de la presente invención;
- 45 La figura 24 es un diagrama que describe una parte de una configuración de una unidad de cálculo de recuento de control permitida incluida en el dispositivo de control según la séptima realización de la presente invención;
- La figura 25 es un diagrama para describir un procedimiento de cálculo ejecutado por la unidad de cálculo de recuento de control permisible incluida en el dispositivo de control según la séptima realización de la presente invención;
- 50 La figura 26 es un diagrama para describir una unidad de conmutación de activación / desactivación del control del caudal de condensado incluida en el dispositivo de control según la séptima realización de la presente invención;
- La figura 27 es un diagrama que describe una parte de una configuración de una unidad de cálculo de recuento de control permitida incluida en un dispositivo de control de acuerdo con una octava realización de la presente invención;
- 55 La figura 28 es un diagrama para describir un procedimiento de cálculo ejecutado por la unidad de cálculo de recuento de control permisible incluida en el dispositivo de control de acuerdo con la octava realización de la presente invención; y
- La figura 29 es un diagrama de configuración general de una central eléctrica convencional.

60 **Mejor modo para llevar a cabo la invención**

En lo sucesivo, se describirán con detalle las realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención en una forma de ejemplo con referencia a los dibujos. Sin embargo, cabe señalar que, a menos que se indique específicamente lo contrario, las dimensiones, materiales, formas, disposiciones relativas, y similares de los componentes descritos en las realizaciones a continuación no pretenden limitar el espíritu y el alcance de la invención a tales dimensiones, materiales, formas, disposiciones relativas, y similares, y son simplemente ejemplos.

(Primera realización)

5 En primer lugar, se describirá una configuración de una central eléctrica a la que se adapta una realización de la presente invención. La figura 1 es un diagrama de configuración general de una central eléctrica que comprende un dispositivo de control 36 de acuerdo con una primera realización de la presente invención. Un lado del sistema de vapor de la central eléctrica comprende una caldera 10, una turbina de alta presión 14, una turbina de presión intermedia 16 y una turbina de baja presión 18. Adicionalmente, un lado del sistema de condensado comprende un condensador 26, un calentador de agua de alimentación de baja presión (calentador de baja presión) 30, un desaireador 32 y un calentador de agua de alimentación de alta presión 22.

15 La caldera 10 calienta el agua de alimentación suministrada desde el calentador de agua de alimentación de alta presión 22 para generar vapor principal. El vapor principal se introduce en la turbina de alta presión 14 a través de una válvula reguladora 24. La válvula reguladora 24 controla principalmente la salida (salida de energía) del generador 12.

20 El vapor de escape que se descarga accionando la turbina de alta presión 14 se suministra a un recalentador dentro de la caldera 10 como vapor de recalentamiento a baja temperatura. El vapor de recalentamiento a alta temperatura recalentado por el recalentador se suministra a la turbina de presión intermedia 16 y el vapor de escape de la turbina de presión intermedia 16 se suministra a la turbina de baja presión 18. El vapor caliente de escape de la turbina de baja presión 18 se introduce en el condensador 26.

25 El condensado generado por el enfriamiento del vapor caliente de escape en el condensador 26 se suministra desde una bomba de condensado 28 al desaireador 32 a través del calentador de agua de alimentación de baja presión 30. Un caudal del condensado suministrado al desaireador 32 se ajusta mediante una válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34 que está instalada en una línea de agua de alimentación (trayectoria del flujo de condensado) en un lado aguas arriba del desaireador 32.

30 Como un ejemplo, la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34 está instalada entre la bomba de condensado 28 y el calentador de agua de alimentación de baja presión 30. El vapor de purga de la turbina de presión intermedia 16 se suministra al desaireador 32, y el oxígeno contenido en el agua de alimentación se elimina por el calor del vapor de purga. El agua de alimentación de la que se ha eliminado el oxígeno se almacena en un tanque de almacenamiento de agua del desaireador del desaireador 32. La bomba de alimentación 20 suministra el agua de alimentación almacenada en el tanque de almacenamiento de agua del desaireador a la caldera 10 a través del calentador de agua de alimentación de alta presión 22.

35 Además, aunque no se muestra, el desaireador 32 está provisto de un detector de nivel de agua como una unidad de detección de nivel de agua para detectar un nivel de agua del agua de alimentación almacenada en el tanque de almacenamiento de agua del desaireador (un nivel de agua del desaireador 32). Un valor detectado del nivel de agua detectado por el detector de nivel de agua se introduce en el dispositivo de control 36.

40 El calentador de agua de alimentación de alta presión 22 y el calentador de agua de alimentación de baja presión 30 condensan el calor o el agua de alimentación que fluye dentro del mismo usando vapor. El vapor suministrado al calentador de agua de alimentación de alta presión 22 es vapor de purga extraído del centro de la turbina de alta presión 14. El vapor suministrado al calentador de agua de alimentación a baja presión 30 es vapor de purga extraído del centro de la turbina de baja presión 18.

45 La central eléctrica configurada como se describe anteriormente comprende el dispositivo de control 36. El dispositivo de control 36 está compuesto por una computadora que está constituida por, por ejemplo, una unidad de procesamiento, un dispositivo de almacenamiento, un dispositivo de entrada / salida, y similares. El dispositivo de control 36 incluye una unidad de control del lado del sistema de vapor 38 y una unidad de control del lado del sistema de condensado 39. Además, el dispositivo de control 36 de acuerdo con la presente realización solo necesita incluir al menos la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 y puede configurarse de modo que la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 se agregue a una unidad de control 38 del lado del sistema de vapor existente. El dispositivo de control 36 que comprende al menos la unidad de control del lado del sistema de condensado 50 39 también se denomina dispositivo de control del caudal de condensado.

55 Las configuraciones específicas de la unidad de control del lado del sistema de vapor 38 y la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 se describirán con referencia a las figuras 2 y 3. La figura 2 es un diagrama de configuración específico del dispositivo de control 36, y la figura 3 es un diagrama que muestra un ejemplo de configuración de la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 del dispositivo de control 36.

60 En la figura 2, una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado se introduce respectivamente en la unidad de control del lado del sistema de vapor 38 y la unidad de control del lado del sistema de condensado 39. Además, la fluctuación de frecuencia o el cambio de carga solicitado se calcula en función de una frecuencia del sistema o una carga solicitada por una cantidad de unidad de cálculo de cambio (no se muestra).



La unidad de control del lado del sistema de vapor 38 realiza el control de salida del generador 12 controlando los parámetros del lado del sistema de vapor como en el caso del control del caudal de combustible, el control del caudal de agua de alimentación, el control del caudal de aire, el control del caudal de vapor, el control de presión de vapor, el control de apertura de la válvula del regulador, o similar.

5 En el ejemplo mostrado en la figura 2, la unidad de control lateral del sistema de vapor 38 realiza el control del caudal de combustible, el control del caudal de agua de alimentación y el control del caudal de aire. En la figura 2, L1 denota un tiempo muerto con respecto a una instrucción de caudal de combustible, L2 denota un tiempo muerto con respecto a una instrucción de caudal de agua de alimentación, L3 denota un tiempo muerto con respecto a una instrucción de control del caudal de aire, T1 denota un retraso en una instrucción de caudal de combustible, T2 denota un retraso de combustión en la caldera, T3 denota un retraso en una instrucción de caudal de agua de alimentación, y T4 denota un retraso en una instrucción de control de caudal de aire.

15 En primer lugar, la unidad de control del lado del sistema de vapor 38 calcula una instrucción de caudal de combustible para suprimir una fluctuación de frecuencia o una instrucción de caudal de combustible de acuerdo con un cambio de carga solicitado y envía la instrucción de caudal de combustible a una unidad de ajuste de caudal de combustible (no mostrada) de la caldera 10. De acuerdo con la instrucción del caudal de combustible, por ejemplo, la unidad de ajuste del caudal de combustible de la caldera 10 suministra carbón como combustible.

20 Además, en realidad, un caudal de combustible que se ajusta mediante la unidad de ajuste del caudal de combustible de la caldera 10 contiene un tiempo muerto L1 y una constante de tiempo T1 con respecto a la instrucción de caudal de combustible como se indica por el número de referencia 41. Adicionalmente, un caudal de vapor generado por la caldera 10 contiene además una constante de tiempo T2 con respecto al caudal de combustible como se indica por el número de referencia 42.

25 De forma similar, con un caudal de agua de alimentación, la unidad de control del lado del sistema de vapor 38 calcula una instrucción de caudal de agua de alimentación para suprimir una fluctuación de frecuencia o una instrucción de caudal de agua de alimentación de acuerdo con un cambio de carga solicitado y envía la instrucción de caudal de agua de alimentación a una unidad de ajuste de caudal de agua de alimentación (no se muestra) de la caldera 10. Además, en realidad, un caudal de agua de alimentación que se ajusta mediante la unidad de ajuste del caudal de agua de alimentación de la caldera 10 contiene un tiempo muerto L2 y una constante de tiempo T3 con respecto a la instrucción de caudal de agua de alimentación como se indica por el número de referencia 43.

35 Asimismo, de forma similar, con un caudal de aire, la unidad de control del lado del sistema de vapor 38 calcula una instrucción de caudal de aire para suprimir una fluctuación de frecuencia o una instrucción de caudal de aire de acuerdo con un cambio de carga solicitado y envía la instrucción de caudal de aire a una unidad de ajuste de caudal de aire (no mostrada) de la caldera 10. Además, en realidad, un caudal de aire que se ajusta mediante la unidad de ajuste del caudal de aire de la caldera 10 contiene un tiempo muerto L3 y una constante de tiempo T4 con respecto a la instrucción de caudal de aire como se indica por el número de referencia 44.

40 Como se describió anteriormente, con control por la unidad de control lateral del sistema de vapor 38, es difícil ajustar el caudal de vapor, un caudal de agua de alimentación, o un caudal de aire con precisión debido a retrasos en la respuesta a las señales de control.

45 Por el contrario, en la presente realización, el dispositivo de control 36 comprende la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 descrita en detalle a continuación y es capaz de mejorar significativamente la capacidad de respuesta del control debido a la unidad de control del lado del sistema de condensado 39.

50 La unidad de control del lado del sistema de condensado 39 realiza el control de salida del generador 12 controlando la presión de una ruta de flujo de condensado que se extiende desde la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34 hasta el desaireador 32. Específicamente, el control de salida se realiza por medio del control del caudal de condensado (control del nivel de agua del desaireador) en el que se controla un caudal de condensado que fluye a través de la trayectoria del flujo de condensado.

55 La unidad de control del lado del sistema de condensado 39 comprende una unidad de ajuste del nivel de agua 40 que ejecuta el control del caudal de condensado. Basado en una relación entre una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado establecido de antemano y un nivel de agua del tanque de almacenamiento de agua del desaireador 32, la unidad de ajuste del nivel de agua 40 calcula un valor de ajuste del nivel de agua a partir de la fluctuación de frecuencia o el cambio de carga solicitado. Adicionalmente, la unidad de ajuste del nivel de agua 40 emite una instrucción de apertura a la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34 para que el nivel de agua del tanque de almacenamiento de agua del desaireador sea igual al valor de ajuste del nivel de agua.

65 Según la relación entre la fluctuación de frecuencia o el cambio de carga solicitado establecido de antemano y el nivel de agua del desaireador 32, un valor de ajuste del nivel de agua que hace que la cantidad de vapor de purga de la turbina de baja presión 18 varíe en una dirección que suprime la fluctuación de frecuencia está asociada con la fluctuación de frecuencia, y un valor de ajuste del nivel de agua que causa la cantidad de vapor de purga de la turbina

de baja presión 18 para variar en una dirección en la que el valor de salida del generador 12 se ajusta al cambio de carga solicitado está asociado con el cambio de carga solicitado.

5 Además, la instrucción de apertura de la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34 puede ser un valor de instrucción de apertura o un par que consta de un límite superior de apertura y un límite inferior de apertura que limita la apertura de la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34 dentro de un rango predeterminado.

10 Por ejemplo, tal y como se muestra en la figura 3, la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 comprende una unidad de función de tabla 51, una unidad de función de corrección 52, un sumador 53, una unidad de cálculo de desviación 54, y un controlador 55 como la unidad de ajuste del nivel de agua 40.

15 Una función de un ancho de fluctuación del nivel del agua con respecto a un ancho de fluctuación de frecuencia se establece de antemano a la unidad de función de tabla 51. En otras palabras, la cantidad de fluctuación del nivel de agua del desaireador 32 correspondiente al ancho de fluctuación de frecuencia se establece en la unidad de función de tabla 51, y la unidad de función de tabla 51 emite una cantidad de fluctuación del nivel de agua que corresponde a un ancho de fluctuación de frecuencia ingresado. Además, en la unidad de función de tabla 51, la cantidad de fluctuación del nivel de agua se ajusta de manera que la cantidad de vapor de purga de la turbina de vapor varíe en una dirección que suprima la fluctuación de frecuencia correspondiente.

20 La unidad de función de corrección 52 corrige un ancho de fluctuación introducido del nivel de agua de acuerdo con el desaireador 32. La unidad de función de corrección 52 multiplica la cantidad de fluctuación del nivel de agua emitida desde la unidad de función de tabla 51 por un factor apropiado tal como -1, y genera un producto obtenido como una cantidad de corrección del nivel de agua.

25 Un valor detectado del nivel de agua en el momento de la entrada del ancho de fluctuación de frecuencia se introduce en el sumador 53 junto con la cantidad de corrección del nivel de agua emitida por la unidad de función de corrección 52. El sumador 53 calcula una suma de la cantidad de corrección del nivel de agua y el valor detectado del nivel de agua, y genera la suma obtenida como un nuevo valor de ajuste del nivel de agua.

30 Además, un valor de ajuste del nivel de agua al producirse una fluctuación de frecuencia puede ingresarse al sumador 53 en lugar del valor detectado del nivel de agua.

35 Un valor actual detectado (valor de proceso) del nivel de agua se introduce en la unidad de cálculo de desviación 54 junto con el nuevo valor de ajuste del nivel de agua emitido por el sumador 53. La unidad de cálculo de desviación 54 calcula una desviación entre el nuevo valor de ajuste del nivel del agua y el valor del proceso, y genera la desviación obtenida.

40 El controlador 55 ejecuta, por ejemplo, el control proporcional basado en la desviación introducida. En otras palabras, el controlador 55 genera una instrucción de apertura que reduce la desviación y envía la instrucción de apertura a la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34.

45 Además, un valor de ajuste (valor inicial) del nivel del agua hasta justo antes de ingresar el ancho de fluctuación de frecuencia es, por ejemplo, establecido en función de una función predeterminada de acuerdo con un valor establecido estáticamente de la carga solicitada hasta justo antes de que se ingrese el ancho de fluctuación de frecuencia. Por lo tanto, hasta justo antes de ingresar el ancho de fluctuación de frecuencia, se genera una instrucción de apertura para que el valor del proceso del nivel del agua se acerque al valor inicial del nivel del agua y la instrucción de apertura se envíe a la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34.

50 Adicionalmente, la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 comprende una unidad de función de tabla 56, una unidad de función de tabla 57, un multiplicador (integrador) 58, una unidad de función de corrección 59, un sumador 60, una unidad de cálculo de desviación 61, y un controlador 62 como la unidad de ajuste del nivel de agua 40.

55 Una función de un ancho de fluctuación del nivel del agua con respecto al ancho de cambio de carga solicitado se establece de antemano en la unidad de función de tabla 56. En otras palabras, la cantidad de fluctuación del nivel de agua del desaireador 32 correspondiente al ancho de cambio de carga solicitado se establece en la unidad de función de tabla 56, y la unidad de función de tabla 56 emite una cantidad de fluctuación del nivel de agua que corresponde a un ancho de cambio de carga solicitado ingresado. Además, en la unidad de función de tabla 56, la cantidad de fluctuación del nivel de agua se ajusta de modo que la cantidad de vapor de purga de la turbina de vapor varíe en una dirección en la que la salida del generador 12 se ajusta a un cambio de carga correspondiente.

60 Una función de un factor de aumento de un ancho de fluctuación del nivel de agua correspondiente a una tasa de cambio de carga solicitada se establece de antemano a la unidad de función de tabla 57. En otras palabras, un factor de aumento de la cantidad de fluctuación del nivel de agua correspondiente a la tasa de cambio de carga solicitada se establece en la unidad de función de tabla 57, y la unidad de función de tabla 57 emite un factor de aumento de una cantidad de fluctuación del nivel de agua que corresponde a un ancho de cambio de carga solicitado introducido.

Además, en la unidad de función de tabla 57, el factor de aumento de la cantidad de fluctuación del nivel del agua se establece de modo que cuanto mayor sea la tasa de cambio de carga solicitada en exceso de un valor predeterminado, cuanto mayor es el factor de aumento. Por ejemplo, el factor de aumento está dentro de un rango de 1 o más y 2 o menos.

5 El multiplicador 58 multiplica una cantidad de fluctuación introducida del nivel de agua por el factor de aumento de la cantidad de fluctuación, y genera un producto obtenido como una cantidad de fluctuación del nivel de agua.

