

436918

-6 JUN. 1975



P.- 60.106

W.E. Case No.

44.991

MEMORIA DESCRIPTIVA

Inst. No. G-21C 7/32

para solicitar PATENTE DE INVENCION

a nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad norteamericana

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

por: "UN SISTEMA PARA CONTROLAR LA SALIDA DE POTENCIA
DE UN TURBO-GENERADOR DE VAPOR EN UNA CENTRAL
GENERADORA DE ENERGIA"

27.5.75



- 6

La presente invención se refiere a un sistema de control para una central generadora de energía por reactor de alta temperatura refrigerado con gas (central de HTGR), la cual incluye una pluralidad de generadores de vapor, cada uno de los cuales deriva calor de un flujo circulante respectivo de gas refrigerante del reactor, dando vapor recalentado a un colector común principal de vapor, y vapor sobrecalentado o de recalentamiento intermedio a un colector común caliente, de sobrecalentamiento intermedio.

Esta invención se halla estrechamente relacionada con la solicitud de patente española nº 436795.

En una central nuclear de reactor de alta temperatura refrigerado con gas, se hace circular un gas refrigerante (helio) por el reactor siempre que el reactor esté funcionando. En una central de HTGR de ciclo indirecto, el gas caliente de refrigeración del reactor pasa desde el reactor a los lados primarios de una pluralidad de generadores de vapor que toman calor del gas, y suministran vapor recalentado y sobrecalentado a un turbogenerador. Para un funcionamiento y una protección convenientes de los generadores de vapor, es necesario mantener un mínimo de paso de vapor por los tramos o secciones de recalentador y de sobrecalentador o recalentador intermedio de cada generador de vapor. Co-



5 mo tipo, el paso mínimo total de vapor por los generadores de vapor es suficiente para engendrar el 25% de la potencia máxima de la central. Por lo tanto, de un lado al otro de los diversos elementos de turbina se conectan unas tuberías de derivación para permitir el paso de dicho flujo o gasto mínimo total de vapor por los generadores de vapor en los momentos o períodos en que el paso de vapor por los elementos de la turbina es menor que dicho mínimo.

10 A cada generador de vapor va asociado un circulador de helio para hacer circular el gas refrigerante por el reactor y el generador de vapor correspondiente. Este circulador puede hacerse girar por medio de una turbina de vapor auxiliar. Cuando se utilizan

15 de ese modo turbinas auxiliares de vapor, una turbina auxiliar prevista para cada circulador de helio utiliza una porción de vapor que llega a la entrada o admisión de la parte o sección de sobrecalentador intermedio del generador de vapor asociado. Las salidas de estas secciones de sobrecalentador intermedio van comúnmente conectadas a un colector caliente de recalentamiento intermedio. El vapor así sobrecalentado puede salir del colector caliente de recalentamiento intermedio

20 en tres vías o trayectorias. Una primera vía comprende una válvula de interceptación y un elemento de turbina

25



de presión inferior; una segunda vía comprende una tubería de derivación de condensador y unos medios de válvula de derivación; y una tercera vía comprende una línea de derivación alterna o variante y unos medios de válvula conectados en ella. La regulación de la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio mejora el control de la velocidad del árbol de las turbinas de vapor auxiliares y de ese modo permite un mejor control de los caudales de gas refrigerante del reactor.

A los fines de cargar en utilización el turbogenerador, el paso de vapor por el elemento de alta presión se regula mediante la acción de colocar en posición una válvula asociada de regulador de velocidad, y el paso de vapor por el elemento de presión baja e intermedia se regula colocando en posición una válvula de interceptación asociada. Simultáneamente, las válvulas de derivación conectadas en las tuberías de derivación asociadas al elemento de presión baja e intermedia deben situarse en posición para mantener el paso mínimo deseado de vapor por los tramos o secciones de sobrecalentamiento intermedio de los generadores de vapor en los momentos en que el paso o gasto de vapor por el elemento de presión baja e intermedia sea menor que dicho mínimo.

En un sistema de la técnica ya conocida para



cargar un turbogenerador en una central nuclear de reactor de alta temperatura refrigerado con gas, hay una válvula de interceptación y una válvula de derivación mutuamente trabadas o enclavadas, de tal modo que una

5 de las válvulas se abre al cerrarse la otra válvula. Idealmente, las dos válvulas están proyectadas y construidas para presentar una resistencia total constante al paso de vapor en cualquier posición del enclavamiento mutuo, de manera que la presión de vapor en el co-

10 lector caliente de sobrecalentamiento intermedio permanezca sensiblemente constante, en condiciones de paso de vapor constante procedente de los sobrecalentadores intermedios. En la práctica, puede variar el paso de vapor desde los sobrecalentadores intermedios, o puede variar la resistencia total de las válvulas de interceptación y derivación, produciendo una variación de la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio. En el caso de disparo o "desenganche" de la turbina, puede abrirse una válvula de seguridad o

15 descarga de presión que dé alivio a la presión excesiva de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio y se cierre después, a un determinado nivel de presión; ahora bien, un control como éste, de "todo o nada", permite típicamente una fluctuación de la presión

20 de vapor del colector caliente de recalentamiento inter-

25



medio después del desenganche, con posible perjuicio de la precisión de control de los caudales de gas refrigerante del reactor.

5 En un sistema propuesto para cargar un
turbogenerador en una central nuclear de reactor de
alta temperatura refrigerado con gas, se hace variar
el paso de vapor por el elemento de alta presión con
el fin de reducir la diferencia que haya entre una presión detectada de vapor en la cámara de impulsión del
10 elemento de alta presión y un valor deseado para tal
presión, con arreglo a la salida de potencia deseada del turbogenerador, mientras el paso de vapor por el
elemento de presión baja e intermedia se hace variar
con el fin de reducir la diferencia que haya entre una
15 presión de vapor detectada en la primera etapa del elemento de presión intermedia y el valor deseado de dicha
presión que corresponda a la salida de potencia deseada del turbogenerador. Si bien con un sistema como ese se
regula satisfactoriamente la salida de potencia del elemento de presión baja e intermedia, la salida de potencia del elemento de alta presión se regula con imprecisión para bajos niveles de carga de utilización (cuando
20 la válvula de interceptación no está completamente abierta), pues la relación existente entre la presión de vapor
detectada de la cámara de impulsión y la salida de potencia



5 cia del elemento de alta presión para tales niveles
de carga no es lineal, y es variable con la presión
de vapor del colector caliente de recalentamiento in-
termedio. En este sistema de control, la posición de
10 los medios de válvula de derivación se hace variar con
arreglo a una señal que comprende una primera componen-
te proporcional a la diferencia de presión y una segun-
da componente proporcional a la integral, respecto al
tiempo, de la diferencia de presión. Tal sistema fun-
15 ciona satisfactoriamente en una central nuclear de reac-
tor de alta temperatura refrigerado con gas, que incluya
un solo turbogenerador. En cambio, dicho sistema de con-
trol tiene ciertas limitaciones cuando son dos los sis-
temas de control de este género que funcionan de manera
20 concertada, como sucede en una central nuclear de reac-
tor de alta temperatura refrigerado con gas que incluya
dos sistemas de derivación y dos turbogeneradores, por
ejemplo. Cuando de ese modo se utilizan dos de dichos sis-
temas, dos integradores integran simultáneamente una se-
25 ñal de diferencia de presión, y las señales de salida
de los integradores, que idealmente son iguales, diver-
gen con frecuencia en la práctica dando lugar a un dese-
quilibrio nada deseable entre los gastos de vapor a tra-
vés de las tuberías de derivación.

25 Por todo ello, es objeto principal de la pre-



5 presente invención un sistema de control de carga de turbogeneradores que puede usarse en una central generadora de energía, de reactor de alta temperatura refrigerado con gas y de una o varias turbinas, sin originar desequilibrios no deseados entre los flujos de paso de vapor en las tuberías de derivación de turbina.

10 Teniendo en cuenta este objeto, la presente invención reside en un sistema para controlar la salida de potencia de un turbogenerador de vapor en una central generadora de energía, en la que una fuente de vapor, destinada a tomar o derivar calor de un gas refrigerante de reactor, genera vapor recalentado y sobrecalentado o de recalentamiento intermedio, en unos tramos o secciones respectivos de recalentador y sobrecalentador intermedio, estando dicho tramo de sobrecalentador intermedio conectado para suministrar vapor sobrecalentado a un colector caliente de recalentamiento intermedio, haciéndose circular dicho gas refrigerante a través de la fuente de vapor y de un reactor nuclear de alta temperatura por la acción de unos medios de hacer circular gas movidos por unos medios de turbina de vapor auxiliar conectados para hacer pasar por lo menos una porción del flujo o gasto de vapor a la entrada o admisión del sobrecalentador intermedio, e incluyendo dicha turbina por lo menos una turbina de alta presión conectada para hacer pa-

15

20

25



5 sar vapor recalentado a un caudal controlado por unos
primerios medios de válvula de admisión y una turbina
de presión baja e intermedia conectada para hacer pasar
vapor de recalentamiento intermedio a un régimen de gas-
to controlado por unos segundos medios de válvula de ad-
misión, y en la que se prevén unos medios de tubería de
derivación y válvula de derivación destinados a conducir
vapor desde el colector caliente de recalentamiento in-
termedio a unos medios de condensación, comprendiendo di-
10 cho sistema de control medios para generar una primera se-
ñal representativa de una salida de potencia deseada del
generador y unos medios capaces de responder a esta pri-
mera señal situando en posición los segundos medios de
válvula de admisión con el fin de regular el paso de va-
15 por por la turbina de presión baja e intermedia de acuer-
do con la salida de potencia deseada del generador, ca-
racterizado dicho sistema por unos medios capaces de res-
ponder al paso de vapor a través de la turbina de presión
baja e intermedia situando en posición los medios de vál-
20 vula de derivación con el fin de regular el paso de va-
por por la tubería de derivación y mantener un paso o
gasto mínimo deseado a través del tramo de sobrecalenta-
dor intermedio en los momentos en que el paso por la tur-
bina de presión baja e intermedia sea menor que dicho
25 mínimo, y unos medios para situar en posición los prime-

10 JUN 1975

ros medios de válvula de admisión, en una proporcionalidad prefijada con respecto a la primera señal.

5 La invención se irá desprendiendo más fácilmente de la descripción siguiente de una forma preferida de realización de la misma, dada a título de mero ejemplo e ilustrada en los dibujos adjuntos, en los cuales:

10 - la figura 1 es un esquema funcional de una central nuclear de reactor de alta temperatura refrigerado con gas y de dos turbinas, que incluye un sistema de control de presión de vapor de colector caliente de recalentamiento intermedio con arreglo a una de las formas de realización del presente invento;

15 - la figura 2 es un esquema funcional de un sistema de control de válvulas de derivación, con arreglo a una de las formas de realización del invento;

- las figuras 3A y 3B ilustran gráficamente ciertas señales generadas por el sistema de control de válvulas de derivación de la fig. 2; y

20 - la figura 4 es un esquema funcional de un sistema de control de carga con arreglo a una determinada forma de realización del invento.

25 Con referencia a la fig. 1, cada uno de los tres circuladores de helio hace circular el gas helio refrigerante a través de un reactor 100 de alta tempe-

27.5.75



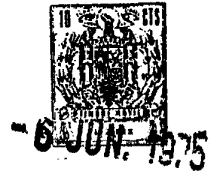
ratura refrigerado por gas y de un generador de vapor asociado. Los generadores de vapor 101A 101B y 101C van asociados a los circuladores de helio 102A, 102B y 102C, respectivamente. El gas refrigerante caliente sale descargado del reactor 100 y transporta el calor generado en el reactor a cada uno de los tres generadores de vapor. Un generador de vapor deriva o toma calor del gas refrigerante del reactor que circula por él, con el fin de generar vapor recalentado y de sobrecalentamiento intermedio. A cada uno de los generadores de vapor se le suministra agua de alimentación por medio de la tubería 103, y dicha agua pasa por los tramos o secciones de economizador, evaporador y recalentador de cada generador de vapor. El vapor recalentado sale de los generadores de vapor por las tuberías 104A, 104B y 104C, que conducen el vapor recalentado a un colector principal 105 de vapor. Cada generador de vapor lleva asimismo incorporado un tramo o sección de sobrecalentamiento intermedio, y hace uso del calor generado por el reactor para sobrecalentar un flujo de vapor que pasa por el tramo de sobrecalentamiento intermedio incorporado. Con líneas de trazo y punto se ilustra la incorporación de un tramo de recalentamiento intermedio RHA en el generador de vapor 101A, así como unos sobrecalentadores intermedios RHB y RHC igualmente incorporados a los generadores



- 6

de vapor 101B y 101C. El gas refrigerante frío del reactor es descargado de un generador de vapor y devuelto a través del reactor 100 por el circulador de helio asociado. Se sobrentiende que una central tipo de reactor de alta temperatura refrigerado por gas puede emplear un número de generadores de vapor y de circuladores de helio asociados distinto de tres, según la capacidad de generación térmica del reactor 100. Los generadores de vapor adicionales irían conectados para recibir agua de alimentación por medio de la tubería 103 y para descargar vapor recalentado en el colector principal de vapor 105.

