



325460

Nº 325.460

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

por VEINTE años

cuyo privilegio se solicita para España,
sus territorios y plazas de soberanía, a
favor de:

THE BABCOCK & WILCOX COMPANY

entidad norteamericana, domiciliada en 161
East 42nd Street, New York, U.S.A., relati-
va a:

"PERFECCIONAMIENTOS EN LOS GENERADORES DE
VAPOR".

=====

Inventores: Paul Henry Koch y Rudolf E. Rothemund.

Prioridad: Solicitud de Patente en Estados Unidos
nº 445,334 del 5 abril 1965.



325460

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente invención se refiere, de una manera general, a la construcción y al funcionamiento de una unidad de calentamiento de flúidos con flujo forzado y, más particularmente, a unas mejoras en la construcción y el funcionamiento de una unidad generadora y sobrecalentadora de vapor de un solo paso con circulación forzada. - - - - -

Un propósito general de la presente invención es la provisión de un generador de vapor de un solo paso con circulación forzada y de tamaño comercial susceptible de funcionar sobre el ciclo de doble recalentamiento con temperaturas de vapor de recalentamiento mantenidas a los niveles deseados por medio de la utilización de gas recirculado. - -

Otro propósito más específico de la invención es la provisión de un generador de vapor, del tipo descrito, construido y dispuesto de modo que garantice una óptima distribución de flúido a todos los circuitos o trayectos de flujo de flúido; garantice una óptima relación de velocidad de flúido dentro de los tubos de absorción de calor para la admisión del calor en las paredes de los tubos para efectuar una refrigeración adecuada de las paredes de los tubos a una temperatura segura sin imponer una excesiva caída de presión en el trayecto de flujo del flúido; proporcione un sobrecalentamiento y un recalentamiento del medio de trabajo

325460



- en los grupos de tubos dispuestos en el paso de gas de convección de la unidad; y mantenga las temperaturas finales de vapor de los sobrecalentadores y de los recalentadores a valores predeterminados, con una amplia gama de cargas, por
- 5. medio de un sistema que comprende superficies de control, sobrecalentadoras y recalentadoras de los gases recirculados proporcionadas y dispuestas entre sí y respecto a los restantes circuitos de flujo de modo que se obtengan ventajas de las características de funcionamiento de control de gas
 - 10. recirculado y de los recalentadores de alta y de baja presión. - - - - -

- Se define como "gas recirculado" el sistema por el cual se introduce, en el horno, gas procedente de la caldera, el economizador o la salida del calentador de aire, por medio
- 15. de un ventilador o impulsor y conductos apropiados. Por razones de claridad, el gas recirculado introducido en la parte inferior del horno se denominará "recirculación de gas", y el gas recirculado introducido en la parte superior del horno se denominará "atemperado de gas". Además, la expresión "intervalo de cargas" tal como se utiliza a continuación quiere indicar el intervalo de cargas en el cual se mantienen substancialmente constantes, a valores predeterminados u óptimos, las temperaturas finales del vapor de agua de los recalentadores y/o sobrecalentadores; y la expresión
 - 20. "carga de control" quiere indicar la carga mínima a la que se mantienen las temperaturas finales del vapor de los
 - 25. recalentadores y/o sobrecalentadores. - - - - -

La función básica del gas recirculado es proporcionar



325460

- un medio para alterar el régimen de absorción de calor dentro de un generador de vapor. El gas recirculado tiene la ventaja especial de proporcionar un medio de ajuste de la absorción de calor, que puede utilizarse tanto como un factor de proyecto en la disposición inicial de las superficies como un método de controlar el régimen de absorción de calor, bajo condiciones de funcionamiento variables. Una importante característica del gas recirculado es que su utilización cambia sólo el régimen de entrada de calor a través
5. de una caldera y tiene un efecto negligible sobre la absorción de calor total de la caldera, el gas que sobrecarga el depósito y el rendimiento de la caldera. Una característica importante de la recirculación de gas es que es capaz de producir una notable reducción de la absorción del horno
 10. mientras aumenta la absorción de la sección o parte de convección, teniendo lugar el mayor aumento de la sección de convección en el extremo frío de la unidad. - - - - -
 - 15.

Es además la característica de la mayor parte de las unidades de recalentamiento doble que el recalentador de alta presión requiere un porcentaje progresivamente mayor de la absorción total de calor de la unidad a medida que disminuye la carga, mientras que el recalentador de baja presión requiere un aumento porcentual mucho menor o pequeño o no precisa aumento. - - - - -

25. Según la invención, coordinando las características usuales de los sistemas de gas recirculado y de recalentamiento doble, y proporcionando y disponiendo especialmente

325460



- los recalentadores, las temperaturas de vapor finales o de salida de los recalentadores de alta y de baja presión se mantienen a valores predeterminados con una amplia gama de cargas. Así la unidad de calentamiento de fluido es del tipo
5. de un solo paso con circulación forzada y está asociada a una instalación motriz que comprende una primera turbina de vapor de alta presión de expansión, una segunda turbina de recalentamiento de alta presión de expansión, y una tercera turbina de recalentamiento de baja presión de expansión.
 10. La invención proporciona un generador de vapor del tipo descrito que comprende una cámara de hornos en la cual se generan gases de calentamiento a alta temperatura y un paso de gas de convección conectado, para el flujo de gases procedentes de la cámara de hornos, con un sobrecalentador,
 15. una primera sección o sección de alta temperatura de un recalentador de alta presión, un recalentador de baja presión, superficie primaria de intercambio de calor de fluido, y una segunda sección o sección de baja temperatura del recalentador de alta presión dispuesta en el paso de gas de convección
 20. y dispuesta para ser atravesada por los gases de calentamiento en el orden indicado. Es característico de los recalentadores de la invención que, cuando la carga se reduce respecto a la plena carga, el porcentaje de absorción total de calor de la unidad requerido por el recalentador de alta presión aumenta considerablemente en comparación al porcentaje requerido por el recalentador de baja presión, a fin
 25. de mantener las temperaturas de vapor de recalentamiento a alta y a baja presión a sus valores deseados. Se toman medidas para conectar la segunda sección del recalentador de al-

325460



1965

ta presión para el flujo en serie de fluido hacia la primera sección del recalentador de alta presión, estando proporcionadas y dispuestas las secciones recalentadoras de alta presión primera y segunda de modo que la segunda sección absorba una parte substancial del calor total absorbido por el recalentador de alta presión. Se provee un sistema de gas recirculado para controlar las temperaturas del vapor de recalentamiento y la temperatura del gas de escape de los hornos, y está construido y dispuesto para conducir gases de calentamiento desde una posición corriente abajo de la sección de baja temperatura del recalentador de alta presión hacia el horno para mezclarse con los gases de calentamiento acabados de generar. - - - - -

Las distintas características de novedad que presenta esta invención se exponen con particularidad en las reivindicaciones anexas y forman parte de esta memoria. Para una mejor comprensión de la invención, sus ventajas de funcionamiento y sus propósitos específicos alcanzados con su uso, se hará referencia a los planos anexos y al resto de la presente descripción en los que se ilustra y describe una realización preferida de la invención. - - - - -

