

Y/Ref: A-2126

O/Ref: OG. 27.031.-MI

F.C. 31-V-75



414574

PATENTE DE INVENCION

Int. Cl.²: F22B

MEMORIA DESCRIPTIVA

Sobre:

" SISTEMA NO CONTAMINANTE GENERADOR DE VAPOR DE AGUA "

Solicitante: La Compañía norteamericana: ROCKWELL INTERNATIONAL CORPORATION, domiciliada en 1700 East Imperial Highway, EL SEGUNDO, California (U. S. A.).

Inventor: Mr. William Richard Wagner.

414574² -



5. Esta invención se relaciona con generadores de vapor de agua y está particularmente dirigida a generadores de este tipo, compactos y no contaminadores, que pueden retroadaptarse para sustituir a los generadores convencionales de vapor de agua.

10. Durante mucho tiempo se han empleado los generadores de vapor de agua para producir éste para calefacción, para accionar turbinas y generadores, proporcionar fuerza motriz a locomotoras y automóviles y para otros fines. Sin embargo, los generadores de vapor de agua de la técnica anterior han empleado generalmente cámaras de combustión en las que se quemaba combustible en aire a presiones relativamente bajas, del orden de 0,7031 a 1,4062 kg/cm², habiendo requerido unas unidades de cambio de calor o calderas relativamente grandes, con frecuencia de 12,19 m. a 15. 18,29 m. de longitud y de 6,1 a 18,29 m. de diámetro, para producir vapor de agua. Sin embargo, los generadores de vapor de agua proporcionan con frecuencia una combustión incompleta de la mezcla combustible-aire y los productos 20. de tal combustión incompleta han sido convencionalmente liberados, contaminando la atmósfera. Además, ha sido costumbre hasta ahora emplear combustibles que contienen azufre y nitrógeno y quemar estos combustibles en aire, que también contiene nitrógeno, con el resultado de que los 25. productos de combustión han incluido gases nocivos que eran liberados, contaminando más la atmósfera.

30. En los años recientes, tal contaminación ha alcanzado unas proporciones serias e incluso peligrosas, habiéndose reconocido la necesidad de adoptar medidas para reducir o eliminar tal contaminación. Se han propuesto numero-

414574



- sas técnicas hasta ahora para reducir o eliminar este problema. Sin embargo, ninguna de las técnicas anteriores ha resultado enteramente satisfactoria. Se han empleado varios tipos de filtros, depuradores y similares para eliminar o
5. neutralizar los productos nocivos y los productos de una combustión incompleta. Además, se han propuesto numerosas técnicas para mejorar la eficiencia de la combustión. Sin embargo, los dispositivos y técnicas anteriores han sido sólo
10. parcialmente efectivos, en el mejor de los casos, incrementando además el costo del generador de vapor de agua, al tiempo que disminuyen su eficacia.

- En los submarinos e ingenios similares, se han vencido estos problemas empleando uno en el que se quema un combustible hidrocarburo en una atmósfera de oxígeno y los productos de combustión se usan directamente para accionar una turbina o similar. Sin embargo, estos productos de combustión incluyen ácido carbónico y otros gases generalmente no condensables tales como hidrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono que, en forma gaseosa, son menos eficientes que
15. el vapor de agua en el accionamiento de la turbina, tienden a atacar y corroer las palas de aquélla y no pueden reciclarse, como en el caso del vapor de agua puro.

- Estas desventajas de la técnica anterior son vencidas mediante la presente invención, proporcionándose un generador de vapor de agua completamente libre de contaminación, que ofrece una plena eficiencia y evita la corrosión de la turbina y el problema de la condensación o eliminación de los gases extraños. Además, el generador de vapor de agua de la presente invención es extremadamente compacto y altamente
20. eficiente, Asimismo, el compacto generador de vapor
- 30.



de agua de la presente invención requiere poco o ningún mantenimiento y reduce al mínimo el tiempo de inactividad y los costos de atención. Igualmente, el generador de vapor de agua de la presente invención es compatible con el sistema convencional de generación de electricidad y por consiguiente puede retroadaptarse a sistemas existentes con calderas quemadas o anticuadas.

Las ventajas de la presente invención se consiguen preferiblemente proporcionando un generador de vapor de agua que emplea sistemas separados de producción de calor y de vapor de agua. En el sistema productos de calor, se excluye el aire y se emplea oxígeno líquido o gaseoso como oxidante de un combustible que no contiene azufre o nitrógeno, tal como gas natural líquido. El oxígeno líquido y el combustible se elevan a una elevada presión y se vaporizan a un estado gaseoso antes de la combustión. Los productos calientes de la combustión completa se pasan a través de un cambiador de calor para convertir agua en vapor en el sistema separado de producción de éste último, pudiéndose expulsar luego a la atmósfera sin contaminación. Los productos de esta combustión contendrán solamente agua, dióxido de carbono y ácido carbónico, que se disocia rápidamente en agua y dióxido de carbono. Por consiguiente, los gases de expulsión no contienen material contaminador. Al mismo tiempo, el agua separada del sistema productor de vapor de la misma es aislada del ácido carbónico y materiales no condensables. Así, se preserva la eficiencia del vapor de agua y las turbinas quedan protegidas contra la corrosión. Además, el oxígeno y el combustible pueden mezclarse y quemarse a presiones de hasta varios miles de kilos por centímetro cuadrado. Esto produce una combustión extrema-

414574



damente rápida que convierte el agua en vapor mucho más rápidamente y permite una gran reducción de la unidad cambiadora de calor, lo que a su vez simplifica considerablemente la instalación y su atención.

