

436795

17



P.- 60.164

W.E. Case  
No. 45.068

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION

A nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad norteamericana

Int. Cl.: F01D 17/08

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

por: "UN SISTEMA PARA CONTROLAR LA PRESION DE VAPOR EN  
UN COLECTOR CALIENTE DE SOBRECALENTAMIENTO INTER-  
MEDIO"

7-6-75

17 JUN 1975

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

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 conveniente 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. Como 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.

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 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 en tres vías o trayectorias. Una primera vía comprende una válvula de intercentación y un elemento de turbina 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 deri-

17 JUN 1975

5 vación alterna o variante y unos medios de válvula co-  
nectados en ella. La regulación de la presión de va-  
por del colector caliente de sobrecalentamiento inter-  
medio mejora el control de la velocidad del árbol de  
las turbinas de vapor auxiliares y de ese modo permi-  
te un mejor control de los caudales de gas refrigeran-  
te del reactor.

10 A los fines de cargar en utilización el  
turbogenerador, el paso de vapor por el elemento de al-  
ta presión se regula mediante la acción de colocar en  
posición una válvula asociada de regulador de veloci-  
dad, y el paso de vapor por el elemento de presión ba-  
ja e intermedia se regula colocando en posición una  
15 válvula de intercentación 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  
20 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.

25 En un sistema de la técnica ya conocida  
para regular el flujo de paso de derivación o desvío de  
las turbinas, tomándolo del colector caliente de sobre-



calentamiento intermedio, en una central nuclear de reactor de alta temperatura refrigerado por gas, hay una válvula de interceptación y una válvula de paso de derivación enclavadas entre sí, de modo que una de  
5 las válvulas se abre al cerrarse la otra válvula. Idealmente, las dos válvulas están ideadas y construidas para presentar una resistencia total constante al paso de vapor en cualquier posición de enclavamiento mutuo, de modo que la presión de vapor en el colector caliente de  
10 sobrecalentamiento intermedio permanezca sensiblemente constante en condiciones de paso de vapor constante desde los sobrecalentadores intermedios. En la práctica, el paso de vapor procedente de los sobrecalentadores intermedios puede variar, o bien la resistencia total de  
15 las válvulas de interceptación y de derivación puede variar, dando lugar a una variación de la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio. En el caso de desenganche o disparo de una turbina, puede abrirse una válvula de seguridad o de alivio de presión, que alivie o descargue la excesiva presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio y se cierre luego a un nivel de presión prefijado; ahora bien, un control de "todo o nada" como éste permite típicamente la fluctuación de la presión  
20 de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento in-  
25



termedio desnués o consiguiente al desenganche, con posible perjuicio de la precisión de control de los gastos o caudales de paso de gas refrigerante del reactor.

5                    Por todo ello, es objeto principal de la presente invención un sistema de control de la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio, que puede usarse en cualquier central de reactor de alta temperatura refrigerado por gas y con turbinas, sin producir desequilibrios no deseados entre los flujos de paso de vapor por las tuberías de derivación de las turbinas.

10                    Teniendo en cuenta este objeto, la presente invención reside en un sistema para controlar la presión de vapor en un colector caliente de sobrecalentamiento intermedio conectado para recibir vapor sobrecalentado procedente de un tramo de sobrecalentamiento intermedio de una fuente de vapor destinada a tomar o derivar calor de un flujo circulante de gas refrigerante del reactor y a suministrar vapor recalentado y de sobrecalentamiento intermedio a un turbogenerador que incluye por lo menos una turbina de alta presión y una turbina de presión intermedia y baja, haciéndose circular dicho gas a través de un reactor nuclear de alta temperatura y de dicha fuente de vapor por la acción de unos medios circuladores -

15

20

25



puestos en rotación por unos medios de turbina de vapor auxiliares conectados para dejar pasar una parte del vapor que fluye a la entrada del tramo de sobrecalentamiento intermedio, y estando dicho colector caliente de sobrecalentamiento intermedio conectado

5 de manera que el vapor puede pasar desde el colector a unos medios de condensador siguiendo una primera vía que comprende la turbina de presión intermedia y baja y una segunda vía que comprende una tubería de derivación de condensador, comprendiendo dicho sistema de

10 control unos medios de válvula conectados para regular el paso de vapor por la tubería de derivación de condensador; unos medios de generar una primera señal representativa de un paso o gasto de vapor deseado a través

15 de la turbina de presión intermedia y baja; unos medios detectores de presión para generar una segunda señal representativa de un valor detectado de presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio y unos medios para generar una tercera señal representativa de un valor deseado de presión de vapor en el colector

20 caliente de sobrecalentamiento intermedio, caracterizado dicho sistema por unos medios de control capaces de responder a la primera señal situando en posición los medios de válvula para regular el paso de vapor por la tubería de derivación de condensador en el sentido de man-

25



tener un paso o gasto de vapor, a través del tramo de sobrecalentamiento intermedio, igual a un paso o gasto mínimo prefijado, en los momentos en que los valores de presión detectada y deseada son iguales a un valor prefijado de presión de baja carga y el paso de vapor deseado a través de la turbina de presión intermedia y baja es menor que el paso mínimo prefijado; y capaces de responder a las señales segunda y tercera cuando las señales segunda y tercera son diferentes, con el fin de hacer variar el paso de vapor por la tubería de derivación de condensador en proporción a la diferencia de las señales segunda y tercera, en el sentido de reducir dicha diferencia.

En los momentos en que el paso de vapor deseado a través de la turbina de presión intermedia y baja es menor que un mínimo prefijado, el sistema de la invención regula el paso de vapor por una línea de derivación conectada entre el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio y unos medios condensadores de manera que el paso total de vapor que viene del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio es igual al mínimo prefijado. Para una salida de potencia baja o reducida, se mantiene el paso mínimo prefijado de vapor a través del tramo de sobrecalentamiento intermedio, para el funcionamiento conveniente y la protección de la fuente



de vapor. La presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio se controla haciendo variar para ello el paso de vapor por la tubería de derivación en una proporción prefijada respecto a una diferencia entre los valores detectado y deseado de la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio en el sentido de reducir la diferencia de presión, facilitándose de ese modo el control del caudal o régimen de circulación del gas refrigerante del reactor.

