



PATENTE DE INVENCION

⑩ ES	⑪ NUMERO	⑬ A 1
	451.914	
	⑫ FECHA DE PRESENTACION	
	28-9-1976	

P.- 63.748
W.E. Case No.
45.999

⑤① PRIORIDADES:	⑤② FECHA	⑤③ PAIS
⑤① NUMERO		
618.097	30-9-75	E.U.A.

⑤④ FECHA DE PUBLICIDAD	⑤⑤ CLASIFICACION INTERNACIONAL	⑤⑥ PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	FOLD	

⑤⑦ TITULO DE LA INVENCION

"PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UNA CENTRAL DE PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA"

⑤⑧ SOLICITANTE (S)

WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

Westinghouse Building, Gateway Center, Pittsburgh, Pensilvania
15222, Estados Unidos de América

⑤⑨ INVENTOR (ES)

Karl Olav Jaegtnes y Andrew Stephen Braytenbah

⑤⑩ TITULAR (ES)

⑤⑪ REPRESENTANTE

DON ALBERTO DE ELZABURU

1 Este invento se refiere a una central de producción de energía eléctrica, denominada en lo que sigue "instalación generadora de potencia eléctrica" que tiene una turbina de dos rotores independientes.

5 Un grupo turbina-generador del tipo de rotores independientes comprende un primer generador que es hecho girar típicamente por las porciones de alta presión y presión intermedia de una turbina de vapor, y un segundo generador que es hecho girar por una porción de turbina de baja presión. Durante la aceleración de tal grupo turbina-generador hasta su velocidad síncrona, el primero y segundo generadores son acelerados independientemente hasta una velocidad intermedia entre la velocidad de giro de turbina con reducción y la velocidad síncrona, al tener lugar lo cual son conectados eléctricamente los generadores. Entonces la velocidad del eje del grupo turbina-generador es aumentada desde la velocidad intermedia a la velocidad síncrona.

15 La porción de alta presión de tal grupo turbina-generador está conectada generalmente para utilizar vapor sobrecalentado; en tal caso el vapor que es expulsado por la porción de alta presión es recalentado y devuelto para utilización por las porciones de presión intermedia y baja presión. Típicamente está conectada una tubería de derivación a través de la porción de alta presión y está conectada otra tubería de derivación a través de las porciones de presión intermedia y baja presión. Tales tuberías de derivación permiten un paso mínimo de vapor a través de las secciones de sobrecalentamiento y recalentamiento de la fuente de vapor en momentos en que los flujos de vapor de turbina son inferiores al mínimo, proporcionando así protección a la

20

25

30

1 fuente de vapor contra posible avería debida a condiciones de bajo flujo.

5 En el caso en que está conectado un sistema de derivación a través de un sistema de turbina como se ha descrito anteriormente, el flujo de vapor a través de la porción de alta presión y el flujo a través de las porciones de presión intermedia y baja presión pueden no ser iguales, en instantes en que existe flujo a través de las tuberías de derivación.

10 Si la fuente de presión incluye un reactor nuclear de alta temperatura refrigerado por gas, es descargado gas de refrigeración caliente desde el reactor y fluye a través de un generador de vapor en donde es aplicado calor generado por el reactor a los flujos de vapor sobrecalentado y vapor recalentado. Pueden estar conectados medios auxiliares de turbina de vapor para utilizar vapor expulsado por la porción de turbina de alta presión y su tubería de derivación para accionar un circulador de gas, antes de que tal vapor sea recalentado. El circulador de gas propulsa el gas refrigerante a través del reactor y el generador de vapor.

25 En caso de que la fuente de vapor incluya un reactor nuclear de alta temperatura refrigerado por gas y estén conectados medios auxiliares de turbina de vapor como se ha descrito anteriormente, debe ser mantenida al menos una presión mínima en el escape de los medios auxiliares de turbina de vapor, para el funcionamiento eficiente y correcto de tales medios. Como resultado, el vapor que es descargado por la sección de recalentamiento del generador de vapor está a una presión elevada cuando comienza la acelera-

30

1 ción del grupo turbina-generador.

5 Un sistema propuesto para acelerar un grupo tur
bina-generador del tipo de rotores independientes inicia
la aceleración abriendo gradualmente las válvulas de con-
5 trol de flujo de vapor asociadas con la porción de turbina
de alta presión, permaneciendo totalmente abierta la válvu
la de control de flujo de vapor asociada con las porciones
de presión intermedia y baja presión durante el curso com-
pleto de aceleración del grupo turbina-generador hasta su
10 velocidad de sincronismo. A una velocidad intermedia, es
acelerada la porción de baja presión mediante un flujo de
vapor de igualación hasta que su velocidad de rotación es
igual a la de las porciones de alta presión y presión in-
termedia, tras lo cual son conectados eléctricamente los ge
15 neradores eléctricos. Después de tal conexión, continúa la
aceleración bajo control de la válvula de flujo de vapor
asociada con la porción de alta presión. El sistema no in-
cluye aparentemente las tuberías de derivación asociadas
con las porciones de turbina, como se ha descrito anterior
20 mente.

Una limitación del sistema propuesto, en caso de
su aplicación en una instalación de producción de potencia
eléctrica en donde el vapor recalentado está a una presión
elevada cuando comienza la aceleración, es que permite un
25 flujo de vapor inicial apreciable a través de las porciones
de turbina de presión intermedia y baja presión, haciendo
difícil, si no imposible, el control de la velocidad de ro
tación del eje. Otra limitación del sistema es que permite
un flujo de vapor igual a través de las porciones de alta
30 presión, presión intermedia y baja presión y, por consiguien

1 te, no se adapta a una turbina del tipo de rotores indepen-
dientes con una derivación como se ha descrito anteriormen-
te, en donde los flujos de vapor a través de la porción de
5 alta presión y las porciones de presión intermedia y baja
presión no necesitan ser iguales en momentos en que existe
flujo de vapor a través de las tuberías de derivación.