10 La unidad de función de corrección 59 corrige el ancho de fluctuación del nivel del agua de acuerdo con el desaireador 32. La unidad de función de corrección 59 multiplica la cantidad de fluctuación del nivel de agua emitida desde el multiplicador 58 por un factor apropiado tal como -1, y genera el producto obtenido como una cantidad de corrección del nivel de agua.

15 Un valor detectado del nivel de agua en el momento de la entrada del ancho de cambio de carga solicitado se ingresa al sumador 60 junto con la cantidad de corrección del nivel de agua emitida por la unidad de función de corrección 59. El sumador 60 calcula una suma de la cantidad de corrección del nivel de agua y el valor detectado del nivel de agua, y genera la suma obtenida como un nuevo valor de ajuste del nivel de agua.

20 Además, un valor de ajuste del nivel de agua al producirse un cambio de carga solicitado puede ingresarse al sumador 60 en lugar del valor detectado del nivel de agua.

25 Un valor actual detectado (valor de proceso) del nivel de agua se introduce en la unidad de cálculo de desviación 61 junto con el nuevo valor de ajuste del nivel de agua emitido por el sumador 60. La unidad de cálculo de desviación 54 calcula una desviación entre el nuevo valor de ajuste del nivel del agua y el valor del proceso, y genera la desviación obtenida.

30 El controlador 62 ejecuta, por ejemplo, el control proporcional basado en la desviación introducida. En otras palabras, el controlador 62 genera una instrucción de apertura que reduce la desviación y envía la instrucción de apertura a la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34.

35 Además, en la presente realización, mientras se emite una instrucción de apertura basada en un nuevo valor de ajuste del nivel de agua, tanto en un caso donde se ingresa una fluctuación de frecuencia como en un caso donde se ingresa un cambio de carga solicitado, una instrucción de apertura se puede organizar para que se emita en función de un nuevo valor de ajuste del nivel de agua solo en cualquiera de los casos.

40 Adicionalmente, cuando se ingresa un cambio de carga solicitado, solo se puede organizar uno de los anchos de cambio de carga solicitados y una tasa de cambio de carga solicitada para ingresarlos. En este caso, por ejemplo, la unidad de función de tabla 57 puede omitirse y la cantidad de fluctuación del nivel de agua emitida por la unidad de función de tabla 56 puede ingresarse directamente a la unidad de función de corrección 59. Como alternativa, la unidad de función de tabla 56 puede omitirse y, al mismo tiempo, se puede usar otra unidad de función de tabla que genera una cantidad de fluctuación del nivel de agua basada en una tasa de cambio de carga solicitada ingresada en lugar de la unidad de función de tabla 57. Adicionalmente, la cantidad de fluctuación del nivel de agua emitida por la otra unidad de función de tabla puede ser directamente a la unidad de función de corrección 59.

45 Como se muestra, con el dispositivo de control 36 de la central eléctrica descrita anteriormente, variando la presión en la trayectoria del flujo de condensado que se extiende desde la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34 al desaireador 32 de acuerdo con una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado, La cantidad de vapor de purga suministrada al calentador de agua de alimentación de baja presión 30 desde la turbina de baja presión 18 se varía para controlar la salida del generador 12. En otras palabras, variando el nivel de agua del desaireador 32, la cantidad de vapor de purga suministrada al calentador de agua de alimentación de baja presión 30 desde la turbina de baja presión 18 se varía para controlar la energía de salida.

50 El control de salida al variar la cantidad de vapor de purga tiene una capacidad de respuesta mayor que la del control de salida de acuerdo con el sistema de vapor de la caldera 10, y al agregar la configuración actual al control de salida de acuerdo con el sistema de vapor de la caldera 10, la capacidad de respuesta se puede mejorar significativamente en comparación con las configuraciones convencionales. Por lo tanto, se puede mejorar la precisión en que la salida de energía se ajusta a las instrucciones de carga solicitadas.

60 Adicionalmente, en la configuración actual, dado que la energía de un dispositivo del lado de la turbina de vapor se extrae temporalmente y se utiliza para mejorar la precisión de conformidad con una configuración de frecuencia objetivo o una configuración de carga solicitada, se puede lograr la supresión de las fluctuaciones de frecuencia o la reducción de la desviación de salida durante un cambio de carga alta. En particular, dado que una reducción en la desviación de salida durante un aumento de carga a una alta tasa de cambio de carga reduce un aumento en la apertura de la válvula reguladora 24 que controla la salida de energía, se puede reducir una desviación principal de la presión de vapor. Asimismo, dado que la cantidad de vapor de purga puede controlarse sin proporcionar nuevamente una válvula de control de la cantidad de vapor de purga entre la turbina de baja presión 18 y el calentador de agua de

alimentación de baja presión 30, una central eléctrica se puede realizar a bajo coste.

La figura 4 es un gráfico que describe cómo la salida se ajusta a una configuración de carga objetivo.

- 5 En la figura 4, una línea de un ejemplo convencional representa un cambio en el tiempo de salida de energía cuando solo se usa el control de salida por la unidad de control del lado del sistema de vapor 38, y una línea de la primera realización representa un cambio en el tiempo de salida de energía cuando ambas salidas se usa el control por la unidad de control del lado del sistema de vapor 38 y el control de salida por la unidad de control del lado del sistema de condensado 39. Tal como se muestra mediante el gráfico de la figura 4, de acuerdo con la presente realización, se puede aumentar la conformidad con una configuración de carga objetivo (salida objetivo).

La configuración de la primera realización descrita anteriormente puede incluir las siguientes configuraciones.

- 15 La unidad de control del lado del sistema de condensado 39 puede comprender además una unidad de retorno 63 (véase la figura 1). Cuando se cumple una condición de retorno predeterminada, la unidad de retorno 63 ejecuta el control de retorno en el que el valor de ajuste del nivel de agua o la apertura de la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34 se devuelve a un valor de ajuste (valor inicial) antes del ajuste por la unidad de ajuste de nivel de agua 40. Favorablemente, la condición de retorno es que el valor detectado del nivel de agua del desaireador 32 alcanza el valor de ajuste del nivel de agua.

- 20 Adicionalmente, favorablemente, en un momento ( $t_1$ ) donde se cumple la condición de retorno, la unidad de retorno 63 devuelve la apertura de la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34 al valor inicial, ya sea en etapas como se muestra en la figura 5A o a una tasa de cambio constante como se muestra en la figura 5B. En este caso, la unidad de retorno 63 es una unidad de retorno de apertura de válvula.

- 25 Asimismo, al transcurrir un período establecido  $t_a$  que se establece de antemano desde un momento de ocurrencia  $t_0$  de una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado como se muestra en la figura 6, la unidad de retorno 63 puede devolver el nivel de agua del desaireador 32 al valor inicial, ya sea en etapas como se muestra en la figura 7A o a una tasa de cambio constante como se muestra en la figura 7B. En este caso, la unidad de retorno 63 es una unidad de retorno de ajuste de nivel de agua.

- 35 Además, al transcurrir un período establecido  $t_b$  que se establece de antemano desde un momento  $t_1$  en el que una frecuencia del sistema o una carga de solicitud ha alcanzado un ajuste de frecuencia objetivo o un ajuste de carga solicitado como se muestra en la figura 6, la unidad de retorno 63 puede devolver el valor de ajuste del nivel de agua del desaireador 32 al valor inicial, ya sea en etapas como se muestra en la figura 7A o a una tasa de cambio constante como se muestra en la figura 7B. En este caso, la unidad de retorno 63 es una unidad de retorno de ajuste de nivel de agua.

- 40 Asimismo, la central eléctrica puede comprender una unidad de suministro de agua de reposición. La unidad de suministro de agua de reposición repone el agua de alimentación al desaireador 32 cuando el nivel de agua del desaireador 32 cae en la unidad de control del lado del sistema de condensado 39. En este caso, la unidad de suministro de agua de reposición repone favorablemente el agua de alimentación calentada.

- 45 Las modificaciones de una central eléctrica a la que se puede adaptar el dispositivo de control 36 según la presente realización se describirán con referencia a las figuras 8 a 11. Las plantas de energía de acuerdo con estas modificaciones comprenden una unidad de suministro de agua de reposición.

- 50 En una primera modificación de la central eléctrica que se muestra en la figura 8, la unidad de suministro de agua de reposición comprende un tanque de agua de reposición 64 que suministra agua de reposición al desaireador 32, una bomba de agua de reposición 66, una válvula de control del caudal de agua de reposición 68 que realiza el control del caudal de agua de reposición, y un calentador de agua de reposición 70 que calienta el agua de reposición. Se puede usar un dispositivo existente como tanque de agua de reposición 64. Como alternativa, se puede usar un tanque de dispositivo de desalinización en lugar del tanque de agua de reposición 64. La válvula de control del caudal de agua de reposición 68 puede ser una válvula de ENCENDIDO / APAGADO.

- 55 El gas de escape de la caldera que se extrae de un puerto de gas de escape de la caldera 10 o una línea de gas de escape a una chimenea 72 se introduce en el calentador de agua de reposición 70, por lo que el calentador de agua de reposición 70 calienta el agua de reposición usando el gas de escape de la caldera.

- 60 Como fuente de calentamiento del agua de reposición utilizada por el calentador de agua de reposición 70, gas de escape de una caldera doméstica 74 como se usa en una segunda modificación mostrada en la figura 9, vapor de un sistema de vapor auxiliar tal como un cabezal de vapor auxiliar 76 como se usa en una tercera modificación mostrada en la figura 10, o gas de escape en un sistema de desulfuración 78 como se usa en una cuarta modificación mostrada en la figura 11 puede usarse además del gas de escape de la caldera.

- 65 Con la unidad de suministro de agua de reposición configurada como se describe anteriormente, cuando el nivel del

5 agua dentro del desaireador 32 cae, el agua de reposición se suministra al desaireador 32 desde el tanque de reposición de agua 64 por la bomba de reposición de agua 66. En este punto, el agua de reposición está dispuesta de tal manera que se suministra una cantidad de suministro establecida previamente por la válvula de control del caudal de agua de reposición 68 al desaireador 32. Como alternativa, se puede establecer de antemano un umbral del nivel del agua dentro del desaireador 32, por lo que el agua de reposición es suministrada por la unidad de suministro de agua de reposición una vez que un valor detectado del nivel de agua detectado por una unidad de detección de nivel de agua (no mostrada) del desaireador 32 es igual o cae por debajo del umbral.

10 Como se muestra, comprendiendo la unidad de suministro de agua de reposición que suministra agua de reposición al desaireador 32 de acuerdo con el nivel de agua del desaireador 32, incluso cuando el nivel de agua dentro del desaireador 32 cae debido al control del nivel de agua del desaireador 32 en respuesta a una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado, la caldera 10 puede funcionar de manera estable debido al suministro de agua de reposición al desaireador 32 por la unidad de suministro de agua de reposición.

15 Adicionalmente, la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 de acuerdo con la presente realización puede comprender la configuración mostrada en la figura 12 además de la configuración descrita anteriormente.

20 La unidad de control del lado del sistema de condensado 39 comprende una unidad de cálculo de recuento de control permisible 80 y una unidad de visualización 82. En primer lugar, un valor detectado del nivel de agua detectado por la unidad de detección de nivel de agua se introduce en la unidad de cálculo de recuento de control permisible 80. De acuerdo con un valor estimado de una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado que se estima que se ingresa y el valor detectado del nivel del agua, la unidad de cálculo de recuento de control permisible 80 calcula un número permitido de veces (un número restante de veces) de control del nivel de agua del desaireador con respecto a la fluctuación de frecuencia o el cambio de carga solicitado. Adicionalmente, la unidad de cálculo de recuento de control permisible 80 emite un resultado de cálculo a la unidad de visualización 82.

30 La unidad de visualización 82 está constituida por, por ejemplo, un monitor de cristal líquido o un monitor CRT y muestra el resultado del cálculo de la unidad de cálculo de recuento de control permisible 80. Por ejemplo, la unidad de visualización 82 muestra "Fluctuación de frecuencia: 0,0 Hz, número restante de veces acomodables: xx veces".

Esta pantalla significa que, con respecto a una fluctuación de frecuencia a 0,0 Hz, el número de veces que se puede acomodar el control del nivel de agua del desaireador es xx veces.

35 Adicionalmente, como otro ejemplo, la unidad de visualización 82 muestra "Cambio de carga solicitado, cambiar ancho: 00 MHz, tasa de cambio:  $\Delta\Delta$  % / min, número restante de veces acomodables: xx veces". Esta pantalla significa que, con respecto a un cambio de carga solicitado con un ancho de cambio de 00 MHz y una tasa de cambio de  $\Delta\Delta$  % / min, el número de veces que se puede acomodar el control del nivel de agua del desaireador es xx veces.

40 Por consiguiente, un trabajador de la planta (administrador) puede obtener una buena indicación de si se debe realizar o no el control del nivel de agua del desaireador. Por ejemplo, accionando manualmente un interruptor de acuerdo con un resultado de determinación, el trabajador de la planta puede hacer que el dispositivo de control 36 realice el control del nivel de agua del desaireador.

45 (Segunda realización)

A continuación, se describirá un dispositivo de control de acuerdo con una segunda realización de la presente invención.

50 La figura 13 es un diagrama de configuración específico del dispositivo de control 36 según la segunda realización de la presente invención, y la figura 14 es un diagrama que muestra un ejemplo de configuración de la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 en el dispositivo de control 36 de acuerdo con la segunda realización de la presente invención. Además, para la segunda realización, solo se describirán las configuraciones que difieren de la primera realización anterior.

55 En la segunda realización, la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 calcula un valor diferencial de un ancho de fluctuación de frecuencia o un valor diferencial de un cambio de carga solicitado, y calcula un nuevo valor de ajuste del nivel de agua basado en el valor diferencial del ancho de fluctuación de frecuencia o el diferencial valor del cambio de carga solicitado.

60 Específicamente, la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 comprende un diferenciador 84 que diferencia un ancho de fluctuación de frecuencia, una unidad de función de tabla 86 a la que se establece de antemano una función de una cantidad de fluctuación del nivel de agua de acuerdo con el valor diferencial del ancho de fluctuación de frecuencia, y una unidad de función de corrección 88 que corrige la cantidad de fluctuación del nivel de agua de acuerdo con el desaireador 32.

65 Además, en la unidad de función de tabla 86, la cantidad de fluctuación del nivel de agua se ajusta de manera que la

cantidad de vapor de purga de la turbina de vapor varíe en una dirección que suprima la fluctuación de frecuencia correspondiente.

5 En la configuración descrita anteriormente, se introduce un ancho de fluctuación de frecuencia en el diferenciador 84 y el diferenciador 84 calcula y emite un valor diferencial del ancho de fluctuación de frecuencia. El valor diferencial del ancho de fluctuación de frecuencia se ingresa en la unidad de función de tabla 86, y la unidad de función de tabla 86 calcula y genera una cantidad de fluctuación del nivel de agua del desaireador 32 basada en el valor diferencial del ancho de fluctuación de frecuencia. La cantidad de fluctuación del nivel de agua se ingresa en la unidad de función de corrección 88, y la unidad de función de corrección 88 multiplica la cantidad de fluctuación del nivel de agua por un factor apropiado como -1, y genera el producto obtenido como una cantidad de corrección de nivel de agua.

10 Cuando la unidad de función de corrección 88 emite la cantidad de corrección del nivel de agua, se emite una instrucción de apertura a la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34 de manera similar a la primera realización.

15 Adicionalmente, la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 comprende un diferenciador 90 que diferencia el ancho de cambio de carga solicitado, una unidad de función de tabla 92 a la que se establece de antemano una función de una cantidad de fluctuación del nivel de agua de acuerdo con un valor diferencial del ancho de cambio de carga solicitado, un diferenciador 94 que diferencia una tasa de cambio de carga solicitada, una unidad de función de tabla 96 a la que se establece de antemano una función de un factor de aumento de una cantidad de fluctuación del nivel de agua de acuerdo con un valor diferencial de la tasa de cambio de carga solicitada, un multiplicador 98 que multiplica las salidas de las unidades de función de tabla 92 y 96, y una unidad de función de corrección 100 que corrige el nivel de agua de acuerdo con el desaireador 32.

20 Además, en la unidad de función de tabla 92, la cantidad de fluctuación del nivel de agua se establece para que la cantidad de vapor de purga de la turbina de vapor varíe en una dirección en la que la salida del generador 12 se ajusta a un cambio de carga correspondiente.

25 En la configuración descrita anteriormente, un ancho de cambio de carga solicitado se ingresa al diferenciador 90 y el diferenciador 90 calcula y genera un valor diferencial del ancho de cambio de carga solicitado. El valor diferencial del ancho de cambio de carga solicitado se ingresa en la unidad de función de tabla 92, y la unidad de función de tabla 92 calcula y genera una cantidad de fluctuación del nivel de agua del desaireador 32 basada en el valor diferencial del ancho de cambio de carga solicitado.

30 Por otro lado, se introduce una tasa de cambio de carga solicitada en el diferenciador 94 y el diferenciador 94 calcula y genera un valor diferencial de la tasa de cambio de carga solicitada. El valor diferencial de la tasa de cambio de carga solicitada se ingresa en la unidad de función de tabla 96, y la unidad de función de tabla 96 calcula y genera un factor de aumento de una cantidad de fluctuación del nivel de agua del desaireador 32 basada en el valor diferencial del valor solicitado tasa de cambio de carga.