Desde el colector principal 105 de vapor, el vapor puede circular pasando por una válvula de mariposa 106 y una válvula 107 de regulador de velocidad, hasta la entrada de admisión de una turbina 108 de alta presión. Desde la turbina 108 de alta presión, el vapor de escape sale descargado a un colector 109 frío, de sobrecalentamiento intermedio. La turbina de alta presión 108 hace girar un árbol 110 con una turbina de presión intermedia 111, una turbina de baja presión 112 y un generador 113, formando lo que a partir de ahora se denominará turbogenerador "A". Entre el colector principal de vapor 105 y el colector frío 109 de sobrecalentamiento intermedio van conectadas unas tuberías de derivación 114 y 115,



que llevan conectadas unas válvulas de derivación 116 y 117 para regular el paso de vapor por las tuberías 114 y 115, respectivamente. También puede circular vapor desde el colector principal de vapor 109 pasando por una válvula de mariposa 118, una válvula 119 de regulador de velocidad y una turbina de alta presión 120, hasta el colector frío 109 de sobrecalentamiento intermedio. La turbina de alta presión 120 hace girar un árbol 121 con una turbina 122 de presión intermedia, una turbina de baja presión 123 y un generador 124, formando lo que en adelante se denominará turbogenerador "B". Para que el generador de vapor funcione de la manera más conveniente, el paso o gasto de vapor a través de los tramos de recalentador debe mantenerse a un nivel por lo menos igual a un gasto mínimo de vapor deseado. Cuando el gasto de vapor combinado a través de las turbinas 108 y 120 es menor que el mínimo deseado, las válvulas de derivación 116 y 117 se sitúan en posición para mantener el paso mínimo de vapor deseado a través de los tramos de recalentador. En los instantes en que el gasto de vapor combinado a través de las turbinas 108 y 120 excede del mínimo deseado, se cierran las válvulas 116 y 117. Del mismo modo es preciso mantener un gasto mínimo deseado de vapor a través de los tramos de sobrecalentamiento intermedio. A los fines de este estudio, el gasto mínimo de



1275

vapor deseado es suficiente para generar el 25% de la salida máxima de potencia de la central. Se sobrendien-
de que la salida de potencia correspondiente al gasto
mínimo de vapor deseado puede variar, según el diseño
5 o proyecto particular de los generadores de vapor. Hay
que reconocer que cada una de las válvulas de mariposa
106 y 118 y cada una de las válvulas 107 y 119 de regu-
lador de velocidad corresponde, en la práctica tipo, a
una pluralidad de tales válvulas.

10 Una turbina auxiliar de vapor ASTA usa el va-
por procedente del colector frío 109 de sobrecalentamiento
intermedio para hacer girar el circulador de he-
lio 102A. De igual modo, unas turbinas auxiliares de
vapor ASTB y ASTC usan el vapor procedente del colector
15 frío 109 de sobrecalentamiento intermedio para hacer gi-
rar, respectivamente, los circuladores de helio 102B y
102C. Una línea de trazo interrumpido que conecta la tur-
bina auxiliar de vapor ASTC y el circulador de helio 102C
ilustra el acoplamiento rotatorio de estos elementos. Una
20 válvula de mando o control asociada a cada turbina auxiliar
de vapor regula el paso de vapor a través de la turbina
auxiliar, y con ello regula el caudal de gas refrigeran-
te del reactor a través del correspondiente circulador de
helio. El vapor de escape de la turbina auxiliar de vapor
25 ASTA pasa a la entrada de admisión del sobrecalentador in-



5 termedio RHA, y el vapor de escape de las turbinas
auxiliares de vapor ASTB y ASTC es descargado igual-
mente y llevado a las entradas de admisión de los so-
brecalentadores intermedios respectivos RHB y RHC. En-
10 tre el colector frío 109 de sobrecalentamiento interme-
dio y la entrada de admisión de cada uno de los tramos
RHA, RHB y RHC de sobrecalentador intermedio van co-
nectadas una tubería de derivación y una válvula de con-
trol del gasto de derivación. En los momentos en que el
15 gasto total de vapor que entra en el colector frío 109
de recalentamiento intermedio exceda del gasto total de
vapor que pasa por las turbinas de vapor auxiliares, las
válvulas de derivación asociadas a las turbinas de vapor
auxiliares están situadas en posición tal que las tube-
20 rías de derivación conducen el gasto de vapor excedente
directamente a las entradas de admisión de los tramos de
sobrecalentador intermedio. Hay un colector caliente 125
de sobrecalentamiento intermedio, conectado para recibir
vapor sobrecalentado procedente de las salidas de los
25 tramos de sobrecalentador intermedio. Cuando se utilizan
más de tres generadores de vapor, el tramo de sobrecalen-
tador intermedio, el circulador de helio y la turbina au-
xiliar de vapor correspondientes a cada generador de va-
por adicional van conectados de la manera arriba descrita.
Desde el colector caliente 125 de sobrecalenta-



1975

miento intermedio puede pasar vapor, por medio de una
válvula 126 de cuello o de parada y de una válvula de
intercepción 127, a la entrada de admisión de la tur-
bina 111 de presión intermedia. El vapor de escape de
5 la turbina 111 pasa, por una tubería 128, a la entrada
de admisión de la turbina 112 de baja presión. Una tu-
bería 129 conduce el vapor de escape de la turbina 112
a un condensador 130. Hay una tubería de derivación 131
de condensador conectada para conducir vapor desde el
10 colector caliente 125 de sobrecalentamiento intermedio
al condensador 130, y una válvula de derivación 132 de
condensador está conectada para regular el paso de vapor
por la tubería 131. Hay también una tubería de deriva-
ción alterna 133 conectada entre el colector caliente
15 125 de sobrecalentamiento intermedio y unos medios alter-
nos de recepción de vapor, siendo los medios alternos de
recepción de vapor la atmósfera en la fig. 1. Hay asi-
mismo una válvula de derivación alterna 134 conectada
para regular el paso de vapor por la tubería 133. La
20 válvula 132 se sitúa en posición por medio de un posi-
cionador o situador 135 de válvula, de preferencia un
posicionador electrohidráulico, que mueve hidráulicamen-
te la válvula 132 llevándola a una posición relacionada
con una señal eléctrica transmitida al posicionador 135
25 por una línea 136. La válvula 134 va situada en posición



6 JUN. 1975

5 por un posicionador 137 de válvula, de preferencia un
posicionador electrohidráulico que sitúa la válvula 134
en una posición relacionada con una señal eléctrica de
entrada transmitida al posicionador 137 por una línea
138.

10 A los fines de este estudio, la válvula de
parada 126 y la válvula de mariposa 106 se suponen
abiertas, a menos que se diga explícitamente lo con-
trario. Así, el caudal de vapor que pasa por las tur-
binas 111 y 112 viene regulado por la válvula de inter-
ceptación 127, y el gasto de vapor por la turbina 108
viene regulado por la válvula 107 de regulador de velo-
15 cidad. Un dispositivo 170 genera, por una línea 171,
una señal de demanda de "megavatios" representativa
de una salida de potencia deseada del turbogenerador
"A". La señal de demanda de potencia es transmitida a un
sistema de control 172 de la carga de utilización, que
genera por una línea 173 una señal representativa de
un gasto o caudal de paso de vapor deseado por las tur-
20 binas 111 y 112 (demanda de gasto de la válvula de in-
terceptación), y por una línea 174 una señal represen-
tativa de la posición deseada de la válvula 107 de re-
gulador de velocidad. Un posicionador electrohidráulico
175 sitúa en posición la válvula 127 originando un gas-
25 to de vapor a través de las turbinas 111 y 112 efectiva-

27.5.75



1975

mente igual al gasto deseado, representado por la señal presente en la línea 173. Un posicionador de válvula 176 electrohidráulico sitúa la válvula 107 de regulador automático en una posición representada por la señal

5 presente en la línea 174. Como más adelante se describe, el sistema 172 de control de carga genera la señal de gasto de vapor deseado por la línea 173, y la señal de posición deseada de válvula por la línea 174, de tal manera que la salida de potencia del turbogenerador "A"

10 esté conforme al valor representado por la señal de demanda de "megavatios" presente en la línea 171. El dispositivo 170 puede ser un generador de señal variable, ajustado manualmente, con una salida por la línea 171; o bien el dispositivo 170 puede ser un ordenador numé-

15 rico programado para calcular un valor de demanda de potencia (megavatios) que es convertido por medio de un convertidor de numérico en analógico asociado y transmitido a la línea 171. Un dispositivo 142 genera por una línea 143 una señal de salida que representa un valor

20 deseado de presión de vapor en el colector caliente 125 de sobrecalentamiento intermedio. El dispositivo 142 puede ser un generador de señal variable manualmente ajustado, con una salida por la línea 143, o bien puede ser un ordenador numérico programado para calcular dicho

25 valor deseado de presión, siendo el valor calculado lue-



6 JUN 1975

5 go convertido por medio de un convertidor de numérico
en analógico asociado, y transmitido a la línea 143. Un
transductor de presión 144 detecta la presión de vapor
en el colector caliente 125 de sobrecalentamiento inter-
medio, y genera por una línea 145 una señal de salida
representativa de la presión detectada. Un sistema de
control 146 por válvulas de derivación es capaz de res-
ponder a la señal de presión deseada presente en la lí-
nea 143, a la señal de presión detectada presente en la
10 línea 145 y a la señal de gasto de vapor deseado presen-
te en la línea 173, generando las señales de entrada
a los posicionadores de válvula por las líneas 136 y
138 como más adelante se describe.

15 El vapor puede pasar por una válvula de para-
da 147 y una válvula de interceptación 148 a la entrada
de admisión de la turbina 122 de presión intermedia. El
vapor de escape de la turbina 122 pasa por una tubería
149 a la entrada de admisión de la turbina 123 de baja
presión. Después de pasar por la turbina 123 de baja
20 presión, el vapor es conducido por una tubería 150 a un
condensador 151. El agua de alimentación condensada pro-
cede de los condensadores 130 y 151 circula por una tube-
ría 152 yendo a una serie de bombas y calentadores (no
representados). El agua de alimentación calentada y pue-
25 ta a presión es suministrada a los generadores de vapor



- 6 JUN. 1975

por medio de la tubería 103.

Entre el colector caliente 125 de sobrecalentamiento intermedio y el condensador 151 hay conectada una tubería de derivación 153 de condensador, y hay una
5 válvula de derivación 154 de condensador conectada para regular el paso de vapor por la tubería 153. Hay también una tubería de derivación alterna 155 conectada entre el colector caliente 125 de sobrecalentamiento intermedio y unos medios alternos de recepción de vapor, siendo los
10 medios alternos la atmósfera en la figura 1. Hay una válvula de derivación alterna 156 conectada para regular el paso de vapor por la tubería 155. Un posicionador electrohidráulico 157 de válvula sitúa la válvula 154 en una posición relacionada con una señal presente en una línea
15 de entrada 158. Un posicionador electrohidráulico 159 de válvula sitúa la válvula 156 en una posición relacionada con una señal presente en una línea de entrada 160.

A los fines de este estudio, se supone que la
20 válvula de parada 147 y la válvula de mariposa 118 están abiertas, a menos que se indique expresamente lo contrario. Así, el gasto de vapor a través de las turbinas 122 y 123 está regulado por la válvula de interceptación 148, y el gasto o paso de vapor por la turbina 120 viene regulado por la válvula 119 del regulador de velocidad. Un
25 dispositivo 180 genera, por una línea 181, una señal de



- 6 JUN 1975

5 demanda de potencia (megavatios), representativa de una salida de potencia deseada del turbogenerador "B". La señal de demanda de megavatios es transmitida a un sistema 182 de control de carga, que genera por una línea 183 una señal representativa de un gasto o paso de vapor deseado a través de las turbinas 122 y 123 (demanda de gasto de la válvula de interceptación), y por una línea 184 una señal representativa de la posición deseada para la válvula 119 de regulador de velocidad. Un posicionador electrohidráulico 185 de válvula sitúa en posición la válvula 148, haciendo que por las turbinas 122 y 123 pase un flujo de vapor efectivamente igual al flujo o gasto deseado, representado por la señal presente en la línea 183. Un posicionador electrohidráulico 186 de válvula sitúa la válvula 119 de regulador de velocidad en una posición representada por la señal presente en la línea 184. Como más adelante se describe, el sistema 182 de control de carga genera en la línea 183 la señal de paso de vapor deseado, y en la línea 184 la señal de posición de válvula deseada, de tal manera que la salida de potencia del turbogenerador "B" esté conforme con el valor representado por la señal de demanda de megavatios presente en la línea 181. El dispositivo 180 puede ser un generador de señal variable, de activación manual, con una salida por la línea 181; o bien el dispositivo 180 puede

10 JUN 1975

5 ser un ordenador numérico programado para calcular un valor de demanda de megavatios, que es convertido por medio de un convertidor analógico-numérico asociado y transmitido a la línea 181. Un dispositivo 163, que puede ser un generador de señal ajustado a mano o bien un ordenador numérico programado con un convertidor de numérico en analógico asociado, genera por la línea 164 una señal representativa de un valor deseado de presión de vapor en el colector caliente 125 de sobre
10 calentamiento intermedio. Hay un sistema de control 165 de válvulas de derivación, capaz de responder a la señal de presión detectada presente en la línea 145, a la señal de presión deseada presente en la línea 164 y a la señal de gasto de vapor deseado presente en la línea
15 183, generando las señales de entrada a posicionadores de válvula por las líneas 158 y 160, como más adelante se describe.

Aún cuando las válvulas de parada 126 y 147 y las válvulas de interceptación 127 y 148 están ilustra-
20 das como válvulas simples o individuales en la fig. 1, se entiende que cada válvula corresponde a una pluralidad de válvulas, en la práctica tipo.

