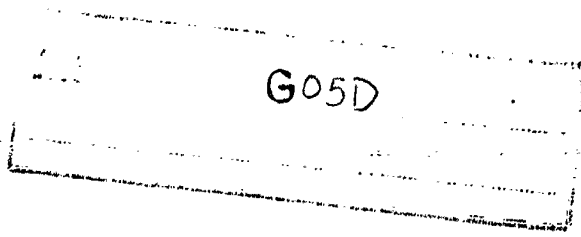


430517



PATENTE DE INVENCION

por 20 años

A favor de THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, razón social  
estadounidense, domiciliada en 161 East 42nd Street,  
NEW YORK, N.Y. 10017 (U.S.A.). - - - - -

Por: "SISTEMA DE CONTROL PARA UN GRUPO GENERADOR  
ELECTRICO DE DOS CALDERAS Y TURBINA UNICA". - - - - -

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente invención se refiere a un sistema de control coordinado para grupos generadores eléctricos de tran tamaño tales como los que se encuentran en las modernas  
5 centrales eléctricas. En números redondos, estos grupos se puede estimar que tienen, por ejemplo, una potencia de por encima de los 1000 MW y requieren, a plena carga, por encima de 2.720.000 Kg de vapor primario por hora a 176 kg/cm<sup>2</sup> y 537,78°C. Habitualmente, en dichos grupos el vapor  
10 pasa primero a través de una turbina de presión elevada de

la que pasa por intermedio de un recalentador al generador de vapor o caldera donde el vapor es situado a una temperatura de calentamiento elevada mayor que la temperatura ambiente de aproximadamente  $537,78^{\circ}\text{C}$ , pasando luego el vapor desde dicha caldera a un condensador, a través de una turbina de baja presión.

Con el fin de mejorar la seguridad de funcionamiento de los referidos grupos generadores eléctricos y mantener un tamaño de caldera razonable, ha sido propuesto recientemente el satisfacer la necesidad total de vapor de la turbina, dotando, para ello, al grupo de dos generadores de vapor o calderas que funcionan en paralelo. Esta combinación formada por un generador de turbina única con dos calderas presenta problemas de control extraordinarios, como se apreciará por la descripción detallada que se dará más adelante. La presente invención tiene por objetivo la solución de estos problemas. Sin embargo, podrá apreciarse que el nuevo sistema de control a que se refiere la invención comprende aspectos que son aplicables igualmente a la disposición más corriente de generador de turbina única y caldera de vapor única.

De acuerdo con la presente invención, la potencia total de las dos calderas es mantenida principalmente con arreglo a la potencia en MW del grupo o necesidad de energía, lo cual es establecido por un sistema distribuidor de carga automático o de otra manera.

Además, de acuerdo con la invención, la necesidad de energía del grupo se puede repartir entre las dos calderas como convenga.

Por otra parte, según la invención, si se limita

la potencia de una de las calderas, se aumenta automáticamente la potencia de la otra como se desee para satisfacer la necesidad de energía del grupo.

5 Conforme a la invención, si la potencia útil de las dos calderas es insuficiente para satisfacer la necesidad de energía del grupo, la necesidad se reduce de modo que sea compatible con la potencia útil total.

En otro aspecto, de acuerdo con la invención, se suministran agua de alimentación, combustible líquido y aire a cada generador de vapor, principalmente con arreglo a la proporción de necesidad de energía del grupo asignada al generador de vapor.

Asimismo, según la invención, la circulación total de vapor de calentamiento desde la turbina se reparte entre los dos generadores de vapor, principalmente con arreglo a la parte de la necesidad de energía del grupo asignada al generador de vapor.

Los citados y otros objetivos de la presente invención podrán apreciarse en el transcurso de la descripción que sigue y que se efectúa con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es un esquema de conjunto en bloques que ilustra el ciclo básico de circulación vapor-agua de un grupo generador eléctrico típico provisto de dos calderas de recuperación de calor que suministran vapor a una turbina.

La figura 2A es un esquema de conjunto en bloques del ciclo básico de circulación aire-gas de la caldera -A- ilustrada en la figura 1.

La figura 2B es un esquema de conjunto en bloques del ciclo de circulación básico aire-gas de la caldera -B- representada en la figura 1.

La figura 3 es un esquema de conjunto en bloques que ilustra la organización del sistema de control.

La figura 4 es un esquema lógico que representa con detalle el control de relación identificado en la figura 3 por el bloque -32-.

La figura 5 es un esquema lógico que muestra detalladamente el control de circulación de agua de alimentación para las calderas -A- y -B- indentificadas en la figura 3 por los bloques -34A- y -34B- respectivamente.

La figura 6 es un esquema lógico que ilustra con detalle el control de régimen de encendido (control de combustible líquido y aire) para las calderas -A- y -B- indentificadas en la figura 3 por los bloques -36A- y -36B- respectivamente.

La figura 7 es un esquema lógico que representa detalladamente el control de vapor de calentamiento identificado en la figura 3 por el bloque -42-.

Y la figura 7A es un esquema lógico parcial que ilustra una variante del control de vapor de calentamiento representado en la figura 7.

Con referencia a la figura 1, se ilustra en ella el ciclo elemental de vapor-agua para un grupo generador eléctrico de dos calderas y turbina única más o menos típico que comporta generadores de vapor, o calderas, como se denominan a veces, -A- y -B-, un grupo generador de turbina usual, designado en general con -8-, provisto de una turbina de presión elevada -9- y una turbina de baja presión -10-. Como se ilustra, estas dos turbinas pueden accionar un generador único -11-, o bien cada turbina puede accionar un generador separado, con alimentación en una barra de distribución común. No forma parte de la presente invención la particular disposición de turbina y generador que es posible emplear. El vapor des-

prendido de los recalentadores secundarios -12A- y -12B- de los generadores de vapor -A- y -B- respectivamente pasa a través de la turbina de presión elevada -9- y luego es dividido, pasando una parte de este vapor a través del  
5 recalentador -13A- y el resto a través del recalentador -13B-. El vapor de calentamiento que sale de los recalentadores -13A- y -13B- pasa a través de la turbina de baja presión -10- y es descargado en el condensador -14-. Lo que se presenta como una turbina de baja presión puede  
10 ser en la práctica real una turbina de presión intermedia y una o más turbinas de baja presión.

El líquido condensado por medio del condensador -14- es bombeado por una bomba de líquido condensado -15- a través de calentadores de baja presión -16-, calentado  
15 por vapor de extracción procedente de la turbina de baja presión -10-, en un calentador desaireador -17- calentado asimismo por vapor de extracción saliente de la turbina de baja presión -10-. Una bomba de alimentación de caldera -18A- extrae del calentador de desaireación -17- agua de  
20 alimentación para la caldera -A- que es descargada por intermedio del calentador de presión elevada -19A- en dicha caldera -A- la cual está provista de un hogar -20A-, en un recalentador principal -21A- y en el recalentador secundario -12A-. Una bomba de alimentación de caldera -18B- extrae  
25 también del calentador desaireador -17- agua de alimentación que es descargada a través de un calentador de presión elevada -19B- en la caldera -B-, provista de un hogar -20B-, en un recalentador principal -21B- y en el recalentador secundario -12B-.