En los planos: - - - - -

La fig. 1 es un alzado en sección de un generador de vapor de flujo forzado de un solo paso que realiza la invención; - - - - -

La fig. 2 es una sección parcial tomada a lo largo de la línea 2-2 de la fig. 1; - - - - -

325460



La fig. 3 es una sección tomada a lo largo de la línea 3-3 de la fig. 1; - - - - -

5. La fig. 4 ilustra las necesidades de recirculación de gas y de atemperado de gas, en porcentaje del peso de gas recirculado máximo, para mantener las temperaturas del vapor de recalentamiento a sus valores deseados cuando varía la carga; - - - - -

10. La fig. 5 ilustra la variación en porcentaje de absorción total de calor de la unidad por el horno, el recalentador de alta presión y el recalentador de baja presión con carga variable y tanto con control de gas recirculado como sin control de este gas; - - - - -

15. La fig. 6 ilustra las temperaturas de vapor finales del sobrecalentador y del recalentador con carga variable con control de gas recirculado; y - - - - -

La fig. 7 ilustra el efecto, a una carga particular, de la recirculación de gas y del atemperado de gas sobre la absorción de calor de los recalentadores de alta y de baja presión. - - - - -

20. En dichas figuras 4, 5, 6 y 7, A indica el porcentaje de peso de gas recirculado máximo; B el porcentaje de carga; C el flujo a los pasos inferiores; D la suma de flujo de gas recirculado a los pasos superiores e inferiores; E el flujo a los pasos superiores; F el porcentaje de absorción total; H indica la variación con recirculación; I indica la variación sin recirculación; J la variación de absorción del

25.



325460

- horno; K la variación de absorción del recalentador de alta presión; L la variación de absorción del recalentador de baja presión; M la temperatura del vapor; Q la variación de temperatura a la salida del recalentador de baja presión;
5. P la variación de temperatura a la salida del sobrecalentador secundario; Q la variación de temperatura a la salida del recalentador de alta presión; R el porcentaje de cambio de la absorción de calor; S el porcentaje de recirculación de gas o de atemperado de gas; I la variación del cambio de absorción de la sección 32 del recalentador de alta presión;
10. U la variación del cambio de absorción del recalentador de baja presión y V la variación del cambio de absorción de la sección 29 del recalentador de alta presión. - - - - -

- En los planos se ha ilustrado la invención como realizada en una unidad generadora de vapor de un solo paso soportada por la parte superior y destinada a ser utilizada como estación central. La unidad particular ilustrada está proyectada para quemar hulla con una producción de vapor continua máxima de 3,840,000 libras de vapor por hora (aproximadamente, 1,743,000kg/h) a una presión de 3,600 psig (aproximadamente, 253 kg/cm²) y a una temperatura total de 1.000^oF (aproximadamente, 537^oC) a la salida del sobrecalentador;
15. una producción de vapor continua máxima de 3,195,000 libras de vapor por hora (aproximadamente, 1,430.000 kg/h) a una presión de 970 psig (aproximadamente, 682 kg/cm²) y una temperatura total de 1,025^oF (aproximadamente, 551^oC) a la salida del recalentador de alta presión; y una producción de vapor continua máxima de 2,673,000 libras de vapor por hora
- 20.
- 25.

325460



(aproximadamente, 1,214,000 kg/h) a una presión de 322 psig (aproximadamente, 226 kg/cm²) y a una temperatura total de 1.050°F (aproximadamente, 564°C) a la salida del recalentador de baja presión. - - - - -

10.)5. Las partes principales de la unidad ilustrada comprenden una cámara vertical 10 de hogares u hornos, de sección transversal horizontal substancialmente rectangular definida por una pared delantera 11, una pared posterior 13, paredes laterales 14, un techo 16 y un piso 17 y que tiene una salida de gas 18 en su extremo superior que se abre a un paso de gas 19 que se extiende horizontalmente, de sección transversal vertical rectangular formado por un piso 21 y prolongaciones del techo 16 y de las paredes laterales 14 del horno. El paso de gas 19 comunica por su extremo posterior con el extremo superior de un paso de gas vertical 22 de sección transversal horizontal rectangular formado por una pared delantera 23, una pared posterior 24, paredes laterales 26 y una prolongación del techo del paso de gas 19. - - - - -

20. La sección de quemado del combustible comprende hornos u hogares 27 de tipo ciclón que se extienden horizontalmente y que pueden funcionar independientemente, de volumen y de área superficial relativamente pequeños, dispuestos en las paredes opuestas 11 y 13 en la parte inferior de la cámara 10 de hornos. Se suministra aire precalentado a los hornos de ciclón por medio de un ventilador de tiro forzado, no ilustrado, que descarga aire bajo presión a través de un calentador de aire, no ilustrado, y un conducto 15 hacia u-

25.



325460

na caja de vientos 20 que se extiende verticalmente y que comprende los hornos de ciclón y la parte inferior de las paredes del horno 10. Cada horno de ciclón está dispuesto para quemar combustible sólido con altos regímenes de liberación de calor y descarga independientemente productos de combustión gaseosos a altas temperaturas y los residuos de ceniza separados como escoria derretida en la parte inferior de la cámara 10. El piso 17 presenta aberturas apropiadas, no ilustradas, para la descarga de la escoria derretida a un tanque de escorias, no ilustrado. - - - - -

El paso de gas 19 está ocupado por un sobrecalentador secundario 28, una sección recalentadora de alta presión 29, un recalentador de baja presión 31 y una superficie primaria de calentamiento de fluido 89 dispuestos en serie con respecto al flujo de gas; mientras que el paso de gas 22 está provisto, en la dirección del flujo de gas, de una sección recalentadora de alta presión 32, un sobrecalentador primario 33 y un economizador 34. - - - - -

Durante el funcionamiento normal de la unidad calentadora de fluido, se suministra, a los hornos de ciclón, aire de combustión y un combustible triturado relativamente grueso desde fuentes controlables independientemente, y el combustible se quema en los hornos de ciclón con altos regímenes de liberación de calor, suficientes para mantener una temperatura media normal en aquéllos por encima de la temperatura de la fusión de las cenizas de combustible. Las cenizas se separan como una escoria derretida que fluye hacia la parte inferior de la cámara 10 y se descarga hacia el tan

325460



que de escoria, mientras que los gases con una cantidad relativamente pequeña de partículas de escoria en suspensión se descargan en la parte inferior de la cámara 10. Los gases de calentamiento fluyen entonces hacia arriba a través

5. de la cámara 10 hacia la salida 18 del paso 19 de gas, luego pasan sucesivamente por y entre los tubos del sobrecalentador secundario 28, el recalentador 29, el recalentador 31 y la superficie primaria 89 del paso 19 de gases y por y entre los tubos del recalentador 32, el sobrecalentador primario 33 y el economizador 34 del paso de gas 22, y luego se