Con referencia a la fig. 2, el sistema de control 146 de válvulas de derivación es capaz de responder
25 a la señal de demanda de paso por la válvula de intercep-



075

tación, presente en la línea 173, con el fin de regular el paso de vapor por la tubería de derivación 131 del condensador y la tubería de derivación 133 alterna, con unos caudales tales que el paso de vapor combinado por las turbinas 111 y 112 y las tuberías de derivación 131 y 133 sea igual a la mitad del paso mínimo de vapor deseado a través de los tramos de sobrecalentador intermedio, en los instantes en que el paso de vapor por las turbinas 111 y 112 sea menor que la mitad del mínimo deseado. Como el paso mínimo de vapor deseado es suficiente para generar un 25% de la salida máxima de potencia de la central, de ello se sigue que la mitad del paso mínimo de vapor deseado es suficiente para generar el 25% de la salida máxima de potencia de un solo turbogenerador, ya que las capacidades máximas de potencia de los turbogeneradores "A" y "B" son iguales. Así, el paso o gasto de vapor por las turbinas 111 y 112 es menor que la mitad del mínimo deseado en los momentos en que el turbogenerador "A" está parado, cuando se está acelerando el turbogenerador "A" antes de la sincronización, después de la sincronización, cuando la salida de potencia del turbogenerador "A" es menor que el 25% de su salida máxima de potencia, y a continuación del paso o cambio del turbogenerador "A" a una salida de potencia superior al 25% de su salida máxima de potencia. El sis-

27.5.75



375

tema de control 146 de válvulas de derivación responde también a una diferencia entre las señales de presión de vapor deseada y detectada, del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio, presentes en las respectivas líneas 143 y 145, haciendo variar el paso de vapor por una de las tuberías de derivación 131 y 133 en el sentido de reducir dicha diferencia. Usualmente, el sistema de control 146 de válvulas de derivación mantiene cerrada la válvula de derivación alterna 134 y hace variar el paso de vapor por la tubería de derivación 133 de condensador en el sentido de reducir la diferencia existente entre las señales de presión deseada y detectada. Ahora bien, el sistema de control 146 de válvulas de derivación abre la válvula de derivación alterna 134 para impedir que el paso de vapor a través de la tubería de derivación 131 de condensador exceda de un límite de paso o gasto correspondiente. Cuando la válvula de derivación alterna 134 está abierta, el sistema de control 146 sitúa en posición la válvula de derivación 132 de condensador con el fin de mantener en el valor límite el paso de vapor por la tubería de derivación 131 del condensador, y hace variar el paso de vapor por la tubería de derivación alterna 133 en el sentido de reducir la diferencia que haya entre las señales de presión deseada y detectada.

25

Ampliando detalles con referencia a la fig. 2,

27.5.75



1375

la señal de demanda de paso de vapor por la válvula de interceptación, presente en la línea 173, se transmite por medio de un multiplicador 209 a una primera entrada de un dispositivo sumador 206. Un generador 207 de señal de polarización genera una señal de polarización constante que se conecta a una segunda entrada del dispositivo sumador 206. Un comparador 201 genera por una línea 203 una señal de salida representativa de la diferencia entre la señal de presión detectada presente en la línea 145 y la señal de presión deseada presente en la línea 143. La señal presente en la línea 203 se transmite a un regulador proporcional 204, que genera una señal de salida conectada por una línea 205 a una tercera entrada del dispositivo sumador 206. El dispositivo sumador 206 resta la señal de salida del multiplicador 209 de la señal de polarización constante, y suma a la diferencia de estas señales la tercera señal de entrada, presente en la línea 205, dando una señal de salida por una línea 210. La señal presente en la línea 210 representa la demanda total de paso de vapor de derivación, que se ha de satisfacer mediante el paso de vapor por la tubería de derivación 131 de condensador si dicho paso es menor que un límite de paso o gasto correspondiente, o bien mediante el paso de vapor combinado por la tubería de derivación 131 de condensador y la tube-



1975

ria de derivación alterna 133, en caso contrario.

La línea 210 está conectada a una primera entrada de un selector de nivel bajo 211. Un generador de función 213 engendra una señal representativa de un valor límite de paso de vapor por la tubería de derivación 131 de condensador, señal que es transmitida por una línea 212 a una segunda entrada del selector de nivel bajo 211. Si la señal de demanda total de paso de vapor de derivación es menor que la señal de límite de paso de derivación de condensador, el selector 211 de nivel bajo transmite la señal de demanda total de paso de vapor de derivación al posicionador 135 de válvula, que sitúa en posición la válvula de derivación 132 de condensador haciendo que por la tubería de derivación 131 de condensador pase un flujo de vapor efectivamente igual a la demanda total de paso de vapor de derivación, cuando la presión de vapor en el colector 125 esté a un valor de "presión de baja carga". Si la señal de demanda total de paso de vapor de derivación excede de la señal de límite de paso de derivación de condensador, el selector 211 de nivel bajo transmite la señal de límite de paso de derivación de condensador al posicionador 135 de válvula. Un comparador 216 genera una señal de salida representativa del exceso de la demanda total de paso de vapor de derivación sobre el límite de paso de derivación de con-

27.5.75



6 JUN. 1975

5 densador, y el posicionador de válvula 137 sitúa en posición la válvula de derivación alterna 134 haciendo que por la tubería 133 pase un gasto o flujo de vapor efectivamente igual al representado por la señal de salida del dispositivo 216. El posicionador 135 de válvula sitúa en posición la válvula de derivación 132 de condensador haciendo que por la tubería 131 pase un gasto de vapor efectivamente igual al límite de paso de derivación de condensador. El paso de vapor combinado por las 10 tuberías 131 y 133, pues, es efectivamente igual a la demanda total de paso de vapor de derivación, cuando la presión de vapor en el colector 125 está a un valor de "presión de baja carga". La señal de salida del comparador 216 es cero siempre que la demanda total de paso 15 de vapor de derivación sea menor que el límite de paso de derivación de condensador, y el posicionador 137 de válvula de derivación alterna mantiene entonces cerrada la válvula de derivación alterna 134.

20 Cada una de las válvulas de control de derivación 132 y 134 se caracteriza por una relación lineal entre la posición de la válvula y el paso de vapor por la válvula para una presión diferencial constante de un lado al otro de la válvula. El posicionador de válvula asociado a cada válvula de control de derivación mueve la 25 válvula respectiva llevándola a una posición que está lineal-



6 JUN. 1975

mente relacionada con la señal de entrada a la cual responde el posicionador. Pueden usarse válvulas de control de derivación que tengan características no lineales; cuando se usan tales válvulas, cada posicionador de válvula se modifica con el fin de mover la válvula de control de derivación asociada llevándola a una posición que está relacionada de manera no lineal con la señal de entrada respectiva del posicionador de válvula, con el fin de compensar la falta de linealidad de la válvula de control de derivación. Puede utilizarse una pluralidad de válvulas para desempeñar la función de la válvula de derivación 132 de condensador o de la válvula de derivación alterna 134. En ese caso se prevé un posicionador de válvula para cada una de dichas válvulas, y los posicionadores operan de manera concertada haciendo que por la línea de derivación respectiva pase un flujo de vapor efectivamente igual al que hay cuando se usa una sola válvula y un posicionador de válvula asociado.

Siempre y cuando la presión de vapor detectada en el colector caliente 125 de sobrecalentamiento intermedio no se desvíe del valor deseado, las señales de entrada y salida del regulador proporcional 204 son cero, y la señal de demanda total de paso de vapor de derivación es función únicamente de la demanda de paso de vapor de la válvula de interceptación. Si la presión de va-

27.5.75



5 por detectada en el colector 125 difiere de la presión deseada, el comparador 201 genera una señal de diferencia de presión que es transmitida a través del regulador proporcional 204 hasta el dispositivo sumador 206, el cual modifica la señal de demanda total de paso de vapor de derivación con arreglo a la señal de salida del regulador proporcional 204. A medida que las válvulas de derivación 132 y 134 se van situando en posición para satisfacer la señal modificada de demanda total de paso de vapor de derivación, se reduce la diferencia de presión.

10 La ecuación que sigue se refiere al generador de función 213:

$$BTU_{\text{máx}} = K_1 \cdot F_{\text{máx}} \cdot HRHP$$

15 en la cual $BTU_{\text{máx}}$ es la tasa o velocidad máxima admisible de suministro de calor al condensador 130 por la tubería de derivación 131 de condensador; K_1 es una constante de proporcionalidad; $F_{\text{máx}}$ es el máximo gasto de vapor a través de la tubería de derivación 131 de condensador, correspondiente a $BTU_{\text{máx}}$; y HRHP es la presión de vapor en el colector caliente 125 de sobrecalentamiento intermedio. Por tanto, se tiene $F_{\text{máx}} = BTU_{\text{máx}} / (K_1 \cdot HRHP)$. En esta última relación, el gasto máximo de vapor en la tubería de derivación 131 de condensador varía inversamente con la presión de vapor en el colector 125. Por lo



1975

5 tanto, el generador de función 213 es capaz de responder a la señal de salida del transductor de presión 144, que representa la presión de vapor detectada en el colector 125, generando por la línea 212 la señal que representa a $F_{\text{máx}}$, con arreglo a la relación que antecede.

10 Con referencia a la fig. 3A, en ella se representa gráficamente la señal de demanda de paso de vapor de válvula de interceptación (línea 300), presente en la línea 173, en relación con la salida de potencia del turbogenerador "A". En el eje vertical se representa, con una escala normalizada en 0 y 1,0, la demanda de paso de vapor de la válvula de interceptación. En el eje horizontal se representa la salida de potencia del turbogenerador "A", en tanto por ciento de la salida máxima de potencia de dicho turbogenerador. La demanda de paso de vapor de la válvula de interceptación aumenta desde 0 a 1,0 a medida que la salida de potencia aumenta desde 0 a 25%. Una demanda de paso 0 (cero) en la válvula de interceptación hace que el posicionador de válvula 175 (véase la fig. 1) cierre la válvula de interceptación 127. Una demanda de paso 1,0 por la válvula de interceptación hace que el posicionador 175 de la válvula abra completamente la válvula de interceptación 127.

15

20

25 En todo el intervalo de salida de potencia que va del 25%



1975

al 100%, la demanda de paso de válvula de interceptación es constante, el valor 1,0, y el posicionador de válvula 175 mantiene la válvula de interceptación 127 completamente abierta en todo ese intervalo de salida de potencia. Entre un 0 y un 25% de salida de potencia, la presión de vapor deseada en el colector caliente 125 de sobrecalentamiento intermedio está regulada a un valor constante (el valor de "presión de baja carga") tal que la plena apertura de la válvula de interceptación 127 da lugar a un paso o gasto de vapor a través de las turbinas 111 y 112 efectivamente igual a la mitad del paso mínimo de vapor deseado a través de los tramos de sobrecalentador intermedio (véase la fig. 1). Al aumentar la salida de potencia del turbogenerador "A" desde 0 al 25%, el paso correspondiente de vapor a través de las turbinas 111 y 112 aumenta desde cero a la mitad del paso mínimo de vapor deseado.

Haciendo de nuevo referencia a la fig. 3A, con una línea 301 de trazo interrumpido se representa gráficamente la señal de salida del multiplicador 209 (véase la fig. 2) en relación con la salida de potencia del turbogenerador "A". El multiplicador 209 multiplica la señal de demanda de paso de vapor de la válvula de interceptación por un factor constante de 0,5; por lo tanto, la señal de salida del multiplicador 209 aumenta de



valor desde 0 a 0,5 al aumentar la salida de potencia desde 0 a 25%. Por encima de un 25% de la salida de potencia, la señal de salida del multiplicador 209 es constante, al valor de 0,5.

5 Con referencia ahora a la fig. 3B, se representa en ella gráficamente (con una línea 302) la señal de demanda total de paso de vapor de derivación, presente en la línea 210 (véase la fig. 2), con respecto a la salida de potencia del turbogenerador "A". En el eje vertical se indica, con una escala que abarca de 0 a 10 0,5, la señal de demanda total de paso de vapor de derivación. En el eje horizontal se representa, en tanto por ciento, la salida de potencia del turbogenerador "A". La señal de polarización engendrada por el generador de 15 señal 207 (véase la fig. 2) tiene un valor constante de 0,5 en relación con la señal de salida del multiplicador 209, que está representada por la línea 301 de trazo interrumpido de la fig. 3A. Suponiendo que la diferencia entre los valores detectado y deseado de la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio sea cero, el comparador 201 (véase 20 la figura 2) genera por la línea 203 una señal de salida cero y, por consiguiente, la señal presente en la línea 205 es cero. Luego la señal de demanda total de 25 paso de vapor de derivación es generada por el disposi-



27.5

5 tivo sumador 206 (véase la fig. 2) con arreglo a la diferencia existente entre la señal de polarización constante, de valor 0,5, y la señal de salida del multiplicador 209. Como se indica en la fig. 3B, la señal de demanda total de paso de vapor de derivación se reduce desde 0,5 a 0 a medida que la salida de potencia del turbogenerador "A" aumenta desde 0 a 25%. Por encima del 25% de salida de potencia, la demanda total de paso de vapor de derivación es constante, el valor cero.

10 Una demanda total de paso de vapor de derivación de 0,5 hace que el posicionador 135 de la válvula de derivación de condensador sitúe la válvula 132 de derivación de condensador en una posición tal que el paso de vapor por la tubería de derivación 131 de condensador sea efectivamente igual

15 a la mitad del paso mínimo de vapor deseado, cuando la presión de vapor en el colector caliente 125 de sobrecalentamiento intermedio esté en el valor de "presión de baja carga", y el límite de paso de derivación de condensador sea mayor de la mitad del paso mínimo de vapor deseado. De lo contrario, los posicionadores de válvula 135

20 y 137 sitúan las válvulas de derivación 132 y 134 en posición tal que el paso combinado de vapor por la tubería de derivación 131 de condensador y por la tubería de derivación alterna 133 sea efectivamente igual a la mitad

25 del mínimo deseado, cuando la presión de vapor caliente



de sobrecalentamiento intermedio esté al valor de "presión de baja carga". Una demanda total de paso de vapor de derivación igual a cero hace que los posicionadores de válvula 135 y 137 mantengan cerradas las válvulas de derivación 132 y 134. Así, el paso de vapor combinado por las tuberías de derivación 131 y 133 se reduce a cero, desde un valor mitad del paso mínimo de vapor deseado, a medida que la salida de potencia del turbogenerador "A" aumenta desde 0 a 25%, en la suposición de que el comparador 201 no genere señal alguna de diferencia de presión.

La línea 300 de trazo grueso de la fig. 3A indica una relación lineal existente entre la salida de potencia y la demanda de paso de la válvula de interceptación, entre el 0 y el 25% de salida máxima de potencia, a los fines de mayor claridad y sencillez de la exposición, y ello no ha de considerarse como limitativo. El sistema de control 146 de válvulas de derivación es igualmente efectivo en respuesta a una relación no lineal entre la salida de potencia y la demanda de flujo o paso por la válvula de interceptación, en todo un intervalo de salida de potencia como el citado, con tal que la válvula de interceptación esté completamente abierta al 25% de la salida máxima de potencia.