30 En las figuras 2A y 2B se ilustran los ciclos

para las calderas -A- y -B- respectivamente. Los ciclos son idénticos y con miras a la brevedad sólo se trazará el de la caldera -A-. Los componentes de la caldera -A- se identifican en la figura 2A por medio de un número  
5 seguido de la letra -A- y los componentes iguales de la caldera -B- se designan en la figura 2B con el mismo número seguido de la letra -B-.

Con referencia a la figura 2A, un ventilador aspirador mecánico -22A- suministra aire para combustión  
10 que pasa a través de un calentador de aire -23A- y es descargado en el hogar -20A-. Combustible, que puede ser mazut (aceite de quemar para calderas) , gas, carbón, o una combinación de estos elementos, es descargado en el hogar -20A- por cualquier medio de suministro convencio-  
15 nal (no ilustrado, pero representado esquemáticamente por la línea -24A-). Los gases de combustión, o "flue gas" (como se denominan corrientemente en lengua inglesa) salen del hogar, pasan a través de la parte formada por el recalentador secundario -12A-, la parte que constituye  
20 el recalentador -13A-, la zona determinada por el recalentador principal -21A-, el calentador de aire -23A- y un ventilador aspirador -25A- desde el que los gases de combustión son descargados en la atmósfera a través de una chimenea (no ilustrada). Los gases de combustión que  
25 salen del recalentador principal -21A- se pueden recircular en el interior del hogar -20A- por medio del ventilador de recirculación -26A-, lo que constituye un medio para controlar parcial o completamente la temperatura de vapor de calentamiento. En general, el caudal medio de  
30 gas recirculado es mantenido en proporción inversa con

la entrada de calor o energía en la caldera. El orden descrito de paso de los productos de combustión sobre las varias zonas de calentamiento no es un orden exclusivo. El orden puede ser, por ejemplo: recalentador de vapor principal, recalentador de vapor secundario y recalentador, o bien, recalentador de vapor secundario, recalentador de vapor principal y recalentador. Además, se puede incluir en el orden en un lugar apropiado una parte economizadora.

10                   La figura 3 ilustra, en un esquema de conjunto en bloques, la organización del sistema de control. La necesidad de carga del grupo puede ser establecida por un sistema distribuidor de carga automático, designado con -28-, o por otros medios automáticos o manuales. La  
15                   finalidad de este control es generar una señal de control correspondiente a la salida de energía deseada que se puede medir en megavatios, unidades de calor británicas, u otras unidades de energía. La señal de control así generada es transmitida a un combinador principal -30-  
20                   que puede ser de alguno de los varios tipos más o menos corrientes actualmente en la técnica. Un tipo adecuado particular se ilustra y describe en el capítulo 35 de la trigésimo octava edición de la obra "Vapor" publicada por la sociedad "Babcock & Wilcox Company". El principal  
25                   objeto del combinador principal es generar, a partir de la señal de control establecida por el sistema distribuidor de carga -28-, una señal de control para los generadores de vapor, con lo que la potencia efectiva real del grupo generador eléctrico será mantenida igual a la potencia efectiva  
30                   deseada.

La señal de control generada en el combinador principal -30- es transmitida a un combinador de relación -32- cuya finalidad es repartir la necesidad de carga total entre los generadores de vapor -A- y -B- como convenga dentro de las posibilidades de los generadores. Es decir, divide la señal de control procedente del combinador principal -30- y establece una primera señal de necesidad para la caldera -A- y una segunda señal de necesidad para la caldera -B-. Como se ilustra, la primera señal de necesidad es utilizada en un control de agua de alimentación -34A- y un control de régimen de encendido -36A- de la caldera -B-. Análogamente, la segunda señal de necesidad es utilizada en el control de agua de alimentación -34B- y en el control de régimen de encendido -36B- de la caldera -B-. Las dos señales de necesidad generadas en el control de relación -32- son también transmitidas a un control de circulación de calentamiento -42- cuyo objeto es repartir la circulación de vapor de calentamiento a las calderas -A- y -B-, principalmente en proporción a la carga de caldera.

Las figuras 4, 5 y 7 ilustran el control de relación, agua de alimentación, régimen de encendido y circulación de calentamiento para las calderas -A- y -B-. Con referencia a dichas figuras, se debe hacer constar que se han empleado símbolos lógicos convencionales de control. Los componentes de control o, como se llama algunas veces, maquinaria, que representan dichos símbolos, están disponibles en el mercado y su funcionamiento es bien comprendido por las personas familiarizadas con esta técnica. Además, se han empleado

símbolos lógicos convencionales para evitar la identificación del sistema de control con cualquier tipo de control particular, como neumático, hidráulico, electrónico, eléctrico o una combinación de ellos, pues la invención puede ser realizada en cualquiera o en una combinación de dichos tipos. Los combinadores principales ilustrados en las figuras 4, 5, 6 y 7 han sido referenciados en las figuras 1, 2A y 2B para indicar los elementos de control finales.

1 0                    Con referencia a la figura 4, la señal de control correspondiente a la necesidad total de caldera, generada por el combinador principal -30-, (figura 3) es transmitida a un grupo multiplicador -44-, cuya señal de salida es transmitida a una unidad de diferencia -46-. La parte de  
15 la necesidad de caldera total que debe tomar cada caldera es establecida en la estación de control de relación -48- que genera una señal de control que es transmitida al multiplicador -44-. La señal de salida del multiplicador -44- es de este modo la señal de necesidad para la caldera  
20 -A-. En la unidad de diferencia -46-, la señal de necesidad de la caldera -A- es restada de la señal de necesidad total de caldera y la señal de salida de la misma es la señal de necesidad de la caldera -B-.

25                    En caso de que uno o más factores en el funcionamiento de la caldera -A-, o de la caldera -B- esté limitado o sobrepase un determinado límite, es necesario que en consecuencia sea limitada la señal de necesidad a la caldera. La circulación de aceite de quemar, circulación de aire, circulación de agua de alimentación, circulación  
30 de calentamiento y circulación de recalentamiento de vapor

durante las operaciones de desviación son representativas de factores cuyo suministro pone una limitación en la potencia de caldera. La depresión en el hogar que puede sobrepasar un límite positivo predeterminado en el caso de que la capacidad del ventilador aspirador mecánico sea limitada, es representativa de factores que, si sobrepasan un límite predeterminado, ponen una limitación en la potencia de caldera. Los factores mencionados se han de considerar como simplemente representativos de los muchos factores que pueden determinar una limitación en la capacidad de la caldera.

Como se representa en la figura 4, tales factores considerados críticos, generan señales que forman entradas a un control de límite -49A- para la caldera -A- y un control de límite similar -49B- para la caldera -B-.