5. En consecuencia, es un objeto de la presente invención proporcionar un perfeccionado generador de vapor de agua.

Otro objeto es la provisión de un perfeccionado método de explotación de generadores de vapor de agua.

10. Otro objeto es el de proporcionar un generador de vapor de agua que no descargue contaminadores en la atmósfera y al mismo tiempo proteja a las turbinas, condensadores y similares contra la corrosión y los materiales no condensables.

15. Otro objeto consiste en la provisión de un generador de vapor de agua que es extremadamente compacto.

Otro objeto de la invención es el de proporcionar un generador de vapor de agua que sea de simple instalación y servicio.

20. Un objeto específico es el de proporcionar un generador de vapor de agua que comprende una fuente de oxidante que no contiene nitrógeno, una fuente de combustible que no contiene azufre ni nitrógeno, una cámara de combustión, un sistema cerrado para descargar el oxidante y el combustible citados en la cámara de combustión, una fuente de agua conectada para suministrar ésta al referido cambiador de calor y medios de salida para descargar vapor de agua del mencionado cambiador de calor en un dispositivo utilizador.

30. Estos y otros objetos y características de la pre-



sente invención resultarán evidentes mediante la siguiente descripción detallada, considerada con referencia al adjunto dibujo.

5. La figura es una representación esquemática de un sistema generador de vapor de agua que incorpora la presente invención.

10. En la forma de la invención elegida a efectos de ilustración en el dibujo, la figura muestra un generador de vapor de agua, indicado en su conjunto en 2, que tiene una cámara de combustión 4 y un cambiador de calor 6.

15. Se dispone un par de tanques de almacenamiento 8 y 10, el primero de los cuales está lleno de un oxidante líquido, tal como oxígeno (O , O_2 , O_3) o peróxido de hidrógeno, mientras que el tanque 10 está lleno de combustible. Puede emplearse virtualmente cualquier tipo de combustible. Sin embargo, es imperativo que el combustible no contenga azufre ni nitrógeno. Así, el gas natural de metano licuado es un combustible preferido, aunque pueden emplearse otros combustibles, tales como hidrógeno, etano, propano, alcohol, etc. Desde los tanques de almacenamiento 8 y 10, el oxígeno y el combustible se conducen a la cámara de combustión 4 mediante un sistema de suministro indicado en su conjunto por 12, que está cerrado para evitar la contaminación del combustible o el oxígeno por el aire. Así, el oxígeno líquido es retirado del tanque de almacenamiento 8 a través de un adecuado dispositivo 14 de control de flujo, mediante una bomba 16, y pasado a un vaporizador 18, donde el oxígeno líquido es dilatado a un estado gaseoso. El oxígeno gaseoso se conduce luego a través del conducto 20 y del dispositivo 22 de control de flujo a un regulador de presión 24 y se pasa

20.

25.

30.



a través de un dispositivo adicional 26 de control de flujo, tal como una tobera venturi de flujo sónica o de cavitación, a la cámara de combustión 4. Análogamente, el combustible líquido se retira del tanque de almacenamiento 10

5. a través de un adecuado dispositivo 28 de control de flujo mediante la bomba 30, y se pasa al vaporizador 32, donde es dilatado a un estado gaseoso. El combustible gaseoso se conduce luego a través del conducto 34 y del dispositivo 36 de control de flujo a un controlador de temperatura 38

10. y se pasa a través de un dispositivo adicional 40 de control de flujo a la cámara de combustión 4. Preferiblemente, unos transductores 42 y 44 detectores de la presión se conectan a los respectivos conductos, como se muestra, y producen unas señales, indicativas de las respectivas presio-

15. nes, a un controlador 46 de presión diferencial, que compara estas señales y sirve para controlar al regulador de presión 24 para mantener automáticamente la deseada relación de presiones entre el combustible y el oxígeno.