Se sobrentiende que pueden usarse valores dis-

10 JUN 1975

tintos ~~de~~ 0,5 para la ganancia del multiplicador 209 y para el valor de la señal de polarización. Por ejemplo, el valor de la señal de polarización y la ganancia del multiplicador pueden ser de 1,0 cada uno, y en este caso la línea 173 estaría directamente conectada al dispositivo sumador 206 y los posicionadores de válvula 135 y 137 estarían dispuestos para situar en posición las respectivas válvulas 132 y 134 dando lugar a un paso total de vapor, por las tuberías 131 y 133, efectivamente igual a la mitad del paso mínimo de vapor deseado cuando la demanda total de paso de derivación es de 1,0 a la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio está en el valor de la "presión de baja carga". El valor de 0,5 es adecuado cuando el condensador 135 es capaz de condensar el paso mínimo total de vapor deseado al valor de la "presión de baja carga" de la presión de vapor caliente del sobrecalentador intermedio.

En todo el intervalo de salida de potencia que va de 0 a 25%, la señal de salida del dispositivo 142 representa una presión deseada constante, igual al valor de la "presión de baja carga". Del estudio arriba expuesto se desprende evidentemente que en todo el citado intervalo de salida de potencia el sistema de control 146 de las válvulas de derivación regula el paso de vapor por

27.5.75



75

la tubería de derivación 131 de condensador y la tubería de derivación 133 alterna, de manera que el paso combinado de vapor por dichas tuberías de derivación y por las turbinas 111 y 112 resulta efectivamente
5 igual a la mitad del paso mínimo de vapor deseado, suponiendo que no haya diferencia alguna entre los valores detectado y deseado de la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio. Entre los niveles de 0 a 25% de salida de potencia, un aumento
10 del paso de vapor por las turbinas 111 y 112 viene acompañado de una disminución correspondiente del paso de vapor por las tuberías de derivación 131 y 133, y en efecto el sistema de control 146 de derivación "transfiere" el flujo de vapor de derivación a las turbinas
15 111 y 112 a medida que aumenta la salida de potencia del turbogenerador "A", mientras regula la presión de vapor en el colector caliente 125 de sobrecalentamiento intermedio.

Si entre los valores detectado y deseado de la
20 presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio aparece una diferencia, el sistema de control 146 de válvulas de derivación hace variar el paso de vapor por una de las tuberías de derivación 131 y 133 en el sentido de reducir la diferencia. En la práctica,
25 dicha diferencia de presión no puede reducirse a

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
- 6 JUN - 1975

5 cero, pues el regulador 204 es de tipo proporcional y
permite una diferencia de presiones residual. Ahora
bien, el valor de la señal de polarización generada por
el generador de señal 207 es tal que la magnitud de la
diferencia de presiones residual queda efectivamente
reducida al mínimo.

10 Entre el 0 y el 25% de la salida máxima to-
tal de potencia de la central, el reactor 100 y los
circuladores de helio 102A ... 102C se hacen funcionar
por medio de unos mandos o controles (no representados)
de tal modo que los tramos de sobrecalentador interme-
dio de los generadores de vapor son capaces de suminis-
trar el paso mínimo deseado de vapor de sobrecalenta-
miento intermedio cuando la presión de vapor del colector
15 caliente de sobrecalentamiento intermedio está al valor
de la "presión de baja carga". El sistema de control 146
de las válvulas de derivación regula entonces la pre-
sión de vapor en el colector 125 con arreglo al valor de
la "presión de baja carga", y simultáneamente regula el
20 paso de vapor por las tuberías de derivación 131 y 133
de tal manera que la combinación de flujos de vapor por
dichas tuberías con el paso de vapor a través de las tur-
binas 111 y 112 se hace efectivamente igual a la mitad
del paso mínimo de vapor deseado. Si el reactor 100 y
25 los circuladores de helio 102A ... 102C no se hacen fun-



6. JUN. 1975

5 cionar para suministrar el gasto mínimo deseado de vapor de recalentamiento intermedio al valor de la "presión de baja carga", el sistema de control 146 de válvulas de derivación hace variar el paso de va-
10 y por las tuberías de derivación 131 y 133 con el fin de regular la presión de vapor en el colector caliente 125 de sobrecalentamiento intermedio con arreglo al valor de "baja carga" deseado, pero el paso total de vapor por las tuberías de derivación 131 y 133 y por las turbinas 111 y 112 difiere de la mitad del paso mínimo de vapor deseado, en una magnitud que depende del funcionamiento del reactor y los circuladores de helio.

15 Con referencia a la fig. 2, los números de identificación encerrados entre paréntesis se refieren al sistema de control 165 de válvulas de derivación asociado al turbogenerador "B". Los elementos y la conexión del sistema de control 165 de válvulas de derivación se representan dentro del recuadro de líneas
20 de trazo y punto en la fig. 2. La descripción dada más arriba de la conexión y el funcionamiento del sistema de control 146 de válvulas de derivación, se refiere también al sistema de control 165, siempre y cuando los números encerrados entre paréntesis se pongan en susti-
25 tución de los números correspondientes en el texto, y



1975

cuando en lugar de las expresiones "turbinas 111 y 112", "turbogenerador 'A'", "válvula de interceptación 127" y "posicionador 175 de válvula" se pongan las expresiones "turbinas 122 y 123", "turbogenerador 'B'", "válvula de interceptación 148" y "posicionador 185 de válvula", respectivamente.

Con referencia a la fig. 4, el sistema 172 de control de carga es capaz de responder a la señal de demanda de megavatios presente en la línea 171, generando por la línea 174 una señal representativa de una posición deseada de la válvula 107 de regulador de velocidad, y por la línea 173 una señal representativa de un paso de vapor deseado por las turbinas 111 y 112. Con cargas bajas o reducidas (menores del 25% de la salida máxima de potencia del turbogenerador "A", que requieran flujos de vapor por la turbina menores de la mitad del paso mínimo deseado), un generador de función 401 genera una señal de salida representativa de una posición deseada de la válvula 107 de regulador de velocidad, que está de acuerdo con la señal de megavatios presente en la línea 171. Hay un conmutador 402 que se pone en una posición "b" en dichas cargas bajas o reducidas, para transmitir la señal de posición deseada al posicionador 176 de la válvula de regulador de velocidad, el cual sitúa la válvula 107 de regulador de ve-



6 JUN 1975

locidad en la posición representada por la señal de salida del generador de función 401. A mayores cargas (cargas superiores al 25% de la salida máxima de potencia del turbogenerador "A", que requieran gastos de paso de vapor por la turbina superiores a la mitad del gasto o paso mínimo deseado), el conmutador 402 se pone en la posición "a" para transmitir la señal de salida de un regulador o controlador de presión 403 al posicionador 176 de la válvula de regulador de velocidad.

5

Hay un generador de función 404 capaz de responder a la señal de demanda de megavatios presente en la línea 171, con el fin de generar una señal de salida que represente un valor deseado de presión de vapor en la cámara de impulsión de la turbina 108 de alta presión cuando la salida de potencia del turbogenerador "A" sea igual a la salida de potencia requerida por la señal de demanda de megavatios. Hay un transductor de presión 405 conectado para detectar la presión de vapor en la cámara de impulsión de la turbina de alta presión 108, y que genera una señal de salida representativa de la presión detectada. Las señales de salida del generador de función 404 y del transductor de presión 405 van conectadas a un comparador 406, que genera por una línea de salida 407 una señal que representa la diferencia existente entre los valores deseado y detectado de la presión de vapor

10

15

20

25



075

en la cámara de impulsión de la turbina 108 de alta presión. La línea 407 va conectada al regulador de presión 403, que genera una señal de salida que es transmitida a través del conmutador 402 hasta el posicionador 176 de válvula de regulador de velocidad. En los momentos en que haya una diferencia entre los valores detectado y deseado de la presión de vapor en la cámara de impulsión de la turbina de alta presión 108, el regulador de presión 403 hace variar la posición de la válvula 107 de regulador de velocidad, modificando el paso de vapor a través de la turbina de "A" en el sentido de reducir dicha diferencia de presión (como más adelante se explica, la válvula de interceptación 127 está completamente abierta en tales momentos). El regulador o controlador de presión 403 es, de preferencia, de un tipo "proporcional más integral", en el cual la señal de salida del regulador comprende la suma de una primera señal que es proporcional a la señal presente en la línea 407 y una segunda señal que es proporcional a la integral, respecto al tiempo, de la señal presente en la línea 407. Cuando se utiliza un regulador como éste, la señal presente en la línea 407 se reduce a un valor de régimen permanente igual a cero.

Hay un generador de función 408 capaz de res-



6 JUN 1975

ponder a la señal de demanda de megavatios presente en la línea 171, con el fin de generar una señal de salida representativa de un valor deseado de la presión de vapor en la primera etapa de la turbina 111 de presión inter-
5 media. Hay un transductor de presión 409 conectado para detectar la presión de vapor en la primera etapa de la turbina 111 de presión intermedia y que genera una señal de salida representativa del valor de presión detectado. La señal de salida del generador de función 408 y la
10 del transductor de presión 409 van conectadas a un comparador 410, que genera por una línea 411 una señal de salida representativa de la diferencia existente entre los valores deseado y detectado de la presión de vapor en la primera etapa de la turbina 111 de presión inter-
15 media. El regulador de presión 412 genera una señal de salida representativa de un gasto o paso de vapor deseado (demanda de paso de la válvula de interceptación) a través de las turbinas 111 y 112. La señal de paso de vapor deseado es transmitida al posicionador 175 de la
20 válvula de interceptación, que sitúa en posición la válvula de interceptación 127 haciendo que por las turbinas 111 y 112 circule un flujo de vapor efectivamente igual al valor deseado, representado por la señal de salida del regulador de presión 412. La señal de paso de vapor
25 deseado, generada por el regulador de presión 412, es

27.5.75



- 6 JUN. 1975

5 transmitida también al sistema de control 146 de válvulas de derivación. En los momentos en que existe una diferencia entre los valores deseado y detectado de la presión de vapor en la primera etapa de la turbina 111
10 de presión intermedia, el regulador de presión 412 hace variar la posición de la válvula de interceptación 127, con el fin de modificar el paso de vapor a través de las turbinas 111 y 112 en el sentido de reducir dicha diferencia. El regulador de presión 412 es del tipo "proporcional más integral", en el que la señal de salida del regulador comprende la suma de una primera señal que es proporcional a la señal presente en la línea 411 y una segunda señal que es proporcional a la integral, respecto al tiempo, de la señal presente en la
15 línea 411. Cuando se utiliza un regulador como éste, la señal presente en la línea 411 se reduce a un valor de régimen permanente igual a cero.

20 Con cargas bajas o reducidas (según lo definido anteriormente), el sistema 172 de control de carga regula simultáneamente el gasto de vapor que circula por la turbina 108 de alta presión y el que circula por las turbinas 111 y 112 de presión intermedia y baja, de manera que la salida de potencia del turbogenerador "A" esté conforme a la salida de potencia deseada,
25 representada por la señal de demanda de megavatios pre-



sente en la línea 171. A tales niveles bajos de carga, el conmutador 402 está colocado en la posición "b", con lo cual el generador de función 401 y el posicionador 176 de válvula de regulador de velocidad regulan el paso de vapor por la turbina 108 de alta presión en una proporcionalidad prefijada con respecto a la señal de demanda de megavatios presente en la línea 171. A bajos niveles de carga, el generador de función 408 genera un valor deseado de presión de vapor en la primera etapa de la turbina 111 de presión intermedia, igual al valor de dicha presión cuando la salida de potencia del turbogenerador "A" está conforme al valor representado por la señal de demanda de megavatios. El regulador de presión 412 hace variar el paso de vapor por las turbinas 111 y 112, manteniendo una señal de diferencia de presión cero en la línea 411. A bajos niveles de carga, la salida de potencia de la turbina 108 de alta presión se hace variar en una proporcionalidad prefijada con la señal de demanda de megavatios, en tanto que la salida de potencia de las turbinas 111 y 112 de presión intermedia y baja se regula con arreglo al valor deseado de la presión de primera etapa de la turbina 111, estando dicho valor deseado engendrado por el generador de función 408 con arreglo a la señal de demanda de megavatios.

27.5.75



6 JUN. 1975

A medida que aumenta la salida de potencia deseada, representada por la señal de demanda de megavatios presente en la línea 171, el sistema 172 de control de carga hace funcionar las válvulas 107 y 127 en el sentido de aumentar el paso de vapor por la turbina 108 de alta presión y por las turbinas 111 y 112 de presión intermedia y baja. Los generadores de función 401 y 408 están dispuestos para producir variaciones iguales de los flujos vapor por la turbina 108 de alta presión y por las turbinas 111 y 112 de presión intermedia y baja. Cuando la señal de demanda de megavatios presente en la línea 171 llega a un valor que requiere unos flujos de vapor por las turbinas iguales al paso mínimo deseado, la válvula de intercepción 127 queda efectivamente abierta por completo, pues dicha válvula deja pasar el gasto mínimo de vapor deseado al valor de "presión de baja carga" al cual viene regulada la presión de vapor en el colector caliente 125 de sobrecalentamiento intermedio para los bajos niveles de carga. El sistema de control 146 de válvulas de derivación, por consiguiente, cierra las válvulas de derivación 132 y 134 (véase la fig. 2). Para niveles de demanda de megavatios que excedan del valor de demanda de megavatios correspondiente al paso del gasto mínimo de



5 JUN 1975

vapor deseado por las turbinas que componen el turbo-
generador "A", el sistema 172 de control de carga man-
tiene la válvula de interceptación 127 completamente
abierta, en tanto que el sistema de control 146 de vál-
5 vulas de derivación mantiene cerradas las válvulas de
derivación 132 y 134. A tales niveles de demanda de me-
gavatios, el conmutador 402 está colocado en la posi-
ción "a", en la cual el regulador de presión 403 hace
variar el paso o gasto de vapor a través de las turbi-
10 nas 108, 111 y 112 en el sentido de regular el valor
detectado de la presión de vapor en la cámara de impul-
sión de la turbina 108 de alta presión a un valor de-
seado para dicha presión, que viene engendrado por el
generador de función 404 con arreglo a una relación
15 prefijada existente entre la salida de potencia del
turbogenerador "A" y la presión de vapor existente en
la cámara de impulsión de la turbina de alta presión
108. Como el generador de función 404 genera la pre-
sión deseada de cámara de impulsión en respuesta a la
20 señal de demanda de megavatios presente en la línea
171, la salida de potencia del turbogenerador "A" vie-
ne regulada con arreglo a la salida de potencia desea-
da, representada por la señal de demanda de megavatios.