La invención podrá apreciarse con mayor facilidad por la siguiente descripción de una forma preferida de realización de la misma ilustrada, a título de mero ejemplo, en los dibujos adjuntos, en los cuales:

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

- 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; y

- las figuras 3A y 3B ilustran gráficamente ciertas señales generadas por el sistema de control de vál



vulas de derivación de la fig. 2.

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 temperatura 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 interme



5 dio 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 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.

10 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

17 JUN 1975

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 vapor deseado es suficiente para generar el 25% de la salida máxima de potencia de la central. Se sobrentiende que la salida de potencia correspondiente al gasto mínimo de vapor deseado puede variar, según el diseño o proyecto particular de los generadores de vapor. Hay que reconocer que cada una de las válvulas de mariposa 105 y 118 y cada una de las válvulas 107 y 119 de regulador de velocidad corresponde, en la práctica tipo, a una pluralidad de tales válvulas.

Una turbina auxiliar de vapor ASTA usa el vapor procedente del colector frío 109 de sobrecalentamiento intermedio para hacer girar el circulador de helio 102A. De igual modo, unas turbinas auxiliares de vapor ASTB y ASTC usan el vapor procedente del colector frío 109 de sobrecalentamiento intermedio para hacer girar, respectivamente, los circuladores de helio 102B y 102C. Una línea de trazo interrumpido que conecta la turbina auxiliar de vapor ASTC y el circulador de helio 102C ilustra el acoplamiento rotatorio de estos elementos. Una



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 refrigerante del reactor a través del correspondiente circulador de helio. El vapor de escape de la turbina auxiliar de vapor ASTA pasa a la entrada de admisión del sobrecalentador intermedio RHA, y el vapor de escape de las turbinas auxiliares de vapor ASTB y ASTC es descargado igualmente y llevando a las entradas de admisión de los sobrecalentadores intermedios respectivos RHB y RHC. Entre el colector frío 109 de sobrecalentamiento intermedio y la entrada de admisión de cada uno de los tramos RHA, RHB y RHC de sobrecalentador intermedio van conectadas una tubería de derivación y una válvula de control del gasto de derivación. En los momentos en que el 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 tuberías 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 so-



brecalentado procedente de las salidas de los tramos de sobrecalentador intermedio. Cuando se utilizan más de tres generadores de vapor, el tramo de sobrecalentador intermedio, el circulador de helio y la turbina auxiliar de vapor correspondientes a cada generador de vapor adicional van conectados de la manera arriba descrita.

Desde el colector caliente 125 de sobrecalentamiento intermedio puede pasar vapor, por medio de una válvula 126 de cuello o de parada y de una válvula de interceptación 127, a la entrada de admisión de la turbina 111 de presión intermedia. El vapor de escape de la turbina 111 pasa, por una tubería 128, a la entrada de admisión de la turbina 112 de baja presión. Una tubería 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 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 derivación alterna 133 conectada entre el colector caliente 125 de sobrecalentamiento intermedio y unos medios alternos de recepción de vapor, siendo los medios alternos de recepción de vapor la atmósfera en la fig. 1. Hay asimismo una vál



vula de derivación alterna 134 conectada para regular el paso de vapor por la tubería 133. La válvula 132 se sitúa en posición por medio de un posicionador o situador 135 de válvula, de preferencia un posicionador electrohidráulico, que mueve hidráulicamente la válvula 132 llevándola a una posición relacionada con una señal eléctrica transmitida al posicionador 135 por una línea 136. La válvula 134 va situada en posición 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.

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 contrario. Así, el caudal de vapor que pasa por las turbinas 111 y 112 viene regulado por la válvula de interceptación 127, y el gasto de vapor por la turbina 108 viene regulado por la válvula 107 de regulador de velocidad. Un dispositivo 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 repre



sentativa de un gasto o caudal de vapor deseado por las turbinas 111 y 112 (demanda de gasto de la válvula de intercepción), y por una línea 174 una señal representativa de la posición deseada de la válvula 107 de regulador de velocidad. Un posicionador electrohidráulico 175 sitúa en posición la válvula 127 originando un gasto de vapor a través de las turbinas 111 y 112 efectivamente 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 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" 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 numérico 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 deseado de presión de vapor en el colector caliente 125 de sobrecalentamiento intermedio. El dispositivo 142 puede ser un generador de señal variable  
5 manualmente ajustado, con una salida por la línea 143, o bien puede ser un ordenador numérico programado para calcular dicho valor deseado de presión, siendo el valor calculado luego convertido por medio de un convertidor de numérico en analógico asociado, y transmitido  
10 a la línea 143. Un transductor de presión 144 detecta la presión de vapor en el colector caliente 125 de sobrecalentamiento intermedio, y genera por una línea 145 una señal de salida representativa de la presión detectada. Un sistema de control 146 por válvulas de derivación  
15 es capaz de responder a la señal de presión deseada presente en la línea 143, a la señal de presión detectada presente en la línea 145 y a la señal de gasto de vapor deseado presente en la línea 173, generando las señales de entrada a los posicionadores de válvula por  
20 las líneas 136 y 138 como más adelante se describe.

El vapor puede pasar por una válvula de parada 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  
25 tubería 149 a la entrada de admisión de la turbina 123

de baja presión. Después de pasar por la turbina 123 de baja presión, el vapor es conducido por una tubería 150 a un condensador 151. El agua de alimentación condensada procede de los condensadores 130 y 151 circula por una tubería 152 yendo a una serie de bombas y calentadores (no representados). El agua de alimentación calentada y puesta a presión es suministrada a los generadores de vapor 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 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 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 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 válvula de parada o detención 147 está abierta, a menos que se diga lo contrario. Así, el caudal o gas  
to de paso de vapor a través de las turbinas 122 y  
5 123 viene regulado por la válvula de interceptación  
148. Un dispositivo 161 genera por una línea 162 una  
señal de salida que representa un gasto o paso de va-  
por deseado (demanda de paso de la válvula de intercep-  
tación) a través de las turbinas 122 y 123. Hay un posi-  
10 cionador electrohidráulico 163 de válvula, capaz de res-  
ponder a la señal presente en la línea 162 situando en  
posición la válvula de interceptación 148 en el senti-  
do de hacer que el paso de vapor por las turbinas 122 y  
123 sea efectivamente igual al paso deseado. El disnosi-  
15 tivo 161 puede ser un generador de señal variable manual-  
mente ajustado, o bien un ordenador numérico programado,  
con un convertidor de numérico en analógico asociado. Un  
disnositivo 163, que puede ser un generador de señales  
ajustable a mano o bien un ordenador numérico programa-  
do con un convertidor de numérico en analógico asociado,  
20 genera por una línea 164 una señal representativa de un  
valor deseado de presión de vapor en el colector calien-  
te 125 de sobrecalentamiento intermedio. Hay un sistema  
de control 165 de válvulas de derivación capaz de res-  
25 pponder a la señal de presión detectada presente en la

17 JUN 1975

5 línea 145, la señal de presión deseada presente en la línea 164 y la señal de paso de vapor deseado presente en la línea 162, generando las señales de entrada de posicionadores de válvulas por las líneas 158 y 160, como más adelante se describirá.