35 La cantidad de fluctuación del nivel de agua y el factor de aumento de la cantidad de fluctuación emitida por la unidad de función de tabla 92 y la unidad de función de tabla 96 se introducen en el multiplicador 98, y el multiplicador 98 multiplica la cantidad de fluctuación del nivel de agua por el aumento factoriza y genera un producto obtenido como una cantidad de fluctuación del nivel del agua. La cantidad de fluctuación del nivel de agua se introduce en la unidad de función de corrección 100, y la unidad de función de corrección 100 multiplica la cantidad de fluctuación del nivel de agua por un factor de corrección y genera el producto obtenido como una cantidad de corrección del nivel de agua.

40 Cuando la unidad de función de corrección 100 emite la cantidad de corrección del nivel de agua, se emite una instrucción de apertura a la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34 de manera similar a la primera realización.

45 Además, mientras se emite una instrucción de apertura basada en un nuevo valor de ajuste del nivel de agua tanto en un caso en el que se introduce una fluctuación de frecuencia como en un caso en el que se introduce un cambio de carga solicitado en la presente realización, una instrucción de apertura se puede organizar para que se emita en función de un nuevo valor de ajuste del nivel de agua solo en cualquiera de los casos.

50 Adicionalmente, cuando se ingresa un cambio de carga solicitado, solo se puede organizar uno de los anchos de cambio de carga solicitados y una tasa de cambio de carga solicitada para ingresarlos. En este caso, por ejemplo, la unidad de función de tabla 96 puede omitirse y la cantidad de fluctuación del nivel de agua emitida por la unidad de función de tabla 92 puede ingresarse directamente a la unidad de función de corrección 100. Como alternativa, la unidad de función de tabla 92 puede omitirse y, al mismo tiempo, se puede usar otra unidad de función de tabla que emite una cantidad de fluctuación del nivel de agua basada en el valor diferencial de la tasa de cambio de carga solicitada ingresada en lugar de la unidad de función de tabla 96. Adicionalmente, la cantidad de fluctuación del nivel de agua emitida por la otra unidad de función de tabla puede ser directamente a la unidad de función de corrección 100.

De acuerdo con la presente segunda realización, el dispositivo de control 36 que ejecuta el control del caudal de condensado solo cuando puede producirse una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado varía bruscamente.

5 (Tercera realización)

A continuación, se describirá el dispositivo de control 36 de acuerdo con una tercera realización de la presente invención.

10 La figura 15 es un diagrama de configuración específico del dispositivo de control 36 de acuerdo con la tercera realización de la presente invención, y la figura 16 es un diagrama que muestra un ejemplo de configuración de la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 en el dispositivo de control 36 de acuerdo con la tercera realización de la presente invención. Además, para la presente tercera realización, solo se describirán las configuraciones que difieren de las realizaciones primera y segunda anteriores.

15 En la tercera realización, un valor detectado del nivel de agua del desaireador 32 en un momento de ocurrencia  $t_0$  (consulte la figura 6) de una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado se ingresa a la unidad de control del lado del sistema de condensado 39. Adicionalmente, cuando el valor detectado ingresado del nivel de agua es inferior a un umbral establecido de antemano, la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 inhabilita y  
20 no ejecuta el control del caudal de condensado o ejecuta el control del caudal de condensado mientras ajusta aún más el valor de ajuste del nivel de agua.

Un caso en el que se usa un cambio de carga solicitado se describirá como un ejemplo.

25 La unidad de control del lado del sistema de condensado 39 comprende una unidad de función de tabla 102 a la que se establece de antemano una función de una cantidad de fluctuación del nivel de agua de acuerdo con un ancho de cambio de carga solicitado, una unidad de función de tabla 104 a la que se establece de antemano una función de un factor de aumento de una cantidad de fluctuación del nivel de agua de acuerdo con una tasa de cambio de carga solicitada, un multiplicador 106 que multiplica una salida de la unidad de función de tabla 102 por una salida de la  
30 unidad de función de tabla 104, una unidad de función de tabla 108 a la que se establece de antemano un factor de reducción de una cantidad de fluctuación del nivel de agua de acuerdo con un valor detectado del nivel de agua del desaireador en el momento en que ocurre un cambio de carga solicitado, un multiplicador 110 que multiplica una salida del multiplicador 106 por una salida de la unidad de función de tabla 108, y una unidad de función de corrección 112 que multiplica una salida del multiplicador 110 por un factor apropiado de acuerdo con el desaireador 32.

35 En la configuración descrita anteriormente, el cambio de carga solicitado se ingresa en la unidad de función de tabla 102, y la unidad de función de tabla 102 calcula y genera una cantidad de fluctuación del nivel de agua del desaireador 32 basada en el cambio de carga solicitado. Por su parte, la tasa de cambio de carga solicitada se introduce en la unidad de función de tabla 104, y la unidad de función de tabla 104 calcula y genera un factor de aumento de la  
40 cantidad de fluctuación del nivel de agua en función de la tasa de cambio de carga solicitada.

La cantidad de fluctuación del nivel de agua y el factor de aumento de la cantidad de fluctuación emitidos respectivamente desde la unidad de función de tabla 102 y la unidad de función de tabla 104 se introducen en el  
45 multiplicador 106, y el multiplicador 106 multiplica la cantidad de fluctuación del nivel de agua por el aumento del factor y genera un producto obtenido como una cantidad de fluctuación del nivel del agua.

Adicionalmente, el valor detectado del nivel de agua del desaireador 32 en el momento en que ocurre el cambio de carga solicitado se ingresa en la unidad de función de tabla 108, y la unidad de función de tabla 108 calcula y genera  
50 un factor de reducción de una cantidad de fluctuación del nivel de agua basado en el valor detectado del nivel de agua del desaireador 32 en el momento en que se produce el cambio de carga solicitado.

El factor de reducción de la cantidad de fluctuación del nivel del agua oscila entre, por ejemplo, 0 y 1, y 0 se asigna como factor de reducción a valores detectados iguales o inferiores a un umbral. Adicionalmente, cuando el valor detectado del nivel del agua excede el umbral, el factor de reducción se incrementa a medida que aumenta el valor  
55 detectado.

La cantidad de fluctuación del nivel de agua emitida por el multiplicador 106 y el factor de reducción de la cantidad de fluctuación del nivel de agua emitida por la unidad de función de tabla 108 se introducen en el multiplicador 110. El  
60 multiplicador 110 multiplica la cantidad de fluctuación del nivel de agua por el factor de reducción y genera un producto obtenido como una cantidad de fluctuación del nivel de agua. La cantidad de fluctuación del nivel de agua emitida por el multiplicador 110 se ingresa en la unidad de función de corrección 112, y la unidad de función de corrección 112 multiplica la cantidad de fluctuación ingresada del nivel de agua por un factor como -1 y genera un producto obtenido como un cantidad de corrección del nivel del agua.

65 Cuando la unidad de función de corrección 112 emite la cantidad de corrección del nivel de agua, se emite una instrucción de apertura a la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34 de manera similar a la primera

realización.

De acuerdo con la presente tercera realización, se puede evitar que el nivel de agua del desaireador 32 caiga por debajo de un umbral y la central eléctrica se puede operar de manera estable.

5 Además, el umbral del nivel del agua puede ser un límite inferior (un nivel de advertencia) del nivel del agua o un valor numérico que se obtiene al agregar un cierto margen al límite inferior.

(Cuarta realización)

10 A continuación, se describirá el dispositivo de control 36 según una cuarta realización de la presente invención.

15 La figura 15 es un diagrama de configuración específico del dispositivo de control 36 de acuerdo con la cuarta realización de la presente invención, y la figura 16 es un diagrama que muestra un ejemplo de configuración de la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 en el dispositivo de control 36 de acuerdo con la cuarta realización de la presente invención. Además, para la presente cuarta realización, solo se describirán las configuraciones que difieren de las realizaciones primera a tercera anteriores.

20 En la cuarta realización, la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 calcula una desviación (una desviación de salida) entre un valor final de instrucción de una carga solicitada en un cambio de carga solicitado (valor objetivo final de salida de energía) y un valor de salida de energía, y en un momento donde la desviación es igual o cae por debajo de un umbral establecido de antemano como condición de retorno, la unidad de retorno 63 devuelve una instrucción de apertura de la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34 y un valor de ajuste del nivel de agua del desaireador 32 a los valores de ajuste antes del ajuste por la unidad de ajuste del nivel de agua 40.

25 Con este fin, tal y como se muestra en la figura 17, la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 según la cuarta realización comprende además una unidad de función de tabla 114 y multiplicadores 116 y 118 como la unidad de retorno 63 en comparación con la primera realización.

30 Una función de retorno de nivel de agua ENCENDIDO / APAGADO con respecto a una desviación de salida de energía se establece de antemano a la unidad de función de tabla 114. Con la unidad de función de tabla 114, por ejemplo, 0 se asigna como APAGADO a las desviaciones iguales o inferiores al umbral, y 1 se asigna como ENCENDIDO a las desviaciones que exceden el umbral.

35 Un valor que indica ENCENDIDO / APAGADO de retorno de nivel de agua emitido desde la unidad de función de tabla 114 y una cantidad de fluctuación del nivel de agua emitido desde la unidad de función de corrección 52 se introducen en el multiplicador 116. El multiplicador 116 multiplica la cantidad de fluctuación del nivel de agua por el valor que indica ENCENDIDO / APAGADO de retorno del nivel de agua, y genera un producto obtenido como la cantidad de corrección del nivel de agua.

40 Adicionalmente, el valor que indica ENCENDIDO / APAGADO de retorno de nivel de agua emitido desde la unidad de función de tabla 114 y una cantidad de fluctuación del nivel de agua emitido desde la unidad de función de corrección 59 se ingresan al multiplicador 118. El multiplicador 118 multiplica la cantidad de fluctuación del nivel de agua por el valor que indica ENCENDIDO / APAGADO de retorno del nivel de agua, y genera un producto obtenido como la cantidad de corrección del nivel de agua.

50 En la cuarta realización, se calcula la desviación de salida entre el valor final de la instrucción de la carga solicitada en el cambio de carga solicitado (valor objetivo final de salida de energía) y el valor de salida de energía, y la desviación de salida se ingresa en la unidad de función de tabla 114. Cuando la desviación de salida ingresada es igual o inferior al umbral, la unidad de función de tabla 114 emite 0. Por lo tanto, la cantidad de corrección del nivel de agua se convierte en 0, y la instrucción de apertura de la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34 y el valor de ajuste del nivel de agua del desaireador 32 vuelven a los valores de ajuste antes del ajuste por la unidad de ajuste del nivel de agua 40.

55 Dado que el dispositivo de control 36 según la cuarta realización adopta una configuración en la que la desviación de salida entre el valor final de la instrucción de la carga solicitada y el valor de salida de energía se controla y el valor de ajuste del nivel de agua se devuelve a un valor de ajuste antes de ajuste cuando la desviación de salida es igual o inferior a un umbral establecido de antemano, se puede evitar una salida de energía excesiva.

60 La figura 18 es un gráfico que describe cómo la salida de energía se ajusta a una configuración de carga objetivo cuando el nivel del agua se restablece utilizando la desviación de salida. La figura 18A muestra un cambio en el tiempo de la salida de energía, y la figura 18B muestra un cambio en el tiempo de la desviación de salida junto con el umbral.

65 Una línea que representa la primera realización en la figura 18 indica un cambio en el tiempo de la energía de salida por el dispositivo de control 36 de acuerdo con la primera realización. En este caso, se usa la unidad de retorno 63 que realiza el control de retorno basado en el tiempo transcurrido. Una línea que representa la cuarta realización en



la figura 18 indica un cambio en el tiempo de la energía de salida por el dispositivo de control 36 de acuerdo con la cuarta realización. En este caso, se usa la unidad de retorno 63 que realiza el control de retorno basado en la desviación de salida.

- 5 Como se desprende de la figura 18, con el dispositivo de control 36 según la cuarta realización, la salida de energía excesiva se puede evitar restaurando el nivel de agua en función de la desviación de salida.

Además, en un proceso de retorno del nivel del agua, la instrucción de apertura de la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34 y el valor de ajuste del nivel de agua del desaireador 32 vuelven favorablemente a los valores  
10 iniciales, ya sea en etapas como se muestra en las figuras 5A y 7A o a una tasa de cambio constante como se muestra en las figuras 5B y 7B. Por consiguiente, se puede evitar la desestabilización de la operación debido a un cambio abrupto de salida y la central eléctrica se puede operar de manera estable.

(Quinta realización)

15 A continuación, se describirá el dispositivo de control 36 según una quinta realización de la presente invención.

La figura 19 es un diagrama que muestra un ejemplo de configuración de la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 en el dispositivo de control 36 de acuerdo con la quinta realización de la presente invención. Además,  
20 para la quinta realización, solo se describirán las configuraciones que difieren de las realizaciones primera a cuarta anteriores.

En la quinta realización, la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 calcula una tasa de cambio de salida de energía (tasa de cambio de salida), y en un momento donde la tasa de cambio de salida de energía es igual  
25 o superior a un umbral establecido de antemano como condición de retorno, la unidad de retorno 63 devuelve una instrucción de apertura de la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34 y un valor de ajuste del nivel de agua del desaireador 32 a los valores de ajuste antes del ajuste por la unidad de ajuste del nivel de agua 40.

Con este fin, en la quinta realización, la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 comprende una  
30 unidad de función de tabla 120 y multiplicadores 122 y 124 en lugar de la unidad de función de tabla 114 y los multiplicadores 116 y 118 según la cuarta realización.

Una función de retorno de nivel de agua ENCENDIDO / APAGADO con respecto a una tasa de cambio de salida se establece de antemano en la unidad de función de tabla 120. Con la unidad de función de tabla 120, por ejemplo, 1 se  
35 asigna como ENCENDIDO a las tasas de cambio de salida que están por debajo de un umbral, y 0 se asigna como APAGADO a las tasas de cambio de salida que son iguales o exceden el umbral.

Un valor que indica ENCENDIDO / APAGADO de retorno de nivel de agua emitido desde la unidad de función de tabla 120 y una cantidad de fluctuación del nivel de agua emitido desde la unidad de función de corrección 52 se introducen  
40 en el multiplicador 122. El multiplicador 116 multiplica la cantidad de fluctuación del nivel de agua por el valor que indica ENCENDIDO / APAGADO de retorno del nivel de agua, y genera un producto obtenido como la cantidad de corrección del nivel de agua.

Adicionalmente, el valor que indica ENCENDIDO / APAGADO de retorno de nivel de agua emitido desde la unidad de  
45 función de tabla 120 y una cantidad de fluctuación del nivel de agua emitido desde la unidad de función de corrección 59 se ingresan al multiplicador 124. El multiplicador 124 multiplica la cantidad de fluctuación del nivel de agua por el valor que indica ENCENDIDO / APAGADO de retorno del nivel de agua, y genera un producto obtenido como la cantidad de corrección del nivel de agua.

En la quinta realización, se calcula una tasa de cambio de salida y se ingresa a la unidad de función de tabla 120. Cuando la tasa de cambio de salida introducida es igual o superior al umbral, la unidad de función de tabla 120 emite  
50 0. Por lo tanto, la cantidad de corrección del nivel de agua se convierte en 0, y la instrucción de apertura de la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador 34 y el valor de ajuste del nivel de agua del desaireador 32 vuelven a los valores de ajuste antes del ajuste por la unidad de ajuste del nivel de agua 40.

Dado que el dispositivo de control 36 según la quinta realización adopta una configuración en la que se monitoriza la  
55 tasa de cambio de salida y el valor de ajuste del nivel de agua se devuelve a un valor de ajuste antes del ajuste cuando la tasa de cambio de salida es igual o superior a un umbral puesto de antemano, se puede evitar una salida de energía excesiva.

De acuerdo con la presente segunda realización, se puede adoptar una configuración en la que el control del caudal  
60 de condensado solo se adapte cuando una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado varíe abruptamente.

La figura 20 es un gráfico que describe cómo la energía de salida se ajusta a una configuración de carga objetivo  
65 cuando se restablece el nivel del agua utilizando una tasa de cambio de salida. La figura 20A muestra un cambio en

el tiempo de la energía de salida, y la figura 20B muestra un cambio en el tiempo de la tasa de cambio de salida junto con el umbral.

5 Una línea que representa la primera realización en la figura 20 indica un cambio en el tiempo de la salida de energía cuando se usa el dispositivo de control 36 de acuerdo con la primera realización. En este caso, se usa la unidad de retorno 63 que realiza el control de retorno basado en el tiempo transcurrido. Una línea que representa la quinta realización en la figura 20 indica un cambio en el tiempo de la energía de salida cuando se usa el dispositivo de control 36 de acuerdo con la quinta realización. En este caso, se usa la unidad de retorno 63 que realiza el control de retorno en base a la tasa de cambio de salida.

10 Como se desprende de la figura 20, restaurando el nivel del agua basado en la tasa de cambio de salida, se puede evitar una salida de energía excesiva.

(Sexta realización)

15 A continuación, se describirá el dispositivo de control 36 según una sexta realización de la presente invención.

20 La figura 21 es un diagrama que muestra un ejemplo de configuración de la unidad de control del lado del sistema de condensado 39 en el dispositivo de control 36 de acuerdo con la sexta realización de la presente invención. Además, para la sexta realización, solo se describirán las configuraciones que difieren de las realizaciones primera a quinta anteriores.