25 Para bajos niveles de carga, la válvula de
derivación 116 se hace funcionar (por unos medios no



- 27.5.75

representados) en el sentido de regular la presión de vapor en el colector principal de vapor 105 a un valor de presión prefijado. A medida que la salida de potencia deseada del turbogenerador "A" aumenta, el paso de vapor por la turbina 108 de alta presión aumenta también, y la válvula 116 se hace funcionar de manera correspondiente en el sentido de reducir el paso de vapor por la tubería 114. A los niveles de salida de potencia que requieran un paso de vapor por la turbina de alta presión 108 mayor de la mitad del paso mínimo deseado, la válvula 116 se mantiene cerrada.

Con referencia a la fig. 4, los números de identificación encerrados entre paréntesis hacen referencia al sistema 182 de control de carga asociado al turbogenerador "B". La descripción que antecede de la conexión y el funcionamiento del sistema de control de carga 172 se refiere también al sistema de control 182, siempre que los números entre paréntesis se pongan en el lugar de los números correspondientes del texto, y que las expresiones "tubería de derivación 114", "válvula de derivación 116", "válvula de derivación 132", "válvula de derivación 134" y "turbogenerador 'A'" se sustituyan por las expresiones "tubería de derivación 115", "válvula de derivación 117", "válvula de derivación 154", "válvula de derivación 156" y "turbogenera-



- 6 JUN. 1975

dor 'B"', respectivamente.

5 En uno de los modos de funcionamiento, los
turbogeneradores "A" y "B" se cargan simultáneamente
(tras la sincronización), entre el 0 y el 25% de la
salida máxima de potencia de la central. En este modo,
cada uno de los dispositivos 142 y 163 (fig. 2) genera
una señal de salida representativa del valor de "presión
de baja carga". Se sobrentiende que en el modo de fun-
cionamiento que ahora se está describiendo puede emplear-
se un solo dispositivo para generar la señal de presión
10 deseada de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento
intermedio en las líneas 143 (y 164), y que pueden
usarse un solo comparador 201 y un solo regulador
proporcional 204 para generar la señal conectada a los
dispositivos sumadores 206 por las líneas 205. Como
15 más adelante se describe, otros modos de funcionamiento
exigen dos de cada uno de los dispositivos 142, 201 y
204. Las señales de demanda de paso por la válvula de
interceptación, presentes en las líneas 173 y 183, son
simultáneamente incrementadas entre los valores 0 y 1
20 por los sistemas de control de carga 172 y 182, en res-
puesta al aumento en las señales de demanda de megavatts
presentes en las líneas 171 y 181 (véase la fig.
4). En respuesta, los posicionadores 175 y 185 de las
25 válvulas de interceptación abren cada vez más las res-



1975

pectivas válvulas de interceptación 127 y 148 con el fin de aumentar el paso de vapor por las turbinas de presión intermedia 111 y 122 con arreglo a las señales de demanda de paso por las válvulas de interceptación.

5 Para cualquier valor de demanda de paso de interceptación comprendido entre 0 y 1, el multiplicador 209 (véase la fig. 2) de cada uno de los reguladores de válvula de derivación transmite la respectiva señal de demanda de paso de válvula de interceptación con una ganancia
10 de 0,5 al dispositivo sumador 206, el cual resta de la señal de polarización constante la señal de salida del multiplicador (en el supuesto de que la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio está al valor de "presión de baja carga"), con el
15 fin de generar el valor de demanda total de paso o gasto de derivación que corresponde al valor respectivo de demanda de paso de válvula de interceptación. La suma de la demanda de paso de la válvula de interceptación con la demanda total de paso de derivación es un flujo
20 o gasto de vapor de demanda igual a la mitad del gasto mínimo de vapor deseado a través de los sobrecalentadores intermedios. En cada sistema de control de válvulas de derivación, el selector de nivel bajo deja pasar la demanda total de paso de derivación al posicionador de
25 válvula de derivación de condensador, el cual sitúa en



1975

posición la válvula de derivación de condensador haciendo que por la tubería de derivación de condensador pase un gasto de vapor igual a la demanda total de paso de derivación cuando tal demanda es menor que el límite de paso de derivación de condensador y la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio está al valor de "presión de baja carga". Si la demanda total de paso de derivación excede del límite de paso de derivación de condensador, el selector de nivel bajo transmite el límite de paso de derivación de condensador al posicionador de la válvula de derivación de condensador, en tanto que el comparador 216 transmite al posicionador de la válvula de derivación alterna la diferencia entre la demanda total de paso de derivación y el límite de flujo de derivación de condensador. Los posicionadores de válvula de derivación (de condensador y alterna) sitúan en posición las válvulas de derivación haciendo que pase vapor por las tuberías de derivación con arreglo a las respectivas señales de entrada de posicionador de válvula, y el flujo de vapor combinado a través de las tuberías de derivación es efectivamente igual a la demanda total de paso de derivación cuando la presión de vapor de colector caliente de sobrecalentamiento intermedio está al valor de "presión de baja carga". Cuando se requiere que el paso de vapor por la

27.5.75



1975

5 tubería de derivación alterna satisfaga la demanda total de paso de derivación, el paso de vapor de derivación de condensador se regula al límite de gasto o paso correspondiente, reduciéndose con ello al mínimo el paso de vapor por la tubería de derivación alterna hasta la atmósfera. Para una salida deseada de potencia entre el 0 y el 25% de la potencia máxima de la central, los sistemas de control de válvulas de derivación hacen funcionar concertadamente las válvulas de derivación, de manera que

10 el paso de vapor por cada sistema de derivación (que comprende una tubería de derivación de condensador y una tubería de derivación alterna) sea efectivamente igual a la mitad de la diferencia entre el paso mínimo de vapor deseado y el paso total de vapor por las tur-

15 binas 111 y 122. Así, los sistemas de control de válvulas de derivación hacen funcionar las válvulas de derivación asociadas, manteniendo el paso mínimo de vapor deseado a través de los sobrecalentadores intermedios entre el 0 y el 25% de la potencia máxima de la central, cuando

20 la presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio está al valor de "presión de baja carga".

25 Si los generadores de vapor no pueden suministrar el paso mínimo deseado de vapor de sobrecalentamiento intermedio al valor de "presión de baja carga", el

10
6 JUN 1975

comparador 201 de cada sistema de control de válvulas de derivación genera una señal de diferencia de presión que es transmitida a través del controlador o regulador proporcional 204 hasta el dispositivo sumador 206, el cual modifica o "reajusta" la señal de demanda total de paso de derivación con arreglo a la señal de salida del regulador proporcional. Cuando las válvulas de derivación están situadas en posición dando lugar a un paso total de derivación de acuerdo con la demanda total de paso de derivación modificada, se reduce la diferencia de presión. Si la presión detectada excede del valor de "presión de baja carga", por ejemplo, la señal de "reajuste" es positiva, aumentándose así la demanda total de paso de derivación con el fin de producir una reducción de la diferencia de presión cuando las válvulas de derivación se sitúen en posición en respuesta a dicha demanda aumentada. El detector de presión 144, el comparador 201 y el regulador proporcional 204 constituyen, pues, una vía de retroacción o realimentación de presión que "reajusta" la demanda total de paso de derivación (línea 302, fig. 3B) con el fin de reducir una diferencia entre los valores detectado y deseado de la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio. En el caso de que la señal "reajustada" de demanda total de paso o gasto de de-



- 27.5.75

rivación exceda de la señal correspondiente de límite de paso de derivación de condensador, el selector de nivel bajo funciona regulando el paso por la tubería de derivación de condensador a su límite de flujo correspondiente, en tanto que la demanda "reajustada" de paso total viene satisfecha por el flujo de vapor de derivación alterna, como antes se ha descrito. Así, los sistemas de control de válvulas de derivación hacen funcionar de modo concertado sus válvulas de derivación asociadas, con el fin de modificar el gasto total de derivación del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio en el sentido de reducir la diferencia entre los valores detectado y deseado de la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio.

Quando en cada uno de los reguladores 204 va incorporado un modo de integral, las señales de salida de los integradores (que idealmente son iguales) divergen en la práctica al integrar individualmente los integradores diversas perturbaciones que pueden afectar a uno de los integradores, pero no a ambos. Tal divergencia produce un desequilibrio no deseado entre las señales de demanda total de flujo o de paso de derivación, que de lo contrario serían iguales en la carga simultánea, arriba descrita, de los turbogeneradores



6 JUN. 1975

dobles. Aun cuando la presión de vapor del colector
caliente de sobrecalentamiento intermedio se contro-
la efectivamente en presencia de tales desequilibrios,
un desequilibrio puede dar origen a que una de las se-
5 ñales de demanda total de paso de derivación exceda de
su límite de paso de condensador correspondiente, dando
por resultado una descarga innecesaria y no deseada de
vapor a la atmósfera. Como el regulador 204 lleva in-
corporado un modo proporcional, en lugar de una combi-
10 nación de modos proporcional y de integral, se eliminan
convenientemente los desequilibrios de las señales de
demanda total de paso de vapor de derivación que proven-
gan de la integración de diversas perturbaciones. Si
bien los reguladores de modo proporcional 204 permiten
15 típicamente que haya una diferencia residual entre los
valores detectado y deseado de la presión de vapor en
el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio,
tales diferencias residuales son reducidas al mínimo
por las señales de polarización.

20 A medida que se incrementan las señales de
demanda de megavatios en las líneas 171 y 181, en los
anteriores ejemplos de carga simultánea de dos turbo-
generadores, las válvulas de interceptación 127 y 148
se van abriendo cada vez más por la acción de los sis-
25 temas de control de carga 172 y 182 (véase la fig. 4),



con el fin de mantener las presiones de vapor detectadas en las primeras etapas de las turbinas de presión intermedia 111 y 122 a los valores deseados para dichas presiones, engendrados por los generadores de función 408. Los valores de presión de primera etapa deseados aumentan al crecer las señales de demanda de megavatios, y las válvulas de interceptación se abren cada vez más por la acción del regulador o controlador de presión 412. Simultáneamente, los generadores de función 401 abren cada vez más las válvulas 176 y 186 de regulador de velocidad, en proporción a las señales crecientes de demanda de megavatios (los conmutadores 402 están en la posición "b" para transmitir las señales de salida de los generadores de función 401 a los posicionadores de válvula 176 y 186). Al 25% de la salida máxima de potencia de la central, las válvulas de interceptación 127 y 148 están completamente abiertas. En correspondencia, las válvulas de derivación se van cerrando cada vez más hasta que, al 25% de la salida máxima de potencia, quedan completamente cerradas de modo efectivo. Por encima del 25% de la salida máxima de potencia de la central, se permite que la presión del colector caliente 125 de sobrecalentamiento intermedio aumente al aumentar la carga, y los sistemas de control 146 y 165 de las válvulas de derivación se hacen funcionar en el mo-



27.5

do de "seguimiento", en el cual los dispositivos 142 y 163 generan señales de salida idénticas a la señal de salida del detector de presión 144. Con referencia a la fig. 2, el funcionamiento en el modo de "seguimiento" para una potencia de salida superior al 25% de la potencia máxima de la central da la seguridad de que las válvulas de derivación 132, 134, 154 y 156 permanecen cerradas, porque la demanda total de paso de vapor de derivación (véase la fig. 3B) a tales niveles de potencia, en ausencia de señal de diferencia de presión en la línea 203, es cero.

En el ejemplo indicado de carga simultánea de dos turbogeneradores acoplados, los conmutadores 402 (véase la fig. 4) se colocan en la posición "a" cuando la salida de potencia de cada turbogenerador excede del 25% de la salida máxima de potencia de dicho turbogenerador. A tales niveles de salida de potencia, los generadores de función 408 engendran unas señales de presión deseada de primera etapa tales que los reguladores de presión 412 mantienen abiertas las válvulas de interceptación 127 y 148. A continuación, los reguladores de presión 403 sitúan en posición las válvulas 107 y 119 de regulador de velocidad, de tal modo que las presiones de vapor detectadas en las cámaras de impulsión de las turbinas de alta presión 108



JUN. 6 1975

5 y 120 se mantienen iguales a los valores deseados para
tales presiones, engendrados por los correspondientes
generadores de función 404. Al ser generadas las pre-
siones deseadas en las cámaras de impulsión con ar-
reglo a los valores de aquellas presiones que predomi-
nan cuando los turbogeneradores "A" y "B" producen
las salidas de potencia deseadas, representadas por las
respectivas señales de demanda de megavatios presentes
en las líneas 171 y 181, las salidas de potencia de los
10 turbogeneradores son reguladas de ese modo a los valo-
res deseados especificados por las señales de demanda
de megavatios.