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

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

20

25



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 sistema 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 de



seada y detectada. Ahora bien, el sistema de control  
146 de válvulas de derivación abre la válvula de de-  
rivación alterna 134 para impedir que el paso de va-  
por a través de la tubería de derivación 131 de con-  
5 densador exceda de un límite de paso o gasto corres-  
pondiente. Cuando la válvula de derivación alterna 134  
está abierta, el sistema de control 146 sitúa en posi-  
ción la válvula de derivación 132 de condensador con  
el fin de mantener en el valor límite el paso de va-  
10 por por la tubería de derivación 131 del condensador,  
y hace variar el paso de vapor por la tubería de deri-  
vación alterna 133 en el sentido de reducir la diferen-  
cia que haya entre las señales de presión deseada y de  
tectada.

15 Ampliando detalles con referencia a la fig.  
2, la señal de demanda de paso de vapor por la válvula  
de interceptación, presente en la línea 173, se trans-  
mite por medio de un multiplicador 209 a una primera en-  
trada de un dispositivo sumador 206. Un generador 207  
20 de señal de polarización genera una señal de polariza-  
ción 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 presen-  
25 te en la línea 145 y la señal de presión deseada presen



te 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  
5 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  
10 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  
15 paso de vapor combinado por la tubería de derivación 131 de condensador y la tubería 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  
20 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  
25 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 condensador, 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 com



1975

binado por las tuberías 131 y 133, pues, es efectiva-  
mente igual a la demanda total de paso de vapor de de-  
rivación, cuando la presión de vapor en el colector  
125 está a un valor de "presión de baja carga". La  
5 señal de salida del comparador 216 es cero siempre que  
la demanda total de paso de vapor de derivación sea me-  
nor 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 al-  
10 terna 134.

Cada una de las válvulas de control de de-  
rivación 132 y 134 se caracteriza por una relación li-  
neal entre la posición de la válvula y el paso de va-  
por por la válvula para una presión diferencial constan-  
15 te de un lado al otro de la válvula. El posicionador de  
válvula asociado a cada válvula de control de derivación  
mueve la válvula respectiva llevándola a una posición que  
está linealmente relacionada con la señal de entrada a la  
cual responde el posicionador. Pueden usarse válvulas de  
20 control de derivación que tengan características no linea-  
les; cuando se usan tales válvulas, cada posicionador de  
válvula se modifica con el fin de mover la válvula de con-  
trol de derivación asociada llevándola a una posición que  
está relacionada de manera no lineal con la señal de entra-  
25 da 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 vapor 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 vál



vulas 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.

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

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

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  $F_{\text{máx}} = BTU_{\text{máx}} / (K_1 \cdot HRHP)$ .  
10  
15 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 tanto, el generador de función 213 es capaz de responder a la señal de salida del transductor de presión 144,  
20 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.

25 Con referencia a la fig. 3A, en ella se re-



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



tá 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  
5 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 turbo generador "A" desde 0 al 25%, el paso correspondiente de vapor a través de las turbinas 111 y 112 aumenta  
10 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  
15 de demanda de paso de vapor de la válvula de intercepción 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%.  
20 Por encima de un 25% de la salida de potencia, la señal de salida del multiplicador 209 es constante, al valor de 0,5.

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  
25



salida de potencia del turbogenerador "A". En el eje vertical se indica, con una escala que abarca de 0 a 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".

5 La señal de polarización engendrada por el generador de 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 la figura 2) genera por la línea 203 una señal de salida cero y, por consiguiente, la señal presente en la línea 205

10 es cero. Luego la señal de demanda total de paso de vapor de derivación es generada por el dispositivo sumador 206 (véase la fig. 2) con arreglo a la diferencia existente entre la señal de polarización constante, de valor

15 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,

20

25 la demanda total de paso de vapor de derivación es cons-



075

tante, el valor cero. Una demanda total de paso de vapor de derivación de 0,5 hace que el posicionador 135 de la válvula de derivación de condensador sitúa 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 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 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 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 turbogene-



rador "A" aumenta desde 0 a 25%, en la suposición de que el comparador 201 no genere señal alguna de diferencia de presión.

5 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.

10

15

Se sobreentiende que pueden usarse valores distintos del 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 res

20

25



pectivas 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 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 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



te de sobrecalentamiento intermedio. Entre los niveles de 0 a 25% de salida de potencia, un aumento 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 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 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, dicha diferencia de presión no puede reducirse a 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.

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-  
5 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 colec-  
tor caliente de sobrecalentamiento intermedio está al  
valor de la "presión de baja carga". El sistema de con-  
10 trol 146 de las válvulas de derivación regula entonces  
la presión de vapor en el colector 125 con arreglo al va-  
lor de la "presión de baja carga", y simultáneamente re-  
gula el paso de vapor por las tuberías de derivación 131  
y 133 de tal manera que la combinación de flujos de va-  
15 por por dichas tuberías con el paso de vapor a través de  
las turbinas 111 y 112 se hace efectivamente igual a la  
mitad del paso mínimo de vapor deseado. Si el reactor 100  
y los circuladores de helio 102A ... 102C no se hacen fun-  
cionar para suministrar el gasto mínimo deseado de vapor  
20 de recalentamiento intermedio al valor de la "presión de  
baja carga", el sistema de control 146 de válvulas de de-  
rivación hace variar el paso de vapor por las tuberías de  
derivación 131 y 133 con el fin de regular la presión de  
vapor en el colector caliente 125 de sobrecalentamiento  
25 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.