Parece existir la necesidad de un sistema de con-
trol de aceleración para un sistema de turbina conectado a
una fuente de vapor recalentado que está a una presión ele-
10 vada cuando comienza la aceleración. Adicionalmente, parece
que existe la necesidad de un sistema de control de acele-
ración para utilización con una turbina y un sistema de de-
rivación en donde los flujos de vapor a través de las por-
ciones de turbina están controlados independientemente, pa-
15 ra conseguir una precisión mejorada del control de acelera-
ción y un calentamiento deseable y refrigeración de diver-
sas partes de la turbina.

El objeto principal de este invento es crear una
instalación de producción de potencia eléctrica con un sis-
20 tema mejorado para acelerar una turbina del tipo de rotores
independientes.

Con este objeto como mira, se crea una instala-
ción de producción de potencia eléctrica del tipo que in-
cluye una fuente de vapor para generar vapor sobrecalentado
25 y recalentado y un grupo turbina-generador que comprende
una porción de turbina de alta presión accionada por un pri-
mer flujo de vapor sobrecalentado, una porción de turbina
de presión intermedia accionada por un segundo flujo de va-
por recalentado y primeros medios generadores eléctricos ac-
30 cionados giratoriamente por dichas porciones de turbina de

1 alta presión y presión intermedia y segundos medios genera-
dores eléctricos accionados giratoriamente por una porción
de turbina de baja presión accionada por el segundo flujo
después que ha sido expulsado por la porción de presión in-
5 termedia, caracterizada porque están dispuestos primeros me-
dios de derivación para conducir un flujo de vapor sobrecalen-
tado desde dicha fuente de vapor hasta un escape de va-
por de dicha porción de turbina de alta presión para permi
tir el control independiente del primer y segundo flujos
10 con el fin de controlar la velocidad de rotación de dichos
primeros medios generadores eléctricos.

De acuerdo con el presente invento, una instala-
ción generadora de potencia eléctrica incluye una fuente de
presión para generar vapor sobrecalentado y recalentado que
15 fluye a través de un grupo turbina-generador y un sistema
de derivación asociado. Una porción de turbina de alta pre-
sión y una porción de presión intermedia accionan primeros
medios generadores eléctricos, y una porción de turbina de
baja presión acciona segundos medios generadores eléctricos.
20 Un primer flujo de vapor sobrecalentado fluye a través de
la porción de alta presión, mientras que fluye un segundo
flujo de vapor recalentado a través de las porciones de pre-
sión intermedia y baja presión sucesivamente. Se dispone de
los medios necesarios para derivar vapor alrededor de las
25 porciones de turbina; en particular, unos de los medios de
derivación permiten un flujo de vapor sobrecalentado desde
la fuente de vapor hasta el escape de la porción de alta
presión, y otros medios de derivación permiten que pase va-
por recalentado desde la fuente hasta la salida de la por-
30 ción de baja presión. El primero y segundo flujos de vapor

1 son gobernados independientemente. Mientras que uno de ta-
les flujos es variado para fines de control de la veloci-
dad de rotación de los primeros medios generadores de acuer-
do con una velocidad deseada, el otro flujo es variado pa-
5 ra regular una variable de instalación generadora de poten-
cia eléctrica a este nivel deseado.

Este invento se pondrá fácilmente de manifiesto
por la siguiente descripción de una realización a modo de
ejemplo del invento cuando se lee en combinación con los di-
10 bujos que se acompañan, en los cuales:

la figura 1 representa esquemáticamente una ins-
talación productora de potencia eléctrica que incluye un
grupo turbina-generador del tipo de rotores independientes
y una fuente de vapor que tiene un reactor nuclear de alta
15 temperatura refrigerado por gas; y

La figura 2 representa un sistema de control de
aceleración de turbina destinado para utilización en la ins-
talación productora de potencia eléctrica de acuerdo con
la figura 1.

20 Con referencia a la figura 1, una instalación pro-
ductora de potencia eléctrica incluye una fuente de vapor
que tiene un reactor 100 de alta temperatura refrigerado por
gas que suministra gas de refrigeración caliente, en este
caso helio, a generadores 101A, 101B y 101C de vapor, en
25 donde es extraído calor del gas de refrigeración para la
generación de vapor sobrecalentado y vapor recalentado. Al
tener lugar la descarga desde los generadores de vapor, el
gas refrigerante fluye a través de circuladores 102A, 102B
y 102C de helio hasta la entrada del reactor 100. A medida
30 que el gas refrigerante pasa a través del reactor 100, es

1 aplicado al gas calor generado en el reactor. Al tener lu-
gar su descarga desde el reactor 100, el gas refrigerante
caliente retorna a los generadores 101A, 101B y 101C de va-
por. Los circuladores 102A, 102B y 102C de helio impulsan
5 el gas refrigerante a través del reactor 100 y a través de
los respectivos generadores 101A, 101B y 101C de vapor.

Es introducida agua de alimentación a cada uno de
los generadores sobre una tubería 103; dentro de cada gene-
rador de vapor es calentada el agua de alimentación en una
10 sección economizadora, evaporada en una sección evaporadora,
y calentada hasta un estado de sobrecalentamiento en una
sección de sobrecalentamiento. El vapor sobrecalentado es
descargado desde los generadores 101A, 101B y 101C de vapor
a través de tuberías respectivas 104A, 104B y 104C, cuyas
15 tuberías conducen el vapor sobrecalentado hasta un colector
principal de vapor 105.

