

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 597 961**

51 Int. Cl.:

F23C 6/02	(2006.01)
F23C 6/04	(2006.01)
F23D 1/00	(2006.01)
F23K 1/00	(2006.01)
F23K 3/02	(2006.01)
F23N 1/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2010 PCT/DE2010/000323**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.10.2010 WO10115396**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2010 E 10718437 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016 EP 2414731**

54 Título: **Procedimiento para mejorar el comportamiento dinámico de una central eléctrica alimentada con carbón con demandas primarias y/o secundarias del operador de red eléctrica con respecto al suministro de corriente a la red y central eléctrica alimentada con carbón**

30 Prioridad:

03.04.2009 DE 102009016191

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

24.01.2017

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC TECHNOLOGY GMBH
(100.0%)
Brown Boveri Strasse 7
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**BRUEGGEMANN, HELLMUTH;
DRENIK, OLIVIER;
HEIM, MICHAEL y
MIRZA, HAIDER**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 597 961 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

5 Procedimiento para mejorar el comportamiento dinámico de una central eléctrica alimentada con carbón con demandas primarias y/o secundarias del operador de red eléctrica con respecto al suministro de corriente a la red y central eléctrica alimentada con carbón

10 La invención se refiere a un procedimiento y a una disposición para mejorar el comportamiento dinámico de una central eléctrica alimentada con carbón con demandas primarias y/o secundarias del operador de red eléctrica con respecto al suministro de corriente a la red.

El mantener constante la frecuencia de tensión alterna en redes eléctricas supone una tarea importante. Desviaciones con respecto a la frecuencia predeterminada pueden llevar a un fallo de los consumidores conectados a la red y a daños resultantes de ello.

15 Las desviaciones con respecto al valor de frecuencia de red predeterminado se producen sobre todo cuando de manera repentina cambia la demanda de potencia de las centrales eléctricas conectadas a la red eléctrica porque por ejemplo se separe una central eléctrica de la red debido a una avería o se añada un consumidor a gran escala o porque cambie la configuración de red o el diseño de red. Para mantener constante la frecuencia de red en el valor predeterminado o mantenerla en un intervalo de tolerancia determinado, en el marco del denominado control primario o potencia de control primario debe intentarse mantener la potencia de producción y la carga de red compensadas y producir siempre tanta potencia eléctrica como se consume por la carga de red durante el funcionamiento con la frecuencia de red predeterminada. A este respecto, el control primario todavía se ve apoyado por el control secundario o potencia de control secundario que tras la regulación de un cambio repentino de la potencia consumida o producida mediante el control primario compensa desviaciones casi estacionarias tanto de la frecuencia como de la potencia de entrega.

30 Para poder contrarrestar las desviaciones con respecto al valor de frecuencia de red predeterminado en un tiempo muy breve, algunos operadores de red nacionales especifican en sus estándares en qué condiciones o con qué especificaciones se realizará. Así, por ejemplo, el operador de red británico National Grid Electricity Transmission plc indica en su documento "The Grid Code", tercera edición, que en caso de una desviación de frecuencia en una central eléctrica conectada a la red eléctrica por ejemplo con un modo de funcionamiento del 65% de su potencia nominal se elevará la potencia de la central eléctrica en el marco del control primario o de las demandas primarias en un periodo de 10 segundos en un 10 por ciento de su potencia nominal y de este modo se contrarrestará la desviación de frecuencia. Este cambio muy rápido en el tiempo y muy grande con respecto a la salida de potencia es un gran reto para la central eléctrica, en particular para una central eléctrica alimentada con carbón.

40 Por regla general, las centrales eléctricas grandes alimentadas con carbón están diseñadas con hogares para carbón pulverizado en los que el carbón pulverizado en la planta de pulverización de carbón se suministra directamente a través de conductos para carbón pulverizado a la cámara de combustión de la central eléctrica (los denominados hogares para carbón pulverizado "directos"). La preparación del combustible es uno de los factores principales para una buena combustión, un buen rendimiento, emisiones reducidas y poca materia sin quemar en las cenizas para poder aprovechar este subproducto. Para la preparación del carbón es necesario que la planta de pulverización de carbón o el pulverizador de carbón se encuentren en equilibrio térmico y de caudal másico estacionario lo que lleva a que puedan realizarse cambios de carga en el hogar para carbón pulverizado y así en la propia central eléctrica sólo de manera lenta y con ello a que se produzca un tiempo de retardo cuando se realicen los cambios de carga o cuando sean necesarios.

50 El tiempo de retardo del pulverizador de carbón cuando cambia la cantidad o carga de combustible es un componente esencial del tiempo de retardo total de la planta. El tiempo de retardo del pulverizador de carbón puede tener una duración según el proceso de preparación de carbón en bruto (en función de la finura, humedad, dureza del carbón en bruto así como la carga del pulverizador) y por tanto influye negativamente en el tiempo de retardo de toda la planta.

55 El documento 4 332 207 da a conocer el suministro de carbón a partir de una tolva para carbón en bruto y a través de un pulverizador directamente al horno a través de quemadores. Además, cuando es necesario, el carbón puede suministrarse al horno desde una fuente independiente a través de un elemento de suministro variable.

60 Ahora, el objetivo de la invención es proporcionar un procedimiento para mejorar el comportamiento dinámico de una central eléctrica alimentada con carbón con demandas primarias y/o secundarias del operador de red eléctrica con respecto al suministro de corriente a la red, en el que el tiempo de retardo del hogar para carbón pulverizado de la central eléctrica se reduce de tal modo que la central eléctrica cumple con las especificaciones o condiciones de los operadores nacionales respectivos de las redes eléctricas. Además, es un objetivo de la invención proporcionar una disposición para mejorar el comportamiento dinámico de una central eléctrica alimentada con carbón con demandas primarias y/o secundarias del operador de red eléctrica con respecto al suministro de corriente a la red.

65

El objetivo mencionado anteriormente se alcanza en cuanto al procedimiento por el conjunto de características de la reivindicación 1 y en cuanto a la disposición por el conjunto de características de la reivindicación 9.

De las reivindicaciones dependientes se deducirán configuraciones ventajosas de la invención.

5 Mediante la solución según la invención se proporciona un procedimiento y una disposición para mejorar el comportamiento dinámico de una central eléctrica alimentada con carbón con demandas primarias y/o secundarias del operador de red eléctrica con respecto al suministro de corriente a la red, que presenta las siguientes ventajas:

10 - Permite la posibilidad de que los operadores de centrales eléctricas obtengan las autorizaciones necesarias para construir y hacer funcionar centrales eléctricas acorde con los requisitos de frecuencia de red nacionales prescritos.

- Mediante la venta de la reserva de control primario el operador de central eléctrica puede hacer funcionar la planta de manera más económica u obtener ganancias mayores.