25 Como se muestra en la figura 21, la sexta realización combina la cuarta realización y la quinta realización descritas anteriormente entre sí, y ejecuta el control de retorno basado tanto en una desviación de salida como en una tasa de cambio de salida. Por lo tanto, en la sexta realización, una salida del multiplicador 116 se ingresa al multiplicador 122 y una salida del multiplicador 118 se ingresa al multiplicador 124.

30 La figura 22 es un gráfico que describe cómo la salida se ajusta a una configuración de carga objetivo cuando el nivel del agua se restablece utilizando una desviación de salida y una tasa de cambio de salida. La figura 22A muestra un cambio en el tiempo de salida de energía, y la figura 22B muestra un cambio en el tiempo de la desviación de salida y la tasa de cambio de salida junto con el umbral.

35 Una línea que representa la cuarta realización en la figura 22 indica un cambio en el tiempo de la energía de salida por el dispositivo de control 36 de acuerdo con la cuarta realización. En este caso, se usa la unidad de retorno 63 que realiza el control de retorno basado en la desviación de salida. Una línea que representa la sexta realización en la figura 22 indica un cambio en el tiempo de salida de energía por el dispositivo de control 36 de acuerdo con la sexta realización. En este caso, se usa la unidad de retorno 63 que realiza el control de retorno basado en la desviación de salida y el cambio en el tiempo.

40 Tal y como se muestra en la figura 22, en la sexta realización, la tasa de cambio de salida alcanza el umbral antes de que lo haga la desviación de salida. Por lo tanto, en la sexta realización, el control de retorno se ejecuta antes que en la cuarta realización y la salida de energía excesiva se evita de manera más confiable.

(Séptima realización)

45 A continuación, se describirá el dispositivo de control 36 según una séptima realización de la presente invención. Además, para la séptima realización, solo se describirán las configuraciones que difieren de las realizaciones primera a sexta anteriores.

50 En la séptima realización, la unidad de cálculo de recuento de control permisible 80 calcula un número restante de veces que el control de caudal de condensado puede ejecutarse para cada uno de una pluralidad de valores estimados de fluctuaciones de frecuencia y cambios de carga solicitados que se estima que se ingresan, y la unidad de visualización 82 muestra un resultado de cálculo como se muestra en la figura 23.

55 Además, la figura 23 también muestra un valor de ajuste del nivel de agua del desaireador 32 cuando se ejecuta el control del caudal de condensado. Sin embargo, un campo del valor de ajuste del nivel de agua muestra el resultado del cálculo realizado al asignar un valor detectado del nivel de agua a x.

60 La figura 24 es un diagrama que muestra una parte de una configuración de la unidad de cálculo de recuento de control permisible 80 y la figura 25 es un diagrama para describir un procedimiento de cálculo del número restante de veces.

65 Debido a una configuración similar a la de la unidad de ajuste del nivel de agua 40, la unidad de cálculo de recuento de control permisible 80 calcula una cantidad de fluctuación y del nivel de agua basándose en un valor estimado de una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado. Adicionalmente, la unidad de cálculo de recuento de control permisible 80 comprende una unidad de función de tabla 126 en la que se establece una función de un valor máximo z de la cantidad de fluctuación del nivel de agua con respecto a la cantidad de fluctuación y del nivel de agua.

Cuando se ingresa la cantidad de fluctuación y del nivel del agua, la unidad de función de tabla 126 emite un valor máximo correspondiente  $z$  de la cantidad de fluctuación del nivel del agua. Tal y como se muestra en la figura 24, el valor máximo  $z$  es una suma de la cantidad de fluctuación y del nivel del agua y un sobreimpulso creado por el control del caudal de condensado.

5 Asimismo, la unidad de cálculo de recuento de control permisible 80 comprende una unidad de cómputo de recuento restante 128. El valor máximo  $z$  de la cantidad de fluctuación emitida por la unidad de función de tabla 126 y un nivel de agua actual  $x$  se ingresan en la unidad de cómputo de recuento restante 128. La unidad de cómputo de recuento restante 128 calcula  $(x - AL) / z$ , trunca un resultado de cálculo al número entero más cercano y genera un resultado truncado como el número restante de veces. Además, AL denota un nivel de advertencia de agua como límite inferior. Según la unidad de cómputo de recuento restante 128, el número restante de veces se establece de modo que el nivel del agua no caiga por debajo del nivel de advertencia de agua cuando se ejecuta el control del caudal de condensado.

15 Con el dispositivo de control 36 según la séptima realización, un administrador de una central eléctrica puede tomar instantáneamente una decisión sobre si una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado puede ser acomodado por el control del caudal de condensado ejecutado por la unidad de ajuste del nivel de agua 40. En particular, dado que el número restante de veces se muestra para cada uno de una pluralidad de valores estimados de fluctuaciones de frecuencia o cambios de carga solicitados, el administrador de la central eléctrica puede tomar una decisión instantánea sobre si cada tamaño de fluctuación de frecuencia o cada tamaño de cambio de carga solicitado se puede acomodar ejecutando el control del caudal de condensado. Adicionalmente, basado en un resultado de determinación, el administrador de una central eléctrica puede hacer que el dispositivo de control 36 ejecute el control del nivel de agua del desaireador de acuerdo con un valor estimado deseado mediante, por ejemplo, accionando manualmente un interruptor.

25 Asimismo, con el dispositivo de control 36 según la séptima realización, dado que la ganancia es alta cuando los controladores 55 y 62 realizan un control proporcional y el número restante de veces se calcula de modo que el nivel del agua no caiga por debajo del nivel de advertencia del agua, incluso cuando un exceso del nivel del agua es significativo, La central eléctrica se puede operar de manera estable.

30 Favorablemente, como se muestra en la figura 26, el dispositivo de control 36 de acuerdo con la séptima realización comprende además una unidad de conmutación de activación / desactivación 129 que activa o desactiva el control del caudal de condensado. Por ejemplo, la unidad de conmutación de activación / desactivación 129 está constituida por un interruptor tal como un interruptor de botón que es operado por el administrador de la central eléctrica. El administrador puede permitir que se ejecute el control del caudal de condensado configurando el interruptor para habilitar y prohibir que se ejecute el control del caudal de condensado configurando el interruptor para que se desactive.

40 Adicionalmente, favorablemente, cuando el número restante de veces del control del caudal de condensado es cero, la unidad de conmutación de habilitación / deshabilitación 129 cambia forzosamente la configuración del interruptor para deshabilitar y prohíbe que se ejecute el control del caudal de condensado incluso cuando el interruptor está habilitado.

45 De acuerdo con esta configuración, se prohíbe ejecutar el control del caudal de condensado cuando el número restante de veces es cero, independientemente de la configuración del interruptor. Por consiguiente, se puede evitar que el control del caudal de condensado se ejecute erróneamente y la central eléctrica se puede operar de manera estable.

(Octava realización)

50 A continuación, se describirá el dispositivo de control 36 según una octava realización de la presente invención. Además, para la octava realización, solo se describirán las configuraciones que difieren de las realizaciones primera a séptima anteriores.

55 La octava realización difiere de las realizaciones primera a séptima en que la unidad de ajuste del nivel de agua 40 ejecuta el control del caudal de condensado para apuntar a una cantidad de agua de alimentación almacenada en el tanque de almacenamiento de agua del desaireador del desaireador 32 (cantidad de agua de retención) en lugar del nivel del agua del desaireador 32. Como existe una correlación entre el nivel de agua del desaireador 32 y la cantidad de agua de retención, reemplazando el nivel del agua con la cantidad de agua de retención en las realizaciones primera a séptima, el control del caudal de condensado se puede ejecutar fácilmente mientras se establece la cantidad de agua de retención como objetivo de control.

60 La figura 26 es un diagrama que muestra una parte de una configuración de la unidad de cálculo de recuento de control permisible 80 cuando se ejecuta el control del caudal de condensado mientras se establece la cantidad de agua de retención como el objetivo de control, y la figura 27 es un diagrama para describir un procedimiento de cálculo del número restante de veces.

65 Debido a una configuración similar a la de la unidad de ajuste del nivel de agua 40, la unidad de cálculo de recuento

de control permisible 80 calcula una cantidad de fluctuación Y de la cantidad de agua de retención basándose en un valor estimado de una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado. Adicionalmente, la unidad de cálculo de recuento de control permisible 80 comprende una unidad de función de tabla 130 en la que se establece una función de un valor máximo Z de la cantidad de fluctuación de la cantidad de agua de retención en relación con la cantidad de fluctuación Y de la cantidad de agua de retención. Cuando se ingresa la cantidad de fluctuación Y de la cantidad de agua de retención, la unidad de función de tabla 130 emite un valor máximo correspondiente Z de la cantidad de fluctuación de la cantidad de agua de retención. Tal y como se muestra en la figura 27, el valor máximo Z es una suma de la cantidad de fluctuación Y de la cantidad de agua de retención y un sobreimpulso creado por el control del caudal de condensado.

Asimismo, la unidad de cálculo de recuento de control permisible 80 comprende una unidad de cómputo de recuento restante 132. El valor máximo Z de la cantidad de fluctuación emitida por la unidad de función de tabla 130 y una cantidad de agua de retención actual X se ingresan a la unidad de cómputo de recuento restante 132. La unidad de cómputo de recuento restante 128 calcula  $(X - AV) / Z$ , trunca un resultado de cálculo al número entero más cercano y genera un resultado truncado como el número restante de veces. Además, AV denota una cantidad de agua de advertencia. Según la unidad de cómputo de recuento restante 132, el número restante de veces se establece de modo que la cantidad de agua de retención no caiga por debajo de la cantidad de agua de advertencia cuando se ejecuta el control del caudal de condensado.

Con el dispositivo de control 36 según la octava realización, el administrador de una central eléctrica puede tomar instantáneamente una decisión sobre si una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado puede ser acomodado por el control del caudal de condensado ejecutado por la unidad de ajuste del nivel de agua 40. En particular, dado que el número restante de veces se muestra para cada uno de una pluralidad de valores estimados de fluctuaciones de frecuencia o cambios de carga solicitados, el administrador de la central eléctrica puede tomar una decisión instantánea sobre si cada tamaño de fluctuación de frecuencia o cada tamaño de cambio de carga solicitado se puede acomodar ejecutando el control del caudal de condensado.

La presente invención no se limita a las realizaciones primera a octava descritas anteriormente y puede modificarse sin apartarse del alcance definido por las reivindicaciones.

Por ejemplo, la presente invención incluye modos que son modificaciones de las realizaciones primera a octava y modos que combinan componentes de las realizaciones primera a octava según sea apropiado.

#### EXPLICACIÓN DE LOS NÚMEROS DE REFERENCIA

- 10 caldera
- 12 generador
- 14 turbina de alta presión (turbina de vapor)
- 16 turbina de presión intermedia (turbina de vapor)
- 18 turbina de baja presión (turbina de vapor)
- 20 bomba de agua de alimentación
- 22 calentador de agua de alimentación de alta presión
- 24 válvula reguladora
- 26 condensador
- 28 bomba de condensado
- 30 calentador de agua de alimentación de baja presión (calentador de baja presión)
- 32 desaireador
- 34 válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador
- 36 dispositivo de control (dispositivo de control del caudal de condensado)
- 38 unidad de control del lado del sistema de vapor
- 39 unidad de control del lado del sistema de condensado
- 40 unidad de ajuste de nivel de agua
- 64 tanque de agua de reposición

## REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de control del caudal de condensado (36) para una central eléctrica, que se adapta a una central eléctrica que tiene:

5 una caldera (10);  
 una turbina de vapor (14,16,18) configurada de manera que el vapor generado por la caldera (10) es introducido en ella;  
 un generador (12) configurado para ser accionado por la turbina de vapor (14,16,18); un condensador (26)  
 10 configurado de tal manera que se le suministre vapor caliente de escape de la turbina de vapor (14,16,18);  
 un desaireador (32) configurado de modo que el condensado generado por el condensador (26) se le suministre a través de una válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador (34) y de manera que se le introduzca el vapor de purga de la turbina de vapor (14,16,18); y  
 15 una bomba de alimentación (20) que está configurada para suministrar agua de alimentación desaireada por el desaireador (32) a la caldera (10), en donde  
 el dispositivo de control del caudal de condensado (36) comprende una unidad de ajuste del nivel de agua (40) configurada para realizar el control del caudal de condensado, configurado de manera tal que se ingrese una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado, y configurado para ajustar la presión en una ruta de flujo de condensado que se extiende desde la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador (34) hasta el  
 20 desaireador (32) para que se suprima la fluctuación de frecuencia ingresada o un valor de salida del generador (12) se ajusta al cambio de carga solicitado ingresado, ajustando así una cantidad de vapor de purga de la turbina de vapor (14,16,18),  
**caracterizado por que**  
 25 la unidad de ajuste del nivel del agua (40) está configurada para calcular, basándose en una relación preestablecida entre una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado y un nivel de agua o una cantidad de agua de retención del desaireador (32), un valor de ajuste del nivel de agua o un valor de ajuste de la cantidad de agua de retención de la fluctuación de frecuencia o el cambio de carga solicitado y para emitir una instrucción de apertura a la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador (34) para que el nivel de agua o la cantidad del agua de retención del desaireador (32) asuma el valor de ajuste del nivel de agua o el valor de ajuste de la cantidad de  
 30 agua de retención.

2. El dispositivo de control del caudal de condensado (36) para una central eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la central eléctrica comprende un calentador de baja presión (30) que está dispuesto en el camino del flujo de condensado, y que está configurado de tal manera que se suministra vapor de purga desde la turbina de vapor (14,16,18), y que está configurado para calentar el condensado.

3. El dispositivo de control de caudal de condensado (36) para una central eléctrica de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, que comprende además una unidad de retorno (63) que está configurada para llevar a cabo el control de retorno para devolver un valor de ajuste del nivel de agua, un valor de ajuste de la cantidad de agua retenida, o una apertura de la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador (34) a un valor de ajuste antes del control del caudal de condensado por la unidad de ajuste del nivel de agua (40) cuando se cumple una condición de retorno predeterminada.

4. El dispositivo de control del caudal de condensado (36) para una central eléctrica de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la unidad de retorno (63) está configurada para devolver el valor de ajuste del nivel de agua, el valor de ajuste de la cantidad de agua retenida, o la apertura de la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador (34) a un valor de ajuste antes del control del caudal de condensado por la unidad de ajuste del nivel de agua (40) a una tasa de cambio constante o en etapas.

5. El dispositivo de control de caudal de condensado (36) para una central eléctrica de acuerdo con las reivindicaciones 3 o 4, en donde la unidad de retorno (63) está configurada para calcular una desviación entre un valor final de instrucción de una carga solicitada en el cambio de carga solicitado y un valor de salida del generador (12), y para llevar a cabo el control de retorno cuando la desviación es igual o cae por debajo de un umbral preestablecido como condición de retorno.

6. El dispositivo de control de caudal de condensado (36) para una central eléctrica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en donde la unidad de retorno (63) está configurada para calcular una tasa de cambio del valor de salida del generador (12), y para llevar a cabo el control de retorno cuando la tasa de cambio iguala o excede un umbral preestablecido como condición de retorno.

7. El dispositivo de control de caudal de condensado (36) para una central eléctrica de acuerdo con las reivindicaciones 3 o 4, en donde  
 un valor detectado de un nivel de agua o una cantidad de agua de retención del desaireador (32) se introduce en la unidad de retorno (63), y  
 la unidad de retorno (63) está configurada para realizar el control de retorno cuando el valor detectado del nivel de agua o la cantidad de agua de retención alcanzan un valor de ajuste del nivel de agua o la cantidad de agua de retención como condición de retorno.