Para evitar momentáneos y pequeños traslados que sobrepasan predeterminados límites y que restringen innecesariamente la necesidad de la caldera, se desestiman los traslados menores de un 5% de banda inactiva. No obstante, prosiguiendo un traslado sostenido de más de un 5%, se reduce la señal de error de banda inactiva en un 1% de modo que se desestiman solamente los errores menores del 1%. Luego la señal de necesidad en la caldera se hace retroceder, para ponerla en consonancia con la capacidad restringida de la caldera. Las señales de salida procedentes de los controles de límite -49A- y -49B- son integradas con respecto a tiempo en unidades integradoras -52A- y -52B- y luego son transmitidas a pequeños selectores -56A- y -56B- respectivamente. Por tanto, la señal de cesión es la procedente del multiplicador -44- o la que proviene del

integrador -52A-, cuya señal es la señal de necesidad  
real en la caldera -A-. Análogamente, la señal que  
procede de la unidad de diferencia -46- o la proveniente  
del integrador -52B- es la señal de cesión que es la  
5 señal de necesidad real en la caldera -B-.

A pesar de que se aplica una restricción en la  
potencia de una caldera, es deseable que la potencia total  
de las dos calderas satisfaga la necesidad de energía del  
grupo. En consecuencia, la presente invención prevé, en  
10 caso de que la potencia de una de las calderas sea limitada,  
compensar automáticamente esto, incrementando la potencia  
de la otra caldera. Con tal fin, una unidad de diferencia  
-60A- genera una señal proporcional a la diferencia entre  
la señal de salida del multiplicador -44- y un selector de  
15 pequeña señal -56A- que es transmitida por intermedio de una  
unidad proporcional directa -64- a una unidad sumadora -68-.  
Análogamente, una unidad de diferencia -60B- genera una señal  
proporcional a la diferencia entre la señal de salida de  
la unidad de diferencia -46- y un selector de pequeña señal  
20 -56B-, que es transmitida por intermedio de una unidad  
proporcional de inversión -66- a la unidad sumadora -68-.

Si las dos calderas -A- y -B- soportan las cargas  
asignadas a las mismas, es decir, si no es limitada la  
potencia de ninguna de ellas, la señal de salida generada  
25 por la unidad sumadora -68- será neutra. En el caso de que  
la potencia de la caldera -A- sea limitada, la señal de  
salida proviene de la unidad sumadora -68- acciona una unidad  
de transferencia -70- y después de ello actúa como señal  
de entrada en el multiplicador -44-. Como la señal de salida  
30 procedente del multiplicador -44- cambia en una dirección

para igualación con la señal de salida que proviene de la unidad integradora -52A-, la señal de necesidad a la caldera -B- será incrementada consiguientemente mediante el funcionamiento de la unidad de diferencia -46-.

5 Una restricción en la potencia de la caldera -B- opera de manera similar, actuando la señal de salida de la unidad proporcional de inversión -66- a través de la unidad sumadora -68- y de la unidad de transferencia -70-, de modo que incrementa la señal de necesidad en la caldera  
10 -A- y reduce la señal de necesidad en la caldera -B- hasta que la señal de salida procedente de la unidad de diferencia -60B- es neutra.

Si después de un espacio de tiempo predeterminado, del orden de uno a cinco minutos, la transferencia de carga  
15 desde una caldera a la otra no puede satisfacer la necesidad total de caldera, la necesidad de carga del grupo es reducida hasta que queda igualada con las capacidades de las dos calderas. Una necesidad insatisfecha en la caldera -A-, indicada por una señal de salida sostenida procedente de la  
20 unidad de diferencia -60A-, es transmitida a un selector de señal elevada -72-, desde el que, después de un predeterminado tiempo diferido, establecido por un unidad de tiempo diferido -73-, separa la necesidad de carga del grupo generada por el sistema de distribución de carga -28- hasta  
25 que es compatible con las capacidades totales de las dos calderas. A esta unidad es también transmitida la señal de salida procedente de la unidad de diferencia -60B- indicativa de una necesidad insatisfecha sostenida en la caldera -B-. Como es evidente el selector de señal elevada -72- sirve  
30 para pasar al sistema de distribución de carga de grupo -28- la mayor de las dos señales de error generadas en las unidades de diferencia -60A- y -60B-. En consecuencia, si

la mayor de las dos señales que indicā una necesidad insatisfecha en una u otra de las dos calderas procedente de la unidad de diferencia -60A- o de la unidad de diferencia -60B- es reducida a cero por separación de la necesidad de carga de grupo, la necesidad insatisfecha en ambas calderas será reducida a cero.

En la disposición usual de caldera única-turbina única, la temperatura de agua de alimentación varía en una relación funcional predecible directa a la carga del grupo. Tal es el caso que se presenta con la disposición de dos calderas-turbina única mientras las dos calderas funcionan con cargas idénticas. Sin embargo, esta relación se elimina siempre que las dos calderas funcionan con cargas diferentes, ya que la temperatura del agua de alimentación está en función de la carga de turbina. La relación entre la temperatura de agua de alimentación y la circulación de vapor real que entra en la turbina, que, a su vez, equivale a la circulación total de agua de alimentación en ambas calderas, está directamente relacionada con la circulación de extracción de turbina total a elevada y a baja presión y los calentadores de agua de alimentación y desaireación. Así, una temperatura de agua de alimentación menor que la prevista para la necesidad existente de caldera tiene una relación directa con la circulación de vapor inferior existente en la turbina que, a su vez, equivale a una circulación de agua de alimentación de caldera menor requerida. Así, si la temperatura de agua de alimentación es mayor que la prevista para la necesidad de caldera entonces existente, aumentará la necesidad de agua de alimentación, reflejando el incremento

real en la circulación de vapor en la turbina que resulta de la circulación de extracción aumentada.

En el control, ilustrado en la figura 5, el caudal medio de agua de alimentación en cada caldera es mantenido en proporción directa con la necesidad de caldera. Así, la señal de control generada en el control de relación -32- es transmitida a una válvula de control de agua de alimentación -74A-. Un anillo de realimentación que comprende un transmisor de circulación -76A-, una unidad de diferencia -78A- una unidad de integración -80A- y una unidad multiplicadora -82A-, mantiene la circulación de agua de alimentación real igualada con la necesidad de circulación de agua de alimentación.

Para determinar un punto de partida en la temperatura real de agua de alimentación a contar desde la prevista para la necesidad de caldera entonces existente, la señal generada por un generador de función -83A-, correspondiente con la temperatura de agua de alimentación prevista, se compara con una señal generada por un transmisor de temperatura -84A-, correspondiente con la temperatura de agua de alimentación real, en una unidad de diferencia -86A-. La señal de salida proveniente de la unidad de diferencia -86A- es transmitida a una unidad multiplicadora -87A- por intermedio de una unidad sumadora -88A- y modifica la señal de control de necesidad de acuerdo con diferencias en la temperatura de agua de alimentación real respecto a la prevista para la necesidad de caldera entonces existente.