10. descargan a otro separador de calor no ilustrado, antes de fluir hacia el conducto de escape. Se comprenderá que, según la práctica bien conocida, cada una de las secciones sobrecalentadora y recalentadora se extiende a través de todo

15. el ancho de su paso de gas correspondiente y está configurada para el flujo en serie del vapor por tubos curvados múltiples. - - - - -

El agua de alimentación a alta presión se suministra por medio de una bomba de alimentación, no ilustrada, al

20. calentador 25 de entrada del economizador, pasa entonces a través del economizador 34 hacia el calentador de salida 30 del cual fluye a través de un conducto descendente 35 hacia los circuitos de calentamiento del fluido de los hornos de ciclón. Cada horno de ciclón tiene paredes límite forradas o

25. formadas por paneles de tubos contruídos y dispuestos de una manera similar a la descrita en la patente norteamericana nº 3,081,748. El fluido a alta presión procedente del conducto descendente 35 fluye en paralelo hacia los calentadores 40 de alimentación de los hornos de ciclón a través de

325460



tubos de alimentación 45, pasando, cada una de las corrientes de flujo paralelas, a través de tubos de paredes circunferenciales del horno de ciclón correspondiente hacia un calentador de descarga 50. Las corrientes de fluido que se descargan de los calentadores 50 son colectadas en un conducto 36 para fluir hacia el circuito de calentamiento de fluido de la cámara 10 de hornos. - - - - -

Cada una de las paredes límite verticales de la cámara 10 está forrada por tubos paralelos que se extienden hacia arriba dispuestos de modo que proporcionen tres pasos de fluido. Así la pared delantera 11 comprende primeros tubos de flujo hacia arriba 37A, segundos tubos de flujo hacia arriba 37B dispuestos en los espacios de entre los primeros tubos de flujo hacia arriba 37A, y unos terceros tubos de flujo hacia arriba 37C. La pared posterior 13 comprende primeros tubos de flujo hacia arriba 38A, segundos tubos de flujo hacia arriba 38B situados en los espacios de entre los tubos 38A, y terceros tubos de flujo hacia arriba 38C que forman una pantalla que se extiende a través del paso 19 de gas. Cada pared lateral 14 tiene primeros tubos de flujo hacia arriba 39A, segundos tubos de flujo hacia arriba 39B situados en los espacios de entre los tubos 39A, y terceros tubos de flujo hacia arriba 39C. Los tubos 38A, 38B de la pared posterior tienen sus partes superiores dobladas hacia adentro y hacia arriba y luego hacia atrás y hacia arriba para formar un arco puntiagudo 41. El piso 17 está forrado por una hilera de tubos 42 que se extienden entre un calentador de entrada 43 y un calentador de salida 44, estando

325460



5. dispuesto el calentador 43 para alimentar flúido procedente del conducto 36 y estando conectado el calentador 44 por un conducto 46 para la descarga de flúido a un calentador en forma de anillo 47 que se extiende alrededor y fuera del extremo inferior de la cámara 10 y que está adaptado para alimentar flúido a los primeros tubos de flujo hacia arriba 37A, 38A y 39A de la cámara 10. - - - - -

10. Los primeros tubos de flujo hacia arriba de las paredes delantera, posterior y laterales del horno 10 tienen sus extremos de salida conectados a un calentador en forma de anillo 49 que se extiende alrededor y fuera del horno 10 a nivel, aproximadamente, del arco puntiagudo 41. El flúido que pasa a través de los primeros tubos de flujo hacia arriba 37A, 38A y 39A es colectado en el calentador 49 y entonces se hace pasar a través de un conducto 51 hacia un calentador en forma de anillo 52 dispuesto alrededor y fuera del horno 10 alrededor del nivel del piso 17 y dispuesto para alimentar flúido a los segundos tubos de flujo hacia arriba 37B, 38B y 39B. Los segundos tubos de flujo hacia arriba de las paredes delantera, posterior y laterales del horno 10 se extienden desde el piso 17 a aproximadamente el nivel del arco puntiagudo 41 y tienen sus extremos superiores conectados respectivamente, a calentadores 53, 54 y 56. - - - - -

25. Los terceros tubos de flujo hacia arriba 37C, 38C y 39C se extienden desde el nivel del arco puntiagudo 41 hacia la parte superior del horno, extendiéndose los tubos 37C entre los calentadores de entrada y de salida 57 y 58, los tubos

325460



- 38C entre los calentadores de entrada y de salida 59 y 61, y los tubos 39C entre los calentadores de entrada y de salida 62 y 63, estando conectados los calentadores 57, 59 y 62, respectivamente, para la alimentación de fluido a partir de los calentadores 53, 54 y 56. Los calentadores de salida 58, 61 y 63 están conectados para el flujo de fluido a un calentador 66 que está dispuesto para distribuir el fluido a los tubos 67 que forman el techo del horno 10 y los pasos de gas 19 y 22 y que tienen sus extremos de descarga conectados a un calentador 68. Del calentador 68 el fluido fluye a través de un conducto 69 para la distribución a los tubos de las paredes límites de los pasos de gas 19 y 22. -

- Cada una de las paredes límite verticales de los pasos de gas 19 y 22 comprenden tubos paralelos verticales, una pared delantera 23 que tiene tubos 71 que se extienden entre los calentadores de entrada y de salida 72 y 73, una pared posterior 24 que tiene tubos 74 que se extienden entre los calentadores de entrada y de salida 76 y 77, teniendo, cada una de las paredes laterales 26 tubos 78 que se extienden entre los calentadores de entrada y de salida 79 y 81, y teniendo, cada una de las paredes laterales del paso de gas 19, tubos 82 que se extienden entre los calentadores de entrada y de salida 83 y 84. El piso 21 está forrado por una hilera de tubos 86 que tienen sus extremos de entrada conectados a los calentadores 87 y sus extremos de salida a los calentadores 73, estando conectados los calentadores 73 para el flujo de fluido hacia calentadores 88 por medio de tubos 89. Los calentadores 72, 76, 79, 83 y 87 están conecta-

325460



- dos para la alimentación en paralelo de fluido a partir del conducto 69, mientras que los calentadores 77, 81, 84 y 88 están dispuestos para descargar a un calentador colector común 91 desde el cual el fluido pasa al sobrecalentador primario 33 a través de un conducto 92. Desde el sobrecalentador primario 33 el vapor parcialmente sobrecalentado pasa a través del conducto 95 y 98 al sobrecalentador secundario 28 dentro del cual el vapor recibe su sobrecalentamiento final antes de pasar a una turbina de alta presión 99, a través de un conducto 101. La sección recalentadora de alta presión 32 está conectada por un conducto 102 para el flujo de vapor desde la turbina 99 por un conducto 103 y para el flujo de vapor hacia la sección recalentadora de alta presión 29. Así, vapor parcialmente expandido procedente de la turbina 99 pasa sucesivamente a través del recalentador 32 y del recalentador 29, del cual pasa a través de un conducto 104 a una turbina 106 para otra expansión. De la turbina 106 el vapor pasa a través de un conducto 107 hacia un recalentador de baja presión 31 dentro del cual el vapor recibe su recalentamiento final antes de pasar a través de un conducto 108 hacia una turbina 109 para la expansión final. - -