5

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 de trazo y punto en la fig. 2. La descripción que antecede relativa a la conexión y el funcionamiento del sistema de control 146 de válvulas de derivación se refiere también al sistema de control 165, con tal que los números encerrados entre paréntesis se pongan en el texto en lugar de los correspondientes números de la figura, y que en lugar de la expresión "turbinas 111 y 112" se ponga la expresión "turbinas 122 y 123".

10

15

20

En un determinado modo de trabajo o 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 de trabajo, cada uno de los dispositivos 142 y 163 genera una señal de salida representativa del va-

25



lor de "presión de baja carga". Se sobrentiende que en el modo de funcionamiento que actualmente se está describiendo puede utilizarse un solo dispositivo para generar la señal deseada de presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento in 5 termedio, por las líneas 143 y 164. Como más adelante se describe, otros modos de funcionamiento exigen que los dos dispositivos 142 y 163 generen señales independientes por las líneas 143 y 164. Las señales de demanda de paso por la válvula de interceptación, 10 presentes en las líneas 140 y 162, aumentan simultáneamente entre 0 y 1 a una velocidad o una tasa de régimen tal que las turbinas quedan protegidas contra es fuerzas térmicos no deseables. En respuesta, los posicionadores 141 y 163 de válvulas de interceptación van 15 abriendo cada vez más las respectivas válvulas de interceptación 127 y 148, con el fin de aumentar el paso de vapor por las turbinas 111 y 123 de presión intermedia, con arreglo a las señales de demanda de paso por la vál- 20 vula de interceptación. Para cualquier valor, comprendido entre 0 y 1, de la demanda de paso por las válvulas de interceptación, el multiplicador 209 (véase la fig. 2) de cada uno de los reguladores o controladores de vál- 25 vula de derivación transmite la respectiva señal de demanda de paso de la válvula de interceptación, con una



ganancia de 0,5, al dispositivo sumador 206, el cual resta la señal de salida del multiplicador de la señal de polarización constante (suponiendo que la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio esté en el valor de "presión de baja carga") con el fin de generar el valor total de demanda de paso o gasto de derivación que corresponde al valor respectivo de demanda de paso por la válvula de interceptación. La suma de la demanda de paso por la válvula de interceptación con la demanda total de paso de derivación es un gasto de vapor de demanda igual a la mitad del gasto de paso mínimo de vapor deseado a través de los sobrecalentadores intermedios. En cada sistema de control de válvulas de derivación, el selector de valor o nivel bajo hace pasar la demanda total de paso de derivación al posicionador de la válvula de derivación de condensador, el cual sitúa en posición la válvula de derivación de condensador en el sentido de hacer que por la tubería de derivación de condensador pase un flujo de vapor igual a la demanda total de paso de derivación cuando dicha demanda sea menor que el límite de paso o gasto de derivación de condensador y la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio esté al valor de la "presión de baja carga". Si la demanda total de paso de derivación exce-



de del límite de paso de derivación de condensador,  
el selector de nivel bajo transmite el límite de pa-  
so de derivación de condensador al posicionador de la  
válvula de derivación de condensador, en tanto que el  
5 comparador 216 transmite al posicionador de la válvu-  
la de derivación alterna la diferencia entre la deman-  
da total de paso de derivación y el límite de gasto o  
paso de derivación de condensador. Los posicionadores  
de las válvulas de derivación (de condensador y alter-  
10 na) sitúan en posición las válvulas de derivación co-  
rrespondientes, haciendo que por las tuberías de deri-  
vación circulen unos gastos de vapor con arreglo a las  
respectivas señales de entrada de los posicionadores de  
válvula, y el gasto de paso de vapor combinado por las  
15 tuberías de derivación es efectivamente igual a la de-  
manda total de paso de derivación, cuando la presión de  
vapor del colector caliente de sobrecalentamiento inter-  
medio está al valor de "presión de baja carga". Cuando  
se requiere que el gasto de vapor que pasa por la tube-  
20 ría de derivación alterna satisfaga la demanda total de  
paso de derivación, el paso de vapor de derivación de  
condensador se regula al límite de paso o gasto corres-  
pondiente, reduciéndose con ello al mínimo el paso de  
vapor por la tubería de derivación alterna a la atmósfe-  
25 ra. Para cualquier salida de potencia comprendida entre



0 y 25%, los sistemas de control de las válvulas de derivación hacen funcionar las válvulas de derivación de manera concertada para que 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 a través de las turbinas 111 y 122. Así, los sistemas de control de las válvulas de derivación hacen funcionar las válvulas de derivación asociadas en el sentido de mantener 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 la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio está al valor de la "presión de baja carga".

Si los generadores de vapor no pueden suministrar el gasto mínimo deseado de vapor de sobrecalentamiento intermedio al valor de la "presión de baja carga", el comparador 201 de cada sistema de control de válvula de derivación genera una señal de diferencia de presión que es transmitida por el regulador o controlador proporcional 204 al dispositivo sumador 206, el cual modifica o "reajusta" la señal de demanda total de paso de derivación, con arreglo a la señal de salida de dicho regu-



lador. Cuando las válvulas de derivación se sitúan en posición produciendo un paso total de derivación con arreglo a la demanda total modificada de paso de derivación, la diferencia de presión se reduce. Si la presión detectada excede del valor de "presión de baja carga", por ejemplo, la señal de "reajuste" presente en la línea 205 es positiva, aumentándose con ello la demanda total de paso de vapor en derivación en el sentido de producir una reducción de la diferencia de presión cuando las válvulas de derivación se sitúan en posición en respuesta a dicha mayor demanda. El detector de presión 144, el comparador 201 y el regulador proporcional 204, pues, constituyen una vía de retroacción o realimentación de presión que "reajusta" la demanda total de paso de derivación (línea 302, fig. 3B) en el sentido de reducir la diferencia que haya entre los valores detectado y deseado de la presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio. En el caso de que la señal de demanda total "reajustada" de paso de derivación exceda de la señal de límite de paso o gasto correspondiente de derivación de condensador, el selector de nivel bajo funciona regulando el paso por la línea de derivación de condensador a su límite de gasto correspondiente, en tanto que la demanda total "reajustada" de paso viene satisfecha por el gasto



de vapor de derivación alterna, como antes se ha descrito. Así, los sistemas de control de las válvulas de derivación hacen funcionar de manera concertada sus válvulas de derivación asociadas, con el fin de hacer variar el paso total de derivación procedente del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio en el sentido de reducir la diferencia que haya entre los valores detectado y deseado de la presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio.