Afectando también al caudal medio de agua de alimentación para una determinada necesidad de caldera, se producen cambios que pueden tener lugar en el valor de referencia de temperatura de caldera con respecto al valor

de referencia normal o característico. Así, un incremento en la temperatura de vapor deseada con respecto a la normal, produciría una disminución en el caudal medio de agua de alimentación y viceversa. Una señal de control correspondiente a cambios en el valor de referencia de temperatura de vapor, generada en la unidad -90A-, modifica la potencia de la unisumadora -88A- para efectuar la conveniente compensación.

Si bien se ha ilustrado y descrito el control de agua de alimentación para la caldera -A-, debe entenderse que el correspondiente a la caldera -B- es en todos los aspectos idéntico al de la caldera -A-.

Las señales de necesidad en las calderas -A- y -B- son medidas del desprendimiento de calor de las calderas necesario para satisfacer el consumo de energía requerido por el grupo generador eléctrico. El desprendimiento de calor es directamente proporcional con el gasto de combustible, expresado en kilográmetros, en el hogar de caldera. La señal de necesidad de caldera ajusta, así, la circulación de combustible líquido en paralelo con la circulación de aire. Se ha reconocido que para un determinado combustible y un determinado consumo del mismo, expresado en Kgm., la circulación de aire de combustión necesaria permanece esencialmente constante. Como sea que la señal de necesidad de caldera es directamente igualada con el consumo de energía requerido y, dado que la eficiencia de ciclo en cada carga es relativamente constante y previsible, la presente invención iguala la circulación de aire directamente con la necesidad de caldera. La circulación de combustible se reajusta tal como convenga para mantener las temperaturas de salida del

recalentador de vapor de las dos calderas igual y en un valor deseado la temperatura en la toma de vapor de la turbina.

De acuerdo con la descripción precedente, como se indica en la figura 6, la señal de necesidad de la caldera -A- es transmitida a un elemento de control final -91A-, tal como una unidad de mando de amortiguación, que controla el caudal de aire suministrado para combustión. Una señal de realimentación generada en un transmisor de circulación -92A-, proporcional a la circulación de aire medida, mantiene la circulación real de aire igual a la circulación de aire deseada. La señal generada en el transmisor -92A- es transmitida a la unidad de diferencia -93A-, y la señal de salida a través de una unidad proporcional más integral -132A-, sirve para ajustar el amortiguador de circulación de aire -91A- como convenga para mantener la circulación real de aire igual a la circulación de aire deseada.

Una señal proporcional al error de temperatura con respecto al valor de referencia y al gradiente en la temperatura de salida del recalentador de vapor de la caldera -A- se superpone a la señal de necesidad en un sentido opuesto a la dirección de cambio de temperatura, con lo cual compensa las momentáneas fluctuaciones en la temperatura de salida del recalentador de calor. Como se ilustra, una señal correspondiente a la temperatura de salida del recalentador de vapor es generada en el transmisor de temperatura -94A- y transmitida a una unidad proporcional más derivativa -95A- y desde ésta a una unidad sumadora -96A-.

La señal de necesidad en la caldera -A-, modificada de acuerdo con el gradiente en la temperatura de

salida del recalentador de vapor, controla asimismo el caudal medio de combustible para mantener este caudal en necesaria relación con el caudal de aire. Como se ilustra, la señal de salida procedente de la unidad sumadora 5 -96A- es transmitida a un elemento de control final -97A-, representado en la figura -2A- como una válvula de control de combustible, dependiendo el tipo específico de dispositivo de control de circulación de combustible empleado del tipo de combustible. Un anillo de realimentación que comprende 10 un transmisor de circulación de combustible -98A-, una unidad de diferencia -99A- y una unidad proporcional e integral -100A-, mantiene el caudal real de combustible igual a la necesidad de caudal de combustible.

Cambios de duración relativamente larga en la 15 temperatura de toma de vapor de la turbina, indicativos de un cambio, por ejemplo, en el valor expresado en kgm del combustible, determinan un cambio en la relación entre el caudal medio de aire y el caudal medio de combustible, calibrando así de manera automática y continua el caudal 20 medio de combustible con arreglo al caudal medio de aire. Esto se consigue, introduciendo la señal generada en el transmisor de temperatura de toma de vapor de la turbina -103- en la unidad integral -101A-, la señal de salida de la cual es transmitida a una unidad multiplicadora -102A-. 25 Así, la señal de salida de la unidad multiplicadora -102A- sirve para modificar la señal de realimentación proveniente del transmisor de circulación de combustible -98A- de acuerdo con cambios de larga duración en la temperatura de toma de vapor de la turbina que, consiguientemente, son una medida 30 de los cambios en la relación entre el caudal medio de

combustible y el régimen de consumo calorífico en la caldera.

Aunque el control de régimen de encendido hasta  
ahora descrito corresponde al control relativo a la caldera  
-A-, la observación de la figura 6 muestra que el control  
5 para la caldera -B- es idéntico, designándose los componentes  
iguales mediante el mismo número seguido de la letra -B-.

Para evitar la interacción, u oscilación, como  
usualmente se denomina, entre las temperaturas de salida del  
recalentador de vapor de las dos calderas, mientras se  
10 mantiene la deseada temperatura de toma de vapor de turbina,  
en la figura 6 se representa adicionalmente una disposición  
de control de contrafase, con lo que el caudal medio de  
combustible en la caldera que tiene la temperatura de  
salida de recalentador de vapor más elevada, se reduce y  
15 simultáneamente el caudal medio de aceite en la otra caldera  
se incrementa, manteniéndose así iguales las temperaturas  
de salida del recalentador de vapor, a la vez que se ajusta,  
en forma correspondiente, el caudal medio de combustible  
en ambas calderas de acuerdo con diferencias en la temperatura  
20 del vapor en la toma de vapor con respecto al valor de  
referencia. Como se ilustra, una señal proporcional a la  
diferencia entre las temperaturas de salida del recalentador  
de vapor en las calderas-A- y -B- es generada en una unidad  
de diferencia -122- y es transmitida por intermedio de una  
25 unidad proporcional de acción directa -124- y de una unidad  
proporcional de acción inversa -125- a unas unidades  
sumadoras -105A- y 105B- para desviar las señales de entrada  
en las unidades integrales -101A- y -101B- en sentidos  
opuestos.