Así durante el funcionamiento, el fluido a alta presión alimentado por la bomba de alimentación pasa a través del economizador 34; luego fluye en paralelo a través de los circuitos de calentamiento del fluido de los hornos de ciclón 27; luego pasa a través de los tubos 42 del piso; luego fluye hacia arriba en paralelo a través de los primeros tubos de flujo hacia arriba 37A, 38A y 39A de absorción del

325460



- calor radiante de las paredes delantera, posterior y laterales del horno, hacia el calentador colector 49; luego pasa en flujo hacia arriba paralelo a través de los segundos tubos de flujo hacia arriba 37B, 38B y 39B del horno; luego en paralelo a través de los terceros tubos de flujo hacia arriba 37C, 38C y 39C; luego a través de los tubos 67 que forman el techo del horno 10 y los pasos de gas 19 y 22; luego en flujo hacia arriba en paralelo a través de los tubos de absorción del calor de convección de las paredes límites verticales del paso de gas 22 y los límites laterales e inferiores del paso de gas 19; luego pasa sucesivamente a través del sobrecalentador primario 33 y del sobrecalentador secundario 28 hacia la turbina de alta presión 99. El vapor parcialmente expandido pasa sucesivamente de la turbina 99 a través de las secciones recalentadoras 32 y 29 hacia y a través de la turbina de presión intermedia 106, luego fluye a través del recalentador 31 hacia la turbina de baja presión 109 en la cual tiene lugar la expansión final. - - - - -
- 5.
- 10.
- 15.
20. Según la invención, las superficies recalentadoras están proporcionadas y dispuestas especialmente para proveer, junto con el control del gas recirculado, temperaturas de vapor finales del recalentador de alta y de baja presión substancialmente constante con una amplia gama de cargas.
25. Con referencia a la fig. 1, todas las superficies sobrecalentadoras y recalentadoras están situadas en los pasos de gases de convección de la unidad sin ninguna de las superficies expuesta a la radiación de la zona de quemado del

325460



- horno. El recalentador de baja presión 31 está situado bien corriente arriba del gas respecto a la sección de baja temperatura 32 del recalentador de alta presión y junto a y corriente abajo del gas de la sección de alta temperatura 29
5. del recalentador de alta presión, con la superficie primaria de calentamiento de fluido en forma de tubos 89 y tubos de pared 78 dispuestos entre la sección recalentadora de alta presión 32 y el recalentador de baja presión 31. La sección recalentadora 32 constituye una parte importante de la
10. superficie de calentamiento total del recalentador de alta presión y absorbe una parte predominante del calor total absorbido por el recalentador de alta presión. A título de ejemplo y no de limitación, el recalentador de baja presión tiene una superficie de calentamiento total de 51,670 pies
15. cuadrados (aproximadamente, 4,800 m²) y el recalentador de alta presión tiene una superficie de calentamiento total de 69,230 pies cuadrados (aproximadamente, 6,400 m²), con 38,460 pies cuadrados (aproximadamente, 3,600 m²) en la superficie recalentada 32 y 30,770 pies cuadrados (aproximadamente 2,800 m²) en la superficie recalentadora 29. - - - -
- 20.

El sistema de gas recirculado comprende un ventilador 111 de gas, que tiene su lado de aspiración conectado por un conducto 112 al extremo de descarga del paso 22 de gas y su lado de descarga conectado por un conducto 113 a una cámara de distribución 114 de gas recirculado, formada por una envolvente metálica 116 distanciada y que rodea las paredes límite verticales de la cámara 10 de hornos. Un registro 115 regula el flujo de gases a través del conducto 113,

25.

325460



mientras que la cámara 114 está provista de juegos superior e inferior de registros 117 y 118, respectivamente, para el control del flujo de los gases hacia los pasos 119 superiores de atemperado de gas y los pasos inferiores 121 de gas recirculado. Los pasos 119 y 121 están formados en las paredes 11 y 13 y están dispuestos para la distribución uniforme de gases recirculados a través del ancho del horno, estando situados los pasos 119 precisamente debajo del arco puntiagudo 41 y estando situados los pasos 121 junto a y por encima de los hornos de ciclón superiores 27. - - - - -

Durante el funcionamiento el ventilador o impulsor 111 de gas extrae gas del paso de gas 22 y a plena carga lo inyecta a través de los pasos 119 en la parte superior de la cámara de horno 10 para atemperar la temperatura de los gases que entran en el paso 19 de gas de convección para evitar la escocificación y reducir las temperaturas de los metales en el sobrecalentador y en los recalentadores a fin de proveer contra la corrosión del metal a alta temperatura. Introduciendo gas de atemperado en el horno cerca de la salida se reducirá la temperatura de los gases mientras que sólo se afectará ligeramente la absorción del horno o la absorción total del paso de convección. Así se utiliza atemperado de gas para reducir las temperaturas del gas de salida del horno a un nivel satisfactorio y para alimentar y distribuir el calor requerido a las superficies del calentamiento de fluido del paso de convección por medio de un mayor peso de gas y una inferior temperatura de gas. El efecto del atemperado de gas sobre las superficies de calentamiento

325460

5 APR 1945



to de fluido en los pasos 19 y 22 de gas de convección es tal que el aumento más grande de la absorción de calor tiene lugar en el extremo frío, es decir, la zona economizadora, disminuyendo progresivamente la absorción de calor en

5. la dirección de la salida del horno. Si bien el método de aplicar atemperado de gas para el control de la temperatura de gas y de absorción de calor puede variar con el tipo de unidad, el proceso usual es recircular una cantidad fija de gas de atemperado a plena carga y luego disminuir la cantidad a cargas inferiores. Esta característica de atemperado de gas se ilustra en la figura 4. - - - - -

10.

La recirculación de gas en el horno por los pasos 121 produce una notable reducción de la absorción del horno y aumenta la absorción por la superficie de calentamiento del

15. fluido en los pasos de gas 19 y 22. La absorción de calor total de la unidad permanece esencialmente invariada. El efecto de la recirculación de gas sobre la superficie de calentamiento de fluido en los pasos de gas 19 y 22 sigue al régimen del atemperado del gas, siendo el incremento de absorción del calor más grande en el extremo frío, es decir,

20. la zona economizadora, y disminuyendo progresivamente la absorción de calor en la dirección de salida del horno. Como se ilustra en la fig. 4, la recirculación de gases a través de los pasos 121 en la parte inferior del horno aumenta desde un mínimo a plena carga a un máximo a la carga de control

25. para regular las temperaturas del vapor de los recalentadores de alta y de baja presión. La curva de la fig. 4 que ilustra el total de flujo de gas recirculado a los pasos supe-

325460



rior e inferior 119 y 121 tienen la misma característica que la ilustrada para la circulación de gas. - - - - -