Desde el colector principal de vapor 105, el va-
por puede pasar, a través de una válvula 106 de estrangula-
ción y una válvula reguladora 107, hasta una entrada de una
20 porción 108 de turbina de alta presión. Después de su paso
a través de la porción 108 de turbina, el vapor es expulsa-
do a un colector frío de recalentamiento 109. Para permitir
un paso mínimo de vapor a través de las secciones sobrecala-
ntadoras de los generadores 101A, 101B y 101C de vapor,
25 está conectada una tubería 110 de derivación entre los co-
lectores 105 y 109. Está conectada una válvula principal de
derivación de vapor (MSBV) para controlar el flujo de vapor
a través de la tubería 110, y puede ser utilizado un depósi-
to 112 de enfriamiento rápido para desobrecalentar el vapor
30 que pasa a través de la tubería 110, antes de que tal vapor

1 sea descargado en el colector 109. Está conectada una válvula
la 113 de descarga atmosférica para controlar el flujo de
vapor desde el colector 105 a la atmósfera. La válvula 113
se abre solamente en el caso de un flujo excesivo de vapor,
5 que sería de otro modo requerido a través de la tubería 110.
Un flujo mínimo deseado de vapor a través de las secciones
sobrecalentadoras de los generadores 101A, 101B y 101C de
vapor es típicamente el 25% del flujo de tal vapor cuando
la instalación productora de potencia genera su salida de
10 plena potencia.

Desde el colector frío de recalentamiento 109, el
vapor pasa a través de una pluralidad de turbinas de vapor
auxiliares y sus tuberías de derivación asociadas hasta los
conductos de entrada de recalentadores A, B, C. Cada una de
15 las turbinas de vapor auxiliares es una turbina de acciona-
miento que está acoplada giratoriamente para accionar un
circulador correspondiente de los circuladores 102A, 102B
y 102C de hielo. Generalmente, es deseable variar el régi-
men de flujo de gas refrigerante a través del reactor 100
20 a medida que varía el nivel de la salida de potencia de la
instalación generadora de potencia. Puesto que el caudal
de gas refrigerante depende de la velocidad de rotación de
las turbinas de accionamiento de los circuladores de hielo,
está conectada una válvula entre el colector 109 en el con-
25 ducto de entrada de vapor de cada una de las turbinas de
accionamiento de circuladores de helio, con el fin de con-
trolar el flujo de vapor a través de la turbina pertinente
y de este modo el flujo de gas refrigerante a través de su
correspondiente circulador de helio. Está conectada una
30 válvula de derivación entre el colector 109 y el conducto

1 de salida de vapor de cada una de las turbinas de vapor
auxiliares, para permitir el paso de vapor desde el colec-
tor 109 en momentos en que el flujo total de vapor a tra-
vés de las turbinas de vapor auxiliares es inferior al flu-
5 jo total de vapor dentro del colector.

El vapor que es expulsado por una turbina de va-
por auxiliar y su válvula de derivación asociada pasa a un
conducto de entrada de un recalentador correspondiente. Se
entenderá que cada uno de los recalentadores, como se repre-
10 senta en la figura 1, está incluido preferiblemente en un
generador correspondiente de los generadores 101A, 101 B y
101C de vapor; en particular, la línea discontinua entre
el recalentador A y el generador 101A de vapor ilustra la
inclusión de ese recalentador en el generador de vapor es-
15 pecificado. Cada uno de los recalentadores deriva calor del
gas refrigerante que fluye a través de su respectivo gene-
rador de vapor para fines de recalentamiento del flujo de
vapor que es suministrado al conducto de entrada del reca-
lentador por la correspondiente turbina de vapor auxiliar
20 y su válvula de derivación. El vapor recalentado es descar-
gado desde cada recalentador y pasa al colector caliente de
recalentamiento 114.

Está conectada una porción 115 de turbina de pre-
sión intermedia para utilizar un flujo de vapor recalenta-
25 do procedente del colector 114, estando controlado el flu-
jo de vapor a través de la porción 115 por las válvulas
116 y 117 de control de vapor conectadas en cascada. La
válvula 116 es una válvula de interceptación que está ajus-
tada en posición para controlar el flujo de vapor a través
30 de la porción 115 de turbina. La válvula 117 es una válvu-

1 la de retención de recalentamiento que tiene dos posiciones; tal válvula está indistintamente abierta totalmente para permitir un flujo de vapor a través de la turbina 115, o está totalmente cerrada para impedir tal flujo.

5 La porción 108 de turbina de alta presión y la porción 116 de turbina de presión intermedia giran sobre un eje común 118 para accionar un generador 119 que está acoplado a través del eje 118 para rotación con tales porciones de turbina. El generador 119 produce una potencia eléctrica que es suministrada por líneas de salida a una red de potencia (no representada).

10 Después de su paso a través de la porción 115 de turbina de presión intermedia, el vapor pasa a través de una tubería 120 que está conectada entre una salida de vapor de la porción 115 de turbina y una entrada de vapor de cada una de las porciones 121 y 122 de turbina de baja presión. Después de su paso a través de las porciones 121 y 122 de turbina, el vapor consumido es expulsado desde tales porciones a un condensador 123. El condensador 123 condensa el vapor que le es suministrado, siendo descargado el vapor condensado desde el condensador como agua de alimentación que es retornada por una bomba 124 de agua de alimentación a la tubería 103, que devuelve el agua de alimentación a los generadores 101A, 101B y 101C de vapor, en donde el agua de alimentación es convertida en vapor sobrecalentado como se ha descrito anteriormente.

25 Las porciones 121 y 122 de turbina de baja presión giran sobre un eje común 125 que está acoplado para accionar un generador eléctrico 126. El generador 126 suministra potencia eléctrica en sus líneas de salida a una red

1 de potencia (no representada). En momentos en que la ins
talación productora de potencia eléctrica de la figura 1
suministra potencia a su red de potencia asociada, los ge-
neradores 119 y 126 están eléctricamente conectados entre
5 sí y con la red de potencia.