15 - El fabricante o proveedor de este tipo de centrales eléctricas puede ofrecer o vender estas centrales eléctricas en mercados mundiales, por ejemplo el Reino Unido, Irlanda, Francia, China, la India, Singapur etc.

20 Una configuración ventajosa de la invención prevé que el silo que presenta un volumen de almacenamiento V_{Sp} durante el funcionamiento normal del sistema de alimentación indirecto se llene en cuanto al volumen aproximadamente a la mitad con carbón pulverizado para que esté a disposición y utilizarlo en caso de que aumenten las demandas primarias y/o secundarias del operador de red eléctrica con respecto al suministro de corriente a la red y que el volumen de almacenamiento restante se utilice para recibir y almacenar el carbón pulverizado producido en exceso cuando se reducen las demandas primarias y/o secundarias del operador de red eléctrica con respecto al suministro de corriente a la red.

25 En una configuración ventajosa de la invención, el aumento o la reducción de la cantidad de carbón pulverizado suministrada indirectamente se produce mediante un aumento o reducción controlado/a de la capacidad de los elementos de distribución. De este modo pueden tenerse en cuenta exactamente las necesidades o el comportamiento dinámico de la central eléctrica alimentada con carbón.

30 Una configuración ventajosa prevé en caso de aumento o reducción de la cantidad de carbón pulverizado suministrada indirectamente aumentar o reducir el caudal del soplador de gas transportador de manera controlada. De este modo se conserva el aporte fluido del carbón pulverizado a la cámara de combustión.

35 Resulta ventajoso que el aumento o la reducción de la capacidad de los elementos de distribución y/o el aumento o la reducción del caudal del soplador de gas transportador se produzcan por el control de potencia de bloque de la central eléctrica alimentada con carbón, en el que influyen las demandas de la red eléctrica. Con esta medida se garantiza que en caso de un cambio de frecuencia o una demanda en la red eléctrica inmediatamente el control de red influya en el control de potencia de bloque de la central eléctrica alimentada con carbón y su alimentación y con ello, sin pérdida de tiempo, se inicie una contramedida para optimizar el comportamiento dinámico de la central eléctrica.

40 En una configuración ventajosa de la invención, la demanda primaria o el control primario se dispara por una señal controlada a distancia. En una configuración ventajosa adicional de la invención, la demanda secundaria o el control secundario también se dispara por una señal controlada a distancia.

45 La demanda secundaria o el control secundario pueden dispararse además mediante indicación por escrito o verbal al operador de la central eléctrica.

50 A continuación se explican en más detalle ejemplos de realización de la invención mediante los dibujos y la descripción.

Muestran:

55 la figura 1 un extracto de las especificaciones de la red eléctrica británica (*Grid Code* (Reino Unido)), mostrando el extracto el perfil de exigencias mínimo de la dependencia de la frecuencia para un cambio de frecuencia de 0,5 Hz con respecto a la frecuencia teórica (*Minimum Frequency Response Requirement Profile for a 0,5 Hz frequency change from Target Frequency*, perfil de requisitos de respuesta de frecuencia mínimo para un cambio de frecuencia de 0,5 Hz con respecto a la frecuencia objetivo),

60 la figura 2 un extracto de las especificaciones de la red eléctrica británica (*Grid Code* (Reino Unido)), mostrando el extracto la interpretación del control primario y secundario o demanda primaria y secundaria (*Interpretation of Primary and Secondary Response Values*, interpretación de valores de respuesta primaria y secundaria),

65

la figura 3 representada de manera esquemática, una disposición para mejorar el comportamiento dinámico de una central eléctrica alimentada con carbón con demandas primarias y/o secundarias del operador de red eléctrica con respecto al suministro de corriente a la red, estando representada la planta de pulverización de carbón incluidos los conductos para carbón pulverizado del hogar de la central eléctrica,

la figura 4 representada de manera esquemática, la relación de un aumento de potencia en función del tiempo y del procedimiento de alimentación.

En un sistema de suministro de energía eléctrico (red eléctrica) la potencia producida siempre tiene que estar en equilibrio con la potencia del consumidor. Los cambios de la carga de consumidor o alteraciones de las centrales eléctricas afectan a este equilibrio y provocan desviaciones de frecuencia en la red a las que reaccionan las máquinas implicadas en el control primario o la demanda primaria. El control primario o la demanda primaria equivalente garantizan, debido a su comportamiento de control, la recuperación del equilibrio entre potencia producida y consumida en pocos segundos, manteniéndose la frecuencia dentro de los valores límite admisibles. En la red eléctrica, tras la regulación de un cambio repentino de la potencia consumida o producida mediante el control primario o la demanda primaria, sigue habiendo desviaciones casi estacionarias (con respecto a los valores teóricos) tanto de la frecuencia Δf como de la potencia de entrega ΔP_i entre las zonas de control individuales. En este contexto empieza a funcionar el control secundario o demanda secundaria, cuyo objetivo es devolver la frecuencia a su valor teórico y las potencias de entrega a los valores acordados y con ello volver a tener a disposición toda la potencia de control primario activada como reserva.

La figura 1 muestra la interpretación del control primario y secundario o de la potencia de control primario y secundario o demanda primaria y secundaria (*Interpretation of Primary- and Secondary Response Values*, interpretación de valores de respuesta primaria y secundaria) de las especificaciones de red eléctrica británicas (*Grid Code* del Reino Unido), que se producirá con una desviación de frecuencia (*Frequency Change*, cambio de frecuencia) de -0,5 Hz con respecto a la frecuencia teórica (*Target Frequency*, frecuencia objetivo) de la red eléctrica. El diagrama de la figura 1 indica que una central eléctrica conectada con la red eléctrica según el control primario P debe reaccionar en un periodo de tiempo T_{sp} de 10 segundos con un comportamiento de respuesta de planta (*Plant response*, respuesta de planta) y a este respecto aumentarse la potencia de la central eléctrica. La magnitud de la elevación de potencia en este periodo de tiempo T_{sp} depende del margen de carga con el que se hace funcionar la central eléctrica en el momento preciso de la caída de frecuencia. Las especificaciones de red eléctrica británicas establecen por ejemplo con una carga mínima demandada determinada (*Minimum Generation*, generación mínima) del 65% de la potencia nominal RC (*Registered Capacity*, capacidad registrada) de la central eléctrica que con esta carga parcial la potencia de la central eléctrica debe elevarse en los 10 segundos en un 10% (porcentaje A_p) de la potencia o capacidad nominal RC de la central eléctrica (véase la figura 2). Según la figura 2 (la abscisa muestra el margen de carga (en % de la RC) de la central eléctrica, la ordenada muestra los intervalos de control primario o secundario (en % de la RC)), se garantizará la elevación en un 10% de la capacidad nominal RC de la central eléctrica entre el margen de carga parcial del 65 al 80% de la potencia nominal de central eléctrica RC. Entre el margen de carga parcial del 80 al 100% de la potencia nominal de central eléctrica RC, la elevación de potencia disminuye linealmente del 10% a 0.