30 La presente invención comporta asimismo la dosifi-

5 cación del vapor de sobrecalentamiento procedente de la  
turbina -9- entre las calderas -A- y -B- de acuerdo con  
una señal de alimentación derivada de la señal de necesidad  
en cada caldera, con lo que se mantiene una circulación de  
5 calentamiento en cada caldera proporcional a la generación  
principal de vapor. En la figura 7, la señal de necesidad  
en la caldera A posiciona una válvula de control de  
circulación -107A- del elemento de control final. Análogamente,  
la señal de necesidad en la caldera -B- posiciona la válvula  
10 de control de circulación -107B-. Por medio de generadores  
de función -108A- y -108B- se puede programar cualquier  
relación funcional lineal o no lineal entre la señal de  
necesidad y la circulación de calentamiento en las calderas  
-A- y -B- respectivamente. Por medio de un anillo de control  
15 de realimentación de contrafase se obtiene una adecuada  
distribución de la circulación de calentamiento disponible  
total, con lo que se mantiene una diferencia igual entre la  
circulación de calentamiento real y la circulación de  
calentamiento programada a través de cada caldera. Como se  
20 ilustra, la circulación de calentamiento a través de las  
calderas -A- y -B- es medida por respectivos transmisores  
de circulación -109A- y -109B-. Si bien, con vistas a la  
simplificación, los elementos principales de los transmisores  
de circulación de recalentamiento se representan en la  
25 figura 1 esquemáticamente como orificios, la presente  
invención comprende el empleo de cualquier caída de presión  
que varía en relación funcional con respecto a circulación,  
de modo que para reducir al mínimo la pérdida de presión  
no recuperada, se puede utilizar la caída de presión a través del  
30 recalentador, o un elemento principal como un tubo Venturi

o una tobera medidora de caudal. También se pueden emplear otros medios de medición de circulación conocidos que no sean los del tipo que producen una diferencia de presiones que varían con la circulación. Además, como ya es sabido, 5 la presión y la temperatura del vapor de recalentamiento varía con la circulación de recalentamiento y los transmisores de circulación pueden ser compensados para las dos condiciones por cualesquiera medios adecuados.

La diferencia entre la circulación de recalentamiento real y la circulación de recalentamiento programada 10 a través de cada caldera es determinada por unidades de diferencia -110A- y -110B-. A título de ejemplo, una circulación de recalentamiento real mayor que la circulación de recalentamiento programada se puede considerar que genera 15 una señal de salida positiva procedente de la unidad de diferencia -110A- o -110B- y viceversa. Las señales generadas son transmitidas a una unidad de diferencia -111-. La señal de salida generada en esta última pasa a través de una unidad proporcional e integral -112-, dos unidades proporcionales de actuación inversa y directa -113A- y -113B- y entra 20 en las unidades sumadoras -114A- y -114B- respectivamente. Las señales de salida procedentes de las unidades sumadoras -114A- y -114B- son, así modificadas en direcciones opuestas hacia válvulas -107A- y -107B- en direcciones opuestas para 25 mantener iguales diferencias entre las circulaciones de recalentamiento real y las circulaciones de recalentamiento programado. Es evidente que, si se desea, se puede limitar el grado de reajuste permitido para mantener iguales diferencias.

30 Mediante la apropiada distribución de las circula-

ción de recalentamiento total entre las dos calderas, como se ha explicado, se puede obtener la temperatura de recalentamiento deseada por recirculación de gas como se muestra en la figura 1, suplementada, si es necesario, mediante atemperación de pulverización u otros medios ya conocidos. Sin embargo, en el caso de que la temperatura de recalentamiento de una caldera sobrepase el valor de referencia, la invención comprende incrementar la circulación de recalentamiento en dicha caldera y disminuir simultáneamente la circulación en la otra. Si las temperaturas de recuperación de calor de las dos calderas sobrepasa el valor de referencia, la invención comprende aumentar la circulación de recalentamiento en la caldera que presente un exceso mayor y reducir la circulación de recalentamiento en la otra caldera. Esta acción tiende, así, a mantener iguales en ambas calderas las temperaturas de recuperación de calor en exceso.

Los transmisores de temperatura -115A- y -115B- generan señales que corresponden a las temperaturas de recuperación de calor de las calderas -A- y -B-. Estas señales se comparan en unidades de selección de señal elevada -116A- y -116B- con señales de valor de referencia. Durante el tiempo en que la señal generada en el transmisor -115A-, por ejemplo, es menor que el valor de referencia, la unidad -116A- transmite la señal de valor de referencia a una unidad de diferencia -117-. Sin embargo, cuando la señal correspondiente a la temperatura de recuperación de calor sobrepasa la señal de valor de referencia, la misma es transmitida a la unidad de diferencia -117-. Análogamente, mientras la señal generada por el transmisor -115B- está por debajo del valor de referencia, la señal transmitida

a la unidad de diferencia -117- será la señal de valor de referencia. No obstante, si la señal generada en el transmisor -115B- es mayor que la señal de valor de referencia, la misma será transmitida a la unidad de diferencia -117-. Por lo expuesto, es evidente que la señal de salida procedente de la unidad de diferencia -117- tendrá un valor neutro, tal como cero, en tanto las dos temperaturas de recuperación de calor tengan el valor de referencia o estén por debajo de tal valor. Sin embargo, cuando la temperatura de recuperación de calor de una de las calderas sobrepasa el valor de referencia, la unidad -117- genera una señal en un sentido, mientras que si la temperatura de recuperación de calor de la otra caldera tiene un valor superior al de referencia, la unidad -117- generará una señal en sentido contrario. Si las temperaturas de recuperación de calor de las dos calderas superan al valor de referencia, la unidad -117- generará una señal de salida en un sentido que depende de la caldera que tenga la temperatura de recuperación de calor más elevada y que tendrá un valor correspondiente a la diferencia entre las dos temperaturas de recuperación de calor.

La señal generada en la unidad de diferencia -117- es transmitida a una unidad proporcional de acción directa -118A- y a una unidad proporcional de acción inversa -118B-. Estas unidades sirven, a través de unidades sumadoras -120A- y -120B- para modificar las señales de alimentación para las calderas -A- y -B- en sentidos opuestos, efectuando así un posicionamiento de las válvulas -107A- y -107B- en direcciones opuestas, lo que tiende a mantener las temperaturas de recuperación de calor en ambas calderas por debajo del

valor de referencia y, además, a mantener iguales temperaturas de recuperación de calor en las dos calderas cuando ambas temperaturas están por encima del valor de referencia.

5                   Una variante de la disposición, especialmente aplicable si la absorción del recalentador para características de carga es tal que se emplean raras veces a temperaturas de recalentamiento y las dos calderas son accionadas frecuentemente con circulación de vapor no equilibrada y, por  
10 tanto, temperatura de recalentador desequilibrada, consiste en mantener la capacidad de control de temperatura del recalentador, desviando la circulación de vapor a través de los recalentadores todas las veces que se produzca una diferencia de temperatura en la salida de los dos  
15 recalentadores, tanto si está por encima como por debajo del valor de referencia. Para conseguir esto, como se muestra en la figura 7A, dos grandes subastadores -116A- y -116B- son substituídos por unidades de diferencia -130A- y -130B- que producen un error de temperatura de salida de  
20 recalentador respecto del valor de referencia para comparación en la unidad de diferencia -117-. Siempre que cualquier error de temperatura de salida del recalentador difiera del error comparable respecto a la otra caldera, la circulación de vapor del recalentador será incrementada por medio  
25 del recalentador que tenga la temperatura de salida mayor.

En los dibujos: -A'- indica necesidad de la caldera A; -C- necesidad total de caldera; -B'- necesidad de la caldera B; -D- combustible; -E- aire; -F- agua de alimentación; -G- depresión en el hogar; -H- estación de control de relación  
30 de caldera; -I- al sistema distribuidor de carga. Fig. 3;

-J- valor de referencia; -K- toma de vapor; -L- a chimenea.