- 5 8. El dispositivo de control de caudal de condensado (36) para una central eléctrica de acuerdo con las reivindicaciones 3 o 4, en donde la unidad de retorno (63) está configurada para realizar el control de retorno al transcurrir un período establecido que se establece de antemano desde el momento en que ocurre la fluctuación de frecuencia o el cambio de carga solicitado como condición de retorno.
- 10 9. El dispositivo de control de caudal de condensado (36) para una central eléctrica de acuerdo con las reivindicaciones 3 o 4, en donde la unidad de retorno (63) está configurada para realizar el control de retorno al transcurrir un período establecido que se establece de antemano desde un momento en que la frecuencia o el valor de salida del generador (12) alcanza un ajuste de frecuencia objetivo o un ajuste de carga solicitado como la condición de devolución.
- 15 10. El dispositivo de control del caudal de condensado (36) para una central eléctrica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la unidad de ajuste del nivel de agua (40) está configurada para calcular un valor de ajuste del nivel de agua o un valor de ajuste de la cantidad de agua de retención basada en un valor diferencial de un ancho de la fluctuación de frecuencia o un valor diferencial del cambio de carga solicitado.
- 20 11. El dispositivo de control del caudal de condensado (36) para una central eléctrica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde un valor detectado de un nivel de agua o una cantidad de agua de retención del desaireador (32) en el momento en que ocurre la fluctuación de frecuencia o el cambio de carga solicitado se ingresa a la unidad de ajuste del nivel de agua (40), y cuando el valor detectado del nivel de agua o el valor detectado de la cantidad de agua de retención es inferior a un umbral preestablecido, la unidad de ajuste del nivel de agua (40) está configurada para desactivar el control del caudal de condensado o para llevar a cabo el control del caudal de condensado mientras se ajusta el valor de ajuste del nivel de agua o el valor de ajuste de la cantidad de agua de retención.
- 25 12. El dispositivo de control del caudal de condensado (36) para una central eléctrica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende adicionalmente:
- 30 una unidad de cálculo de recuento de control permitido (80) que está configurada para mostrar al menos un valor estimado de una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado que se estima que se ingresa y que está configurado para calcular un número restante de veces que la unidad ajuste del nivel de agua (40) puede realizar el control del caudal de condensado en función del valor estimado, un valor detectado de un nivel de agua o una cantidad de agua de retención del desaireador (32), y un límite inferior del nivel de agua o la cantidad de
- 35 una unidad de visualización (82) que está configurada para mostrar el número restante de veces calculadas por la unidad de cálculo de recuento de control permisible (80) en asociación con el valor estimado.
- 40 13. El dispositivo de control del caudal de condensado (36) para una central eléctrica de acuerdo con la reivindicación 12, que además comprende un interruptor que puede ser operado por un administrador y que se usa para cambiar entre habilitar y deshabilitar el control del caudal de condensado mediante la unidad de ajuste del nivel de agua (40).
- 45 14. El dispositivo de control del caudal de condensado (36) para una central eléctrica de acuerdo con la reivindicación 13, en el que cuando se ingresan la fluctuación de frecuencia o el cambio de carga solicitado que coincide con el valor estimado y el número de veces calculado en función del valor estimado es cero, el control del caudal de condensado por la unidad de ajuste del nivel de agua (40) se desactiva independientemente de las operaciones del interruptor por parte del administrador.
- 50 15. El dispositivo de control del caudal de condensado (36) para una central eléctrica de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 14, en donde la central eléctrica comprende una unidad de suministro de agua de reposición que está configurada para suministrar agua de reposición al desaireador (32) de acuerdo con un nivel de agua o una cantidad de agua de retención del desaireador (32), y la unidad de suministro de agua de reposición incluye un tanque de agua de reposición (64) que está configurado para almacenar el agua de reposición, una unidad de ajuste de cantidad de suministro de agua de reposición (68) que está configurada para ajustar una cantidad de suministro de agua de reposición que se suministra
- 55 desde el tanque de agua de reposición (64) al desaireador (32), y una unidad de calentamiento (70) que está configurada para calentar el agua de reposición.
- 60 16. El dispositivo de control del caudal de condensado (36) para una central eléctrica de acuerdo con la reivindicación 15, en el que la unidad de calentamiento (70) está configurada para calentar el agua de reposición usando calor residual de la caldera (10) o calor residual de otra fuente de calentamiento (74; 76; 78).
- 65 17. Un procedimiento de control del caudal de condensado para una central eléctrica, que es aplicable a una central eléctrica que tiene:
- una caldera (10);  
una turbina de vapor (14,16,18) configurada de manera que se introduce en ella el vapor generado por la caldera

- (10) ;  
un generador (12) configurado para ser accionado por la turbina de vapor (14,16,18);  
un condensador (26) configurado de tal manera que se le suministre vapor caliente de escape de la turbina de vapor (14,16,18);
- 5 un desaireador (32) configurado de modo que se le suministre el condensado generado por el condensador (26) a través de una válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador (34) y de manera que se le introduzca el vapor de purga de la turbina de vapor (14,16,18); y  
una bomba de alimentación (20) que está configurada para suministrar agua de alimentación desaireada por el desaireador (32) a la caldera (10),
- 10 el procedimiento que implementa el control del caudal de condensado de manera tal que se ingresa una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado, y la presión en una ruta de flujo de condensado desde la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador (34) hasta el desaireador (32) se ajusta de modo que se suprime la fluctuación de frecuencia ingresada o un valor de salida del generador (12) se ajusta al cambio de carga solicitado ingresado, ajustando así una cantidad de vapor de purga de la turbina de vapor (14,16,18),
- 15 **caracterizado por que**  
basándose en una relación preestablecida entre una fluctuación de frecuencia o un cambio de carga solicitado y un nivel de agua o una cantidad de agua de retención del desaireador, el control del caudal de condensado calcula un valor de ajuste del nivel de agua o un valor de ajuste de la cantidad de agua retenida a partir de la fluctuación de frecuencia o el cambio de carga solicitado y envía una instrucción de apertura a la válvula de ajuste del nivel de agua del desaireador (34) para que el nivel de agua o la cantidad de agua de retención del desaireador (32) asuman
- 20 el valor de ajuste del nivel de agua o el valor de ajuste de la cantidad de agua de retención.