En el caso de una superación de la frecuencia o una reducción de las demandas primarias y/o secundarias del operador de red eléctrica con respecto al suministro de corriente a la red, según la figura 2 está previsto bajar la potencia de la central eléctrica en el margen de carga parcial entre el 95% y el 70% de la potencia nominal de la central eléctrica en los 10 segundos en un 10% de la potencia nominal RC de la central eléctrica. Entre los márgenes de carga parcial del 70% al 65% de la potencia nominal de central eléctrica RC, la bajada de potencia disminuye linealmente del 10% hasta aproximadamente 6,5 y entre el 100% y el margen de carga parcial del 95%, la bajada de potencia aumenta linealmente de aproximadamente el 5% hasta el 10%. La figura 2 muestra además la carga mínima exigida por la red eléctrica británica (*Minimum Generation MG*, generación mínima MG) de la central eléctrica, que se encuentra en el 65% de la potencia nominal de central eléctrica.

La figura 3 muestra a modo de ejemplo cómo pueden cumplirse estas demandas planteadas por las especificaciones de red eléctrica británicas. Para ello, el hogar 1 de la central eléctrica según la invención y no representada está configurado a modo de ejemplo con cuatro plantas de pulverización de carbón 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, que alimentan directamente en conjunto la cámara de combustión no representada de la central eléctrica (alimentación directa o sistema de alimentación directo), estando configurada al menos una de las plantas de pulverización de carbón 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 de tal modo que así la cámara de combustión puede alimentarse en lugar de directamente también indirectamente (alimentación indirecta o sistema de alimentación indirecto), es decir, que al menos una de las plantas de pulverización de carbón 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, además de con el sistema de alimentación directo todavía está configurada con un sistema de alimentación indirecto.

Con alimentación directa o un sistema de alimentación directo se hace referencia a que el carbón triturado en la planta de pulverización de carbón o el pulverizador de carbón 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 se suministra a través de conductos para carbón pulverizado 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 por medio de un gas portador o aire portador directamente a la cámara de

combustión y se quema en la misma. A este respecto, según la figura 3, cada planta de pulverización de carbón 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 puede dar servicio en cada caso a un nivel de quemador y los conductos para carbón pulverizado 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 que salen de las respectivas plantas de pulverización de carbón 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 dan servicio en cada caso a los quemadores no representados en las respectivas esquinas o paredes laterales de la cámara de combustión en general rectangular de la central eléctrica alimentada con carbón.

Con alimentación indirecta o un sistema de alimentación indirecto se hace referencia a que el carbón triturado o pulverizado en la planta de pulverización de carbón o pulverizador de carbón 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 se descarga a través de conductos para carbón pulverizado 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 y en primer lugar se conduce hacia la cámara de combustión, a continuación sin embargo a través de en cada caso una desviación para carbón pulverizado 6 dispuesta en el conducto para carbón pulverizado 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 y a través de conductos de almacenamiento 7.1, 7.2, 7.3, 7.4 se alimenta a un separador 4 común para todos los conductos de almacenamiento. En el separador 4 se separa o retira el carbón pulverizado del gas portador o aire portador y se suministra a través de un conducto de conexión 8 a un silo 5 y se almacena en el mismo. A través de conductos de suministro 9.1, 9.2, 9.3, 9.4 así como elementos de distribución 10 dispuestos y controlados en estos conductos de suministro puede extraerse el carbón pulverizado del silo 5 y a través de en cada caso un dispositivo de carga 15 y una desviación para carbón pulverizado 13 adicional suministrarse a los conductos para carbón pulverizado 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 aguas abajo de las primeras desviaciones para carbón pulverizado 6, para desde aquí transportarse a la cámara de combustión. Para el transporte del carbón pulverizado extraído del silo 5 a la cámara de combustión, a los dispositivos de carga 15 dispuestos en los conductos de suministro 9.1, 9.2, 9.3, 9.4 aguas abajo de los elementos de distribución 10 se suministra un gas transportador, por ejemplo aire, a través de un conducto para gas transportador 11, que introduce un soplador de gas transportador 12. El dispositivo de carga 15 puede ser por ejemplo un inyector, un empujador de carga, una bomba para polvo o similar.

El gas portador o aire portador separado en el separador 4 se descarga a través de un conducto de evacuación de gas portador 14 y se suministra a la atmósfera, purificándose antes de nuevo en un sistema de separación de polvo. El gas portador puede proporcionarse en lugar de a la atmósfera también a la cámara de combustión o a los tiros de gas de combustión dispuestos aguas abajo de la cámara de combustión, de la central eléctrica alimentada con carbón y liberarse de polvo en el sistema de separación de polvo existente (por ejemplo filtro eléctrico, filtro tubular o similar) de la planta de central eléctrica.

A diferencia de la figura 3, cada uno de los conductos de almacenamiento 7.1, 7.2, 7.3, 7.4 puede presentar en cada caso un separador 4 propio así como un silo 5 propio dispuesto aguas abajo, de los cuales entonces salen los respectivos conductos de suministro 9.1, 9.2, 9.3, 9.4.

Durante el funcionamiento normal de la central eléctrica las plantas de pulverización de carbón 2.1, 2.2, 2.3 del hogar 1 según la figura 3 trabajan de tal modo que el carbón pulverizado en las mismas se suministra a través de los respectivos conductos para carbón pulverizado 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 directamente a la cámara de combustión para quemarlo. En la planta de pulverización de carbón 2.4, que a modo de ejemplo (en lugar de la planta de pulverización 2.4 también puede ser cualquier otra planta de pulverización) está configurada además de con el sistema de alimentación directa también con un sistema de alimentación indirecto, las desviaciones para carbón pulverizado 6 y 13 dispuestas en cada caso en los conductos para carbón pulverizado 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 están ajustadas de tal modo que el carbón pulverizado en la planta de pulverización de carbón 2.4 no se suministra directamente a la cámara de combustión, sino a través del silo 5 a la cámara de combustión. Para ello los elementos de distribución 10 dispuestos en los conductos de suministro 9.1, 9.2, 9.3, 9.4 y los dispositivos de carga 15 están funcionando y se proporciona gas transportador a través del conducto para gas transportador 11 y el soplador de gas transportador 12 a los dispositivos de carga 15. El gas transportador capta en los dispositivos de carga 15 el carbón pulverizado distribuido en cada caso por los elementos de distribución 10 y lo transporta a la cámara de combustión. El modo de operación de la planta de pulverización 2.4 es tal que por regla general al inicio del funcionamiento se aumenta el rendimiento de pulverización de la planta de pulverización 2.4 en comparación con el rendimiento de pulverización de las plantas de pulverización 2.1, 2.2, 2.3 o en comparación con la necesidad momentánea del rendimiento de pulverización de la planta de pulverización 2.4 o en comparación con el rendimiento real momentáneo de la planta de pulverización 2.4 para llenar el silo 5 que presenta un volumen de almacenamiento V_{Sp} aproximadamente a la mitad en cuanto al volumen con el exceso de combustible triturado. Tras haberse producido el llenado del silo 5, el rendimiento de pulverización de la planta de pulverización 2.4 se adapta al de la planta de pulverización 2.1, 2.2, 2.3 o a la necesidad momentánea del rendimiento de pulverización de la planta de pulverización 2.4. A excepción de la operación de llenado del silo 5, el rendimiento de descarga o transporte de los elementos de distribución 10 corresponde al rendimiento de pulverización de la planta de pulverización 2.4 en cuanto a la cantidad, es decir, tras la operación de llenado se descarga la cantidad de carbón pulverizado del silo 5 que produce la planta de pulverización 2.4 y se introduce en el silo 5, teniendo en cuenta las pequeñas pérdidas en el separador 4.