15 Por debajo del 25% de la salida máxima de po-
tencia de un turbogenerador, la salida de potencia de
las turbinas de presiones intermedia y baja se controla
mediante regulación del paso de vapor por estas turbinas
con arreglo a un valor deseado de la presión de vapor
en la primera etapa de la turbina de presión interme-
dia, en tanto que la salida de potencia de la turbina
20 de alta presión se controla haciendo variar el paso de
vapor por dicha turbina en proporción con respecto a
la señal de demanda de megavatios asociada, abriéndose
parcialmente la válvula de interceptación a tales nive-
les de carga. Por encima del 25% de la salida máxima de
25 potencia, la válvula de interceptación está completamen-



1975

te abierta, y el paso de vapor por las turbinas de presiones alta e intermedia y baja se controla situando en posición la válvula de regulador de velocidad en el sentido de reducir una diferencia entre el valor detectado de la presión de vapor en la cámara de impulsión de la turbina de alta presión y un valor deseado para dicha presión que esté de acuerdo con la salida de potencia deseada del turbogenerador. A niveles de carga menores del 25% de la salida máxima de potencia se prefiere controlar la salida de potencia de la turbina de alta presión en proporción con la demanda de megavatios, pues la relación existente entre la presión de vapor en la cámara de impulsión y la salida de potencia de la turbina de alta presión para dichos niveles de carga es al mismo tiempo no lineal y variable con la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio, lo cual impide el control preciso de la salida de potencia de la turbina de alta presión mediante variación del paso de vapor por dicha turbina con el fin de lograr un valor deseado de presión de vapor en la cámara de impulsión, aun cuando la salida de potencia de las turbinas de presiones intermedia y baja se controla con precisión, a tales niveles de carga, haciendo variar para ello el paso de vapor por dichas turbinas con arreglo a una presión deseada de vapor en la primera etapa de la



.375

5 turbina de presión intermedia. Por encima del 25% de la salida máxima de potencia de un turbogenerador, la salida de potencia se controla o regula con precisión haciendo variar para ello el paso de vapor por las turbinas con arreglo a un valor deseado de la presión de vapor en la cámara de impulsión de la turbina de alta presión, que corresponda a la demanda de megavatios.

10 Cuando funcionan ambos turbogeneradores y se desengancha uno de ellos, la válvula de parada asociada a la turbina desenganchada se cierra (por la acción de unos controles no representados). Entonces, la turbina que queda trabajando sólo requiere la mitad del paso o flujo de vapor que circula por los sobrecalentadores intermedios, y el resto del vapor sobrecalentado debe ser derivado, con el fin de estabilizar la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio tras el desenganche. En el caso de que cada turbogenerador funcionase a una salida de potencia mayor del 25% de su salida máxima antes del desenganche, el sistema de control de válvulas de derivación asociado a la turbina que quede en funcionamiento permanece en el modo de "seguimiento", con el fin de que no se derive nada del vapor sobrecalentado excedente hasta el condensador asociado a la turbina

15

20

25



que esté funcionando. Después del desenganche, la señal de presión deseada asociada al sistema de control de las válvulas de derivación de la turbina desenganchada continúa representando a la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio de inmediatamente antes del desenganche. La señal de demanda de megavatios asociada a la turbina desenganchada se reduce a cero, haciendo que el sistema de control de carga asociado a la turbina desenganchada genere una demanda

5

cero de paso de vapor de válvula de interceptación. El sistema de control de válvulas de derivación asociado a la turbina desenganchada responde a una demanda cero de paso de vapor de válvula de interceptación (valor que corresponde a la salida de potencia cero indicada en la fig. 3A, línea 300) y genera una demanda

10

total de paso de vapor de derivación de un valor de 0,5 (suponiendo una diferencia de presión cero). El selector de nivel bajo transmite señales de demanda de paso o flujo a uno de los posicionadores de válvula de derivación (de condensador o alterna) o a ambos, según lo descrito anteriormente, y los posicionadores de válvula sitúan en posición las válvulas de derivación con arreglo a las señales de entrada de posicionador de

15

válvula, haciendo que circule un flujo o gasto de vapor de derivación efectivamente igual a la mitad del

20

25



gasto mínimo de vapor deseado, de estar la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio al valor de "presión de baja carga". Si el paso o gasto de vapor de derivación resultante no es efectivamente igual al flujo de vapor sobrecalentado que no pasa por la turbina que está en funcionamiento, se desarrolla una diferencia entre los valores detectado y deseado de la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio, siendo generada una señal de diferencia por el comparador 201 del sistema de control de válvulas de derivación asociado a la turbina desenganchada. A continuación es "reajustada" la demanda total de paso de vapor de derivación, por la acción del dispositivo sumador 206, con arreglo a la señal de salida del regulador 204, en el sentido de producir una reducción de la diferencia de presión cuando las válvulas de derivación se sitúan en posición, en respuesta a la demanda total "reajustada" de paso de vapor de derivación. El selector de nivel bajo funciona abriendo la válvula de derivación alterna sólo cuando la demanda total de paso de derivación excede del límite de gasto o paso de derivación de condensador, y regula el flujo de derivación por el condensador al límite de gasto en esos momentos, reduciendo al mínimo la salida o descarga de vapor a la atmósfera. La



1975

5 presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio, tras el desenganche, se estabiliza, pues, a un valor próximo al valor de presión que reinaba antes del desenganche. La estabilización de presión tras el desenganche es ventajosa, porque el turbogenerador que queda en funcionamiento sigue generando potencia, a su nivel de salida de potencia deseado, sin cambio súbito de las posiciones de las válvulas de control asociadas a la turbina que queda en funcionamiento, 10 y sin fluctuaciones transitorias de la potencia generada por el turbogenerador que quede funcionando, y que de no ser así podrían producirse como resultado de amplias oscilaciones transitorias de la presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio, tras 15 el desenganche. Tal estabilización de presión reduce también la variación transitoria, tras el desenganche, de las velocidades de árbol de las turbinas de vapor auxiliares (véase la fig. 1), y con ello reduce la variación de los gastos o caudales de gas refrigerante del reactor, 20 consiguiente o posterior al desenganche.

25 En el caso de que ambos turbogeneradores se disparen o desenganchen simultáneamente, a una salida de potencia superior al 25% de la salida máxima de potencia, cada uno de los dispositivos 142 y 163 genera, tras el desenganche, una señal de salida representativa de la



275

presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio inmediatamente antes del desenganche. Después del desenganche se reponen a cero las señales de demanda de megavatios, presentes en las líneas 171
5 y 181, haciendo que los sistemas de control de carga 172 y 182 generen, por las líneas 173 y 183, unas señales de cero de demanda de paso por las válvulas de interceptación. Después del desenganche, el detector 144 genera una señal de salida representativa de la presión
10 de vapor existente en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio tras el desenganche. Los sistemas de control 146 y 165 de válvulas de derivación hacen funcionar concertadamente las respectivas válvulas de derivación, en el sentido de derivar el flujo de vapor
15 procedente de los sobrecalentadores intermedios, y de ese modo regulan la presión en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio, llevándola al valor de presión de antes del desenganche. Los desenganches de una sola y de dos turbinas pueden ocurrir a niveles de
20 salida de potencia inferiores al 25% de la salida máxima de potencia. Los sistemas de control de las válvulas de derivación hacen funcionar las válvulas de derivación del modo arriba descrito con el fin de regular la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio tras el desenganche, residiendo la diferencia en
25



que la presión se regula al valor de "presión de baja carga" tras un desenganche producido a dichos niveles bajos de potencia.

5 En otro modo de funcionamiento, uno de los
turbogeneradores (por ejemplo, el "A") puede estar
cargado, en la central de dos turbinas representada
en la fig. 1. El turbogenerador "B" está parado, y las
válvulas 147, 154 y 156 están cerradas. Por lo tanto,
el paso mínimo de vapor deseado a través de los sobre-
10 calentadores intermedios corresponde a la generación
del 50% de la salida máxima de potencia del turbogenera-
dor "A", pues el paso mínimo deseado corresponde a la
generación del 25% de la salida máxima de potencia de
cada turbogenerador cuando funcionan ambos turbogenera-
15 dores "A" y "B". A niveles de carga inferiores al 25%
de la salida máxima del turbogenerador "A", el dispositi-
vo 142 (véase la fig. 2) genera una señal de presión
de vapor deseada del colector caliente de sobrecalentamiento
intermedio, que representa el valor de "presión
20 de baja carga". Cuando la señal de demanda de megavatios
presente en la línea 171 (véase la fig. 4) es cero, la
señal correspondiente de demanda de paso de válvula de
interceptación, en la línea 173, está a 0. En ausencia
de diferencia entre los valores detectado y deseado de
25 la presión de vapor del colector caliente de sobrecalen-



- 0 JUN 1975

5 tamiento intermedio, la señal de demanda total de paso
de derivación, en la línea 210 del sistema de control
146 de válvulas de derivación (véase la fig. 2), está
al valor de 0,5 (véase la fig. 3B), correspondiente
al paso de la mitad del flujo mínimo de vapor deseado
por las tuberías de derivación 131 y 133 (véase la fig.
2). Entre la presión de vapor detectada en el colector
caliente 125 de sobrecalentamiento intermedio y el valor
de "presión de baja carga" se desarrolla una diferencia,
10 mediante lo cual el regulador proporcional 204 genera
una señal de salida de un valor de 0,5, y el dispositivo
sumador 206 hace subir a 1,0 la demanda total de flujo
o paso de derivación en la línea 210 del sistema de control
146 de válvulas de derivación, y las válvulas 132
15 y 134 se sitúan en posición con el fin de permitir el
paso del flujo mínimo deseado por las tuberías de derivación
131 y 133.

 Al aumentar la señal de demanda de megavatios
en la línea 171 (véase la fig. 4) desde 0 al 25% de la
20 salida máxima de potencia del turbogenerador "A", la
señal de presión deseada del colector caliente de sobrecalentamiento
intermedio es constante, al valor de "presión de baja carga".
Al aumentar entre 0 y 25% la señal de demanda de megavatios
en la línea 171, el sistema 172 de control de carga abre cada vez
25 más la válvula

10 JUN 1975

107 de regulador de velocidad y la válvula de interceptación 127, según lo estudiado más arriba; y al 25% de la salida máxima de potencia del turbogenerador "A", la válvula 107 de regulador de velocidad está parcialmente abierta y la válvula de interceptación 127 está completamente abierta, pasando la mitad del flujo mínimo deseado a través de la turbina de alta presión 108 y de las turbinas 111 y 112 de presiones intermedia y baja. Aun cuando la válvula de interceptación 127 está completamente abierta a dicho nivel de carga, las válvulas de derivación 132 y 134 (véase la fig. 2) son situadas en posición por el sistema de control 146 de válvulas de derivación para que dejen pasar la mitad del gasto mínimo de vapor deseado, por las tuberías de derivación 131 y 133.

Entre los valores de demanda de megavatios del 25% y el 50% de la salida máxima de potencia del turbogenerador "A", la señal de presión de vapor deseada en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio, presente en la línea 143, se incrementa desde el valor de "presión de baja carga" hasta el de la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio que corresponde al paso del gasto mínimo de vapor deseado por las turbinas 111 y 112. Al aumentar la señal de demanda de megavatios entre el 25% y el 50% de la salida máxima de potencia del turbogenerador "A", el sis-



15

tema de control 172 de la carga (véase la fig. 4) va abriendo cada vez más la válvula 107 de regulador de velocidad, hasta que, a una demanda de megavatios del 50%, pasa el gasto mínimo de vapor deseado por la turbina de alta presión 108. Al aumentar la señal de demanda de megavatios entre el 25% y el 50% de la salida máxima de potencia del turbogenerador "A", la señal de presión de vapor deseada en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio, presente en la línea 143 (véase la fig. 2), aumenta de manera correspondiente haciendo que el gasto o paso de vapor por las turbinas 111 y 112 aumente con la misma rapidez que el gasto de vapor a través de la turbina de alta presión 108. En respuesta, el sistema de control 146 de válvulas de derivación hace funcionar las válvulas de derivación 132 y 134 en el sentido de reducir el paso de vapor por las tuberías de derivación 131 y 133 hasta que, al 50% de demanda de megavatios, las válvulas 132 y 134 quedan en efecto completamente cerradas y el paso o gasto de vapor a través de las turbinas 111 y 112 es igual al mínimo deseado.

Entre las demandas de megavatios de 50% y 100% de la salida máxima de potencia del turbogenerador "A", el sistema de control de carga 172 (véase la fig. 4) hace funcionar la válvula 107 de regulador de velocidad con el fin de controlar la salida



1975

de potencia de dicho turbogenerador, como se describe más arriba. Tal como se ha estudiado anteriormente, la válvula de interceptación 127 se mantiene completamente abierta, por la acción del sistema 172 de control de la carga, entre los valores de demanda de megavatios de 25% y 100%. Para los valores de demanda de megavatios que exceden del 50% de la salida de potencia del turbogenerador "A", la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio se deja aumentar con la salida creciente de potencia, y el sistema de control 146 de válvulas de derivación (véase la fig. 2) se hace funcionar en el modo de "seguimiento" arriba descrito, con lo cual se tiene la seguridad de que las válvulas de derivación 132 y 134 permanecen cerradas.

El sistema de control de válvulas de derivación ilustrado en la fig. 2 puede aplicarse también para hacer funcionar las válvulas de derivación intercaladas en tuberías de derivación, de condensador y alterna, asociadas a un solo turbogenerador de gran tamaño. En tal aplicación, la válvula de interceptación deja pasar el gasto mínimo de vapor deseado por las turbinas de presión intermedia y baja, cuando se halla aquella completamente abierta y la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio está



5 al valor de "presión de baja carga", y las válvulas
de derivación (de condensador y alterna) quedan dispues-
tas de manera que una u otra tubería de derivación con-
duce el gasto mínimo de vapor deseado cuando el valor
de la señal de demanda total de paso de vapor de deri-
vación es de 0,5 y la presión de vapor del colector ca-
liente de sobrecalentamiento intermedio está al valor
de la "presión de baja carga". A los fines de cargar
el turbogenerador único de gran tamaño, el sistema de
10 control de carga ilustrado en la fig. 4 puede aplicarse
para hacer funcionar las válvulas de interceptación y
de regulador de velocidad. En tal aplicación se hace
pasar por las turbinas un flujo de vapor suficiente pa-
ra generar la salida máxima de potencia del turbogenera-
15 dor cuando la válvula de regulador de velocidad está
completamente abierta.