Es deseable mantener un paso mínimo de vapor a
través de los recalentadores A, B y C con el fin de prote-
ger tales secciones recalentadoras de posibles averías de-
bidas a un flujo de vapor bajo. El flujo mínimo deseado de
10 vapor a través de las secciones recalentadoras es igual tí-
picamente al flujo de vapor a través de las porciones de
turbina de presión intermedia y baja presión cuando la sa-
lida de potencia de la instalación de potencia está a un
25 por ciento de su valor máximo. Con el fin de mantener
15 tal flujo mínimo deseado a través de las secciones recal-
entadoras en momentos en que el flujo a través de las porcio-
nes de turbina de presión intermedia y baja presión es in-
ferior a tal mínimo, está conectada una tubería 127 de de-
rivación para pasar vapor desde el colector 114 directamen-
20 te al condensador 123. Está conectada una válvula (HRBV)
de vapor recalentado caliente para gobernar el flujo de va-
por a través de la tubería 127. Generalmente la válvula 128
está ajustada con el fin de mantener una presión de vapor
deseada en el colector 114 de vapor recalentado caliente,
25 correspondiendo tal presión deseada al flujo mínimo deseado
de vapor a través de las secciones recalentadoras.

Se entenderá que el valor de tal presión de vapor
deseada en el colector 114 produce la presión de vapor en
los conductos de entrada de los recalentadores A, B y C, cu-
30 yas presiones son las presiones de retorno contra las cua-

1 les funcionan las turbinas auxiliares de vapor. De este mo
do, la presión de vapor deseada en el colector 114 es com
patible con presiones de retorno que permiten un funciona
miento eficiente de las turbinas de vapor auxiliares. La
5 válvula de derivación asociada con una turbina de vapor
auxiliar está ajustada para permitir una diferencia de pre
siones deseada entre el colector 109 y el escape de vapor
de la turbina auxiliar.

Está conectada una válvula 129 (ADV) de descarga
10 atmosférica para permitir un flujo de vapor recalentado des
de el colector 114 a la atmósfera; sin embargo, la válvula
129 está abierta solamente en momentos en que el flujo de
vapor a través del conducto 127 sería de otro modo excesivo.
Está conectada una tubería 130 para dejar pasar un flu
15 jo de vapor desde el colector 109 de vapor recalentado frío
hasta los conductos de entrada de las porciones 121 y 122
de baja presión. El flujo a través de la tubería 130 es su
plementario al flujo a través de la tubería 120. Como se
describirá posteriormente, el flujo a través de la tubería
20 130 es un flujo de vapor de igualación que es utilizado pa
ra acelerar la velocidad eléctrica del generador 126 hasta
que tal velocidad es igual a la velocidad eléctrica del ge
nerador 119, después de lo cual los generadores pueden co
nectarse eléctricamente. Es utilizada una válvula 131 (SV)
25 de detención de dos posiciones para permitir o impedir un
flujo de vapor a través de la tubería 130. Está conectada
una válvula 132 (SEV) igualadora de velocidad para contro
lar el flujo de vapor a través de la tubería 130 en momen
tos en que está abierta la válvula 131.

30 Con referencia ahora a la figura 2, está repre-

1 sentado un sistema para controlar la aceleración del grupo
turbina-generador incluido en la instalación de producción
de potencia de la figura 1 desde su velocidad reducida a
su velocidad síncrona. Durante tal aceleración, la presión
5 de vapor en el colector 114 de vapor recalentado caliente
está regulada a un valor de referencia que está especifica
do por una fuente 200 de referencia de presión, siendo va-
riado el flujo de vapor a través de la tubería 127 para
consegur tal regulación. Después que se ha desacoplado ca
10 da grupo turbina-generador de su motor de accionamiento (no
representado) se abre la válvula 117 de cierre de vapor re-
calentado, y el flujo de vapor a través de las porciones 115,
121 y 122 de turbina es variado para acelerar el eje 118
de acuerdo con una señal de referencia de velocidad proce-
15 dente de una fuente 201. Durante tal aceleración, no se per-
mite que fluya vapor a través de la porción 108 de alta pre-
sión, mientras que el eje 125 de baja presión gira a algu-
na velocidad inferior a la del eje 118.

20 Cuando la velocidad del eje 118 alcanza X revo-
luciones por minuto, que es típicamente la mitad de la ve-
locidad síncrona de tal eje, el eje 125 es acelerado varian-
do el flujo de vapor a través de la tubería 130 para igua-
lar las velocidades de los generadores 119 y 126, tras lo
cual los generadores son conectados eléctricamente. Des-
25 pués de tal conexión eléctrica se inicia un flujo de va-
por a través de la porción 108 de alta presión y es varia-
do para fines de control de la aceleración de los generado-
res hasta que están sincronizados con su red de potencia
asociada (no representada). En momentos en que la acelera-
30 ción se controla variando el flujo de vapor a través de la

1 porción 108 de turbina, es gobernado el flujo a través de
las porciones 115, 121 y 122 de turbina ajustando la vál-
vula 116 de interceptación para regular la presión de vapor
en la primera etapa de la porción 115 de turbina de acuerdo
5 con un valor constante deseado de esa presión.

Con más detalle con respecto a la figura 2, está
conectado un detector 202 de presión para detectar la pre-
sión de vapor en el colector 114 de vapor recalentado ca-
liente, cuyo detector genera una señal de salida en la lí-
10 nea 203 que es representativa del valor de presión detecta-
do. La fuente 200 genera una señal de salida en una línea
204 que tiene un nivel de señal que representa un valor de-
seado de la presión de vapor en el colector 114. Las seña-
les presentes en las líneas 203 y 204 son transmitidas a
15 una primera y una segunda entradas de un dispositivo de com-
paración 205, que genera una señal de salida representati-
va de una diferencia entre los valores de presión deseado y
detectado. La señal de salida del dispositivo 205 de compa-
ración es transmitida a una entrada de un controlador 206
20 de presión, que responde a su señal de entrada para gover-
nar la posición de la válvula 128, variando así el flujo de
vapor a través de la línea 127 para reducir la señal de la
línea 205 preferiblemente a un nivel en el cual no existe
diferencia en estado de reposo entre las presiones detecta-
25 da y deseada del vapor en el colector 114. El controlador
206 de presión en este caso es un controlador proporcional
e integral que genera una señal de salida que es la suma de
dos componentes; una primera componente es proporcional a
la señal de entrada del controlador; y una segunda componen-
30 te es proporcional a la integral de la señal de entrada reg

1 pecto al tiempo. La señal de salida del controlador 206 es
2 tá acoplada a una entrada de un posicionador 207 de válvu-
3 la, que posiciona la válvula 128 en una posición que corres-
4 ponde al nivel de su señal de entrada. Preferiblemente, el
5 posicionador 207 de válvula es del tipo electrohidráulico,
6 es decir, mueve la válvula 128 mediante potencia hidráulica
7 hasta una posición que está especificada por la señal de
8 entrada eléctrica que es generada por el controlador 206.