En caso de un cambio de frecuencia o una caída de frecuencia o no alcanzar la frecuencia en una magnitud de por ejemplo 0,5 Hz de la red eléctrica, a través del control de red de la red eléctrica o sus demandas primarias y/o secundarias del operador de red eléctrica con respecto al suministro de corriente a la red se influye en el control de potencia de bloque de la central eléctrica alimentada con carbón, que aumenta esencialmente la cantidad del carbón

pulverizado descargado a través de los elementos de distribución 10 del silo 5 y suministrado indirectamente a la cámara de combustión en comparación con el rendimiento real momentáneo o en comparación con las cantidades de carbón pulverizado suministrado en cada caso a través de las plantas de pulverización de carbón 2.1, 2.2, 2.3. A este respecto, en un tiempo muy corto, puede introducirse el carbón pulverizado almacenado y disponible en el silo 5 para este fin en la cámara de combustión para quemarlo y así contribuir esencialmente a mejorar el comportamiento dinámico de la central eléctrica alimentada con carbón en cuanto a la alimentación. El rendimiento real momentáneo indica el rendimiento o la carga parcial con el/la que se hace funcionar la central eléctrica alimentada con carbón en ese momento y del/de la que depende también la cantidad de combustible suministrada a la cámara de combustión y así también la respectiva capacidad de las plantas de pulverización de carbón 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 individuales.

En caso de una superación de la frecuencia de por ejemplo 0,5 Hz de la red eléctrica, a través del control de red de la red eléctrica o sus demandas primarias y/o secundarias del operador de red eléctrica con respecto al suministro de corriente a la red se influye en el control de potencia de bloque de la central eléctrica alimentada con carbón, que reduce esencialmente la cantidad del carbón pulverizado descargado a través de los elementos de distribución 10 del silo 5 y suministrado indirectamente a la cámara de combustión en comparación con el rendimiento real momentáneo o en comparación con las cantidades de carbón pulverizado suministradas en cada caso a través de las plantas de pulverización de carbón 2.1, 2.2, 2.3 y así, al igual que en el caso del aumento de la cantidad de polvo pulverizado, se contribuye esencialmente a mejorar el comportamiento dinámico de la central eléctrica alimentada con carbón en cuanto a la alimentación. A este respecto, el carbón pulverizado proporcionado por la planta de pulverización de carbón 2.4 durante esta operación y que no se necesita, es decir, en exceso, se almacena temporalmente en el silo 5.

Para implementar la mejora del comportamiento dinámico de una central eléctrica alimentada con carbón el silo 5 dispuesto aguas abajo de la planta de pulverización de carbón 2.4 se diseña y configura con una capacidad de recepción o un volumen de almacenamiento V_{Sp} correspondiente para el carbón pulverizado que va a almacenarse. Sin embargo, también pueden configurarse plantas de pulverización de carbón adicionales de las cuatro plantas de pulverización de carbón 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 a modo de ejemplo en la figura 3 con en cada caso un sistema de alimentación indirecto y así con un silo 5 para almacenar carbón pulverizado. Si a modo de ejemplo, dos, tres o las cuatro plantas de pulverización de carbón 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 se configuran adicionalmente con una alimentación indirecta o un sistema de alimentación indirecto, entonces todo el volumen de almacenamiento necesario o la capacidad de recepción V_{Sp} de carbón pulverizado puede dividirse según la cantidad existente de silos 5 o puede aumentarse el volumen de almacenamiento V_{Sp} por la cantidad aumentada de silos 5. Mediante la configuración adicional de varias plantas de pulverización con sistemas de alimentación indirectos y con ello una capacidad de almacenamiento de carbón pulverizado aumentada en los silos 5, en caso necesario puede mejorarse adicionalmente la dinámica de la distribución de combustible de la central eléctrica alimentada con carbón. Mediante esta mejora de la dinámica al combustible también puede mejorarse o elevarse la reserva primaria y secundaria de la central eléctrica alimentada con carbón.

El volumen de almacenamiento V_{Sp} del silo 5 está diseñado de tal modo que, con un funcionamiento normal, es decir, en un estado estacionario, el volumen de almacenamiento V_{Sp} del silo 5 se ha llenado aproximadamente a la mitad y a este respecto ha almacenado carbón pulverizado en una medida suficiente para, en caso de una caída de frecuencia o una demanda primaria y/o secundaria del operador de red eléctrica con respecto al suministro de corriente a la red, es decir, de un estado no estacionario, poder introducir una cantidad de carbón pulverizado aumentada en la cámara de combustión para mejorar el comportamiento dinámico de la central eléctrica. Por otro lado, el silo 5 todavía tiene que presentar una capacidad de almacenamiento suficiente para, en caso de una superación de la frecuencia o una demanda primaria y/o secundaria del operador de red eléctrica con respecto al suministro de corriente a la red, es decir, de nuevo un estado no estacionario, poder introducir una cantidad de carbón pulverizado reducida en la cámara de combustión y a este respecto recibir o almacenar en el silo 5 la cantidad de carbón pulverizado en exceso producida durante el estado no estacionario por la planta de pulverización 2.4.

Además del silo o los silos 5, también los elementos de distribución 10, los dispositivos de carga 15 y los conductos para carbón pulverizado (conductos de suministro 9.1, 9.2, 9.3, 9.4 y conductos para carbón pulverizado 3.1, 3.2, 3.3, 3.4) aguas abajo del silo o de los silos 5 hasta la cámara de combustión pueden configurarse de manera correspondiente en cuanto a su dimensión para poder conducir las cantidades de combustible necesarias en el tiempo corto necesario y suministrarlas a la cámara de combustión. El gas transportador o aire portador necesario para ello se introduce a través del conducto para gas transportador 11 y por medio del soplador de gas transportador 12 de manera controlada.