El turbogenerador único de gran tamaño se
carga (tras la sincronización) entre el 0 y el 25% de
la salida máxima de potencia mientras la presión de
20 vapor del colector caliente de sobrecalentamiento in-
termedio está controlada al valor de la "presión de
baja carga". La señal de presión de vapor deseada en
el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio,
presente en la línea 145 (véase la fig. 2), representa
25 el valor de "presión de baja carga" entre demandas de



1975

megavatios de 0 y 25% de la salida máxima de potencia. Para la demanda de megavatios cero, las válvulas de interceptación y de regulador de velocidad están en esencia completamente cerradas, permitiendo el paso de un pequeño flujo o gasto de vapor a través de las turbinas, para mantener la velocidad de sincronismo. El sistema de control de carga indicado en la fig. 4 genera una demanda cero de paso por la válvula de interceptación. El sistema de control de válvulas de derivación indicado en la fig. 2 responde a la demanda cero de paso por la válvula de interceptación generando una demanda de paso total de derivación de un valor de 0,5 y el sistema de control de válvulas de derivación sitúa en posición las válvulas de derivación de tal modo que el paso de vapor por las tuberías de derivación se hace igual al mínimo deseado cuando la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio está en el valor de "presión de baja carga".

Al aumentar la señal de demanda de megavatios entre el 0 y el 25% de la salida máxima de potencia del turbogenerador, el generador de función 408 (véase la fig. 4) aumenta de modo correspondiente la presión deseada de primera etapa de la turbina de presión intermedia. El regulador o controlador de presión 412, en respuesta a las señales de presión deseada y detectada



6 JUN 1975

de primera etapa, aumenta la señal de demanda de
paso por la válvula de interceptación del valor 0
al 1, a medida que la señal de demanda de megavatios
aumenta de modo correspondiente desde 0 a 25%. La vál-
5 vula de interceptación queda completamente abierta
cuando la demanda de megavatios es igual al 25%, y el
paso de vapor por las turbinas de presión intermedia
y baja, para tal demanda de megavatios, es igual al
paso mínimo de vapor deseado. A medida que aumenta
10 la demanda de megavatios desde 0 a 25%, el sistema
de control de carga va abriendo cada vez más la vál-
vula de regulador de velocidad en proporción a la demanda
de megavatios hasta que, a una demanda de megavatios del
25%, se abre parcialmente la válvula de regulador de ve-
15 locidad y el gasto o paso de vapor por la turbina de
alta presión es igual al mínimo deseado. El conmutador
402 se halla en la posición "b" con tales niveles de
carga. Los detalles de funcionamiento de las válvulas
de interceptación y regulador de velocidad, por la ac-
20 ción del sistema de control de carga ilustrado en la
fig. 4, se han descrito anteriormente con referencia
a la carga simultánea de dos generadores de turbina
agrupados.

25 Como se ha dicho más arriba, la demanda de
paso por la válvula de interceptación aumenta de 0 a



MAR. 1975

1 a medida que la señal de demanda de megavatios aumenta de 0 a 25%. La señal de demanda total de paso de derivación (véase la fig. 3B) generada en respuesta a la demanda de paso por la válvula de interceptación
5 (en el supuesto de que la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio esté al valor de la "presión de baja carga") es tal que la suma de la demanda de paso por la válvula de interceptación con la demanda de paso total de derivación es igual al
10 paso o gasto mínimo deseado. El selector 211 de nivel bajo transmite la señal de demanda total de paso de derivación al posicionador de la válvula de derivación de condensador cuando la demanda total de paso de derivación es menor que el límite de gasto o paso de derivación de condensador; de lo contrario, el selector
15 211 de nivel bajo transmite la señal de límite de paso de derivación de condensador al posicionador de la válvula de derivación de condensador, mientras el comparador 216 transmite la diferencia entre la demanda total de paso de derivación y el límite de paso de derivación
20 de condensador al posicionador de la válvula de derivación alterna. La válvula de derivación de condensador se sitúa en posición haciendo que pase un flujo o gasto efectivamente igual al de la demanda total de paso de derivación cuando la demanda total de paso de derivación
25



1975

es menor que el límite de paso de derivación de condensador y la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio está al valor de la "presión de baja carga". En tales momentos, la válvula de derivación alterna está cerrada. Cuando la demanda total de paso de derivación es mayor que el límite de paso de derivación de condensador, el gasto o paso por la tubería de derivación de condensador se regula al límite de paso, en tanto que la válvula de derivación alterna se sitúa en posición tal que el paso total de vapor por las tuberías de derivación (de condensador y alterna) es igual a la demanda total de paso de derivación cuando la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio está al valor de "presión de baja carga". Así, la descarga de vapor a la atmósfera se reduce al mínimo en los momentos en que es preciso abrir la válvula de derivación alterna. Para toda demanda de paso por la válvula de interceptación comprendida entre 0 y 1,0 el sistema de control de válvulas de derivación ilustrado en la fig. 2 hace funcionar las válvulas de derivación (de condensador y alterna) en respuesta a la demanda de paso por la válvula de interceptación, produciendo un gasto o paso total de vapor por las tuberías de derivación tal que el flujo de paso total procedente del colector caliente es eficaz-



mente igual al paso mínimo deseado cuando la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio está al valor de la "presión de baja carga".

5 Si los generadores de vapor no pueden suministrar el paso mínimo deseado de vapor de sobrecalentamiento intermedio al valor de la "presión de baja carga" cuando el turbogenerador está cargado entre el 0 y el 25% de la salida máxima de potencia, el comparador 201 (véase la figura 2) genera una señal de diferencia de presión, y el dispositivo sumador 206 modifica la demanda total de paso de derivación con arreglo a la señal de "reajuste" generada por el regulador proporcional 204 en la línea 205. Cuando las válvulas de derivación, de condensador y alterna, se sitúan en posición en respuesta a la demanda total modificada de paso de derivación, se reduce la diferencia entre los valores detectado y deseado de la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio. Al cerrarse la válvula de derivación alterna, se hace variar el paso de vapor por la tubería de derivación de condensador, reduciéndose la diferencia de presión. Cuando la demanda total de paso o flujo de derivación excede del límite de paso de derivación de condensador, el paso de vapor por la tubería de derivación alterna se

10

15

20

25

27.5.75



- 6 JUN 1975

5 hace variar en el sentido de reducir la diferencia de presión, pues la señal de entrada del posicionador de la válvula de derivación de condensador es constante en tales momentos. Aun cuando el regulador proporcional 204 permite una diferencia residual entre los valores detectado y deseado de la presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio, la diferencia residual es reducida eficazmente al mínimo por la señal de polarización (véase la fig. 2).

10 Al 25% de la salida máxima de potencia, las válvulas de derivación (de condensador y alterna) están efectivamente cerradas por completo. Por encima del 25% de la salida máxima de potencia, la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio aumenta con la carga, y el sistema de control de válvulas de derivación (véase la fig. 2) se hace funcionar en el modo de "seguimiento", en el cual son iguales las señales de presión detectada y deseada, de las respectivas líneas 145 y 143, para asegurar que las válvulas de derivación (de condensador y alterna) permanecen cerradas. Por encima del 25% de la salida máxima de potencia, el sistema de control de carga (véase la fig. 4) mantiene completamente abierta la válvula de intercepción. El conmutador 402 está colocado en la posición "a", a tales niveles de carga. El generador de función

15

20

25



404 aumenta de modo correspondiente la presión deseada en la cámara de impulsión de la turbina de alta presión, al aumentar la señal de demanda de megavatios en todo el intervalo del 25% al 100%. El regulador de presión 403 sitúa en posición la válvula de regulador de velocidad en el sentido de reducir una diferencia entre las señales de presión deseada y detectada en la cámara de impulsión, y de ese modo controla el paso de vapor a través de las turbinas de presión alta, intermedia y baja con arreglo a la señal de demanda de megavatios y a la señal de presión deseada correspondiente en la cámara de impulsión, engendrada por el generador de función 404.

Tras un desenganche de turbina, a un nivel de salida de potencia superior al 25% de la salida máxima de potencia, la señal de presión deseada presente en la línea 143 (véase la fig. 2) sigue representando la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio de inmediatamente antes del desenganche. La señal de presión detectada presente en la línea 145, en cambio, representa la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio resultante a consecuencia del desenganche. La válvula de parada asociada a la turbina de presión intermedia y baja se cierra (por medios no representados) al desenganchar-

27.5.75



1375

se la turbina, y es preciso derivar el flujo entero de vapor sobrecalentado que va al colector caliente de sobrecalentamiento intermedio. La señal de demanda de paso por la válvula de interceptación tras el desenganche es 0 (véase la fig. 3A), correspondiente a una salida de potencia nula, y la demanda total de paso de vapor de derivación (véase la fig. 3B) es de 0,5, en el supuesto de que no hay señal de diferencia de presión en la línea 203 (fig. 2). Por tanto, las válvulas de derivación se sitúan produciendo un paso total de vapor de derivación igual al paso mínimo de vapor deseado de estar la presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio al valor de la "presión de baja carga". Si el paso total de vapor de derivación no es igual al paso o flujo de vapor sobrecalentado, se desarrolla una diferencia entre los valores detectado y deseado de la presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio, y el comparador 201 genera por la línea 203 una señal de diferencia de presión, que es transmitida por el regulador proporcional 204 al dispositivo sumador 206. El dispositivo sumador 206 modifica la demanda total de paso de derivación con arreglo a la señal de salida del regulador proporcional 204, presente en la línea 205, y la diferencia de presión se reduce al situarse en posición las válvulas de derivación (de condensador y alterna) de acuerdo con la deman-



1975

da total modificada de paso o flujo de derivación. Tal regulación de la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio tras el desenganche reduce la variación transitoria, consi-
5 guiente al desenganche, de la velocidad de los árboles de las turbinas de vapor auxiliares (véase la fig. 1) y, con ello, reduce la variación de los correspondientes caudales de gas refrigerante del reactor tras el desenganche. El sistema de control de las válvulas de
10 derivación hace funcionar también las válvulas de derivación en el sentido de reducir al mínimo la variación de la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio tras un desenganche de turbina a una potencia de salida menor del 25% de la salida má-
15 xima de potencia; en ese caso, la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio, tras el desenganche, se regula al valor de la presión de carga.

Esta solicitud, que corresponde a la presenta-
20 da en Estados Unidos de América, con fecha 25 de Abril de 1974, bajo el N° 464.027, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

27.5.75

- 78 -



1975


REIVINDICACIONES

5 Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención, en España, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10 1ª.- Un sistema para controlar la salida de potencia de un turbogenerador de vapor en una central generadora de energía, en la que una fuente de vapor destinada a tomar o derivar calor de un gas refrigerante de reactor engendra vapor recalentado y sobrecalentado o de recalentamiento intermedio, en unos tramos
15 o secciones respectivos de recalentador y sobrecalentador intermedio, estando dicho tramo de sobrecalentador intermedio conectado para suministrar vapor sobrecalentado a un colector caliente de recalentamiento intermedio, haciéndose circular dicho gas refrigerante a través
20 de la fuente de vapor y de un reactor nuclear de alta temperatura por la acción de unos medios de hacer circular gas movidos por unos medios de turbina de vapor auxiliar conectados para hacer pasar por lo menos una
25 porción del flujo o gasto de vapor a la entrada o admisión del sobrecalentador intermedio, e incluyendo dicha

27.5.75

- 79 -





6 JUN 1975

turbina por lo menos una turbina de alta presión conectada para hacer pasar vapor recalentado a un caudal controlado por unos primeros medios de válvula de admisión y una turbina de presión baja e intermedia conectada para hacer pasar vapor de recalentamiento intermedio a un régimen de gasto controlado por unos segundos medios de válvula de admisión, y en la que se prevén unos medios de tubería de derivación y válvula de derivación destinados a conducir vapor desde el colector caliente de recalentamiento intermedio a unos medios de condensación, comprendiendo dicho sistema de control unos medios para generar una primera señal representativa de una salida de potencia deseada del generador y unos medios capaces de responder a esta primera señal situando en posición los segundos medios de válvula de admisión con el fin de regular el paso de vapor por la turbina de presión baja e intermedia de acuerdo con la salida de potencia deseada del generador, caracterizado dicho sistema por unos medios capaces de responder al paso de vapor a través de la turbina de presión baja e intermedia situando en posición los medios de válvula de derivación con el fin de regular el paso de vapor por la tubería de derivación y mantener un paso o gasto mínimo deseado a través del tramo de sobrecalentador intermedio en los momentos en que el paso por la turbina de presión baja e intermedia

27.5.75

- 80 -



1975

sea menor que dicho mínimo, y unos medios para situar en posición los primeros medios de válvula de admisión, en una proporcionalidad prefijada con respecto a la primera señal.

5

2ª.- El sistema de control de la reivindicación 1ª, caracterizado por el hecho de que los medios para situar en posición los segundos medios de válvula de admisión incluyen unos medios capaces de responder a la primera señal generando una segunda señal representativa de una salida de potencia deseada de la turbina de presión baja e intermedia, unos medios de generar una tercera señal representativa de una salida de potencia detectada de la turbina de presión baja e intermedia, y unos medios capaces de responder a las señales segunda y tercera en los momentos en que las señales segunda y tercera son diferentes, para situar en posición los segundos medios de válvula de admisión haciendo variar el paso de vapor a través de la turbina de presión baja e intermedia con el fin de reducir la diferencia.

10

15

20

25

3ª.- El sistema de control de la reivindicación 2ª, caracterizado por el hecho de que la tercera señal representa un valor detectado de presión de vapor en la primera etapa de la turbina de presión baja e intermedia, y la segunda señal representa un valor deseado de presión de vapor en la primera etapa de la turbina de



6 JUN 1975

presión intermedia, correspondiendo dicho valor de presión deseada a la salida de potencia deseada de la turbina de presión baja e intermedia.

5

4ª.- El sistema de control de la reivindicación 3ª, caracterizado por el hecho de que la posición de los segundos medios de válvula de admisión es variable con arreglo a la diferencia existente entre la segunda señal y la tercera señal.

10

5ª.- El sistema de control de la reivindicación 4ª, caracterizado por el hecho de que los segundos medios de válvula de admisión están situados en posición con arreglo a una cuarta señal que comprende la suma de una primera componente proporcional a la diferencia entre la segunda señal y la tercera señal, y una segunda componente que es proporcional a la integral respecto al tiempo de la diferencia entre la primera señal y la segunda señal.