10 Cuando cada uno de los reguladores 204 lle  
va incorporado un modo de "integral", las señales de salida de los integradores (que idealmente son iguales) divergen en la práctica, pues los integradores integran individualmente diversas perturbaciones que pueden afectar a uno de los integradores, pero no a ambos. Tal divergencia origina un desequilibrio no deseado entre las señales de demanda total de paso de derivación que, de lo contrario, serían iguales en la operación de carga simultánea, arriba descrita, de dos turbogeneradores agrupados. Aun cuando la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio se regule de modo efectivo en presencia de tales desequilibrios, un desequilibrio puede ser causa de que una de las señales de demanda total de paso de derivación sobrepase su correspondiente límite de gasto de derivación de condensador, dando lugar a una



descarga innecesaria e indeseada de vapor a la atmósfera. Como el regulador 204 lleva incorporado un modo proporcional, y no una combinación de modos proporcional y de integral, se eliminan convenientemente los desequilibrios de las señales de demanda total de paso de vapor de derivación provenientes de la integración de diversas perturbaciones. Si bien los reguladores 204 de modo proporcional permiten típicamente que haya una diferencia residual entre los valores detectado y deseado de la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio, tales diferencias residuales son reducidas al mínimo por las señales de polarización.

A medida que la salida de potencia aumenta, en el ejemplo precedente de carga simultánea de dos turbogeneradores agrupados, las válvulas de interceptación se van abriendo cada vez más, hasta quedar completamente abiertas para el 25% de la salida máxima de potencia. De modo correspondiente, las válvulas de derivación se van cerrando cada vez más hasta quedar efectivamente cerradas por completo para el 25% de la salida máxima de potencia. 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 vál-



1975

vulas de derivación se hacen funcionar en el modo de "seguimiento", en el cual los dispositivos 142 y 163 generan unas 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 salida de potencia superior al 25% de la potencia máxima de la central ofrece la seguridad de que las válvulas de derivación 132, 124, 154 y 156 permanecen cerradas, porque la demanda total de paso de vapor de derivación (véase la figura 3B) a tales niveles de potencia, en ausencia de una señal de diferencia de presión en la línea 203, es cero.

Quando ambos turbogeneradores funcionan y uno de ellos se "desengancha", la válvula de parada asociada a la turbina que se ha desenganchado se cierra, por la acción de unos mandos o controles no representados. Entonces, la turbina que está funcionando necesita sólo la mitad del gasto de vapor que pasa por los sobrecalentadores intermedios, y el resto del vapor sobrecalentado debe ser desviado o derivado con el fin de estabilizar la presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio después del desenganche. En el caso de que cada turbogenerador estuviese funcionando, antes del desenganche, a una salida de potencia superior al 25% de su salida máxima, el sistema de con-



trol de válvulas de derivación asociado a la turbina que queda funcionando permanece en el modo de "seguimiento", con el fin de que no se derive nada del vapor excedente de sobrecalentamiento intermedio al condensador asociado a la turbina que está funcionando.

5 Después del desenganche, la señal de presión deseada asociada al sistema de control de válvulas de derivación de la turbina que se desenganchó sigue representando la presión de vapor que había en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio inmediatamente antes del desenganche. El sistema de control de válvulas de derivación asociado a la turbina desenganchada responde a una demanda cero de paso por la válvula de interceptación (valor correspondiente a la potencia de salida cero, según se indica en la figura 3A con la línea 300) y genera una demanda total de paso de vapor de derivación de un valor de 0,5 (suponiendo una diferencia cero de presión). El selector de nivel bajo transmite señales de demanda de gasto a uno de los posicionadores de válvula de derivación (de condensador y alterna) o a ambos, según lo descrito anteriormente, y los posicionadores de válvula sitúan en posición las válvulas de derivación de acuerdo con las señales de entrada de posicionador de válvula, haciendo que circule un gasto de vapor de derivación efectivamente igual a la mitad del gasto mí-

10

15

20

25



1975

mo de vapor deseado, de estar la presión de vapor del  
colector caliente de sobrecalentamiento intermedio al  
valor de la "presión de baja carga". Si el gasto de va  
por de derivación resultante no es efectivamente igual  
5 al gasto de vapor sobrecalentado que no pasa por la tur  
bina que está funcionando, se desarrolla una diferen  
cia entre los valores detectado y deseado de la presión  
de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento in  
termedio, y el comparador 201 del sistema de control de  
10 válvulas de derivación asociado a la turbina que se ha  
desenganchado genera una señal de diferencia. A conti  
nuación, la demanda total de paso de vapor de derivación  
es "reajustada" por el dispositivo sumador 206 de acuer  
do con la señal de salida del regulador 204, produciendo  
15 una reducción de la diferencia de presión cuando las vál  
vulas de derivación se sitúan en posición en respuesta a  
la demanda total "reajustada" de paso de vapor de deriva  
ción. El selector de nivel bajo funciona abriendo la vál  
vula de derivación alterna únicamente cuando la demanda  
20 total de paso de vapor de derivación excede del límite de  
paso o gasto de derivación de condensador, y regula el pa  
so de derivación de condensador al límite de gasto en tal  
momento, reduciendo al mínimo la descarga de vapor a la  
atmósfera. La presión de vapor de después del desenganche  
25 en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio



se estabiliza así a un valor muy próximo al de la presión que reinaba antes del desenganche. La estabilización de la presión tras el desenganche es ventajosa, porque el turbogenerador que queda funcionando continúa engendrando potencia a su nivel de salida de potencia deseado sin que haya un súbito cambio de las posiciones de las válvulas de control asociadas a la turbina que está en funcionamiento, y sin que haya fluctuaciones transitorias de la potencia engendrada por el turbogenerador que queda en funcionamiento y que, de lo contrario, podrían provenir de amplias oscilaciones transitorias de la presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio tras el desenganche. Tal estabilización de la presión reduce también la variación transitoria, posterior al desenganche, de las velocidades de árbol de las turbinas de vapor auxiliares (véase la figura 1), y de ese modo reduce la variación de los caudales de gas refrigerante del reactor tras el desenganche.