La figura 4 muestra esquemáticamente el comportamiento dinámico de una alimentación directa así como indirecta o de un sistema de alimentación directo así como indirecto de una central eléctrica alimentada con carbón. Mientras que la elevación del rendimiento del generador de vapor de L_0 a L_1 en la alimentación directa partiendo de t_0 requiere el tiempo t_2 , la elevación del mismo rendimiento del generador de vapor en la alimentación indirecta partiendo de t_0 sólo requiere el tiempo t_1 , y con ello se aproxima esencialmente a una elevación ideal, gradual en un tiempo t_0 (respuesta gradual). Mediante el procedimiento según la invención o la disposición según la invención para configurar al menos una de las plantas de pulverización de carbón 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 además de con la alimentación

directa con una alimentación indirecta y hacerla funcionar como alimentación indirecta y en caso de un cambio de frecuencia en la red eléctrica o una demanda primaria y/o secundaria del operador de red eléctrica con respecto al suministro de corriente a la red aumentar o reducir la cantidad del carbón pulverizado descargado del silo 5 y suministrado indirectamente a la cámara de combustión en comparación con la cantidad de carbón pulverizado suministrada indirectamente con una frecuencia de red estable, puede mejorarse considerablemente el comportamiento dinámico del hogar según la figura 4 y con ello también el comportamiento de respuesta de planta, es decir, el comportamiento dinámico de la central eléctrica alimentada con carbón. La elevación del rendimiento del generador de vapor de L_0 a L_1 representa un porcentaje A_P de la potencia nominal de central eléctrica RC, por ejemplo una elevación del 10% de la potencia nominal de central eléctrica RC.

En caso de un mantenimiento o de un fallo de un elemento de distribución 10 o de un dispositivo de carga 15 del sistema de alimentación indirecto en la planta de pulverización de carbón 2.4, la planta de pulverización de carbón 2.4 puede seguir funcionando como sistema de alimentación directo cambiando las desviaciones para carbón pulverizado 6 y 13 y suministrando el carbón pulverizado a través de los conductos para carbón pulverizado 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 directamente a la cámara de combustión y evitando así el silo 5 así como los elementos de distribución 10 y los dispositivos de carga 15 (*Bypass*, derivación). En caso de que otras plantas de pulverización de carbón 2.1, 2.2, 2.3 estén configuradas adicionalmente con un sistema de alimentación indirecto, entonces una o varias de las plantas de pulverización de carbón, cambiando las desviaciones para carbón pulverizado 6 y 13, pueden cambiarse para funcionar como sistema de alimentación indirecto y así mientras tanto sustituir el sistema de alimentación indirecto que se encuentra en mantenimiento de la planta de pulverización de carbón 2.4.

Evidentemente, con el procedimiento según la invención o la disposición según la invención, en cuanto al control primario y secundario o la demanda primaria y secundaria y con ello del comportamiento de respuesta de planta o en cuanto al comportamiento dinámico mejorado de una central eléctrica alimentada con carbón, no solo pueden respetarse o cumplirse las especificaciones de red eléctrica británicas explicadas a modo de ejemplo y sus requisitos sino también otras especificaciones nacionales o internacionales que requieren un comportamiento dinámico rápido y mejorado de una central eléctrica alimentada con carbón. Para ello sólo tienen que adaptarse dado el caso el volumen de almacenamiento V_{Sp} del o de los silos 5 así como las capacidades de los elementos de distribución 10 y/o de los dispositivos de carga 15 y/o del soplador de gas transportador 12 a las especificaciones.

Lista de números de referencia:

- 1 hogar
- 2.1 planta de pulverización de carbón
- 2.2 planta de pulverización de carbón
- 2.3 planta de pulverización de carbón
- 2.2 planta de pulverización de carbón
- 3.1 conducto para carbón pulverizado
- 3.2 conducto para carbón pulverizado
- 3.3 conducto para carbón pulverizado
- 3.4 conducto para carbón pulverizado
- 4 separador
- 5 silo
- 6 desviación para carbón pulverizado
- 7.1 conducto de almacenamiento
- 7.2 conducto de almacenamiento
- 7.3 conducto de almacenamiento
- 7.4 conducto de almacenamiento
- 8 conducto de conexión

	9.1	conducto de suministro
	9.2	conducto de suministro
5	9.3	conducto de suministro
	9.4	conducto de suministro
	10	elemento de distribución
10	11	conducto para gas transportador
	12	soplador de gas transportador
15	13	desviación para carbón pulverizado
	14	conducto de evacuación de gas portador
20	15	dispositivo de carga