Así a medida que la carga disminuye desde la plena carga a la carga de control, disminuye el flujo de atemperado de gas, aumenta el flujo de recirculación de gas y aumenta el flujo de gas recirculado total y, como se ilustra en la fig. 6, las temperaturas del vapor finales de los recalentadores de alta y de baja presión se mantienen a valores substancialmente constantes por toda la gama de cargas. Se mantiene un flujo mínimo a través de los pasos 119 y 121 para evitar el reflujo o resoplado de los gases procedentes del horno. - -

Las curvas en línea continua de la fig. 5 ilustran la variación de la absorción de calor sin control de gas recirculado, en función del porcentaje de absorción de calor total de la unidad, del horno, de los recalentadores de alta y de baja presión cuando varía la carga; mientras que las curvas en líneas discontinuas ilustran la absorción del calor de dichos elementos con control de gas recirculado. Sin control de gas recirculado y con carga decreciente, el porcentaje del calor absorbido por el horno aumenta rápidamente a un régimen relativamente brusco, el porcentaje de calor absorbido por el recalentador de alta presión disminuye gradualmente y el porcentaje de calor absorbido por el recalentador de baja presión disminuye gradualmente. - - - - -

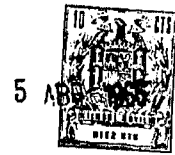
Como se ilustra por medio de las curvas en líneas discontinuas de la fig. 5, las necesidades de la unidad generadora de vapor de la invención son tales que con carga decre-

325460



- ciente el porcentaje de calor absorbido por el horno, en función de la absorción total de calor de la unidad, debería disminuir ligeramente para proporcionar el necesario calor para controlar las temperaturas del vapor de recalentamiento de alta y de baja presión; el porcentaje absorbido por el recalentador de alta presión debería aumentar gradualmente para mantener su temperatura de vapor de escape substancialmente constante en la gama de cargas; y el porcentaje de calor absorbido por el recalentador de baja presión debería
5. quedar substancialmente constante o disminuir ligeramente para mantener su temperatura final de vapor substancialmente constante por toda la gama de cargas. Estas necesidades se cubren proveyendo gas recirculado de la manera descrita anteriormente y proporcionando y disponiendo las superficies
 10. de calentamiento del fluido del paso de gas de convección como se ha indicado anteriormente. Dado que el paso de gas de convección está provisto de un circuito de calentamiento de fluido que comprende un recalentador de alta presión dividido de modo que una parte substancial de su superficie esté corriente abajo del recalentador de baja presión y el resto de su superficie corriente arriba del recalentador de baja presión, y dado que el control del gas recirculado a cualquier carga dada de la gama de cargas provoca un aumento mayor de la absorción de calor, en función de la absorción
 15. total de calor de la unidad, en dirección del flujo de gas en el paso de gas de convección de modo que el incremento de absorción de calor por la sección recalentadora 32 de alta presión es mayor que la del recalentador de baja presión 31
 - 20.
 - 25.

325460



y el aumento por el recalentador 31 es mayor que el de la sección recalentadora 29 de alta presión, las temperaturas finales del vapor de los recalentadores de alta y baja presión pueden mantenerse substancialmente constantes por toda la gama de cargas. La figura 6 ilustra que las temperaturas finales del vapor de los recalentadores son mantenidas de esta forma por toda la gama de cargas con el control de gas recirculado. - - - - -

La figura 7 ilustra el cambio en porcentaje de absorción de calor con relación a la absorción total de calor de la unidad a una carga predeterminada, tal como 2/3 de la plena carga, que puede alcanzarse en el recalentador de baja presión y en las secciones de baja y alta temperatura del recalentador de alta presión por la utilización de los sistemas de recirculación de gas y de atemperado de gas. Las curvas en línea continua representan el cambio de absorción de calor producido por la recirculación de gas, mientras que las curvas en líneas discontinuas representan el cambio de la absorción de calor producido por el atemperado de gas. Cuando aumenta la recirculación de gas, el cambio de absorción de calor en el recalentador 31 de baja presión es substancialmente mayor que el producido en la sección recalentadora 29 de alta presión y substancialmente menor que el producido en la sección recalentadora 32 de alta presión, aumentando en general la absorción de calor en los recalentadores de alta y baja presión a medida que aumenta el porcentaje de recirculación de gas excepto que hay una ligera disminución de absorción de calor en el extremo de la curva de

325460



- absorción para la sección recalentadora 29 de alta presión. Estas curvas demuestran que el control de recirculación de gas es de eficacia creciente en posiciones más corriente abajo en la corriente de gas de combustión. En contraste con
5. el efecto de control obtenido con la recirculación de gases, la fig. 7 ilustra que cuando el porcentaje de atemperado de gases se aumenta hay una disminución substancial de la absorción de calor de la sección recalentadora 29 de alta presión, al tiempo que hay un aumento en la absorción de calor del recalentador de baja presión 31 y un aumento en la absorción
 10. de calor de la sección recalentadora de alta presión 32, siendo el cambio en la absorción de calor en la sección recalentadora 32 substancialmente mayor que el del recalentador de baja presión 31. Debido a las diferencias en los efectos de control sobre el recalentador de baja presión y sobre las
 15. dos secciones del recalentador de alta presión obtenidas por la recirculación de gas y por el control de atemperado de gas, las temperaturas de vapor finales de los recalentadores de alta y de baja presión pueden regularse por ajuste de la
 20. cantidad de gas de atemperado introducido a través de los pasos 119 en el horno y la cantidad de gases introducidos en el horno a través de los pasos 121. - - - - -

El sistema de control para la combinación quemador-turbina de vapor es del tipo conocido comúnmente como "de Caldera seguidora" ("boiler-following"). Con este tipo, un cambio

25. de la carga eléctrica deseada produce un cambio en la posición de las válvulas de admisión de la turbina de alta presión 99. Este cambio de la posición de las válvulas produce

325460



- un cambio en la presión de vapor y en el flujo de vapor en las válvulas de admisión de la turbina que se mide por medio de un dispositivo 122 detector de presión y de flujo. El dispositivo 122 envía una señal combinada a un control principal 123 del generador de vapor que indica un cambio de la carga eléctrica. El control principal 123 del generador de vapor envía una señal a las fuentes de combustible y de aire de combustión (no ilustradas) y a la bomba alimentadora de agua (no ilustrada), que regula los regímenes de combustión y de bombeo para adoptarlos al cambio de la carga eléctrica. Un dispositivo 124 detector de la temperatura del vapor envía una señal al control principal 123 que indica cualquier desviación respecto a la temperatura del vapor sobrecalentado deseada. El control principal utiliza esta desviación de temperatura para modificar su señal hacia las fuentes de combustible y de aire de combustión. - - - - -
- 5.
 - 10.
 - 15.