La invención, dentro de su esencialidad, puede ser llevada a la práctica en otras formas de realización que difieran sólo en detalle de la indicada únicamente a título de ejemplo, a las cuales alcanzará igualmente la protección que se recaba. Podrá, pues, fabricarse este sistema de control con los medios, componentes y accesorios más adecuados, por quedar todo ello comprendido en el espíritu de las siguientes reivindicaciones.

N O T A

Se reivindica como objeto de la presenta patente de invención:

1.- Sistema de control para un grupo generador eléctrico de dos calderas y turbina única, caracterizado por el hecho de comprender medios que generan una señal de necesidad principal correspondiente a la potencia de caldera total requerida para satisfacer la potencia deseada de dicho grupo generador eléctrico, un controlador de relación sensible a dicha señal de necesidad principal y que comporta medios que generan una primera señal de necesidad principal de caldera para una de dichas calderas, que varía en una relación predeterminada con la magnitud de la citada señal de necesidad principal y medios que generan una segunda señal de necesidad principal de caldera para la otra caldera y que es de magnitud correspondiente con la diferencia entre las magnitudes de dicha señal de necesidad principal y la aludida primera señal de necesidad de caldera.

2.- Sistema de control, según la reivindicación 1, caracterizado por comprender medios para ajustar dicha

predeterminada relación entre las magnitudēs de la citada señal de necesidad principal y la mencionada primera señal de necesidad principal de caldera.

5 3.- Sistema de control, según la reivindicación 2, caracterizado porque comprende, además, unos primeros medios que ajustan dicha predeterminada relación y son sensibles a una condición que limita la potencia de una de las calderas y segundos medios que ajustan la aludida relación predeterminada y responde a una condición que limita la potencia de  
10 la otra caldera.

4.- Sistema de control, según la reivindicación 3, caracterizado porque los primeros y segundos medios de inhibición que limitan la potencia de caldera hasta que dicha condición sobrepasa un primer límite predeterminado  
15 y después de ello ajustan la aludida predeterminada relación como convenga para mantener la mencionada condición de limitación dentro de un segundo predeterminado límite.

5.- Sistema de control, según la reivindicación 3, caracterizado porque los primeros y segundos medios comprenden  
20 medios que generan una señal de magnitud correspondiente a la condición de limitación, y medios que limitan la señal de necesidad principal de caldera a la magnitud de dicha última señal.

6.- Sistema de control, según la reivindicación 5,  
25 caracterizado porque los primeros y segundos medios comprenden medios que generan una señal que corresponde a la diferencia entre la señal de necesidad principal de caldera y la señal de necesidad limitada de caldera, medios que seleccionan la mayor de las últimas citadas señales y medios  
30 que modifican dicha señal de necesidad principal sensible

a dicha última citada señal.

5 7.- Sistema de control, según la reivindicación 6, caracterizado por comprender, además, medios que inicialmente demoran la modificación de dicha señal de necesidad principal para un aumento concreto de tiempo.

10 8.- Sistema de control, aplicable al control de agua de alimentación para un generador de vapor, caracterizado por comprender medios que generan una señal de necesidad de agua de alimentación, medios sensibles a dicha señal y que mantienen el caudal medios de agua de alimentación en proporción con la magnitud de dicha señal de necesidad, un generador de función que responde a la citada señal de necesidad y genera una primera señal que varía en relación funcional con la mencionada señal de  
15 necesidad y corresponde a la temperatura de agua de alimentación prevista, medios que generan una segunda señal correspondiente a la temperatura real de agua de alimentación, una unidad de diferencia que genera una tercera señal proporcional a la diferencia entre dichas  
20 primera y segunda señales y medios que son sensibles a dicha tercera señal y generan una señal de necesidad de agua de alimentación modificada para ajustar de esta manera la circulación de agua de alimentación de acuerdo con la diferencia entre las temperaturas prevista y real de agua  
25 de alimentación.

9.- Sistema de control, según la reivindicación 8, caracterizado porque comprende, además, medios para modificar dicha tercera señal de acuerdo con los ajustes del valor de referencia de temperatura de vapor.

30 10.- Sistema de control, aplicado al control de

combustión para un generador de vapor provisto de medios de suministro de combustible y medios de suministro de aire, caracterizado por comprender, en combinación, medios que establecen una señal de necesidad que corresponde a la potencia de generador deseada, primeros medios que responden a dicha señal de necesidad y mantienen el régimen de suministro de aire en relación funcional con la citada señal de necesidad, segundos medios que responden a la mencionada señal de necesidad y mantienen el suministro de combustible en relación funcional con dicha señal de necesidad, medios que modifican la relación funcional entre la aludida señal de necesidad y el régimen de suministro de aire de acuerdo con el gradiente de la temperatura del vapor y medios que modifican la relación funcional entre la referida señal de necesidad y el régimen de suministro de combustible conforme al tiempo integrante de la diferencia entre la temperatura real de vapor y el valor de referencia de temperatura de vapor.

11.- Sistema de control para un grupo generador eléctrico que comprende una caldera -A- y una caldera -B- que suministran vapor en paralelo a una turbina única, caracterizado por comprender, en combinación, medios que generan una señal de necesidad de la caldera -A-, medios que generan una señal de necesidad de la caldera -B-, medios que responden a la necesidad de la caldera -A- y mantienen el régimen de suministro de combustible a esta caldera en relación funcional con la señal de necesidad de la misma, medios que responden a la señal de necesidad de la caldera -B- y mantienen el régimen de suministro de combustible a tal caldera en relación funcional con la señal de necesidad

de la misma y medios que modifican la relación funcional entre dichas señales de necesidad y los regímenes de suministro de combustible a las calderas -A- y -B- de acuerdo con el tiempo integral de diferencias en la temperatura del vapor en la toma de vapor de la turbina con respecto al valor de referencia.

12.- Sistema de control, según la reivindicación 11, caracterizado por comprender, además, medios que modifican la relación funcional entre la señal de necesidad de la caldera -A- y el régimen de suministro de combustible a esta caldera en un sentido y modifican la relación funcional entre la señal de necesidad de la caldera -B- y el régimen de suministro de combustible a tal caldera en sentido opuesto sensible a la diferencia en las temperaturas de vapor de la caldera -A- y la caldera -B-, con lo cual la temperatura de vapor de la caldera -A- es mantenida en relación deseada con la temperatura de vapor de la caldera -B-.

13.- Sistema de control para un grupo generador eléctrico que comprende una caldera -A- que suministra vapor a la zona de presión elevada de una turbina y vapor de recalentamiento a la parte de baja presión de la turbina y una caldera -B- que suministra vapor a la sección de presión elevada de dicha turbina y vapor de recalentamiento a la sección de baja presión de la expresada turbina en paralelo con la caldera -A-, caracterizado por comprender, en combinación, medios que generan una señal de necesidad de la caldera -A-, medios que generan una señal de necesidad de la caldera -B-, medios que responden a la señal de necesidad de la caldera -B- y varían el caudal medio de

vapor de recalentamiento a través de la caldera -A- en  
relación funcional con cambios en la señal de necesidad  
de esta última caldera y medios que responden a la señal  
de necesidad de la caldera -B- y varían el caudal medio  
5 de vapor de recalentamiento a través de la caldera -B-  
en relación funcional con los cambios en la señal de  
necesidad de dicha última caldera.