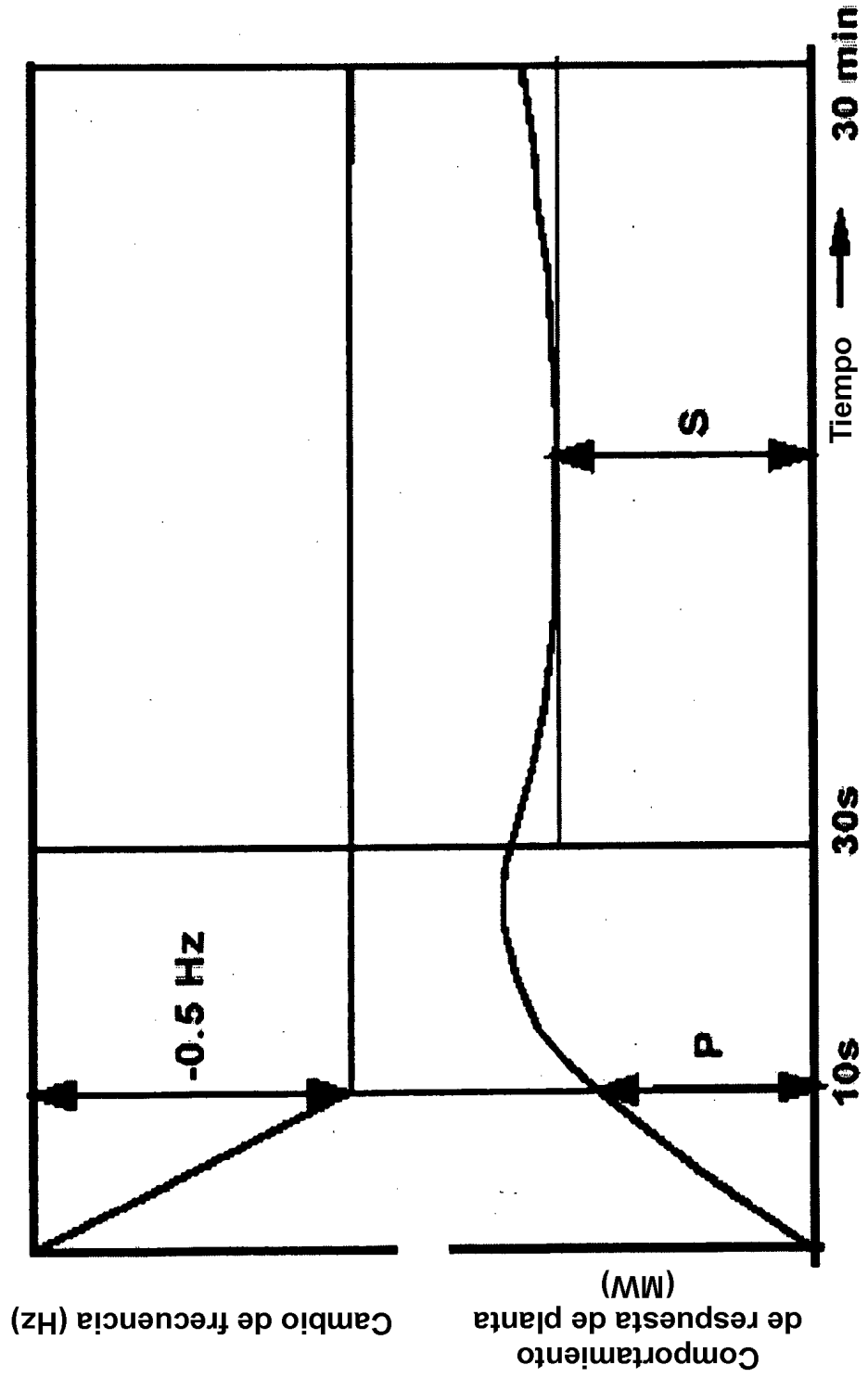
REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para mejorar el comportamiento dinámico de una central eléctrica alimentada con carbón con demandas primarias y/o secundarias del operador de red eléctrica con respecto al suministro de corriente a la red, presentando la central eléctrica una potencia nominal (RC) y haciéndose funcionar con un hogar (1), que comprende al menos una cámara de combustión para quemar el combustible, al menos dos plantas de pulverización de carbón (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) que presentan un sistema de alimentación directo para la trituración del combustible, en el que en el caso de los sistemas de alimentación directos unos conductos para carbón pulverizado (3.1, 3.2, 3.3, 3.4), que salen de las plantas de pulverización (2.1, 2.2, 2.3, 2.4), dan servicio a los quemadores correspondientes, presentando al menos una de estas plantas de pulverización de carbón (2.4) un sistema de alimentación indirecto adicional, presentando el sistema de alimentación indirecto al menos un silo (5) y elementos de distribución (10), y suministrándose indirectamente el carbón pulverizado a través del sistema de alimentación indirecto a la cámara de combustión y suministrando directamente la(s) planta(s) de pulverización de carbón (2.1, 2.2, 2.3) adicional(es) el carbón pulverizado a la cámara de combustión a través del sistema de alimentación directo, y en el que en caso de un aumento de las demandas primarias y/o secundarias del operador de red eléctrica con respecto al suministro de corriente a la red se aumenta la cantidad de carbón pulverizado suministrada indirectamente a través del silo (5) y los elementos de distribución (10) en comparación con el rendimiento real momentáneo o en comparación con la cantidad de carbón pulverizado suministrada en cada caso a través de la(s) planta(s) de pulverización de carbón (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) y a este respecto se extrae el carbón pulverizado disponible en el silo (5) y se introduce en la cámara de combustión y en el que en el caso de una reducción de las demandas primarias y/o secundarias del operador de red eléctrica con respecto al suministro de corriente a la red se reduce la cantidad de carbón pulverizado suministrada indirectamente a través del silo (5) y los elementos de distribución (10) en comparación con el rendimiento real momentáneo o en comparación con la cantidad de carbón pulverizado suministrada en cada caso a través de la(s) planta(s) de pulverización de carbón (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) y a este respecto se almacena en el silo (5) el carbón pulverizado producido en exceso por la planta de pulverización (2.4), caracterizado por que el carbón pulverizado con un suministro indirecto a través de en cada caso una desviación para carbón pulverizado (6) dispuesta en el conducto para carbón pulverizado (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) y a través de conductos de almacenamiento (7.1, 7.2, 7.3, 7.4) se separa en un separador (4) común de un gas portador y se suministra al silo (5), y por que el carbón pulverizado a través de conductos de suministro (9.1, 9.2, 9.3, 9.4) y elementos de distribución (10) dispuestos en los conductos de suministro (9.1, 9.2, 9.3, 9.4) se suministra a través de en cada caso un dispositivo de carga (15) y una desviación para carbón pulverizado (13) adicional a los conductos para carbón pulverizado (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) aguas abajo de la primera desviación para carbón pulverizado (6).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el silo (5) presenta un volumen de almacenamiento (V_{sp}) y durante el funcionamiento normal del sistema de alimentación indirecto se llena en cuanto al volumen aproximadamente a la mitad con carbón pulverizado para que esté a disposición y utilizarlo en caso de que aumenten las demandas primarias y/o secundarias del operador de red eléctrica con respecto al suministro de corriente a la red y el volumen de almacenamiento restante se utiliza para recibir y almacenar el carbón pulverizado producido en exceso cuando se reducen las demandas primarias y/o secundarias del operador de red eléctrica con respecto al suministro de corriente a la red.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el aumento o la reducción de la cantidad de carbón pulverizado suministrada indirectamente se produce mediante un aumento o una reducción controlado/a de la capacidad de los elementos de distribución (10).
4. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que en caso de un aumento o reducción de la cantidad de carbón pulverizado suministrada indirectamente se aumenta o reduce de manera controlada el caudal de un soplador de gas transportador (12).
5. Procedimiento según la reivindicación 3 o 4, caracterizado por que el aumento o la reducción de la capacidad de los elementos de distribución (10) y/o el aumento o la reducción del caudal del soplador de gas transportador (12) se produce por el control de potencia de bloque de la central eléctrica alimentada con carbón en el que influyen las demandas de la red eléctrica.
6. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la demanda primaria se dispara por una señal controlada a distancia.
7. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la demanda secundaria se dispara por una señal controlada a distancia.
8. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la demanda secundaria se dispara mediante indicación por escrito o verbal al operador de la central eléctrica.
9. Central eléctrica alimentada con carbón, presentando la central eléctrica una potencia nominal (RC) y estando configurada con un hogar (1), que esencialmente comprende al menos una cámara de combustión para quemar el combustible, al menos dos plantas de pulverización de carbón (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) que presentan un sistema de