- El sistema de recirculación de gas de combustión para el control de la temperatura del vapor de recalentamiento de alta y de baja presión se ha descrito anteriormente. La regulación del sistema se inicia por medio de un dispositivo detector 126 del flujo de agua de alimentación que envía una señal al control 127, del registro de descarga del ventilador de gas. Dado que la posición del registro 115 de la descarga del ventilador determina la cantidad total de flujo de gas recirculado, es evidente que este flujo total está relacionado con la carga del generador de vapor como se representa por flujo de agua de alimentación. En este sistema particular, el flujo de gas recirculado total aumenta
- 20.
 - 25.

325460



- con la disminución del flujo de agua de alimentación, previéndose la modificación del flujo de gas recirculado total a cualquier carga dada para cambiar la absorción de calor total de los recalentadores de alta y de baja presión. El
5. flujo de gas total recirculado que deja el ventilador 111 se distribuye hacia los pasos superior e inferior 119 y 121 del horno por control de los registros 117 y 118, respectivamente. Estos registros están articulados entre sí de tal modo que cuando los registros superiores 117 están cerrados,
 10. los registros inferiores 118 están abiertos y viceversa. Ninguno de los registros 117 y 118 puede estar totalmente cerrado, sino que se desplaza desde una posición de apertura mínima a una posición de apertura total. Los registros 117 y 118 están accionados por un control 128 de distribución de
 15. gas recirculado. En la entrada de ambas turbinas 106 y 109 de los recalentadores de alta y de baja presión, se sitúan dispositivos 129 y 131 detectores de la temperatura del vapor. Ambos dispositivos envían una señal al control 128 de distribución de gas. Cuando una de las temperaturas de va-
 20. por de recalentamiento cae por debajo del nivel requerido, el control 128 de distribución de gas ajusta los registros 117 y 118 para aumentar la proporción del gas recirculado total que fluye a través de los pasos inferiores 121 del horno y para disminuir la proporción que fluye a través de los
 25. pasos superiores 119 del horno. Este ajuste prosigue hasta que se eleva a su nivel requerido la baja temperatura del vapor de recalentamiento, medida por el dispositivo detector 129 o 131. Si ambas temperaturas de vapor de recalentamiento caen por debajo del nivel requerido, los registros 115



325460

pueden influenciarse para aumentar la cantidad total de flujo de gas recirculado. La anterior descripción del flujo de recirculación de gas y de distribución de gas se ilustra gráficamente en la fig. 4. - - - - -

5. La cantidad de superficie de recalentamiento de alta y baja presión se ajusta a plena carga sobre el generador de vapor, haciendo pasar un mínimo del flujo de gas recirculado total a través de los pasos inferiores 121 del horno y haciendo pasar un máximo a través de los pasos superiores
10. 119 del horno. Ambos dispositivos detectores de temperatura de vapor 129 y 131 envían también señales para disparar controles de atemperado por pulverización. El dispositivo 129 detector de temperatura de recalentamiento de alta presión envía una señal a un control 132 de atemperador que regula el flujo de agua hacia un atemperador de pulverización
15. 133 situado en la descarga de la turbina 99 y antes de la entrada a la sección de alta presión 32. El dispositivo 131 detector de temperatura de recalentamiento de baja presión envía una señal a un control 134 de atemperador que regula
20. el flujo de agua hacia un atemperador de pulverización 136 situado en la descarga de la turbina de recalentamiento de alta presión 106, y antes de la entrada del recalentador 31 de baja presión. Cuando uno cualquiera de los elementos 129 o 131 detectores de temperatura de recalentamiento in-
25. dica una temperatura más alta que la requerida, el control de atemperador correspondiente 132 o 134 admitirá agua pulverizada en su atemperador 133 o 136 para disminuir la temperatura de recalentamiento al nivel requerido. Durante el

325460



funcionamiento normal en la gama de control de temperaturas de recalentamiento, el control del sistema de gas recirculado funcionará para elevar la temperatura de vapor de uno o ambos recalentadores al nivel deseado. Las características

5. de absorción de calor con respecto a la carga de ambos recalentadores de alta y de baja presión en un doble ciclo de recalentamiento se han descrito anteriormente. La distribución de la superficie recalentadora de alta y de baja presión y de calentamiento primario del fluido dentro de la

10. corriente de gas de combustión con respecto al efecto de la recirculación de gas se ha descrito anteriormente. Es una característica de la construcción particular ilustrada en la fig. 1 que la absorción real de ambos recalentadores de alta y de baja presión con un control de gas recirculado sea igual

15. a la absorción requerida para mantener las temperaturas finales de vapor de los recalentadores substancialmente constantes por toda la gama de control de temperaturas de recalentamiento. La adición de los atemperadores de pulverización 113 y 136 de recalentamiento y de los controles correspondientes se hace de una manera general con el fin de

20. reducir las temperaturas de vapor de recalentamiento al nivel deseado cuando las condiciones de limpieza del lado del gas de combustión o las variaciones del régimen de carga y combustión, por ejemplo, dan por resultado un exceso de absorción

25. en cualquiera de los recalentadores de alta y de baja presión. - - - - -

El flujo de agua de alimentación y el régimen de combus-

325460

5 ABR.



5. tión están controlados en paralelo para satisfacer las necesidades de producción y presión de la caldera, y la temperatura de vapor que deja el sobrecalentador secundario 28, como se ilustra en la fig. 6, es mantenida substancialmente constante por toda la gama de cargas por la provisión de la relación apropiada entre los regímenes de bombeo de agua de alimentación y de combustión. - - - - -

10. Si bien se ha ilustrado y descrito aquí la forma y modo mejores de realización de la invención, los entendidos en la materia comprenderán que pueden introducirse cambios en la forma del aparato expuesto sin salir del espíritu de la invención cubierto por las reivindicaciones, y que ciertas características de la invención pueden utilizarse en algunos casos con ventaja sin la utilización correspondiente de otras de las características. - - - - -

15.

N O T A

Se declaran de novedad y propiedad para España, sus territorios y plazas de soberanía, las siguientes: - - - - -

R E I V I N D I C A C I O N E S

20. 1.- Perfeccionamientos en los generadores de vapor, caracterizados porque el generador comprende paredes que incluyen tubos de calentamiento de fluido que absorben calor



325460

- radiante, que forman una cámara vertical de horno que tiene una salida de gases de calentamiento; medios que incluyen tubos de calentamiento de fluido que absorben calor de convección, que forman un paso de gases conectado en serie a dicha salida de gases; medios para generar gases de calentamiento en dicha cámara de horno; medios recalentadores de alta presión y medios recalentadores de baja presión dispuestos en dicho paso de gases; medios de gases recirculados para mantener las temperaturas del vapor que se descarga de los medios recalentadores de alta y de baja presión a valores predeterminados substancialmente constantes en una amplia gama de cargas y que incluyen medios que conducen gases de calentamiento desde una posición corriente abajo en sentido de los gases de los recalentadores a la cámara de horno para mezclarse con los gases de calentamiento acabados de generar; estando dispuestos cada uno de los medios recalentadores en dicho paso de gases en una posición tal que su admisión de calor está aumentada por un aumento del flujo de gases recirculados; y medios para aumentar el flujo de gases recirculados a la cámara de horno en respuesta a una disminución de la temperatura del vapor de salida de los medios recalentadores de alta presión o de los medios recalentadores de baja presión por debajo de su temperatura predeterminada. - - - - -
25. 2.- Perfeccionamientos en los generadores de vapor, del tipo de circulación forzada, caracterizados porque el generador comprende paredes que incluyen tubos de calentamiento