En el caso de que ambos turbogeneradores se 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 una señal de salida, tras el desenganche, representativa de la presión de vapor existente en el colector caliente de sobrecalenta-



miento intermedio inmediatamente antes del desenganche. Después del desenganche, las señales de demanda de paso por la válvula de interceptación, en las líneas 140 y 162, son cero, en tanto que el detector 144 genera una señal de salida representativa de la presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio después del desenganche. Los sistemas de control 146 y 165 de las válvulas de derivación hacen funcionar las válvulas de derivación respectivas de manera concertada, con el fin de desviar o derivar el paso de vapor procedente de los sobrecalentadores intermedios, y de ese modo regular la presión en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio llevándola al valor de la presión de antes del desenganche. Los desenganches de una sola y de las dos turbinas pueden producirse a niveles de 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 de después del desenganche, con la diferencia de que la presión se regula al valor de la "presión de baja carga" tras un desenganche a tales niveles de potencia inferiores.



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 las tuberías de derivación (de condensador y alterna) asociadas a un solo turbogenerador de gran tamaño. En tal aplicación, la válvula de interceptación está dimensionada de modo que deja pasar el gasto mínimo de vapor deseado a través de las turbinas de presión intermedia y baja cuando está completamente abierta y la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio está al valor de la "presión de baja carga", y los posicionadores de las válvulas de derivación (de condensador y alterna) se disponen de manera que una u otra de las tuberías de derivación conduzca el gasto mínimo de vapor deseado cuando el valor de la demanda total de paso de vapor de derivación es de 0,5 y la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio se halla al valor de la "presión de baja carga".

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 vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio está controlada al valor de la "presión de baja carga". La señal de presión de vapor deseada de colector caliente de sobre-



calentamiento intermedio, presente en la línea 145  
(véase la fig. 2) representa el valor de la "presión  
de baja carga", y la señal de demanda de paso por la  
válvula de interceptación, presente en la línea 140,  
5 aumenta desde 0 a 1,0 a una velocidad tal que la tur-  
bina no se somete a esfuerzos térmicos no deseables.  
La válvula de intercentación se sitúa en posición con  
arreglo a la señal de demanda de paso por la válvula  
de interceptación, y el paso de vapor a través de la  
10 turbina de presión intermedia y baja aumenta de modo  
correspondiente con la señal de demanda de paso por la  
válvula de interceptación, siendo el paso de vapor por  
la turbina de presión intermedia y baja efectivamente  
igual al paso mínimo de vapor deseado cuando la deman-  
15 da de paso por la válvula de interceptación es 1,0 y la  
presión de vapor en el colector caliente de sobrecalen-  
tamiento intermedio está al valor de la "presión de baja  
carga". La señal de demanda total de paso de derivación  
(véase la fig. 3B), generada en respuesta a la demanda  
20 de paso por la válvula de interceptación (suponiendo que  
la presión de vapor del colector caliente de sobrecalen-  
tamiento intermedio está 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 total de paso  
25 de derivación es igual al gasto o paso mínimo deseado. El



1975

selector 211 de nivel bajo (véase la fig. 2) 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 paso de derivación de condensador; de lo contrario, el selector 211 de nivel bajo transmite la señal de límite de paso de derivación de condensador al posicionador de la válvula de derivación de condensador, en tanto que el comparador 216 transmite la diferencia entre la demanda total de paso de derivación y el límite de paso de derivación de condensador al posicionador de la válvula de derivación alterna. La válvula de derivación de condensador se sitúa en posición haciendo que pase un gasto efectivamente igual a la demanda total de paso de derivación, cuando la demanda total de paso de derivación 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 estos 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 flujo o gasto de 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 vapor cuando la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio está al valor de la "presión de baja carga". Así, la descarga de vapor a la atmósfera se reduce al mínimo en los momentos en que deba abrirse la válvula de derivación alterna. Para cualquier demanda de paso por la válvula de interceptación comprendida entre 0 y 1,0, el sistema de control 146 de las válvulas de derivación hace funcionar las válvulas de derivación de condensador y alterna en respuesta a la demanda de paso por la válvula de interceptación, haciendo que por las tuberías de derivación pase un gasto total de vapor tal que el flujo total procedente del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio es efectivamente igual al flujo o gasto de paso mínimo deseado cuando la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio está al valor de la "presión de baja carga".

Si los generadores de vapor no pueden suministrar el gasto mínimo deseado de vapor sobrecalentado al valor de la "presión de baja carga" al cargarse el turbogenerador entre el 0 y el 25% de la salida máxima de potencia, el comparador 201 (véase la fig. 2) genera una señal de diferencia de presión, y el dispositi

17



tivo sumador 206 modifica la demanda total de paso de derivación con arreglo a la señal de "reajuste" engendrada por el regulador proporcional 204 y presente 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 gasto de paso de vapor por la tubería de derivación de condensador, en el sentido de reducir la diferencia de presión. Cuando la demanda total modificada de paso de derivación exceda del límite de paso de derivación de condensador, se hace variar el gasto de vapor por la tubería de derivación alterna 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 esos momentos. Aun cuando el regulador proporcional 204 permite que haya una diferencia residual entre los valores detectado y deseado de la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio, la diferencia residual es reducida al mínimo efectivamente por la señal de polarización (véase la fig. 2).



Al 25% de la salida máxima de potencia, las válvulas de derivación de condensador y alterna se cierran efectivamente por completo. Por encima del 25% de la salida máxima de potencia, la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio aumenta al aumentar la carga, y el sistema de control 146 de las 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 presentes en las respectivas líneas 145 y 143, lo que asegura que las válvulas de derivación de condensador y alterna permanecen cerradas. 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 continúa 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 del desenganche. La válvula de parada asociada a la turbina de presión intermedia y baja se cierra (por la acción de unos medios no representados) al producirse el desenganche de la turbina, siendo preciso desviar o 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 es 0 después del desenganche (véase la fig. 3A), lo que corresponde a una salida de potencia cero, y la demanda total de paso de vapor de derivación (véase la fig. 3B) es 0,5, suponiendo que no hay señal de diferencia de presión en la línea 203 (véase la fig. 2). Por tanto, las válvulas de derivación se sitúan en posición haciendo que pase un flujo o gasto total de vapor de derivación igual al gasto mínimo de vapor deseado, de estar la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio al valor de la "presión de baja carga". Si el gasto total de vapor de derivación no es igual al gasto de vapor sobrecalentado, se desarrolla una diferencia entre los valores detectado y deseado de la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio, y el comparador 201 genera por la línea 203 una señal de diferencia de presión que se transmite, por medio del 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 las válvulas de derivación (de condensador y alterna) en posición de acuerdo con la demanda total modificada de flujo



o paso de derivación. Tal regulación de la presión de vapor del colector caliente de sobrecalentamiento intermedio, tras el desenganche, reduce la variación transitoria, posterior al desenganche, de las velocidades de árbol de las turbinas de vapor auxiliares (véase la figura 1) y, de ese modo, reduce la variación de los correspondientes caudales de gas refrigerante del reactor tras el desenganche. El sistema de control de las válvulas de 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 consiguiente a un desenganche de la turbina, para una salida de potencia menor del 25% de la salida máxima 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 baja carga".