alimentación directo para la trituración del combustible, en la que en el caso de los sistemas de alimentación directos unos conductos para carbón pulverizado (3.1, 3.2, 3.3, 3.4), que salen de las plantas de pulverización (2.1, 2.2, 2.3, 2.4), dan servicio a los quemadores correspondientes, presentando al menos una de estas plantas de pulverización de carbón (2.4) un sistema de alimentación indirecto adicional, presentando el sistema de alimentación indirecto al menos un silo (5) y elementos de distribución (10), y pudiendo suministrarse indirectamente el carbón pulverizado a través del sistema de alimentación indirecto a la cámara de combustión y pudiendo suministrar directamente en la(s) planta(s) de pulverización de carbón (2.1, 2.2, 2.3) adicional(es) el carbón pulverizado a la cámara de combustión a través del sistema de alimentación directo, caracterizada por que en cada conducto para carbón pulverizado (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) de los sistemas de alimentación indirectos existe una primera desviación para carbón pulverizado (6), por que las primeras desviaciones para carbón pulverizado (6) están unidas con conductos de almacenamiento (7.1, 7.2, 7.3, 7.4), que desembocan en un separador (4) común, por que el separador (4) está unido a través de un conducto de conexión (8) con el silo (5), por que el silo (5) está unido a través de conductos de suministro (9.1, 9.2, 9.3, 9.4) y desviaciones para carbón pulverizado (13) adicionales con los conductos para carbón pulverizado (3.1, 3.2, 3.3, 3.4) aguas abajo de las primeras desviaciones para carbón pulverizado (6) y por que en los conductos de suministro (9.1, 9.2, 9.3, 9.4) existe en cada caso un elemento de distribución (10) y un dispositivo de carga (15).

Fig. 1

Especificaciones de red eléctrica (Reino Unido)
- Interpretación del control primario y secundario



Demanda de potencia de control de frecuencia mínima
para un cambio de frecuencia de 0,5 Hz con respecto a la frecuencia teórica