14.- Sistema de control, según la reivindicación  
13, caracterizado porque comprende, además, medios que  
10 modifican la relación funcional entre la señal de necesidad  
de la caldera -A- y la circulación de recalentamiento de  
esta última caldera en un sentido y la relación funcional  
entre la señal de necesidad de la caldera -B- y la circula-  
ción de recalentamiento de tal caldera en sentido opuesto,  
15 que comprenden medios que generan una primera señal  
correspondiente a la diferencia entre la circulación de  
recalentamiento de la caldera -A- y la señal de necesidad  
de esta caldera, medios que generan una segunda señal que  
corresponde a la diferencia entre la circulación de recal-  
20 tamiento de la caldera -B- y la señal de necesidad de tal  
caldera, medios que generan una tercera señal correspondiente  
a la diferencia entre dichas primera y segunda señales y  
medios que responden a la citada tercera señal y modifican  
la circulación de recalentamiento de la caldera -A- en un  
25 sentido y la circulación de recalentamiento en la caldera  
-B- en sentido opuesto, con lo que la circulación de reca-  
lentamiento de la caldera -A- es mantenida en descada relación  
funcional con la circulación de recalentamiento en la  
caldera -B-.

30 15.- Sistema de control, según la reivindicación

14, caracterizado porque, además, comprende medios que incrementan la circulación de vapor de recalentamiento de la caldera -A- cuando la temperatura de vapor de recuperación de calor de la caldera -A- sobrepasa el valor de referencia y disminuyen simultáneamente la circulación de vapor de recalentamiento en la caldera -B- y viceversa.

16.- Sistema de control, según la reivindicación -15-, caracterizado por comprender, además, medios que incrementan la circulación de vapor de recalentamiento a través de la caldera que tiene la temperatura de vapor de recalentamiento de recuperación de calor mayor por encima del valor de referencia y disminuyen simultáneamente la circulación de vapor de recalentamiento a través de la otra caldera.

17.- Sistema de control, según la reivindicación 14, caracterizado porque comprende, además, medios que incrementan la circulación de vapor de recalentamiento en la caldera -A- cuando la temperatura de vapor de recuperación de calor en dicha caldera sobrepasa la temperatura de vapor de recuperación de calor en la caldera -B- y disminuye simultáneamente la circulación de vapor de recalentamiento en la caldera -B- y viceversa.

18.- SISTEMA DE CONTROL PARA UN GRUPO GENERADOR ELECTRICO DE DOS CALDERA Y TURBINA UNICA.

Consta la presente memoria descriptiva de treinta y una hojas mecanografiadas, foliadas, numeradas

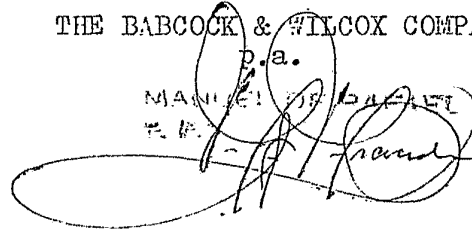
y escritas por una sola cara, acompañada de cuatro  
láminas de dibujos.

Madrid, a 20 SEP. 1974

THE BABCOCK & WILCOX COMPANY

D.S.

MANUEL JOSÉ BUSTOS  
E. P.

A large, stylized handwritten signature in black ink, appearing to read "Manuel José Bustos", is written over the typed name and extends across the company name above.

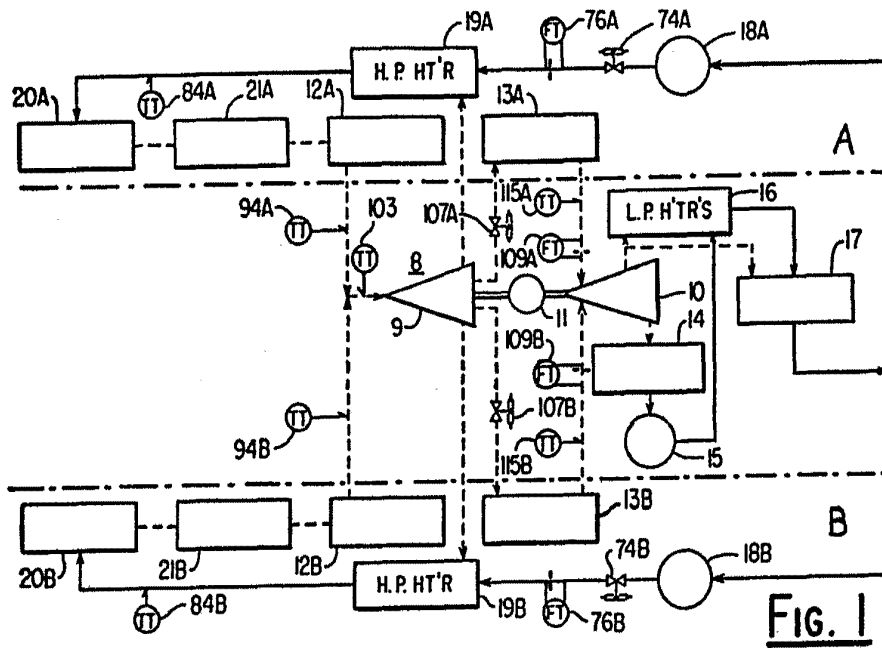


Fig. 1

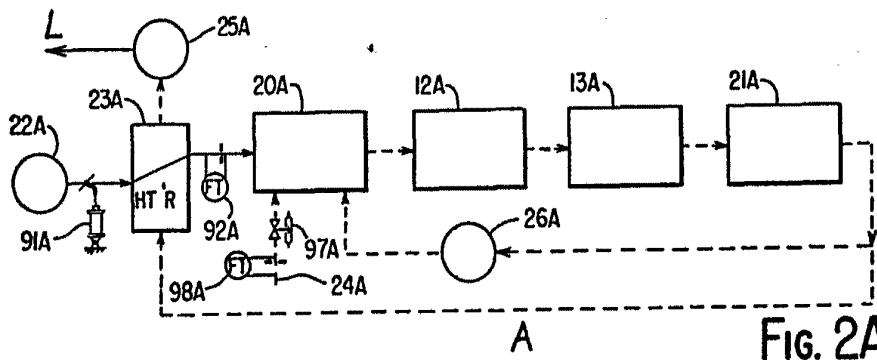


Fig. 2A

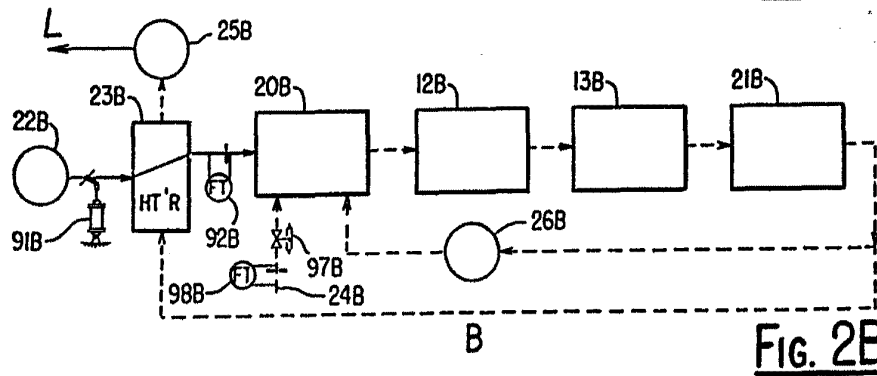


Fig. 2B

Madrid, 28 de Sepbre. de 1974

A handwritten signature, likely of the inventor or a representative, is written in dark ink over the date.