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 22 de Abril de 1974, bajo el número 463.027, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto de la Propiedad Industrial.

REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva,





diendo dicho sistema de control unos medios de válvula conectados para regular el paso de vapor por la tubería de derivación de condensador, unos medios de generar una primera señal representativa de un paso o gasto de vapor deseado a través de la turbina de presión intermedia y baja, unos medios detectores de presión para generar una segunda señal representativa de un valor detectado de presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio y unos medios para generar una tercera señal representativa de un valor deseado de presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio, caracterizado dicho sistema por unos medios de control capaces de responder a la primera señal situando en posición los medios de válvula con el fin de regular el paso de vapor por la tubería de derivación de condensador en el sentido de mantener un paso o gasto de vapor, a través del tramo de sobrecalentamiento intermedio, igual a un paso o gasto mínimo prefijado en los momentos en que los valores de presión detectada y deseada son iguales a un valor prefijado de presión de baja carga y el paso de vapor deseado a través de la turbina de presión intermedia y baja es menor que el paso mínimo prefijado; y capaces de responder a las señales segunda y tercera cuando las señales segunda y tercera son

7-6-75

- 59 -

ME



diferentes, con el fin de hacer variar el paso de vapor por la tubería de derivación de condensador en proporción a la diferencia de las señales segunda y tercera, en el sentido de reducir dicha diferencia.

5

2ª.- El sistema de control de la reivindicación 1ª, caracterizado por el hecho de que los medios de control incluyen: unos medios de generar una cuarta señal que guarda una proporcionalidad prefijada con la diferencia entre las señales segunda y tercera; unos medios de generar una quinta señal que guarda una proporcionalidad prefijada con la primera señal; unos medios de generar una sexta señal representativa de la cuarta señal disminuida en la quinta señal; y unos medios de situar en posición los medios de válvula con arreglo a la sexta señal.

10

15

3ª.- El sistema de control de la reivindicación 2ª, caracterizado por el hecho de que los medios de generar la cuarta señal comprenden un comparador para engendrar una señal de salida representativa de la diferencia existente entre la segunda señal y la tercera señal, y un regulador proporcional capaz de responder a la señal de salida del comparador generando la cuarta señal, teniendo o guardando dicha cuarta señal una proporcionalidad prefijada con la señal de salida

20

25

*ME*



17

del comparador.

4<sup>a</sup>.- El sistema de control de la reivindicación 2<sup>a</sup> o la 3<sup>a</sup>, caracterizado por el hecho de que los medios de control incluyen unos medios de generar una señal de polarización; y en el que la sexta señal representa la suma de la señal de polarización con la cuarta señal, disminuida en la quinta señal.

5<sup>a</sup>.- El sistema de control de cualquiera de las reivindicaciones 1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup>, en el que los medios de válvula guardan una relación lineal entre el paso o flujo de vapor que circula por los medios de válvula y la posición de los medios de válvula para una presión diferencial constante de un lado al otro de los medios de válvula, caracterizado por el hecho de que los medios posicionadores asociados están destinados a situar los medios de válvula en una posición relacionada de modo lineal con la sexta señal.

6<sup>a</sup>.- El sistema de control de cualquiera de las reivindicaciones 1<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup>, en el que hay una tubería de derivación alterna, que incluye unos segundos medios de válvula, conectada para dejar pasar vapor desde el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio a unos medios alternos de descarga de vapor, caracterizado por unos medios de control capaces de responder a la primera señal situando en posición los medios de válvula

7-6-75

ME



17

5 primeros y segundos con el fin de regular el paso de vapor por dichas tuberías de derivación en el sentido de mantener un paso o gasto de vapor, a través del tramo de sobrecalentamiento intermedio, igual a un pa  
so mínimo prefijado, en los momentos en que el valor de presión detectado y el deseado son iguales a un va  
lor prefijado de presión de baja carga y el paso de vapor deseado a través de la turbina de presión inter-  
media y baja es menor que el paso mínimo prefijado; y  
10 capaces de responder a las señales segunda y tercera en los momentos en que las señales segunda y tercera son diferentes, con el fin de hacer variar el paso total de vapor por dichas tuberías de derivación en el sentido de reducir dicha diferencia.

15 7ª.- El sistema de control de la reivindi-  
cación 6ª, caracterizado por el hecho de que los medios de control incluyen unos medios de generar una señal re-  
presentativa de un valor límite de flujo o paso de va-  
por por la tubería de derivación de condensador, y los  
20 segundos medios de válvula se sitúan en posición con el fin de regular el paso por la tubería de derivación de condensador al valor límite, haciéndose variar el paso de vapor por la tubería de derivación alterna en el sen-  
tido de reducir dicha diferencia de presión en los momen-  
25 tos en que se regula de ese modo el paso por la tubería



de derivación de condensador.

5 8ª.- El sistema de control de la reivindicación 7ª, caracterizado por el hecho de que la señal de límite de flujo o de paso se genera con arreglo a la segunda señal, y el valor de la señal de límite varía inversamente con el valor detectado de la presión de vapor en el colector caliente de sobrecalentamiento intermedio.

10 9ª.- El sistema de control de la reivindicación 8ª, caracterizado por el hecho de que los medios para generar la señal de límite son un generador de función, teniendo dicho generador de función como señal de entrada la segunda señal, y generando como señal de salida la señal de límite.