9 Durante la aceleración del grupo turbina-genera-
10 dor incluido en la instalación productora de potencia de la
11 figura 1, la fuente 200 genera una referencia de presiones
12 de un nivel que provoca el paso, a través de la línea 127
13 de derivación al condensador 123, del flujo de vapor míni-
14 mo deseado a través de las secciones recalentadoras de los
15 generadores de vapor (figura 1), cuando la válvula 128 es-
16 tá ajustada para regular la presión detectada de vapor en
17 el colector 114 en el nivel deseado.

18 La válvula de interceptación 116 es ajustada en
19 posición por un posicionador 208 de válvula, en este caso
20 de un tipo electrohidráulico como se ha descrito anterior-
21 mente. Es transmitida una señal de entrada al posicionador
22 208 por un conmutador 209, cuyo conmutador está puesto en
23 la posición A a velocidades del eje 118 que son inferiores
24 a un valor particular, tal como X rpm. Para velocidades de
25 eje superiores a tal valor concreto, el conmutador 209 está
26 puesto en la posición B. Cuando está situado en la posición
27 A, el conmutador 209 transmite una señal al posicionador
28 208 para variar la posición de la válvula 116 de intercep-
29 tación para gobernar la velocidad detectada del eje 118; en
30 la posición B, la válvula 116 de interceptación está situa-

1 da para gobernar la presión detectada de vapor en el primer paso de la porción 115 de turbina.

5 Está conectado un detector 210 de velocidad para medir la velocidad de rotación del eje 118 y para generar sobre una línea 211 una señal de salida representativa de la velocidad medida. En este caso, el detector 210 incluye una rueda dentada que está unida al eje 118 para rotación con el eje. Un captador fijo genera una señal de impulso cada vez que pasa a través del captador un diente de la rueda solidaria. De este modo, la frecuencia de los impulsos generados está relacionada con la velocidad de rotación del eje 118. Los impulsos están acoplados a una entrada de un convertidor de señal que genera una señal en la línea 211, estando el nivel de tal señal de acuerdo con la secuencia de los impulsos y de este modo con la velocidad de rotación del eje 118.

15 La señal de salida de la fuente 201, representativa de un valor deseado de la velocidad de rotación del eje 118, y la señal presente en la línea 211, representativa de un valor detectado de tal velocidad, están acopladas a una primera y una segunda entradas de un dispositivo 212 de comparación, que genera una señal de salida que representa una diferencia entre los valores de velocidad detectado y deseado. Un controlador 213 de velocidad, tal como un controlador proporcional e integral, genera una señal de salida en respuesta a la señal de salida del dispositivo de comparación 212. La señal de salida del controlador es transmitida al terminal A del conmutador 209; en momentos en que tal conmutador está puesto en la posición A, el posicionador 208 ajusta la posición de la válvula 116 de

20

25

30

1 acuerdo con la señal de salida del controlador 213, para
variar el flujo de vapor a través de las porciones 115 de
turbina y las porciones 121 y 122 de baja presión, con lo
cual es reducida a un nivel de estado estacionario nulo una
5 diferencia entre el valor detectado y el valor deseado de
la velocidad de giro del eje 118.

Está conectado un detector 214 de presión para
medir la presión de vapor en la primera etapa de la porción
115 de turbina de presión intermedia. El detector 214 ge-
10 nera una señal de salida por una línea 215 que está conec-
tada a una entrada de un dispositivo 216 de comparación,
representando la señal presente en la línea 215 el valor de
la presión de vapor detectado. Una fuente 217 genera una
señal de salida por una línea 218 que representa un valor
15 deseado de la presión de vapor en el primer paso de la por-
ción 215 de turbina, estando conectada la línea 218 a una
segunda entrada del dispositivo de comparación 216. La se-
ñal de salida del dispositivo de comparación 216, represen-
tativa de una diferencia entre los valores detectado y de-
20 seado de la presión de vapor en el primer paso, es alimen-
tada a través de un controlador de presión 219 al terminal
B del conmutador 209. El controlador 219, preferiblemente
un controlador proporcional-integral, genera una señal de
salida en respuesta a una diferencia de valores de presión,
25 siendo transmitida tal señal de salida a través del conmu-
tador 209 (en la posición B) a la entrada del posicionador
208. Cuando la válvula 116 está ajustada en posición de
acuerdo con la señal de salida del controlador 219, el flu-
jo de vapor a través de la porción 115 de turbina es varia-
30 do para originar una reducción de una diferencia entre los

1 valores de presión de vapor deseado y detectado, como se re-
presenta por la señal de salida del dispositivo de compara-
ción 216. En el estado de reposo, tal diferencia es reducida
a cero.

5 Un posicionador 220 de válvula de estrangulación,
tal como un posicionador de válvula electrohidráulico, posi-
ciona la válvula 106 de acuerdo con una señal que está aco-
plada a una entrada del posicionador de válvula mediante un
10 conmutador 221. Si está puesto en la posición A, el conmuta-
dor 221 transmite una señal de salida de una fuente 222 al
posicionador 220, siendo el nivel de tal señal suficiente-
mente alto para impulsar la válvula 106 hasta su posición
de apertura total. En su posición B, el conmutador 221 trans-
mite una señal de salida desde una fuente 223 al posiciona-
15 dor 220, para impulsar a su posición de cierre la válvula
106. En la posición C, el conmutador 221 suministra una se-
ñal de salida de un controlador 224 de velocidad al posicio-
nador 220, para fines que se describen posteriormente.