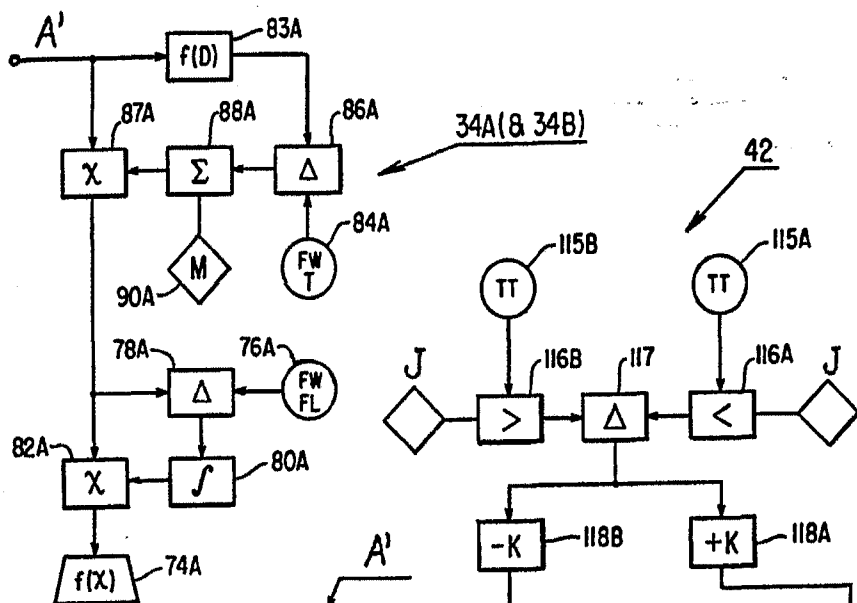


Fig. 5

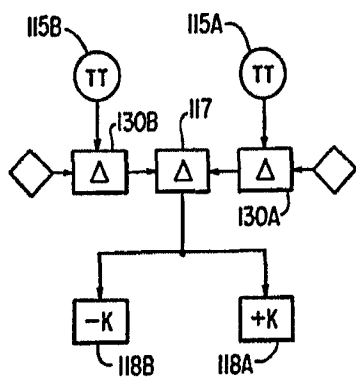
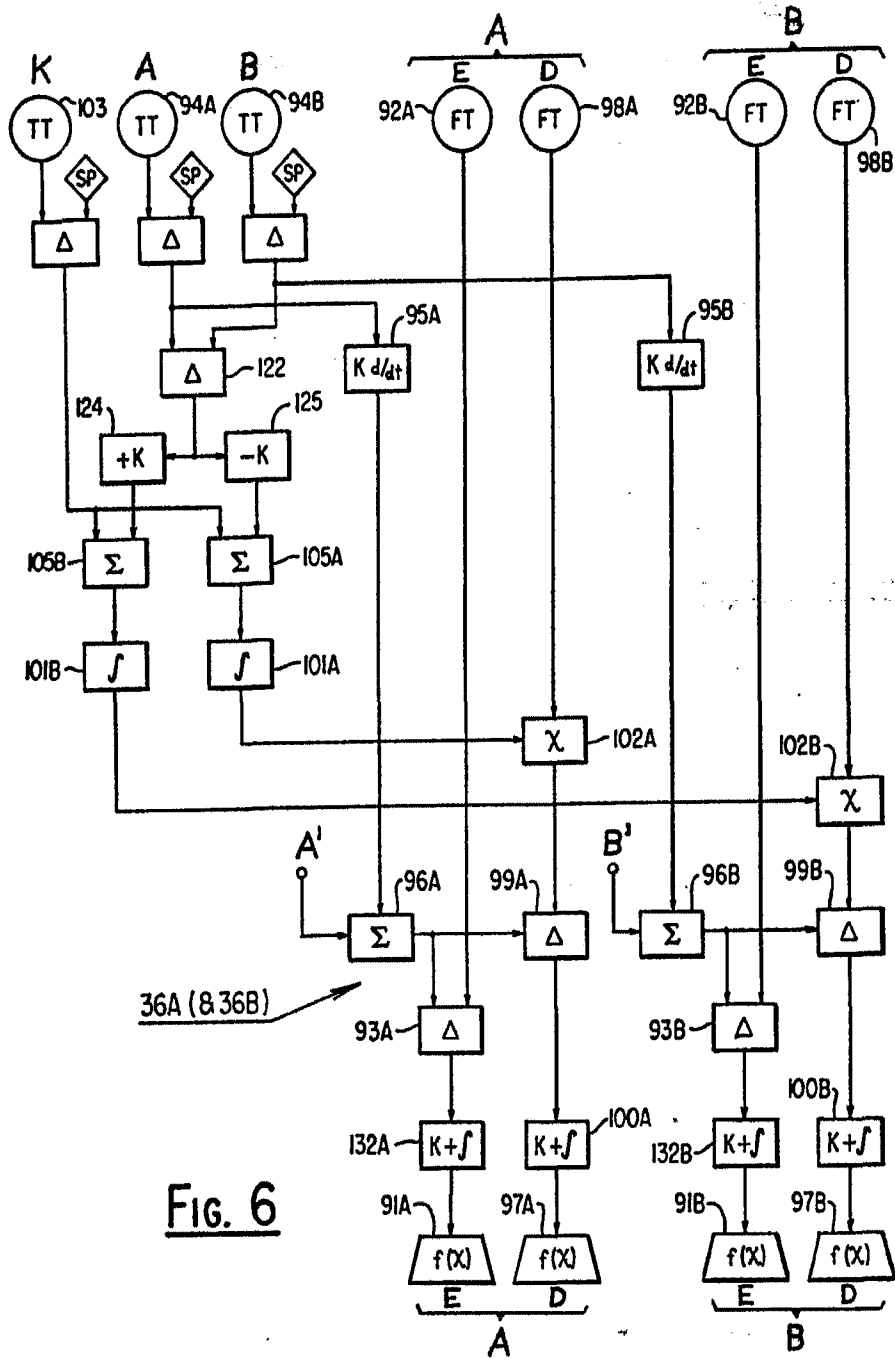


Fig. 7A

FIG. 7

Madrid, de Seppre. de 1974



**FIG. 6**

Madrid, 2<sup>a</sup> de Septiembre de 1974