FIG.1

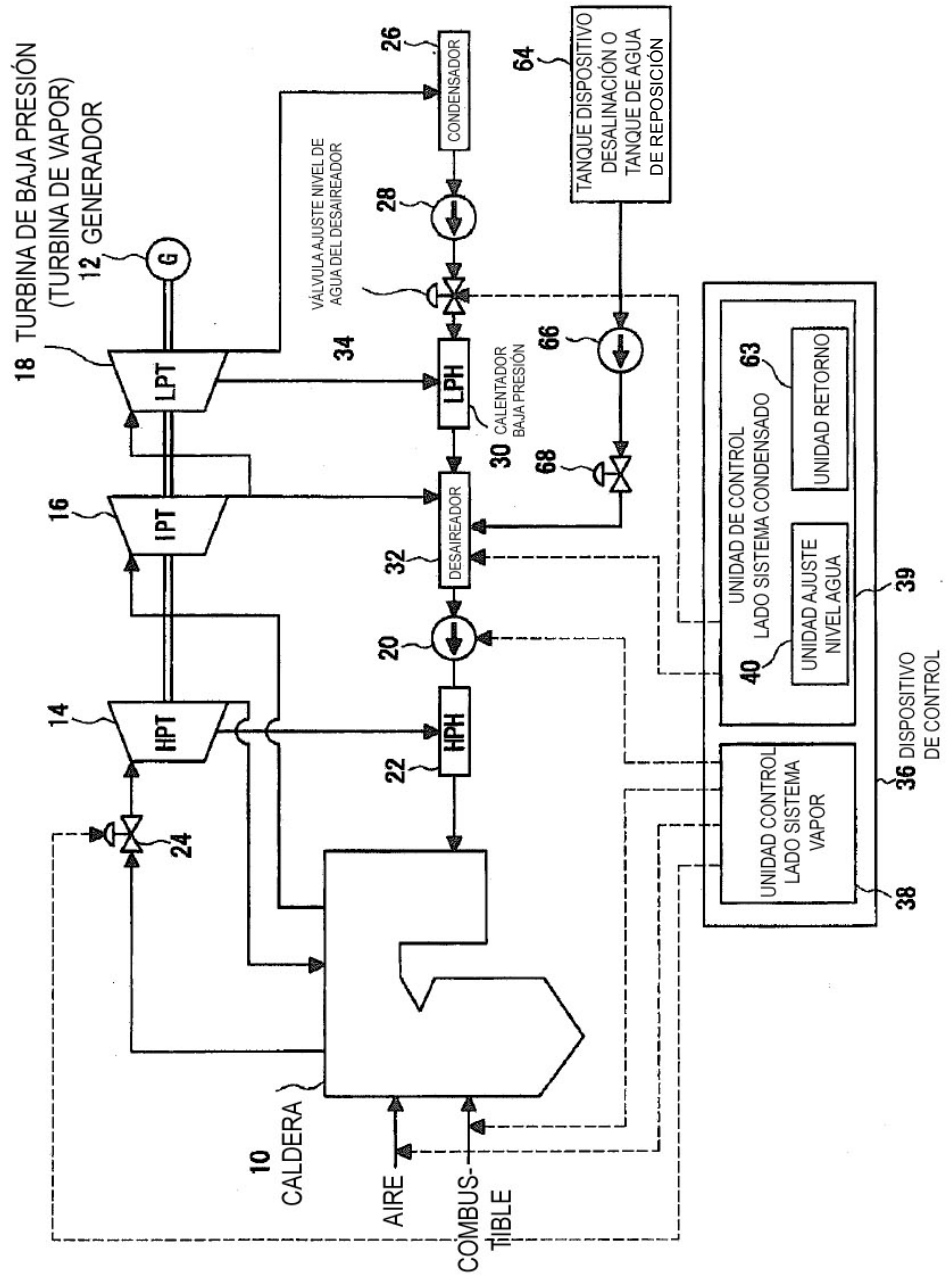




FIG.2

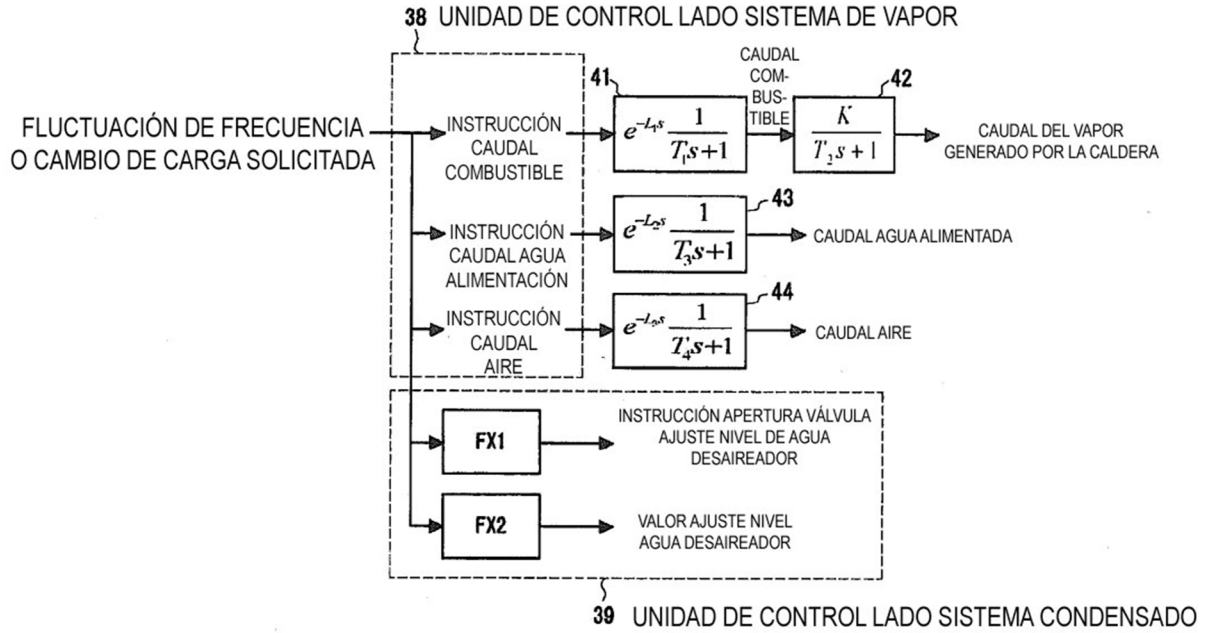


FIG.3

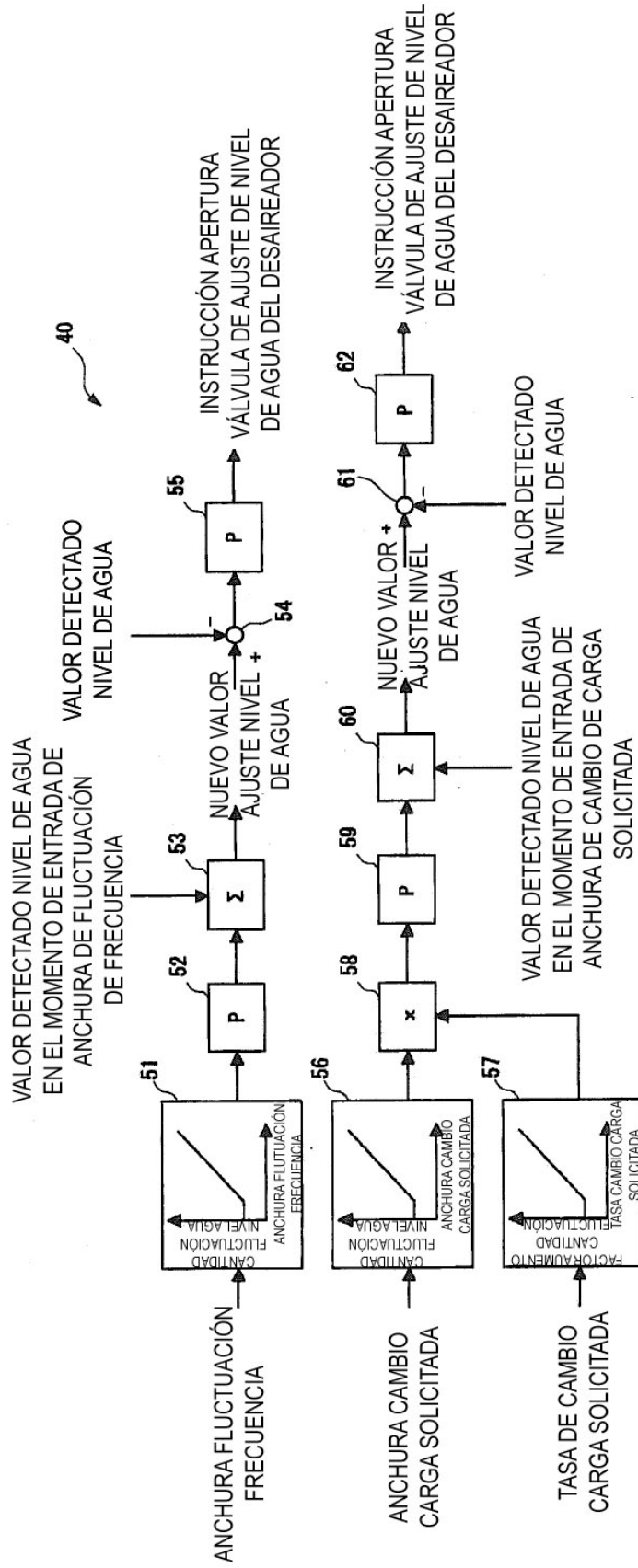


FIG.4

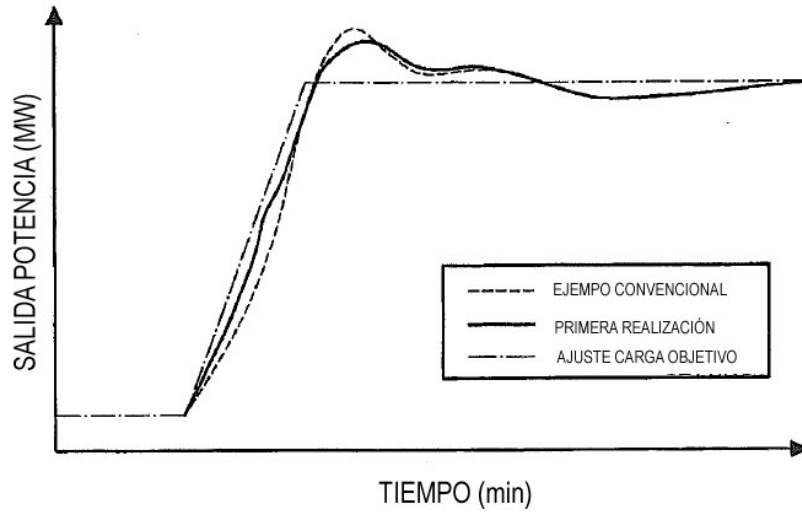


FIG.5A

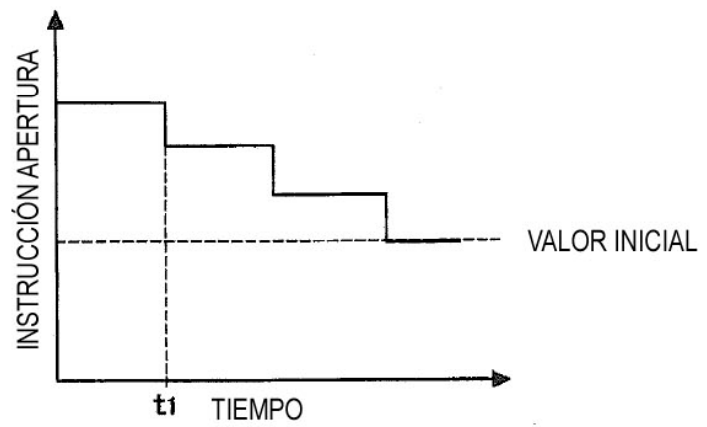


FIG.5B

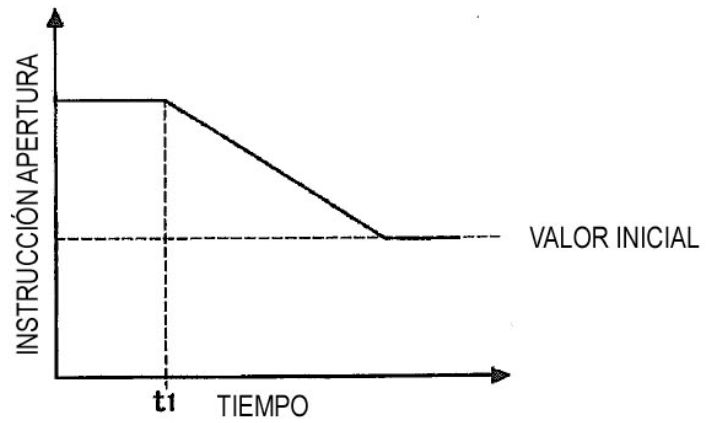


FIG.6

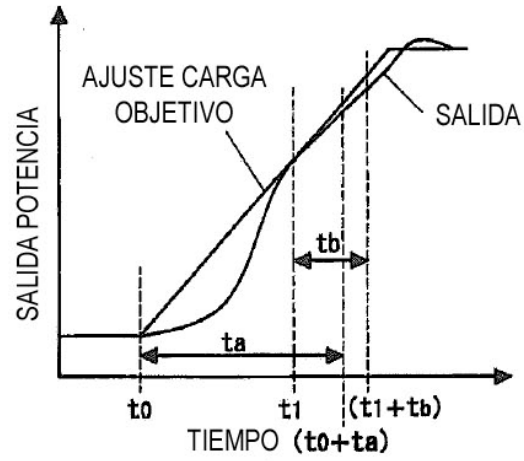


FIG.7A

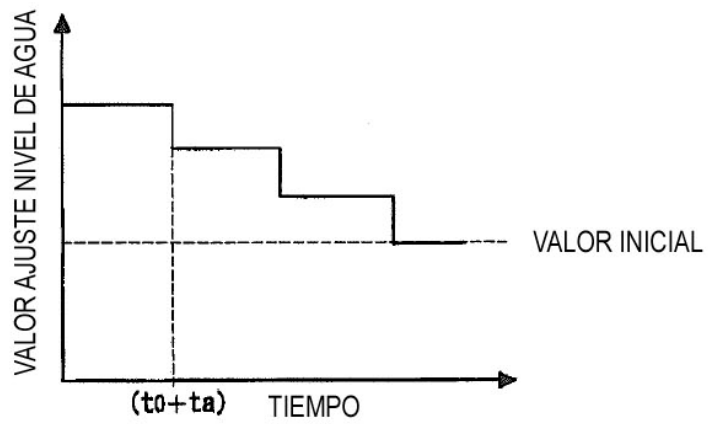


FIG.7B

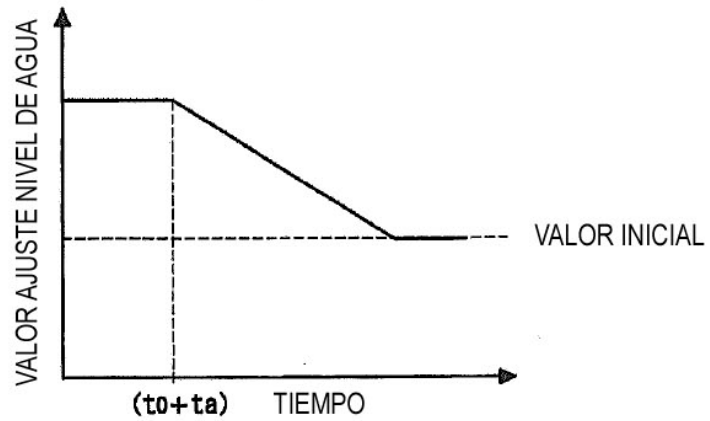


FIG.8

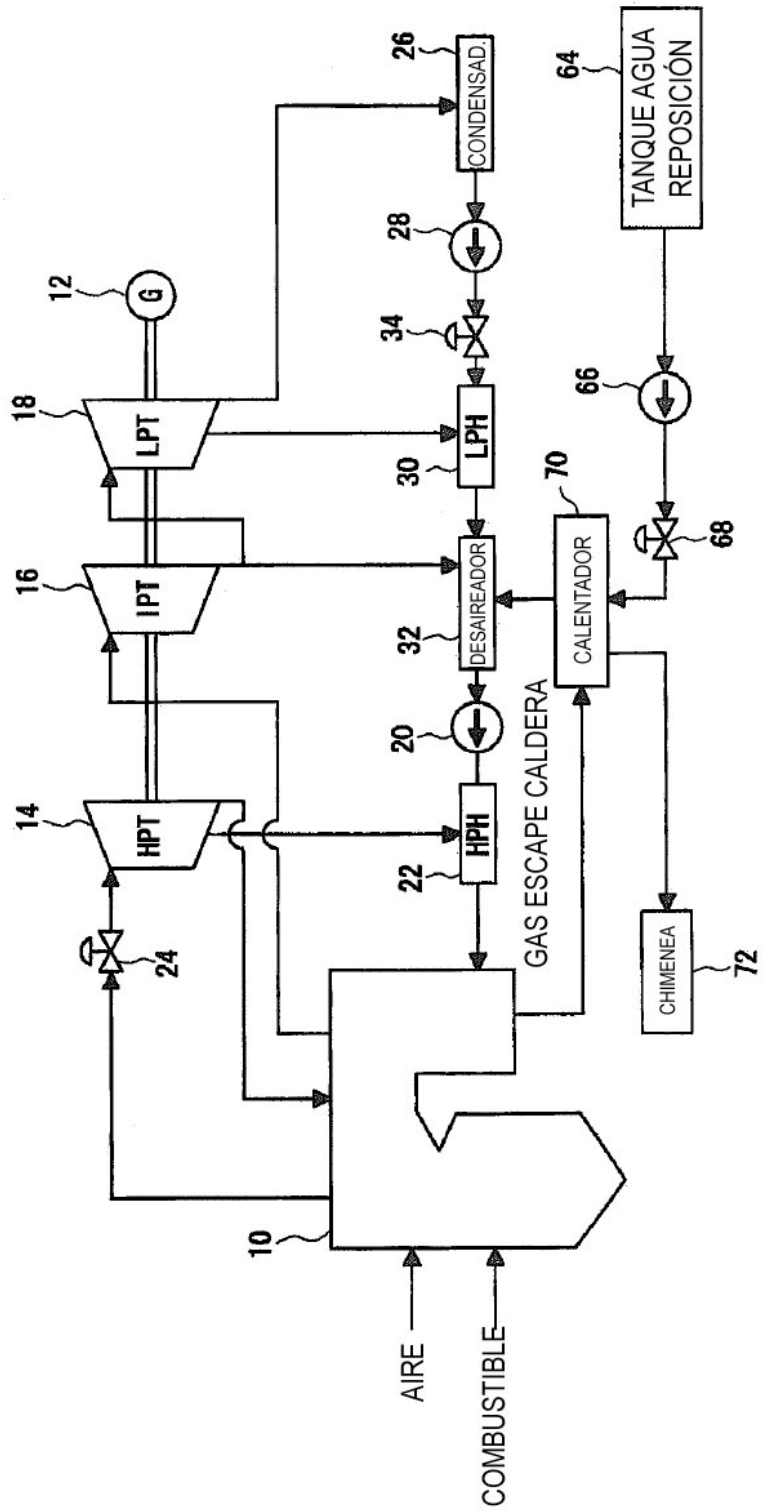


FIG.9

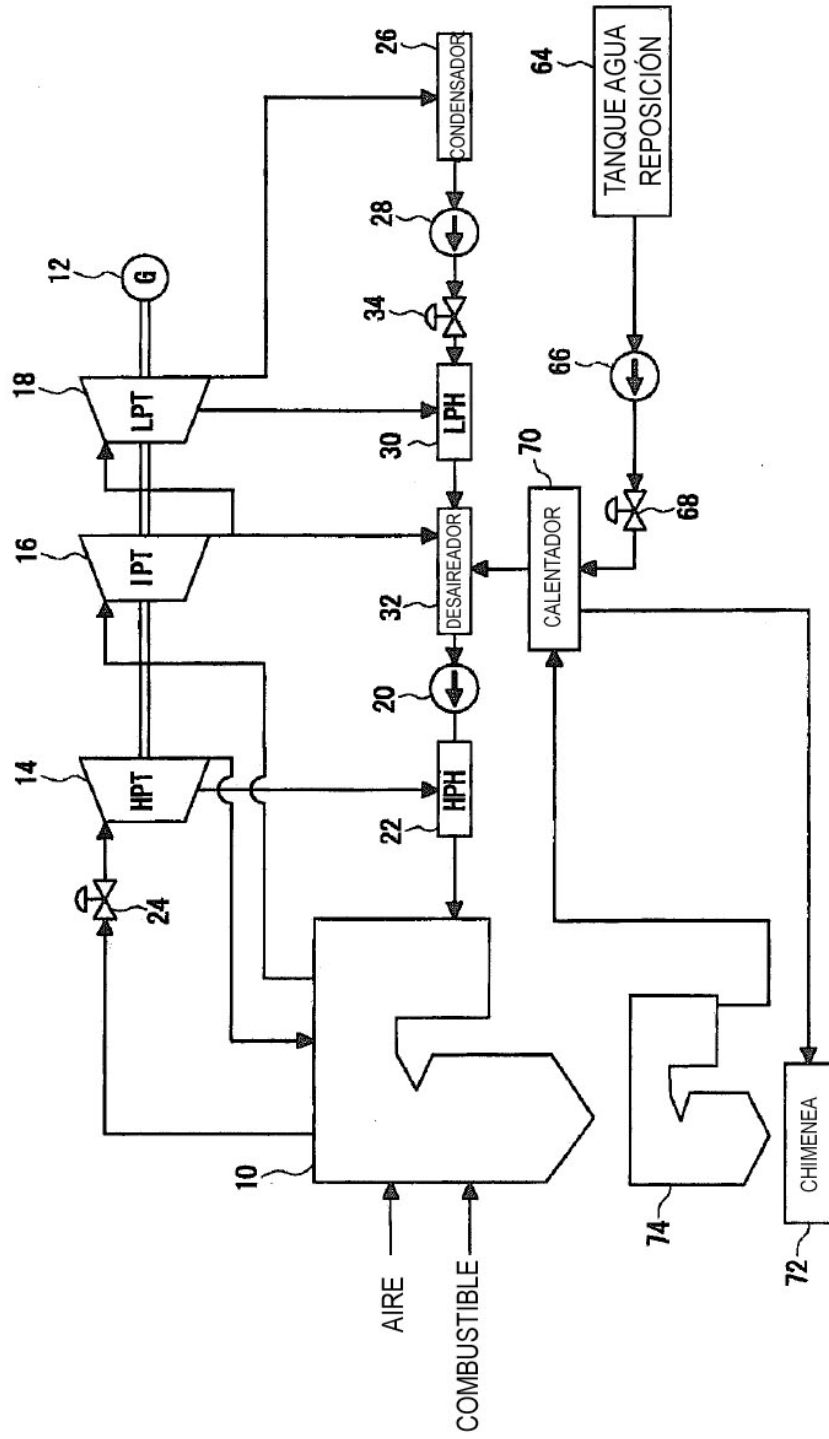


FIG.10

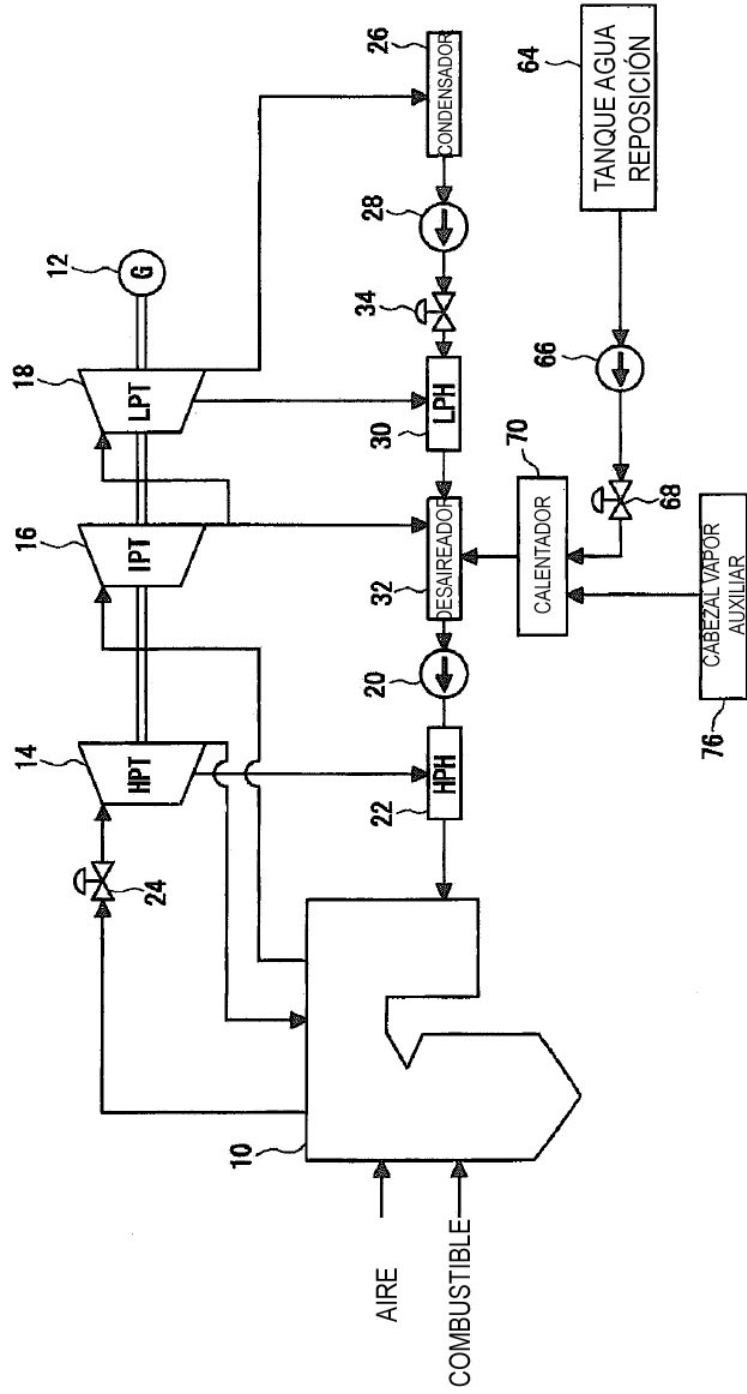


FIG.11

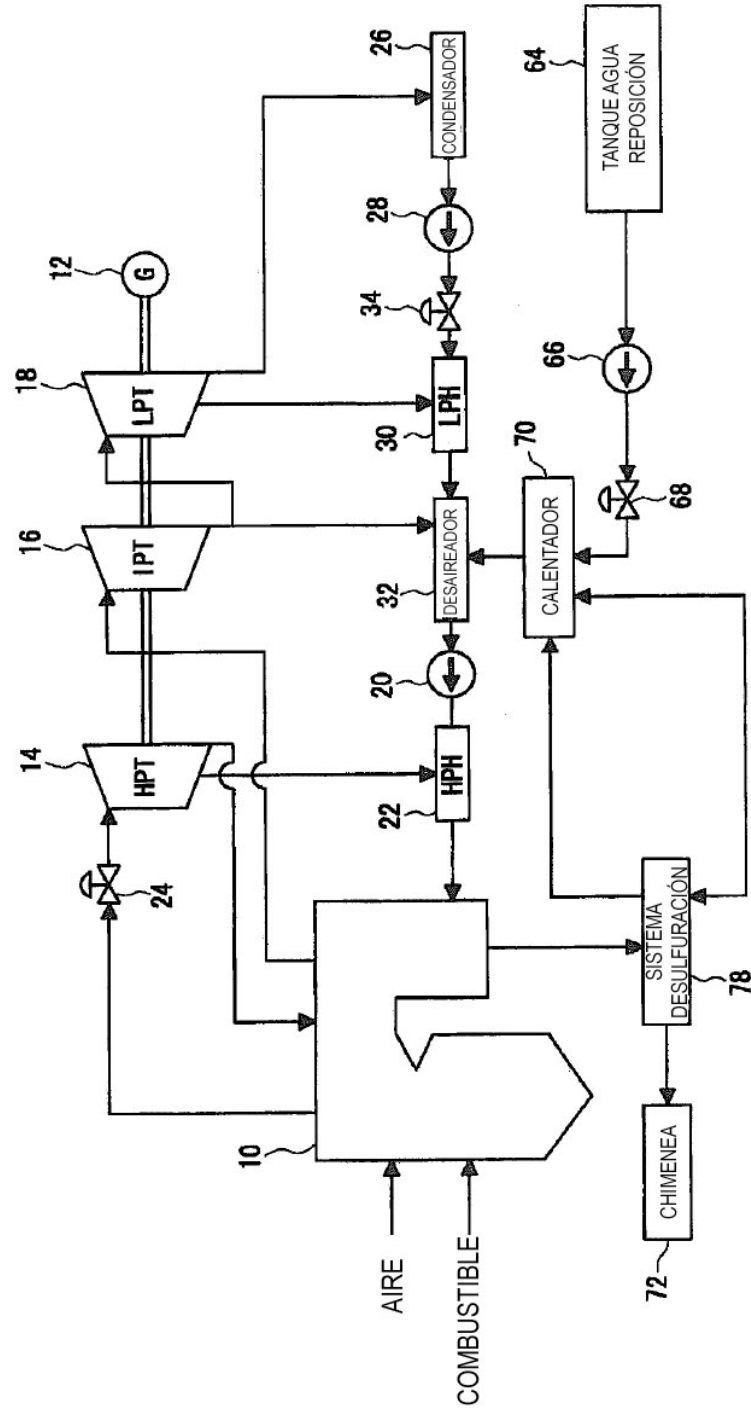




FIG.12

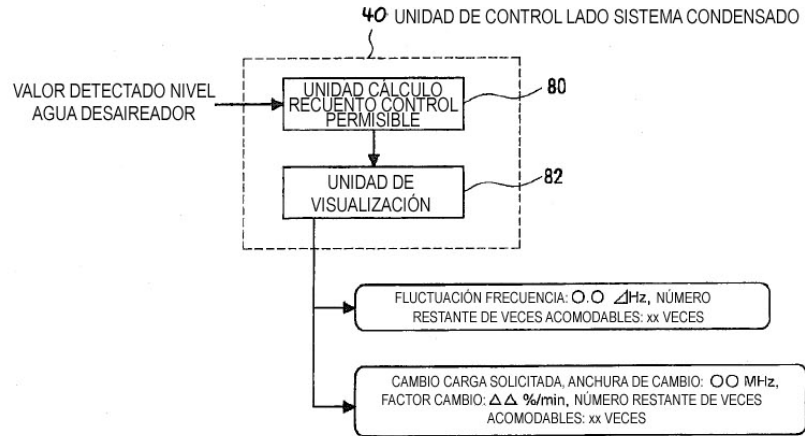


FIG.13

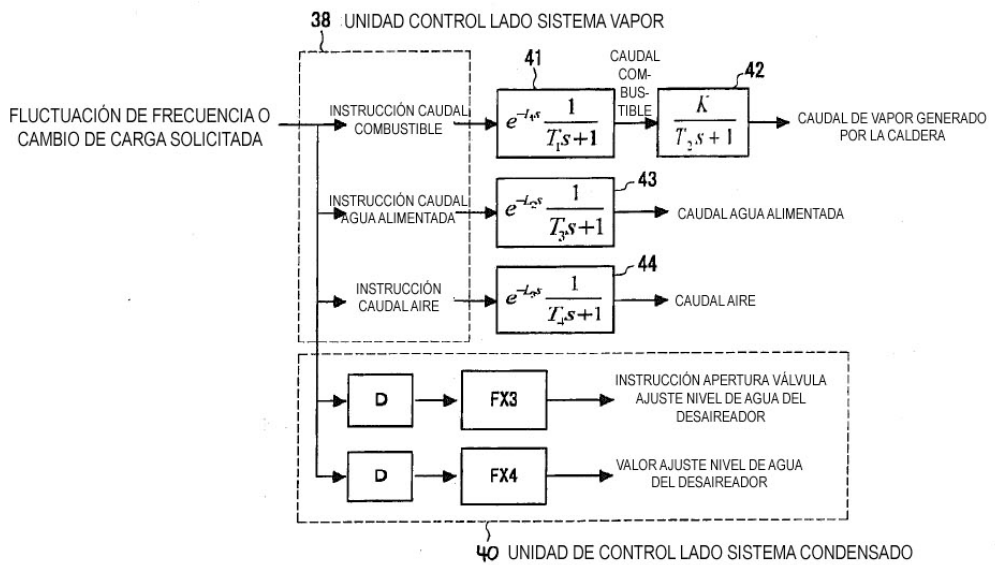


FIG. 14

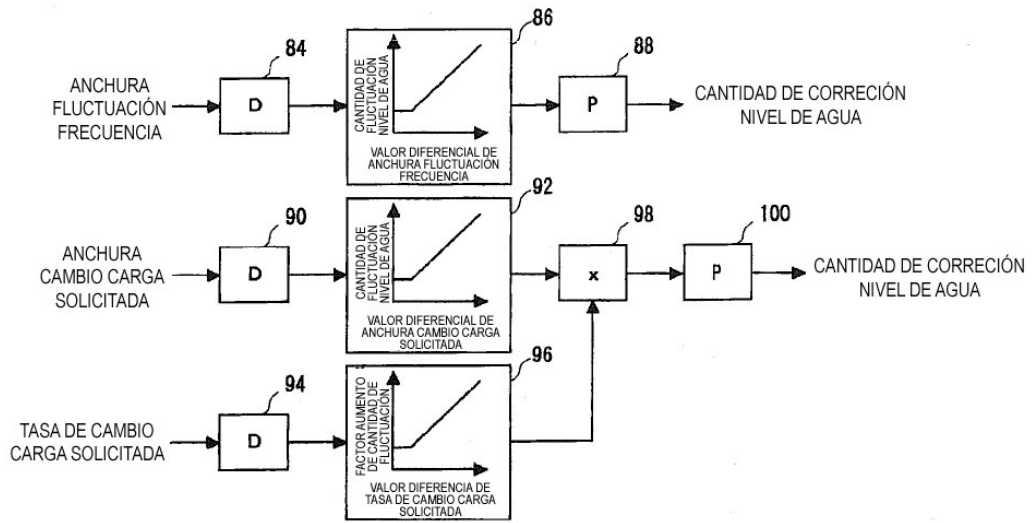


FIG. 15

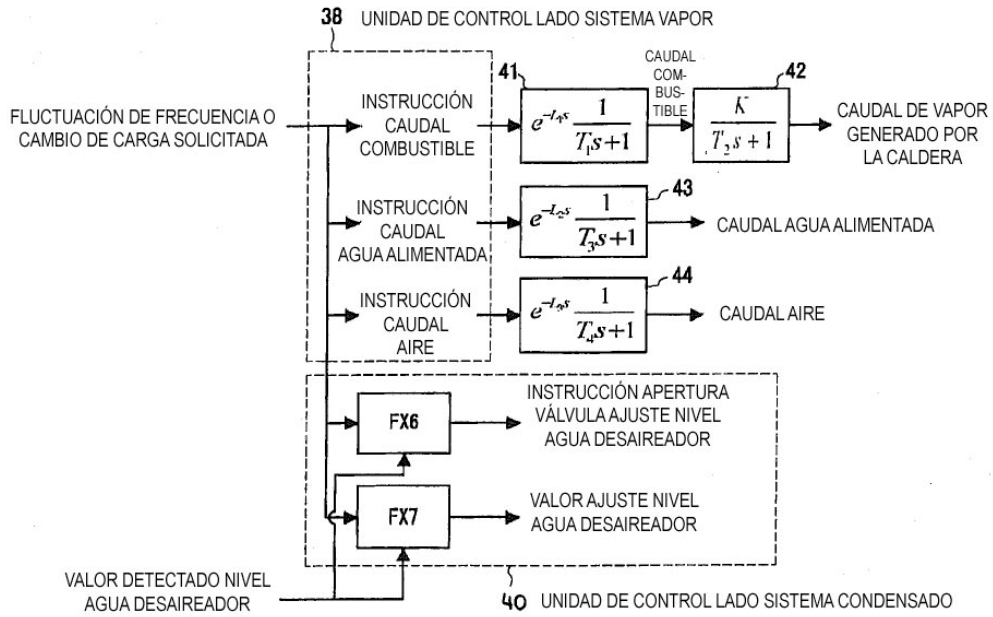


FIG. 16

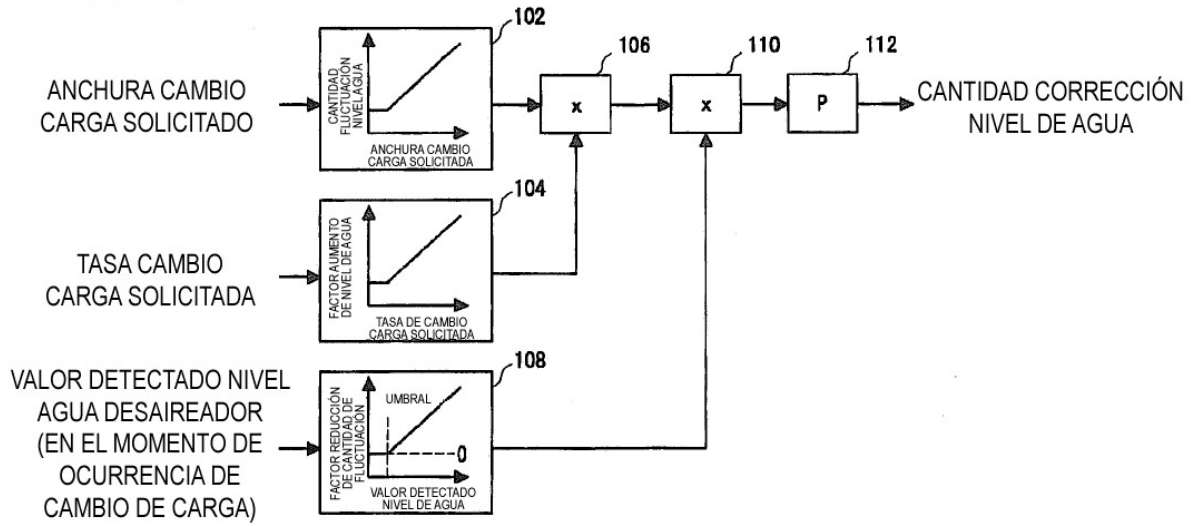


FIG.17

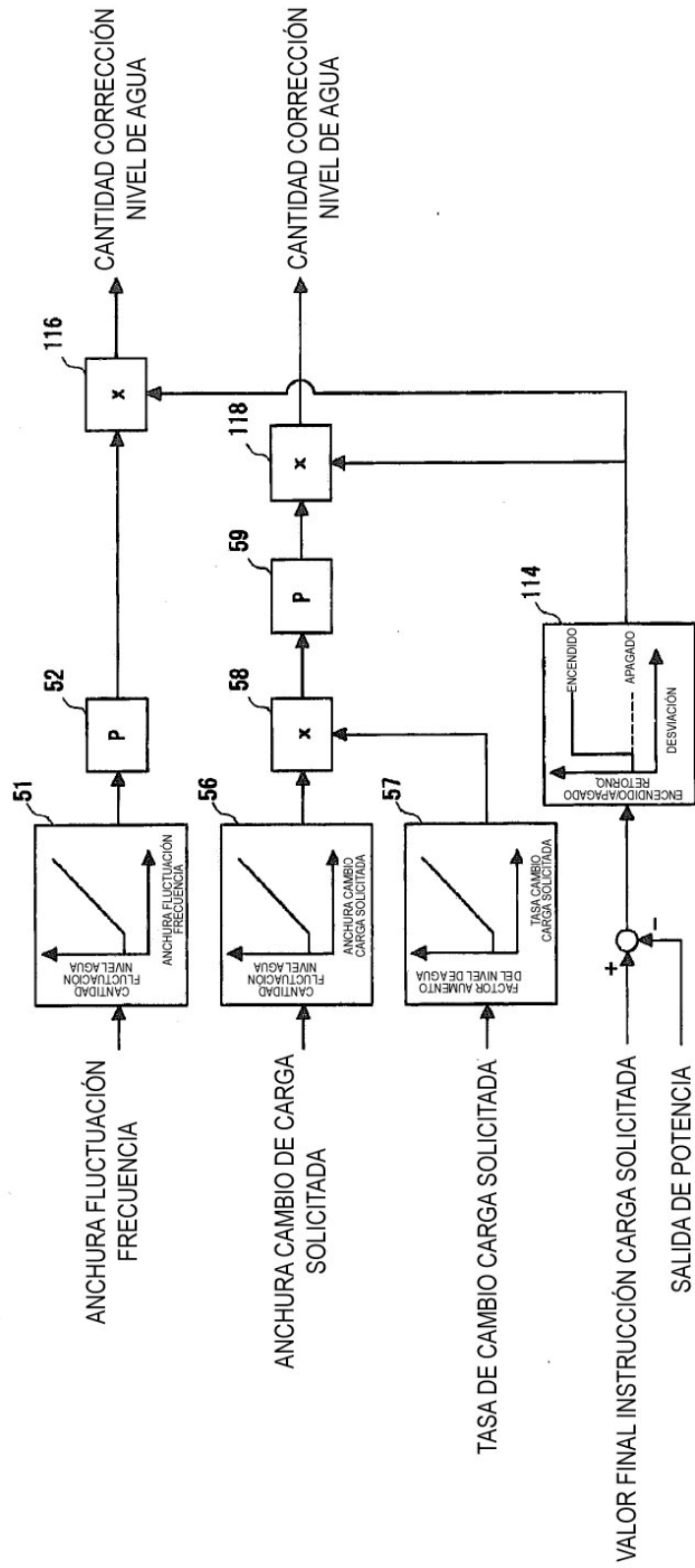


FIG.18A

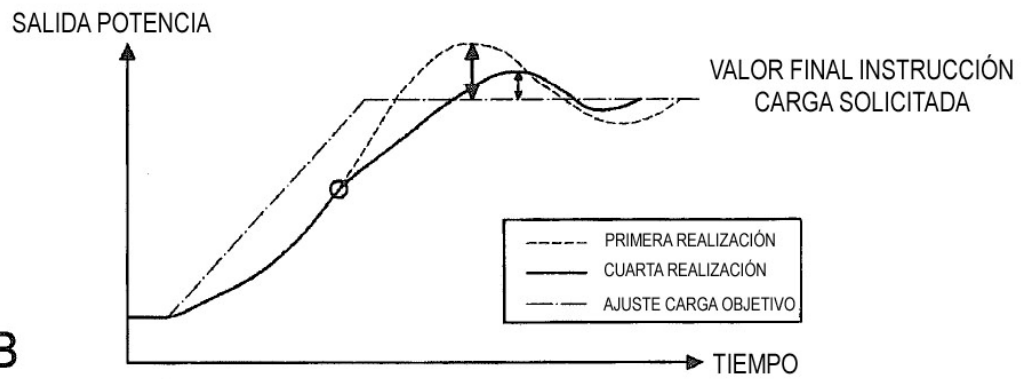


FIG.18B



FIG.19

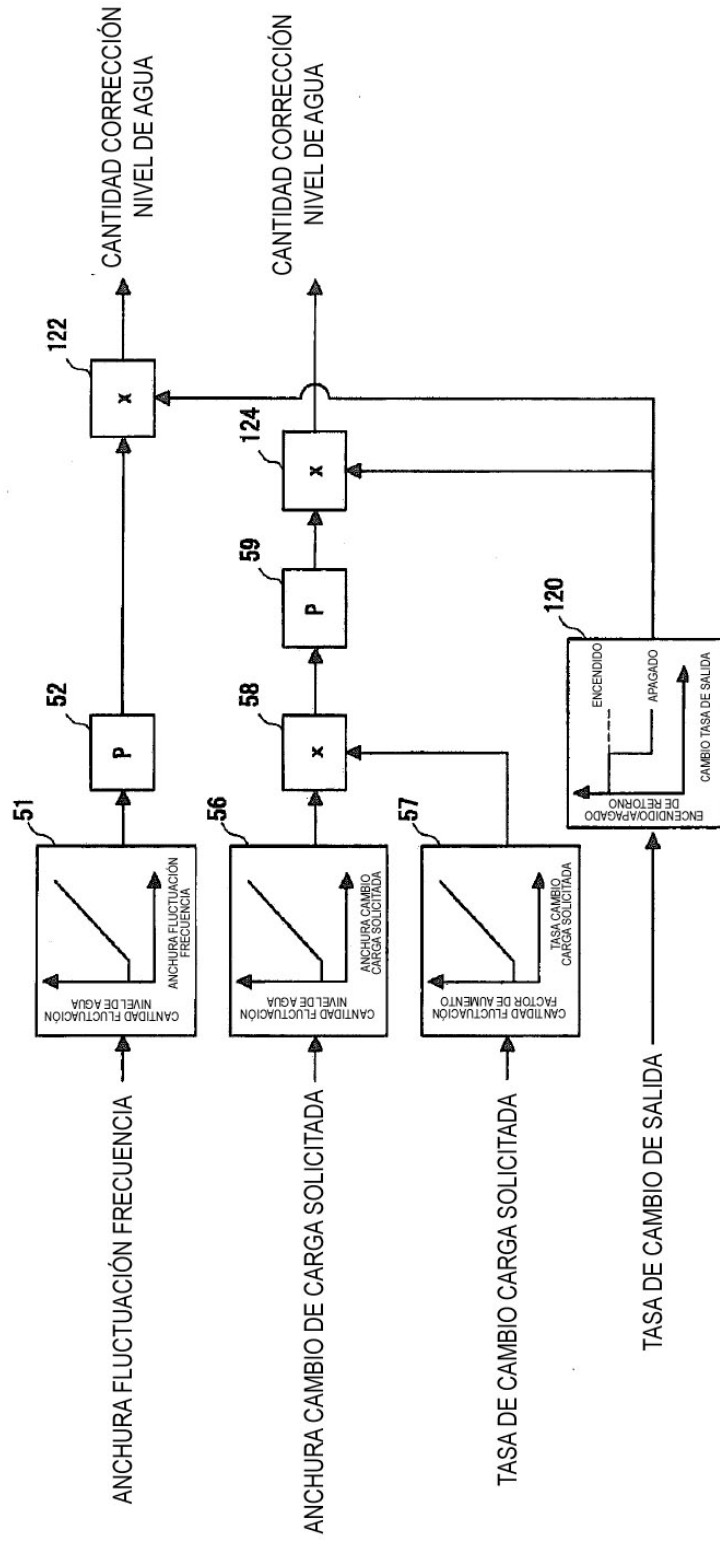


FIG.20A

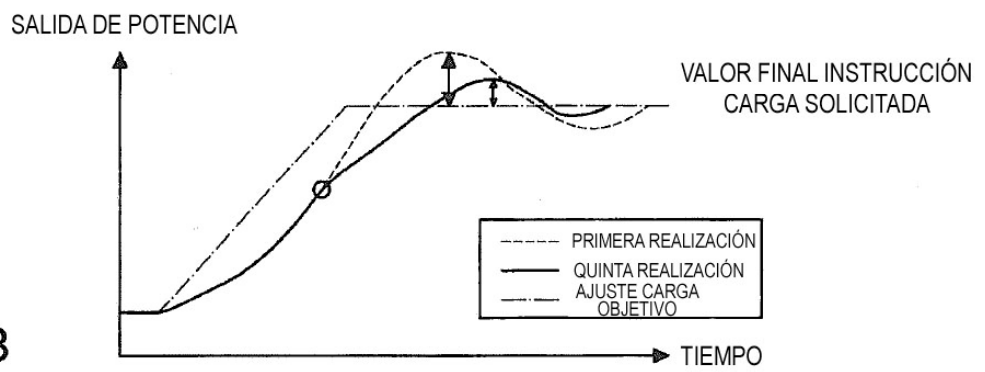


FIG.20B

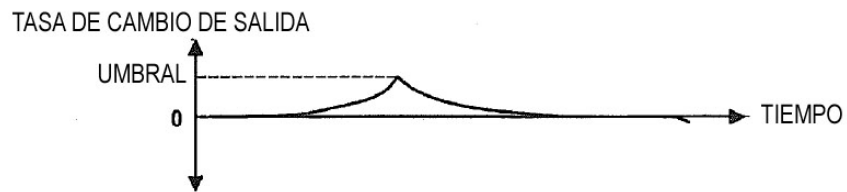


FIG.21