Fig. 2

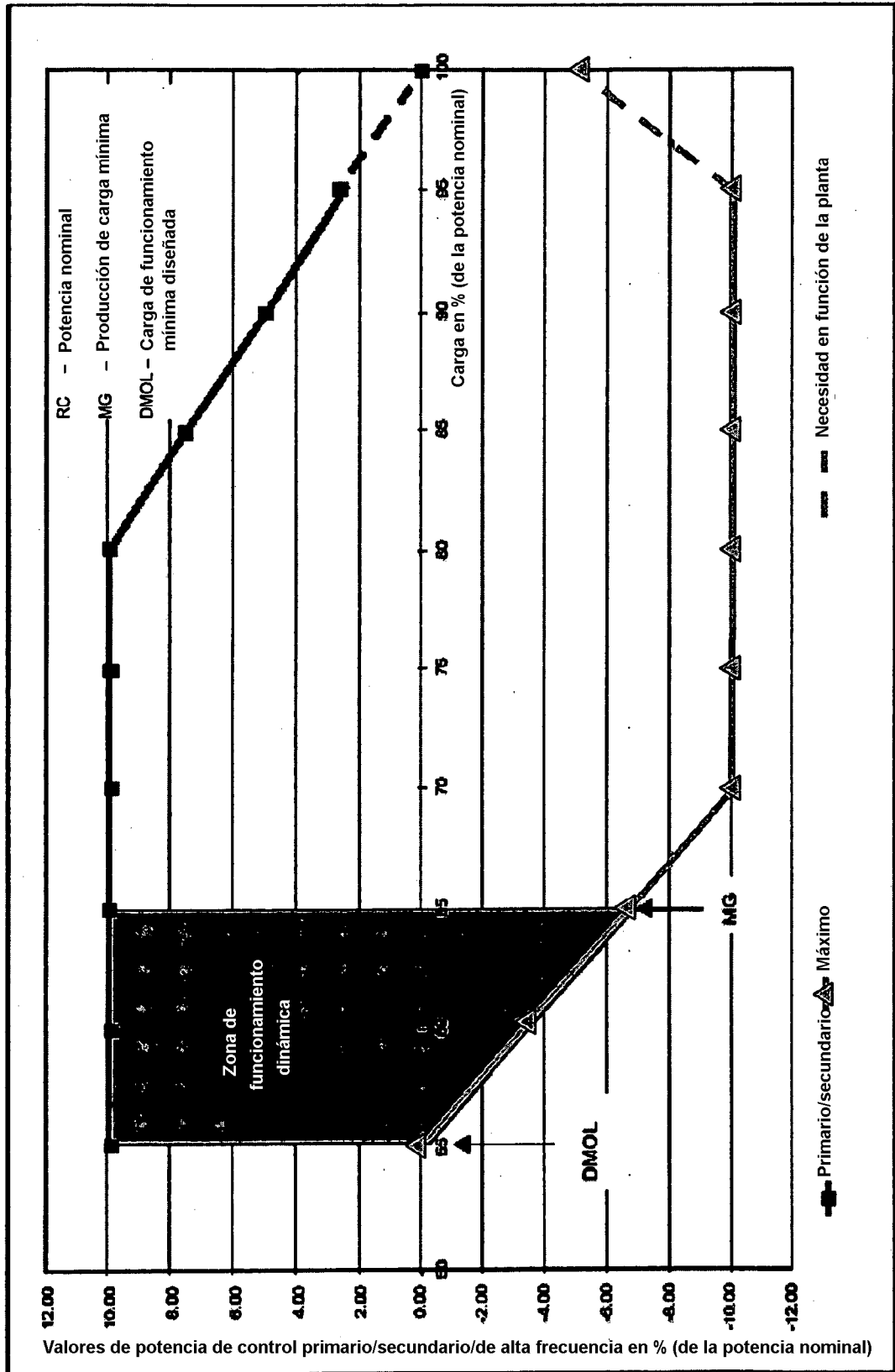


Fig. 3

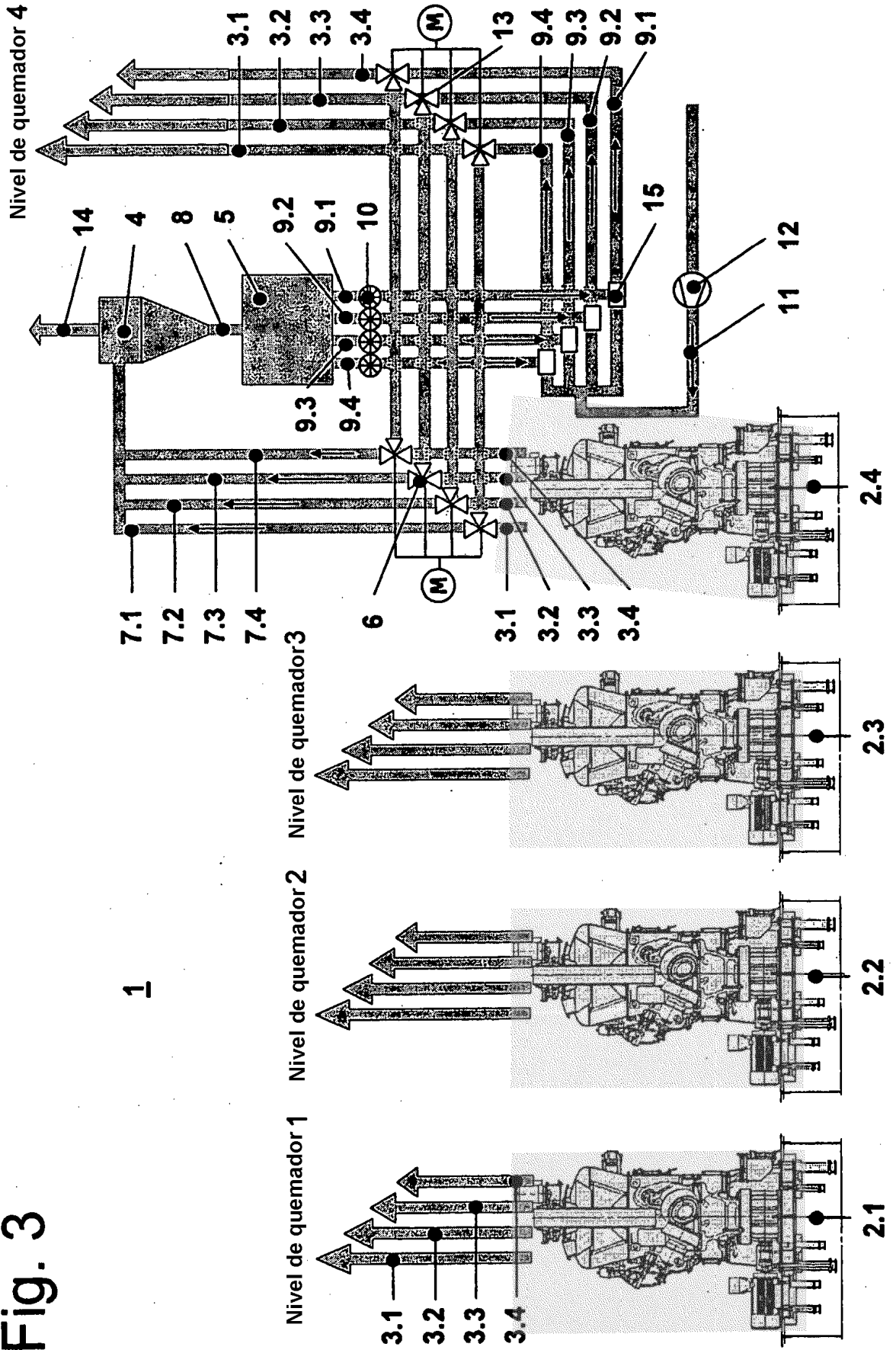
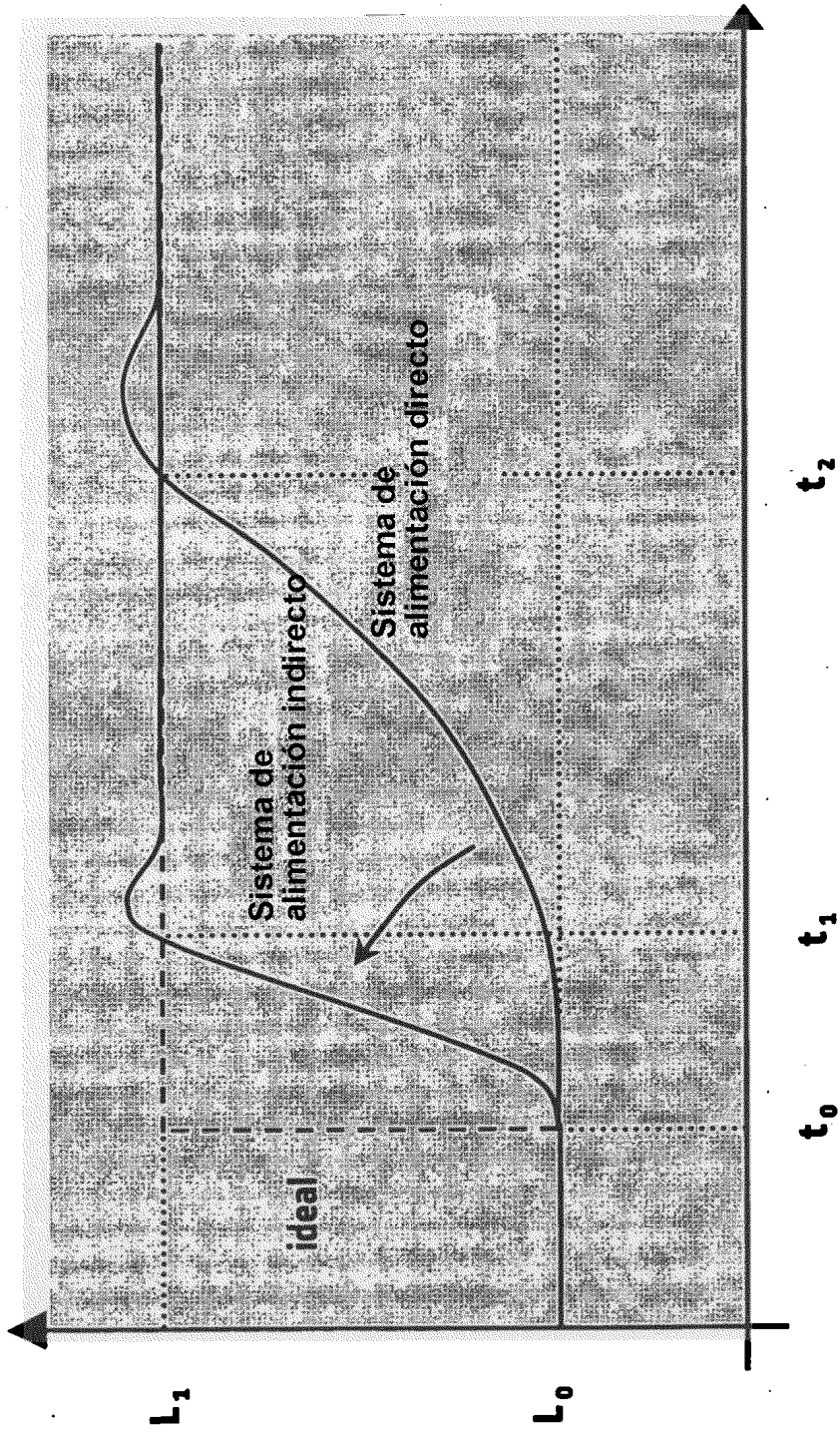


Fig. 4



Carga a lo largo del tiempo de funcionamiento