325460



- de flúido que absorben calor radiante, que forman una cámara vertical de horno que tiene una salida de gases de calentamiento; medios que incluyen tubos de calentamiento de flúido que absorben calor de convección que forman un paso de
5. gas conectado en serie a dicha salida de gases; medios para generar gases de calentamiento en dicha cámara de horno; medios recalentadores de alta presión y medios recalentadores de baja presión dispuestos en dicho paso de gases y dispuestos para el flujo en serie de gases por los mismos; medios
 10. de gases recirculados para mantener las temperaturas del vapor que se descarga de los medios recalentadores de alta y baja presión a valores predeterminados substancialmente constantes en una amplia gama de cargas y que incluyen medios que conducen gases de calentamiento desde una posición corriente abajo en sentido de los gases de los recalentadores
 15. a la parte inferior de la cámara de horno para mezclarse con los gases de calentamiento acabados de generar; estando dispuestos cada uno de los medios recalentadores en dicho paso de gases en una posición tal que su admisión de calor está
 20. aumentada por un aumento del flujo de gases recirculados hacia la parte inferior de la cámara de horno; y medios para aumentar el flujo de gases recirculados a la parte inferior de la cámara de horno en respuesta a una disminución de la temperatura del vapor de salida de los medios recalentadores
 25. de alta presión o de los medios recalentadores de baja presión por debajo de su temperatura predeterminada. - - - -

3.- Perfeccionamientos en los generadores de vapor, ca-

325460

5 AB



- racterizados porque el generador comprende paredes que incluyen tubos de calentamiento de fluido que absorben calor radiante, que forman una cámara de horno que tiene una salida de gases de calentamiento; medios que incluyen tubos de
5. calentamiento de fluido que absorben calor de convección que forman un paso de gases de convección conectado en serie a dicha salida de gases; medios para generar gases de calentamiento en dicha cámara de horno; una primera sección de un recalentador de alta presión, un recalentador de baja
10. presión, y una segunda sección de recalentador de alta presión dispuestos en dicho paso de gases y capaces de ser atravesados por los gases de calentamiento en el orden indicado; medios para mantener las temperaturas del vapor que se descarga de los recalentadores de alta y de baja presión,
15. incluyendo dichos últimos medios un sistema de recirculación de gases asociado con dicho horno y un sistema atemperador de gases asociado con dicho horno; estando dispuestos los recalentadores de alta presión y de baja presión, en dicho paso de gases, de forma que la admisión de calor a ambos
20. se aumente con un aumento del flujo de recirculación de gases y con un aumento del flujo de atemperamiento de gases; y medios para aumentar el flujo de recirculación de gases a la cámara de horno al tiempo que disminuye el flujo de atemperamiento de gases a la cámara de horno en respuesta a una
25. disminución de la temperatura del vapor de salida del reca-

325460

5



lentador de alta presión o del recalentador de baja presión por debajo de su temperatura predeterminada. - - - -

4.- "PERFECCIONAMIENTOS EN LOS GENERADORES DE VAPOR". - - - - -

5.

Todo ello conforme se describe y reivindica en la presente memoria que consta de treinta y dos hojas foliadas y mecanografiadas por una sola de sus caras, y de tres láminas de dibujos que la ilustran.