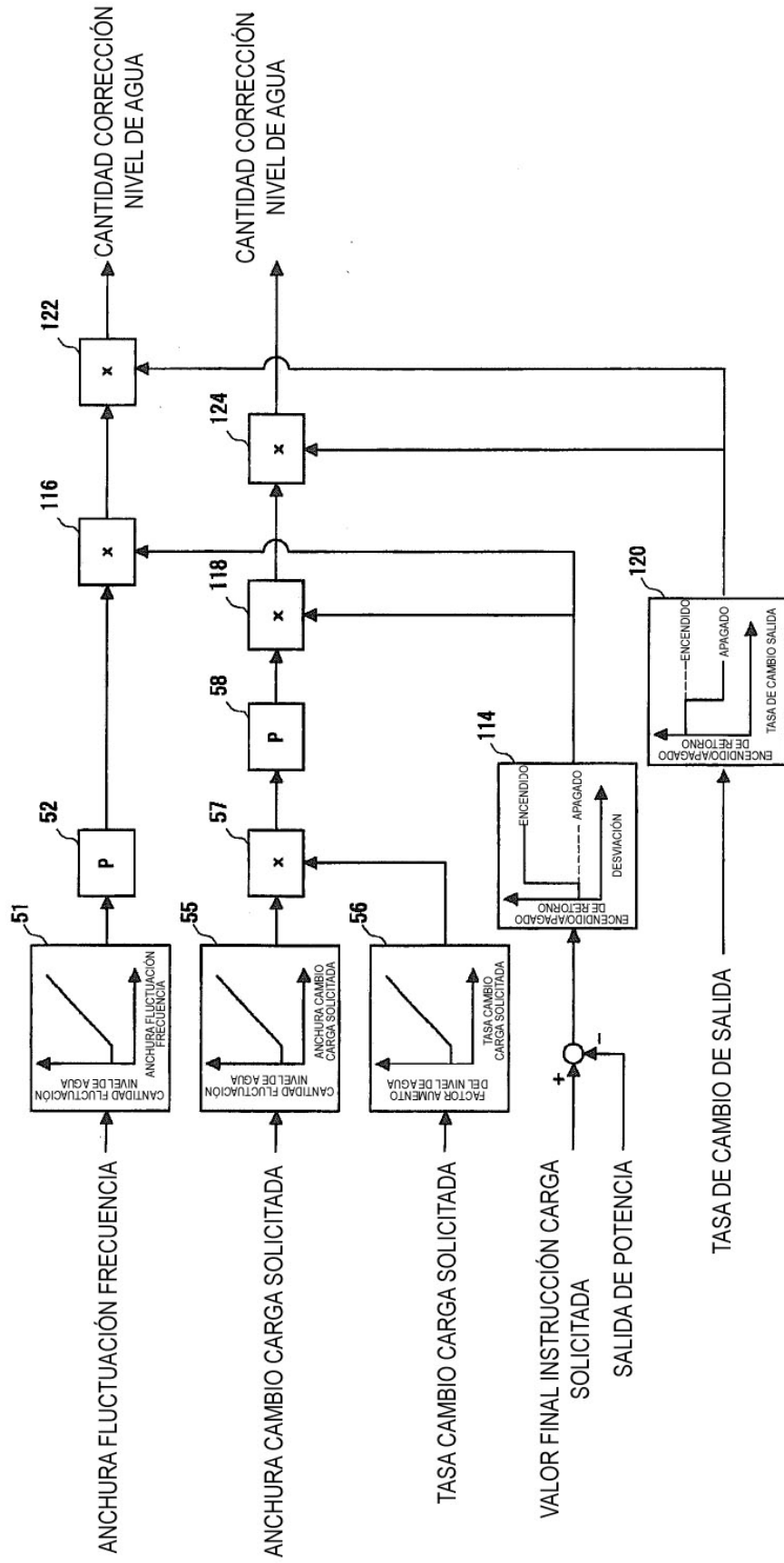




FIG.22A

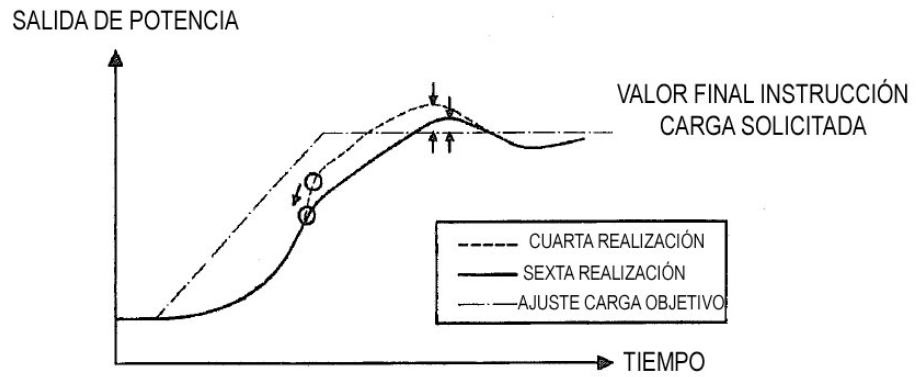


FIG.22B

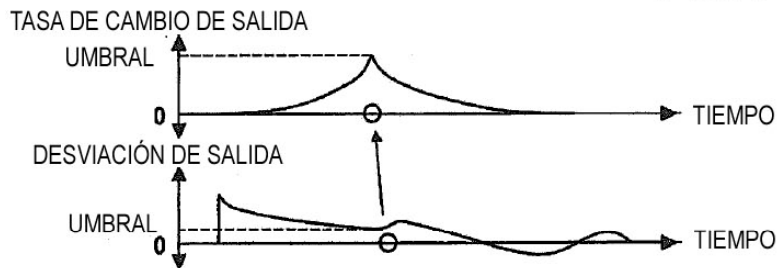


FIG.23

| ANCHURA FLUCTUACIÓN FRECUENCIA  | NÚMERO RESTANTE DE VECES DE CONTROL CAUDAL CONDENSADO | VALOR AJUSTE NIVEL AGUA DESAIREADOR |
|---------------------------------|---|-------------------------------------|
| 0,1 Hz                          | 5 VECES   | (x-100) mm                          |
| 0,2 Hz                          | 4 VECES   | (x-200) mm                          |
| 0,3 Hz                          | 3 VECES   | (x-300) mm                          |
| 0,4 Hz                          | 2 VECES   | (x-400) mm                          |
| 0,5 Hz                          | 1 VECES   | (x-500) mm                          |
| ANCHURA CAMBIO CARGA SOLICITADA | NÚMERO RESTANTE DE VECES DE CONTROL CAUDAL CONDENSADO | VALOR AJUSTE NIVEL AGUA DESAIREADOR |
| 0,1 MW                          | 5 VECES   | (x-100) mm                          |
| 0,2 MW                          | 4 VECES   | (x-200) mm                          |
| 0,3 MW                          | 3 VECES   | (x-300) mm                          |