20 Un posicionador 225 de válvula, preferiblemente
electrohidráulico, posiciona la válvula reguladora 107 de
acuerdo con una señal que está acoplada a una entrada del
posicionador 225 mediante un conmutador 226. En la posición
A, el conmutador 226 acopla una señal de salida de una fuen-
te 227 para impulsar la válvula 107 a su posición de apertu-
25 ra total; en la posición B, el conmutador acopla una señal
de salida de una fuente 228 para impulsar la válvula 107 a
su posición de cierre; en la posición C, la señal de salida
del controlador 224 es transmitida a la entrada del posicio-
nador 225.

30 La señal de velocidad detectada en la línea 211

1 y la señal de velocidad deseada procedente de la fuente 201
están acopladas a una primera y una segunda entradas de un
dispositivo de comparación 229, que transmite una señal re-
presentativa de una diferencia entre los valores de veloci-
5 dad deseado y detectado, a una entrada del controlador 224.
En el caso de que la señal de salida del controlador 224 es-
té acoplada a uno de los posicionadores 220 y 225 de válvula
una de las válvulas 106 y 107 está ajustada para variar el
flujo a través de la porción 108 de turbina de alta presión
10 para reducir la señal de salida del dispositivo de compara-
ción 229 a un nivel correspondiente a diferencia nula entre
los valores de velocidad detectado y deseado. Se verá que
una de las válvulas 106 y 107 que no está posicionada para
fines de control de velocidad está solicitada a su posición
15 de apertura total.

Una fuente 230 genera una señal de salida que re-
presenta un valor deseado de la velocidad de rotación del
eje 125, cuya señal está acoplada a una primera entrada de
un dispositivo de comparación 231. Un detector 232 de velo-
20 cidad detecta la velocidad de rotación del eje 125 y genera
una señal de salida que representa un valor de velocidad de-
tectado, estando aplicada tal señal de salida a una segunda
entrada del dispositivo de comparación 231. El dispositivo
231 genera una señal de salida representativa de una dife-
25 rencia entre los valores detectado y deseado de la veloci-
dad del eje. En respuesta a la señal de salida del dispositi-
vo 231, un controlador 233 de velocidad genera una señal
de entrada a un posicionador 234 de válvula, que posiciona
la válvula 132 de acuerdo con la señal generada por el con-
30 trolador 233. Preferiblemente el controlador 233 es un con-

1 trolador proporcional-integral, en cuyo caso la variación de
la posición de la válvula 132 de acuerdo con la señal de sa-
lida del controlador reduce la diferencia entre los valores
de velocidad, como se representa por la señal de salida del
5 dispositivo de comparación 231, hasta que tal diferencia es
reducida a un nivel cero de estado estacionario.

Usualmente la válvula 131 de detención está cerra-
da, en cuyo caso no existe flujo de vapor a través de la tu-
bería 130. Sin embargo, en momentos en que se desea igualar
10 la velocidad del eje 125 con la velocidad del eje 118, se
abre la válvula 131, y el controlador 233 de velocidad varía
el flujo a través de la tubería 130 hasta que la velocidad
detectada por el detector 232 es igual a la velocidad desea-
da que está especificada por la señal de salida de la fuente
15 230.

En momentos en que se desea acelerar el grupo tur-
bina-generador desde su velocidad de giro reducida a su ve-
locidad síncrona, se desacoplan los ejes 118 y 125 de sus
motores de accionamiento (no representados). La aceleración
20 comienza abriendo la válvula 117 de vapor recalentado y re-
gulando el flujo de vapor a través de la porción 115 de tur-
bina y a través de las porciones 121 y 122 para controlar
la velocidad detectada del eje 118 de acuerdo con una velo-
cidad de referencia de la fuente 201. La velocidad de refe-
25 rencia es aumentada gradualmente desde la velocidad de giro
reducida hasta X rpm a un régimen que no somete a ninguna
parte de las porciones 115, 121 y 122 de turbina a condicio-
nes térmicas peligrosas. Durante la aceleración del eje 118
hasta X rpm, al menos está cerrada una de las válvulas 116
30 de estrangulación y la válvula 107 reguladora, de modo que

1 la velocidad del eje 118 está controlada únicamente por la
válvula 116.

5 En cualquier instante durante la aceleración del
eje 118 hasta X rpm, la velocidad de giro del eje 125 es in-
ferior a la velocidad correspondiente del eje 118, debido
al rendimiento reducido de las porciones 121 y 122 de turbi-
na, sobre tal campo de variación de velocidades, ya que ta-
les porciones deben acelerar el eje 125 utilizando vapor de
escape de la porción 115 de turbina. A medida que es acele-
10 rado el eje 118 hasta X rpm, se cierra la válvula 131 y no
fluye vapor a través de la tubería 130.

15 Durante el curso completo de aceleración del gru-
po turbina-generador, la fuente 200 produce una presión de
referencia preferiblemente constante, y el flujo a través
de la tubería 127 es variado para gobernar el valor de pre-
sión, como se detecta por el detector 202, de acuerdo con
el valor de presión deseado especificado por la señal pre-
sente en la línea 204. De este modo, el flujo mínimo desea-
do de vapor a través de los recalentadores (véase la figura
20 1) es mantenido durante la aceleración, y el control de la
velocidad del eje 118 es mejorado como resultado del con-
trol mejorado del flujo de vapor a través de la válvula 116
debido a la presión de vapor sustancialmente constante en
el colector 114 de vapor recalentado frío.

25 Deberá entenderse que a medida que se aumenta el
flujo de vapor a través de la válvula 116 para acelerar el
eje 118 a X rpm, es disminuido correspondientemente el flu-
jo a través de la tubería 127, con el fin de mantener la
presión detectada de vapor en el colector 114 al nivel que
30 está especificado por la señal de salida de la fuente 200.