15

20

6ª.- El sistema de control de la reivindicación 5ª, caracterizado por el hecho de que los medios para situar en posición los medios de válvula de derivación incluyen unos medios de generar una quinta señal representativa de un valor deseado de presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio con arreglo al paso del gasto mínimo deseado a través del tramo o sección de sobrecalentador intermedio, unos me-

25

27.5.75



5 dios de generar una sexta señal representativa de un valor detectado de presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio, y unos medios de hacer variar la posición de los medios de válvula de derivación con arreglo a la diferencia existente entre la quinta señal y la sexta señal.

10 7ª.- El sistema de control de la reivindicación 6ª, caracterizado por el hecho de que los medios de situar en posición los medios de válvula de derivación incluyen además un comparador para generar una señal de salida representativa de la diferencia existente entre la quinta y la sexta señal, un regulador o controlador proporcional para generar una señal de realimentación que guarde una proporcionalidad prefijada con la señal de salida del comparador, y unos medios de hacer variar la posición de los medios de válvula de derivación con arreglo a la señal de realimentación.

20 8ª.- El sistema de control de la reivindicación 7ª, caracterizado por unos medios de generar una señal de polarización, y unos medios de generar una señal representativa de una posición deseada de los segundos medios de válvula de admisión, en los que la posición de los medios de válvula de derivación se hace variar desde una posición inicial que guarda una re-

25



1975

lación prefijada con la diferencia entre la señal de polarización y la señal de posición deseada.

5 9ª.- El sistema de la reivindicación 6ª, 7ª u 8ª, caracterizado por unos medios de generar una séptima señal representativa de una salida de potencia detectada del turbogenerador, unos medios capaces de responder a la primera señal generando una octava señal representativa de una salida de potencia deseada del turbogenerador, y unos medios de situar en posición los 10 primeros medios de válvula de admisión en una proporcionalidad prefijada con respecto a la primera señal en los momentos en que el paso de vapor a través de la turbina de alta presión sea menor que el gasto mínimo deseado, y capaces de responder a las señales séptima y 15 octava en los momentos en que el paso de vapor a través de la turbina de alta presión sea mayor que el gasto mínimo deseado, y en que los segundos medios de válvula de admisión estén completamente abiertos, con el fin de situar en posición los primeros medios de válvula 20 de admisión haciendo variar el paso de vapor a la turbina hasta reducir la diferencia entre la cuarta señal y la quinta señal.

25 10ª.- El sistema de control de la reivindicación 9ª, caracterizado por el hecho de que el gasto de vapor mínimo deseado pasa por las turbinas de alta pre-

27.5.75

- 84 -



1975

5 sión y de presión baja e intermedia cuando los primeros
medios de válvula de admisión están parcialmente abier-
tos y los segundos medios de válvula de admisión están
completamente abiertos, estando cerrados en ese momento
o espacio de tiempo los medios de válvula de derivación,
y los primeros medios de válvula se abren aún más en
respuesta a una salida de potencia deseada que excede
de la salida de potencia correspondiente al paso del
gasto de vapor mínimo deseado a través de las turbinas.

10 11ª.- El sistema de control de la reivindi-
cación 9ª o la 10ª, caracterizado por el hecho de que
la tercera señal guarda una relación prefijada con una
presión detectada de vapor en la primera etapa de la
turbina de presión intermedia, y la séptima señal guar-
15 da una relación prefijada con una presión detectada de
vapor en la cámara de impulsión de la turbina de alta
presión.

20 12ª.- El sistema de control de la reivindi-
cación 9ª, 10ª u 11ª, caracterizado por el hecho de que
los medios de situar en posición los segundos medios
de válvula de admisión comprenden un comparador para
generar una señal de salida representativa de la dife-
rencia existente entre la segunda señal y la tercera
señal, unos medios capaces de responder a la señal de
25 salida del comparador generando una señal representa-

27.5.75



- 6 JUN 1975

5 tiva de un flujo o gasto de vapor deseado a través de la turbina de presión baja e intermedia, y unos medios de situar en posición los segundos medios de válvula de admisión con arreglo a la señal de paso de vapor deseado, y porque la señal de paso de vapor deseado comprende la suma de una primera componente proporcional a la señal de salida del comparador y una segunda componente proporcional a la integral respecto al tiempo de la señal de salida del comparador.

10 13ª.- El sistema de control de las reivindicaciones 9ª a 12ª, caracterizado por el hecho de que los medios de situar en posición los medios de válvula de derivación comprenden unos medios de generar una novena señal representativa del valor deseado de presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio, estando dicho valor deseado de presión de acuerdo con el flujo mínimo de vapor deseado a través del tramo o sección de sobrecalentador intermedio, unos medios de generar una décima señal representativa de un valor detectado de presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio, y unos medios de hacer variar la posición de los medios de válvula de derivación con arreglo a la diferencia existente entre la novena señal y la décima señal.

15

20

25

27.5.75

- 86 -



- 6 JUN. 1975

14ª.- Un sistema para controlar la salida de potencia de un turbo-generador de vapor en una central generadora de energía.

5 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de ochenta y siete hojas escritas a máquina por una sola cara.

10

Madrid,

- 6 JUN. 1975

P.A.

Alberio de Linares
Por Poder

27.5.75

IAG/.

- 87 -

Alberto de Lindorff
Por Fidei

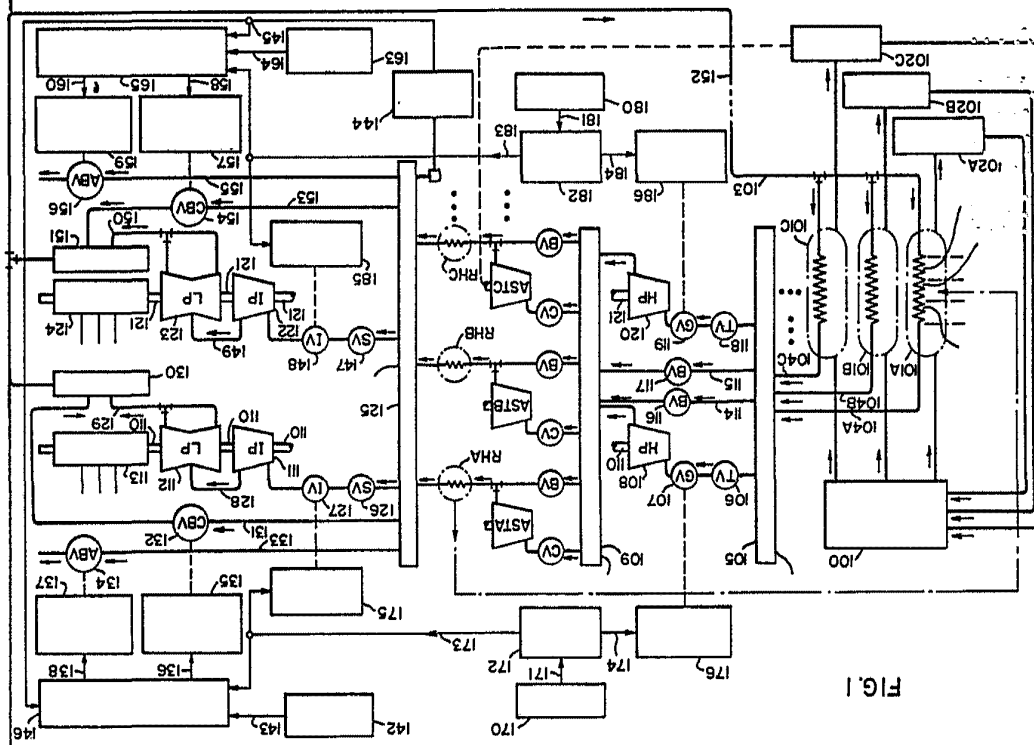


FIG. 1



P60106 JUN 57

P60106

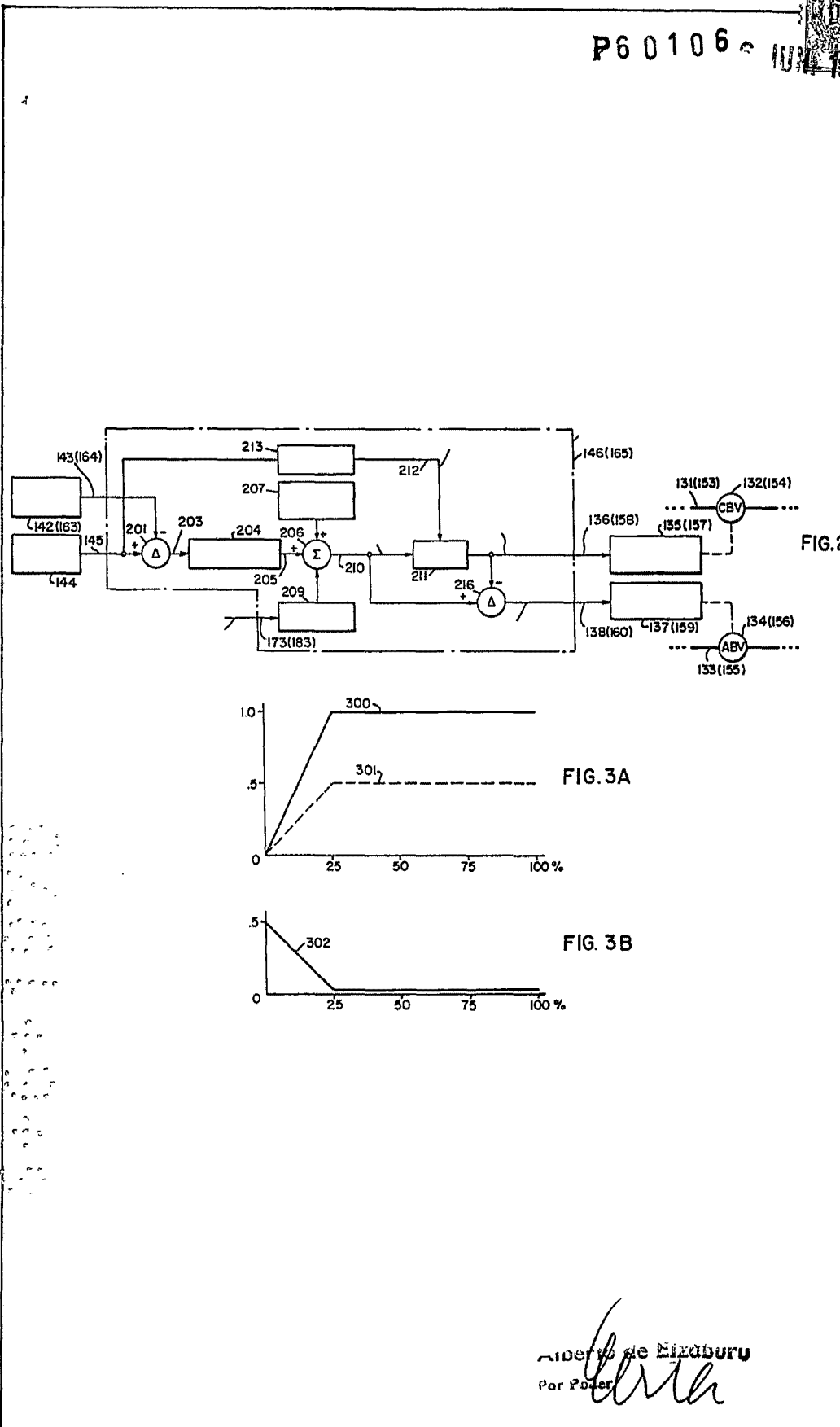


FIG. 2

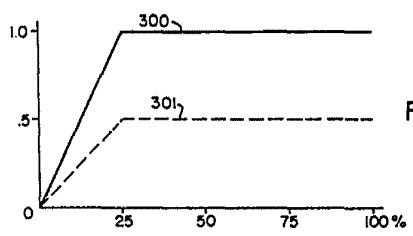


FIG. 3A

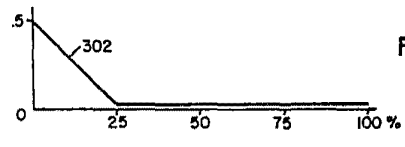


FIG. 3B

Alejo de Elizaburu
 Por Poder
[Signature]

Alberto de Eizaburu
Por Poder.

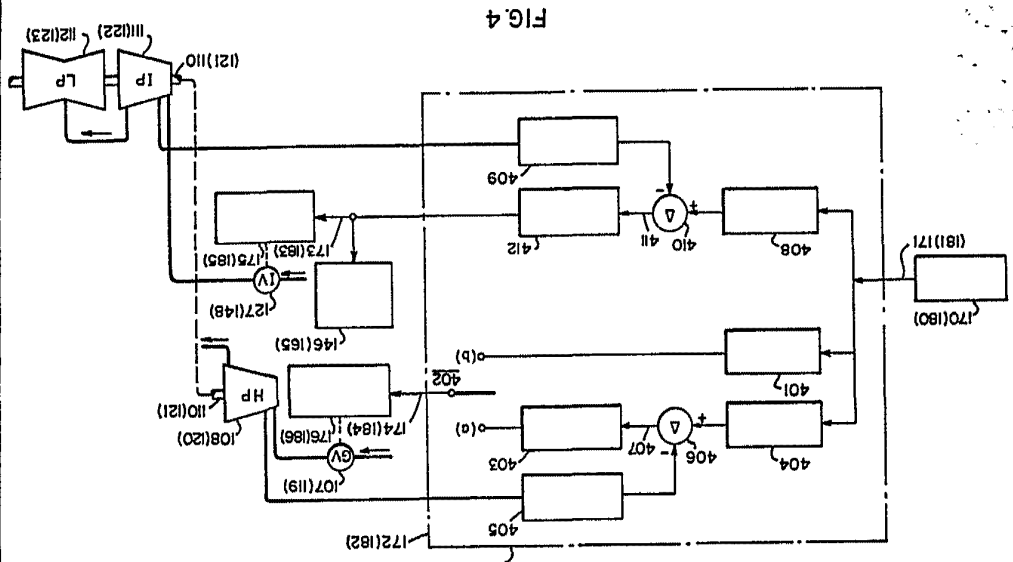


FIG. 4

P 6 0 1 0 6