| 0,4 MW                          | 2 VECES   | (x-400) mm                          |
| 0,5 MW                          | 1 VECES   | (x-500) mm                          |

FIG.24

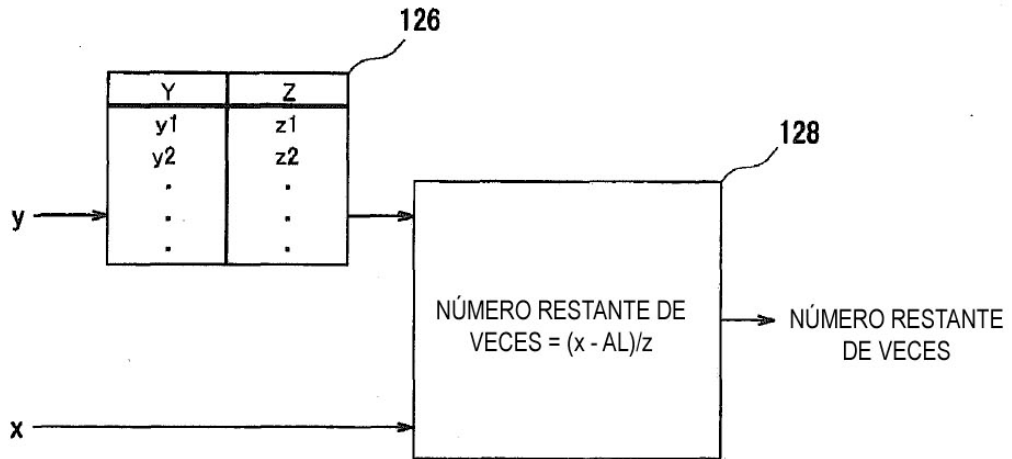
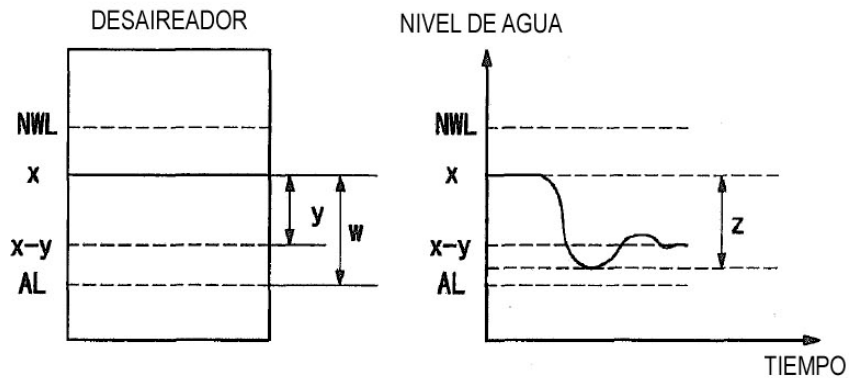


FIG.25



NWL: NIVEL DE AGUA NORMAL [mm]

x: NIVEL DE AGUA PRESENTE [mm]

y: CANTIDAD FLUCTUACIÓN NIVEL DE AGUA [mm]

x - y: NIVEL DE AGUA DESPUÉS DEL CONTROL DE CAUDAL DE CONDENSADO [mm]

z: VALOR MÁXIMO DE CANTIDAD DE FLUCTUACIÓN DE NIVEL DE AGUA [mm]

AL: NIVEL DE AGUA DE ADVERTENCIA [mm]

w: DIFERENCIA ENTRE NIVEL DE AGUA PRESENTE Y NIVEL DE AGUA DE ADVERTENCIA [mm]

FIG.26

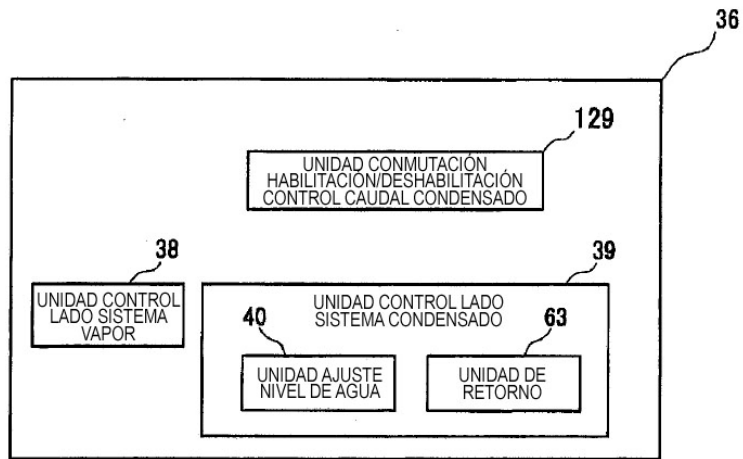


FIG.27

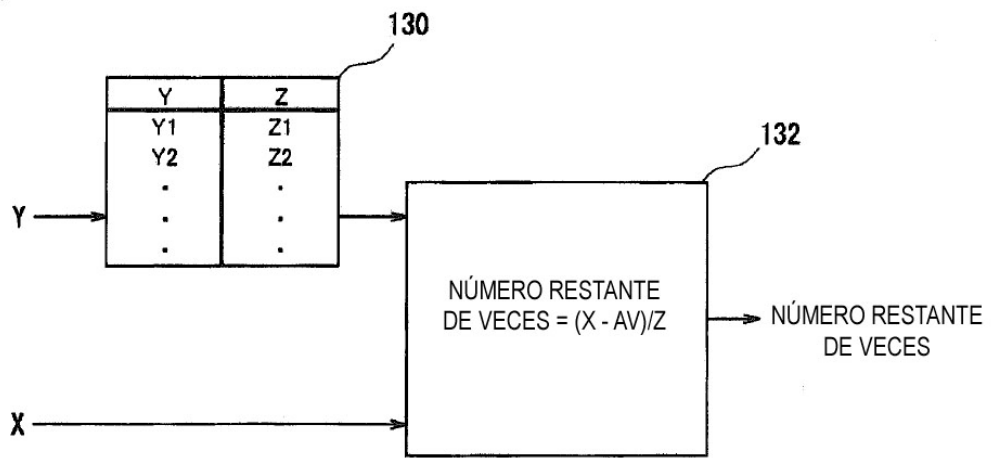
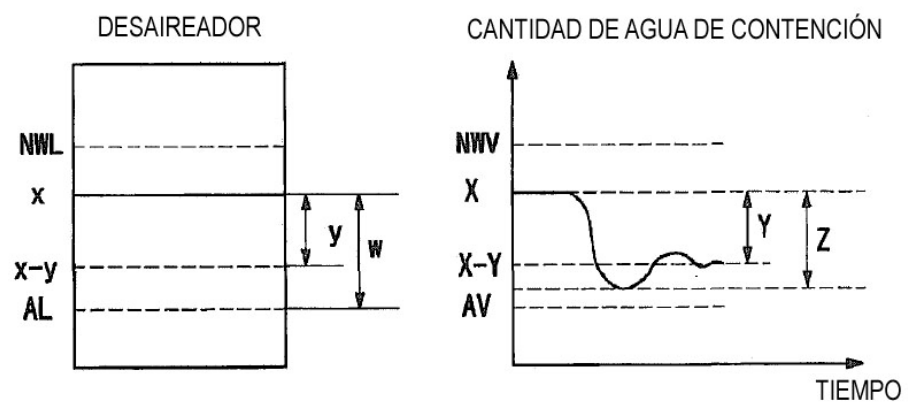


FIG.28



Nwv: CANTIDAD DE AGUA DE CONTENCIÓN NORMAL [m<sup>3</sup>]

X: CANTIDAD DE AGUA DE CONTENCIÓN PRESENTE [m<sup>3</sup>]

Y: CANTIDAD DE FLUCTUACIÓN DE CANTIDAD DE AGUA DE CONTENCIÓN [m<sup>3</sup>]

X - Y: CANTIDAD DE AGUA DE CONTENCIÓN DESPUÉS DEL CONTROL DE CAUDAL DE CONDENSADO [m<sup>3</sup>]

Z: VALOR MÁXIMO DE CANTIDAD DE FLUCTUACIÓN DE CANTIDAD DE AGUA DE CONTENCIÓN [m<sup>3</sup>]

AV: CANTIDAD DE AGUA DE ADVERTENCIA [m<sup>3</sup>]