1 La señal de salida de la fuente 201, que especifica una velocidad deseada del eje 118, es aumentada hasta que alcanza X rpm, después de lo cual la señal permanece en tal valor hasta que los generadores 119 y 126 son conectados
5 eléctricamente. A medida que el eje 118 es acelerado hasta X rpm, el conmutador 209 permanece en la posición A, con lo cual la válvula 116 es posicionada de acuerdo con la señal de salida del controlador 213 de velocidad. Cada uno de los
10 conmutadores 221 y 226 está puesto en su posición B en tal campo de velocidades para mantener cerrada su correspondiente válvula de control de flujo de vapor.

 Cuando la velocidad del eje 118 alcanza X rpm, la señal de salida de la fuente 201 es mantenida constante en el nivel que especifica tal velocidad. La fuente 230 está ajustada para generar una velocidad deseada para el eje 125, de tal modo que las velocidades eléctricas de los generadores 119 y 126 son iguales. Se entenderá que tal velocidad deseada es inferior a la velocidad real del eje 125 cuando el eje 118 gira a X rpm, y que se requiere flujo de vapor a través
15 de la tubería 130 para permitir que el eje 125 acelere hasta la velocidad deseada. Por consiguiente, la válvula de detención 131 está abierta, y el flujo a través de la tubería 130 es variado para acelerar el eje 125 hasta la velocidad deseada que está especificada por la señal de salida de la fuente
20 230. Durante tal aceleración, la velocidad del eje 118 es constante a X rpm.

 Cuando la velocidad del eje 125 alcanza el valor deseado, en el cual las velocidades eléctricas de los generadores 119 y 126 son iguales, los generadores son conectados eléctricamente (por medios no representados). Después de
30

1 tal conexión se cierra la válvula 131 de cierre para cortar
el flujo de vapor a través de la tubería 130. El cierre de
la válvula 131 tiende a hacer que disminuya algo la veloci-
dad del eje 118, pero tal disminución es detectada por el
5 dispositivo de comparación 212, y el controlador 213 de ve-
locidad aumenta en respuesta el flujo de vapor a través de
la válvula 116 para hacer volver la velocidad del eje 118 a
X rpm.

10 Con los generadores 119 y 126 conectados eléctri-
camente y el eje 118 girando a X rpm, la fuente 217 está
ajustada para producir una señal de salida representativa
de la presión de vapor en la primera etapa de la porción
115 de turbina, como es detectada por el detector 214 en ta-
les condiciones. El conmutador 209 es entonces puesto en su
15 posición B, con lo cual la válvula 116 es ajustada en posi-
ción de acuerdo con la señal de salida del controlador 219
de presión. El conmutador 209 permanece en la posición B a
medida que el grupo turbina-generador acelera desde X rpm
hasta su velocidad síncrona. Manteniendo la presión de va-
por en la primera etapa de la porción 115 de turbina en un
20 nivel constante en tal campo de velocidades, se mantiene un
flujo de vapor efectivamente constante a través de la por-
ción 115 de turbina y a través de las porciones 121 y 122
de baja presión. De este modo, existe un flujo de vapor
efectivamente constante para calentar partes de la porción
25 115 de presión intermedia y para refrigerar partes de las
porciones 121 y 122 de baja presión, especialmente partes
que están próximas a los conductos de escape de las porcio-
nes de baja presión. Adicionalmente, tal flujo de vapor
30 efectivamente constante permite un control mejorado de la

1 velocidad del eje 118 entre X rpm y la velocidad síncrona,
cuyo control es realizado variando el flujo a través de la
porción 108 de turbina.

5 Deberá observarse que el nivel constante de la
presión de vapor en el colector 114, que es mantenido a lo
largo del curso de aceleración desde X rpm hasta la veloci-
dad síncrona, reduce tanto el grado como la frecuencia con
los cuales es movida la válvula 116 con el fin de mantener
el nivel deseablemente constante de flujo a través de la
10 porción 115 de turbina.

El conmutador 226 es puesto en su posición A para
abrir totalmente la válvula reguladora 107. Después que la
válvula 107 está totalmente abierta, el conmutador 221 es
puesto en la posición C para acoplar la señal de salida del
15 controlador 224 de velocidad a la entrada del posicionador
220 de válvula de estrangulación. De este modo, la válvula
106 anteriormente cerrada se abre para iniciar un flujo de
vapor a través de la porción 108 de turbina, cuyo flujo es
variado por el controlador 224 con el fin de gobernar la
20 velocidad detectada del eje 118 de acuerdo con el valor de-
seado que está especificado por la señal de salida de la
fuente 201. Se entenderá que con los generadores 119 y 126
eléctricamente conectados, las velocidades eléctricas de
tales generadores permanecen sincronizadas. A medida que el
25 grupo turbina-generador es acelerado desde X rpm (del eje
118) hasta la velocidad síncrona, es por consiguiente nece-
sario detectar y regular solamente la velocidad de rotación
del eje 118.