BARCELONA, 5 ABR. 1966

P. A. M. CURELL SUÑOL

325480

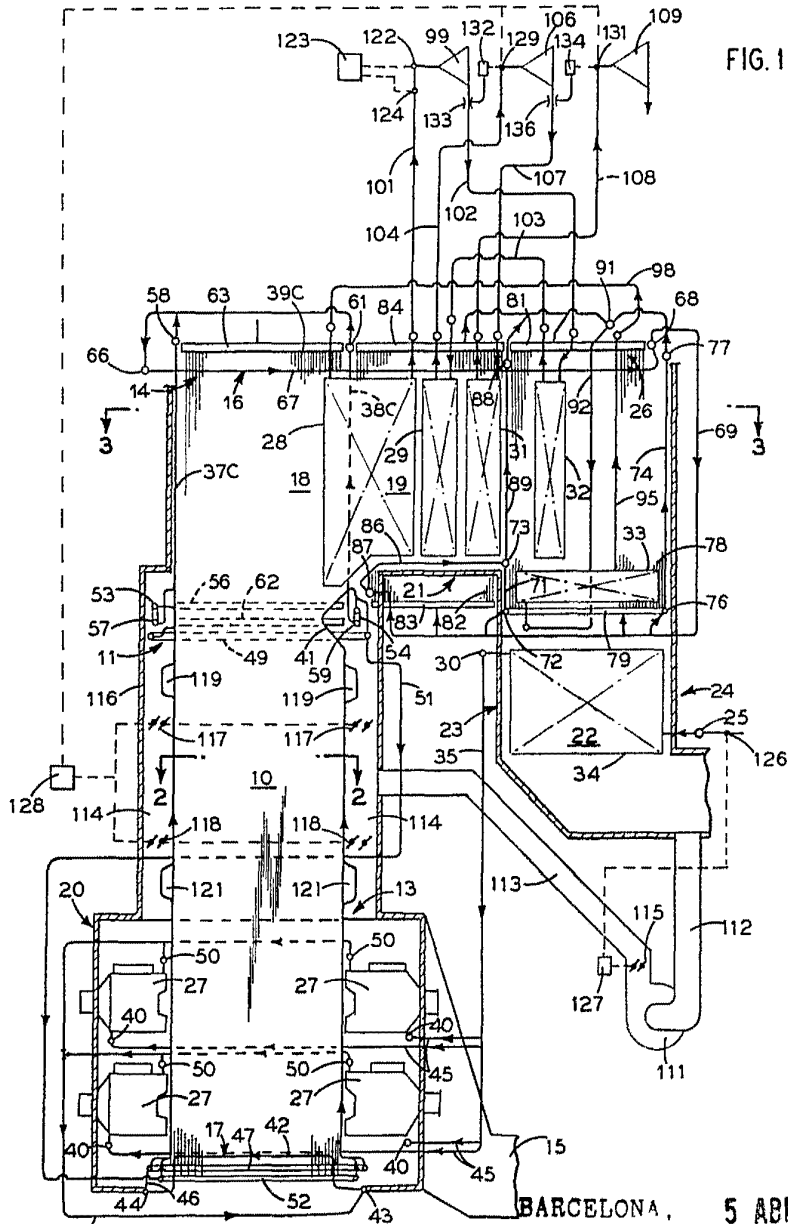


FIG. 1

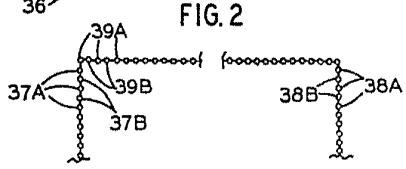
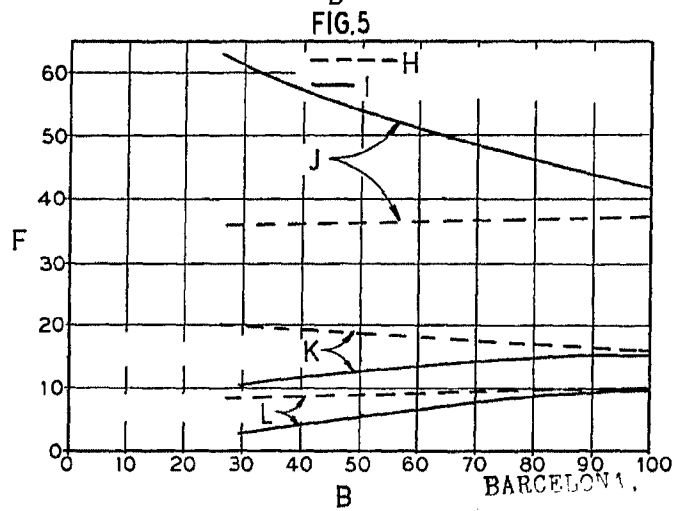
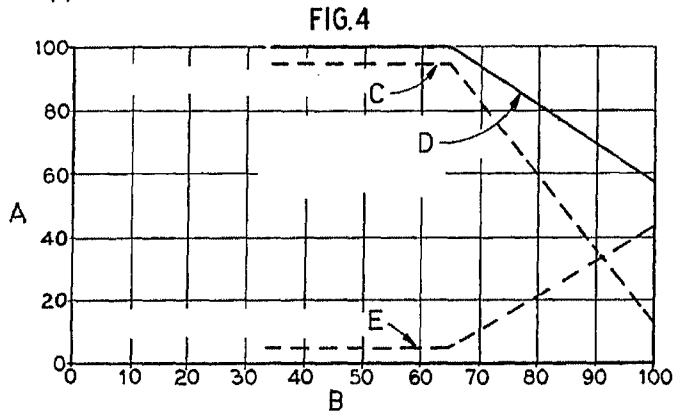
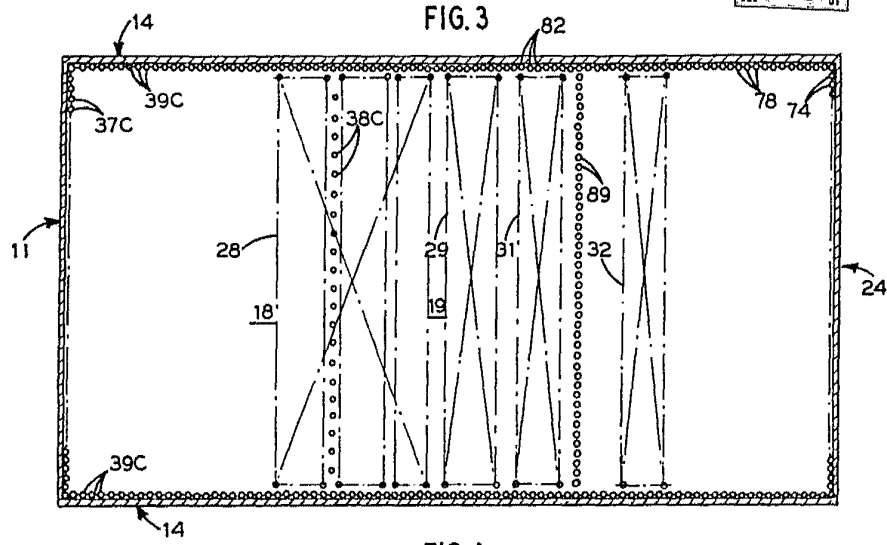


FIG. 2

BARCELONA, 5 ABR. 1966.

P. A. M. CURELL SUÑOL

Francisco



BARCELONA, 5 APR. 1966
 P. A. M. CURELL SUÑOL

[Handwritten signature]



FIG. 6

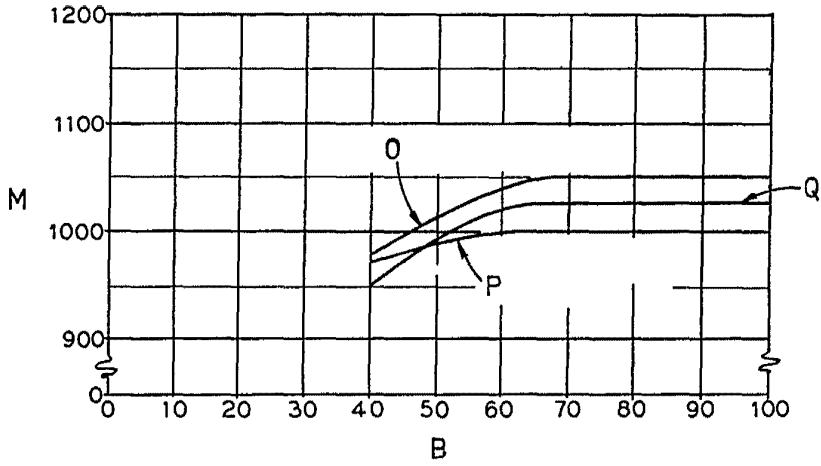
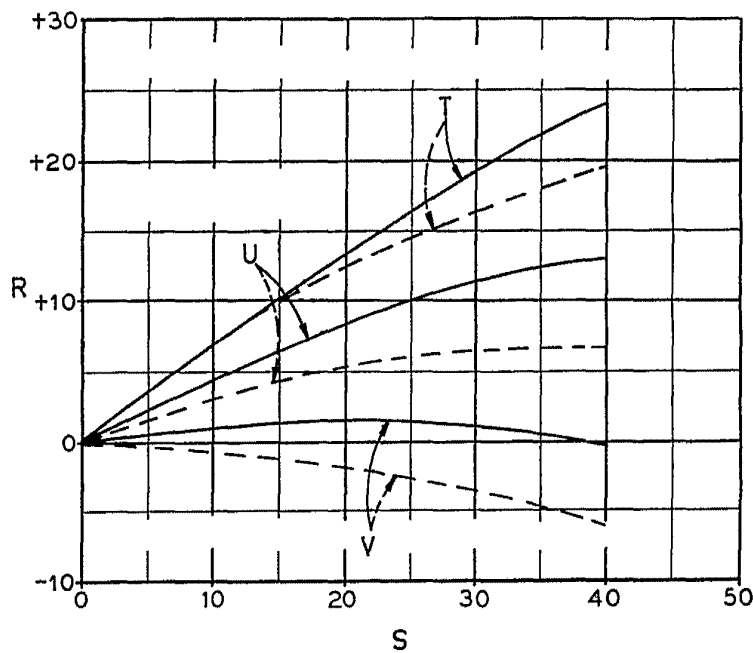


FIG. 7



BARCELONA, 5 ABR. 1966

P. A. M. CURELL SUÑOL