15 10ª.- El sistema de control de las reivindicaciones 6ª a 9ª, caracterizado por el hecho de que los medios de situar en posición los medios de válvula primeros y segundos incluyen: unos medios de selección capaces de responder a la sexta señal y a la señal de límite de paso con el fin de seleccionar la menor de dichas señales y transmitir la señal seleccionada a unos  
20 medios de situar en posición los primeros medios de válvula y a un comparador; unos medios de situar en posición los primeros medios de válvula de acuerdo con la señal seleccionada;  
25 un comparador para generar una señal de sali-

7-6-75

ME



da representativa de la diferencia existente entre la sexta señal y la señal seleccionada; y unos medios de situar en posición los segundos medios de válvula de acuerdo con la señal de salida del comparador.

5

11<sup>a</sup>.- El sistema de control de la reivindicación 10<sup>a</sup>, caracterizado por el hecho de que los segundos medios de válvula están cerrados en los momentos en que la sexta señal es menor que la señal de límite.

10

12<sup>a</sup>.- El sistema de control de la reivindicación 11<sup>a</sup>, caracterizado por el hecho de que los primeros medios de válvula están cerrados cuando la sexta señal es cero.

15

13<sup>a</sup>.- El sistema de control de la reivindicación 6<sup>a</sup>, caracterizado por el hecho de que cada uno de dichos medios de válvula primeros y segundos se sitúa en posición con el fin de hacer que pase un flujo de vapor, por su respectiva tubería de derivación, igual a la mitad del paso mínimo prefijado de vapor en los momentos en que la respectiva señal de paso deseado de vapor es cero y los valores de la presión de vapor deseada y detectada son iguales a un valor de presión prefijado, de baja carga.

20

25

14<sup>a</sup>.- Un sistema para controlar la presión de vapor en un colector caliente de sobrecalentamiento in



17

termedio.

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.

5

Esta Memoria consta de sesenta y cinco hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 17 JUN. 1975

P.A.

Alberto Urdaneta  
Por Poder.  
*Urdaneta*

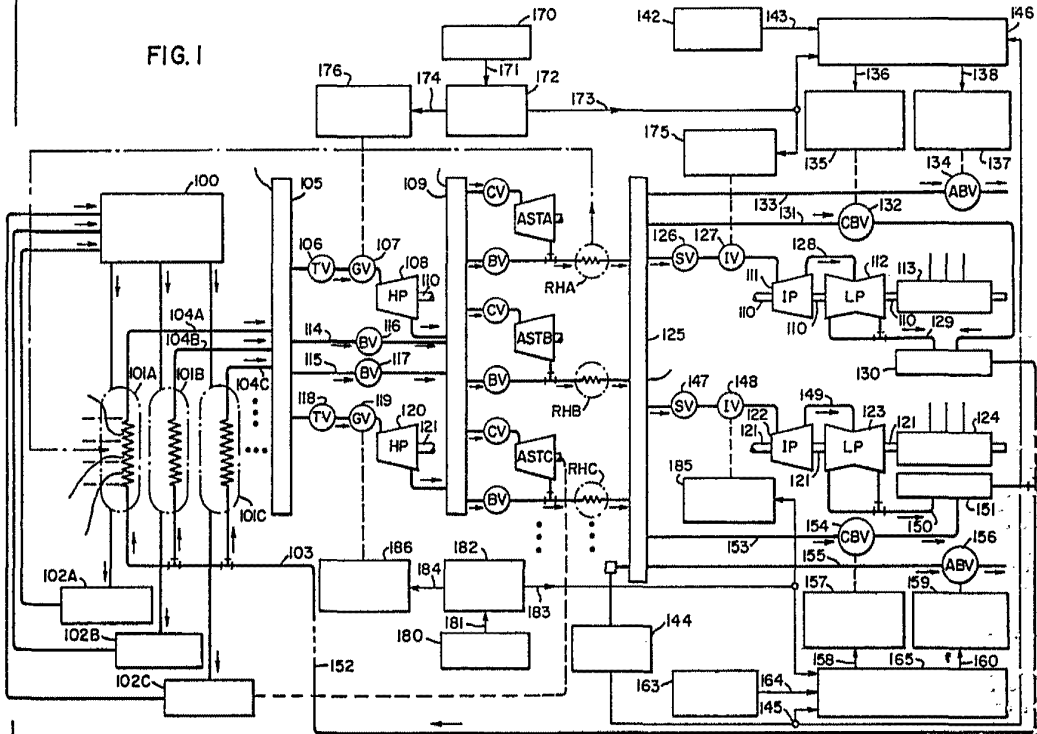
7-6-75

PBG.

*PBG*



FIG. I



Alberto de El  
Por Poder

200164  
07

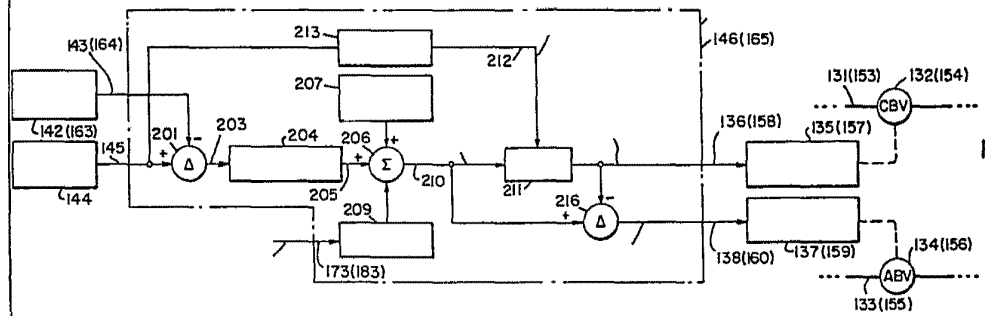


FIG. 2

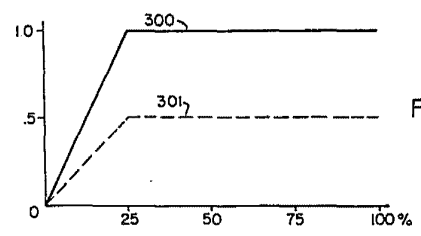


FIG. 3A

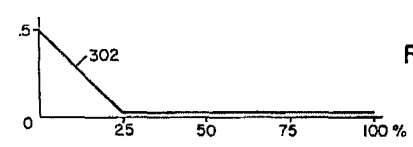


FIG. 3B

Alberto de Encarnación  
Por Poder