30 Permaneciendo los conmutadores 221 y 226 en las
posiciones C y A, respectivamente, la señal de salida de la

1 fuente 201 es aumentada desde un nivel correspondiente a X
rpm hasta un nivel que representa la velocidad de rotación
intermedia entre X rpm y la velocidad de rotación del eje
118 para la cual las velocidades eléctricas de los generadores
5 119 y 126 están en sincronismo con la red de potencia
asociada (no representada). El controlador 224 de velocidad
ajusta la posición de la válvula 106 de estrangulación para
aumentar el flujo de vapor a través de la porción 108 de
turbina, haciendo así que la velocidad de rotación detectada
10 del eje 118 aumente de acuerdo con la señal de referencia de
velocidad procedente de la fuente 201. Cuando la velocidad
de rotación del eje 118 llega a la velocidad intermedia an-
tes mencionada, el control de la velocidad de rotación de
tal eje es transferido desde la válvula de estrangulación
15 106 a la válvula reguladora 107. Tal transferencia es reali-
zada poniendo el conmutador 226 en su posición B para cerrar
la válvula 107. Después de la válvula 107 está totalmente
cerrada, el conmutador 221 es puesto en la posición A para
abrir totalmente la válvula de estrangulación 106. Con la
20 válvula 106 totalmente abierta, el conmutador 226 es puesto
en la posición C para acoplar la señal de salida del contro-
lador 224 a la entrada del posicionador 225 de válvula regu-
ladora. Durante el curso de tal transferencia, la señal de
salida de la fuente 201 permanece preferiblemente constante.
25 La velocidad de rotación del eje 118 puede disminuir algo
durante el intervalo de tiempo en que la válvula 107 está
totalmente cerrada. Sin embargo, en el momento en que el
conmutador 226 es puesto en la posición C, es detectada tal
disminución por el dispositivo de comparación 229, y el con-
30 trolador 224 de velocidad varía en respuesta la posición de

1 la válvula reguladora 107 para hacer volver a su valor de referencia la velocidad detectada del eje 118.

Al completarse la transferencia de control desde la válvula de estrangulación 106 a la válvula reguladora
5 107, es aumentada la señal de salida de la fuente 201 desde su nivel en el cual se ha realizado tal transferencia hasta un nivel en el cual las velocidades eléctricas de los generadores 119 y 126 están en sincronismo con la red de potencia (no representada). En respuesta, el controlador 224 de
10 velocidad ajusta la posición de la válvula reguladora 107 para aumentar el flujo de vapor a través de la porción 108 de turbina de alta presión, con lo cual la velocidad detectada por el detector 210 es aumentada de acuerdo con la señal de referencia de velocidad procedente de la fuente 201.

15

REIVINDICACIONES

20

Los puntos de invención propia y nueva, que se pre
25 sentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:


1ª.- Perfeccionamientos introducidos en una central de producción de energía eléctrica, del tipo que inclu
30 ye una fuente de vapor para generar vapor sobrecalentado y

1 vapor recalentado, y un grupo turbina-generador que compren-
de una porción de turbina de alta presión accionada por un
primer flujo de vapor sobrecalentado, una porción de turbina
intermedia accionada por un segundo flujo de vapor recalen-
5 tado y primeros medios generadores eléctricos accionados gi-
ratoriamente por dichas porciones de turbina de alta pre-
sión y presión intermedia, y segundos medios generadores
eléctricos accionados giratoriamente por una porción de tur-
bina de baja presión accionada por el segundo flujo después
10 que es evacuado de la porción de presión intermedia, carac-
terizados porque están dispuestos primeros medios de deriva-
ción para conducir un flujo de vapor sobrecalentado desde di-
cha fuente de vapor hasta un conducto de escape de vapor de
dicha porción de turbina de alta presión para permitir con-
15 trol independiente del primer y segundo flujos para fines de
control de la velocidad de rotación de dichos primeros medios
generadores eléctricos.

2ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindi-
cación 1ª, caracterizados por la disposición de medios de
20 regulación de presión para regular la presión de vapor reca-
lentado al tener lugar su descarga desde dicha fuente de va-
por.

3ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivin-
dicación 2ª, caracterizados porque dichos medios de regula-
25 ción de presión incluyen segundos medios de derivación para
conducir de modo controlable un flujo de vapor recalentado
desde dicha fuente de vapor hasta un escape de vapor de di-
cha porción de turbina de baja presión.

4ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con las reivin-
dicaciones 1ª, 2ª o 3ª, caracterizados por la disposición de
30



1 medios para dejar pasar un flujo de vapor de igualación a
través de dicha porción de turbina de baja presión con el
fin de aumentar la velocidad de rotación de dichos segun-
dos medios generadores eléctricos cuando la velocidad de
5 rotación de dichos primeros medios generadores eléctricos
es efectivamente constante.

5ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con cualquie-
ra de las reivindicaciones precedentes, caracterizados por-
que dicha fuente de vapor incluye un reactor nuclear de al-
10 ta temperatura refrigerado por gas y un generador de vapor
para producir el vapor sobrecalentado y recalentado utili-
zando calor extraído del gas de refrigeración de dicho reac-
tor.

6ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con las reivin-
15 dicación 5ª, caracterizados porque están conectados medios
auxiliares de turbina de vapor para utilizar vapor que es
evacuado de dicha porción de turbina de alta presión y di-
chos primeros medios de derivación para accionar medios pa-
ra hacer circular el gas de refrigeración a través de dicho
20 reactor y dicho generador de vapor.

7ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con cualquiera
de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque
el primer flujo de vapor es constante mientras que el segun-
do flujo de vapor es variado para control de velocidad cuan-
do la velocidad de rotación de dichos primeros medios genera-
25 dores eléctricos es inferior a un primer valor determina-
do.

8ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivin-
dicación 7ª, caracterizados porque el nivel constante del
30 primer flujo de vapor es cero.

1 9ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivin-
dicación 7ª, caracterizados porque el primer flujo de vapor
es variado para control de velocidad cuando la velocidad de
rotación de dichos primeros medios generadores eléctricos
5 es superior al primer valor predeterminado.

10 10ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivin-
dicación 9ª, caracterizados porque el segundo flujo de va-
por es variado para mantener una presión de vapor deseada
en la primera etapa de dicha porción de turbina de presión
intermedia cuando es variado el primer flujo de vapor para
fines de control de velocidad.

15 11ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivin-
dicación 10ª, caracterizados porque el valor deseado de la
presión de la primera etapa es el valor de tal presión en
el momento de comenzar la variación del primer flujo para
fines de control de velocidad.

12ª.- Perfeccionamientos introducidos en una cen-
tral de producción de energía eléctrica.

20 Tal y como se ha descrito en la Memoria que ante-
cede, representado en los dibujos que se acompañan y para
los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de treinta hojas escritas a
máquina por una sola cara.

25 Madrid, 13. OCT. 1976

P.A.

Alberto de Elizaburu
Por Poder, 