Dentro de la cámara de precombustión 4 o de la

20. cámara de combustión principal 58, se encienden el oxígeno y el combustible mediante un encendedor adecuado, como se vé en 48, y los gases en combustión son pasados a través del tubo circular central u otro paso geométrico 50 para gases del cambiador de calor 6. Si se desea, puede

25. pasarse oxígeno adicional a través del conducto 52, dispositivo 54 de control de flujo y colector 56 e introducirse en los gases en combustión en 58, junto a la entrada del tubo o paso 50 del cambiador de calor 6, para incrementar la temperatura de los gases. Como variante, si se desea, la

30. combustión inicial de la mezcla de oxígeno y combustible



- puede producirse en 58. Para producir vapor de agua, se suministra un fluido secundario, tal como agua, desde una fuente adecuada, no mostrada, a través de la tubería 60 y del colector de entrada 62, a la camisa 64 del cambiador de calor 6 y se conduce en relación de cambio térmico con los gases calientes por el paso central de gases 50, convirtiéndose el agua en vapor en el momento en que pasa al exterior a través del colector de salida 66. El vapor de agua pasa luego a través del conducto 68 a un dispositivo de utilización, no mostrado, tal como una turbina u otro medio adecuado. Preferiblemente, el agua suministrada a la tubería 60 se pasa primeramente a través de un condensador de expulsión 70 desde la entrada 61 en relación de cambio térmico con los gases de expulsión procedentes del tubo central 50 del cambiador de calor 6. Esto sirve simultáneamente para enfriar los gases de expulsión citados, para mejorar la eficiencia y para precalentar el agua suministrada a la tubería 60. Con esta disposición, se observa que la recuperación total de entalpía en los gases de combustión puede ser del orden de 4.000 btu por cada 454 gr. o mayor.
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.

- La cámara de combustión 4 y el cambiador de calor 6 pueden estar formados de metales convencionales para elevadas temperaturas, tales como acero aleado con níquel, cromo, cobalto, o aleaciones de níquel o cobre, tales como BeCu, Cu, Ag-Cu, o una combinación de ellos, o bien pueden estar revestidos con un material refractario convencional, tal como molibdeno, tungsteno, tantalio o similares, para elevadas temperaturas de vapor de agua. Además, la configuración y relación entre la cámara de combustión 4 y el cambiador de calor 6 pueden realizarse como se desee, siempre que la rela-
- 25.
 - 30.

414574



873

ción entre la longitud del paso para los gases de combustión y el diámetro hidráulico (relaciones entre área de flujo de gases y perímetros humedecidos, multiplicadas por cuatro) sea grande, preferiblemente superior a 100 a inferior a 1.000, por el lado de los gases. Análogamente, la dirección de flujo del fluido secundario puede ser sustancialmente la que se desee y estará determinada por el uso específico de cada instalación.

En la práctica, el oxígeno y combustible líquidos de los tanques de almacenamiento 8 y 10 se elevan a una alta presión y se suministran a la cámara de combustión 4, donde se encienden en 48 ó en 58. Preferiblemente, el oxígeno y combustible gaseosos se suministran a la cámara de combustión 4 a presión, puesto que se ha comprobado que ello tiene por resultado una combustión más rápida al encenderse los gases. Esto permite una conversión más eficiente del agua en vapor y por consiguiente una reducción del tamaño del cambiador de calor. Evidentemente, cuanto mayor sea la presión de los gases en el encendido, más se conseguirá este resultado. Después del encendido, se pasan los gases en combustión a través del cambiador de calor 6, pudiéndose agregar oxígeno adicional para aumentar más la temperatura de la llama.

Como ejemplo, se ha observado que cuando se suministran el combustible (0,8943 kg/segundo) y el oxígeno (3,58 kg/segundo) gaseosos a la cámara de combustión 4 a una presión de 32,338 kg/cm² aproximadamente, el encendido de los gases producirá una llama de una temperatura del orden de 648,8°C. Las presiones en el interior de la cámara de combustión pueden oscilar entre 10,54 y 28,12 kg/cm².



- Además, cuando se añade más oxígeno en el punto 58, al penetrar la llama en el cambiador de calor 6, la temperatura de ésta en el tubo central 50 del cambiador de calor 6 aumenta aproximadamente a 3315,5°C. Con estas temperaturas,
5. el agua contenida en la camisa 64 del cambiador de calor 6, que fluye a un ritmo de 16,61 kg/segundo, es rápidamente convertida en 16,61 kg/segundo de vapor a 26,36 kg/cm² y 315,6°C de supercalentamiento, observándose que el tamaño del cambiador de calor puede ser notablemente reducido. De hecho, se
10. ha comprobado que, con las presiones y temperaturas antes mencionadas, una unidad cambiadora de calor que tenga una longitud de gases en combustión de 2,54 metros aproximadamente y un diámetro hidráulico de fluido de 12,7 mm. aproximadamente, es enteramente adecuada para convertir el agua
15. en vapor. Se verá que un cambiador de calor de esta longitud puede ser desplazado para su atención mediante un elevador de horquilla o incluso manualmente, en tanto que ha sido necesario hasta ahora emplear grúas para servicios intensos o equipo especial para mover los cambiadores de calor convencionales. Además, el tamaño compacto y el carácter no contaminador del sistema generador de vapor de agua de la presente invención permiten el uso del mismo para plantas productoras de energía destinadas a aviones y armas, para buques, autobuses y minas e incluso para plantas portátiles productoras de energía.
20. 25.

Como se indica anteriormente, el combustible no ha de contener azufre ni nitrógeno, pues son estos elementos los que se combinan con otros presentes en la expulsión para producir contaminadores. Además, empleando oxígeno puro con este

30. combustible en un sistema de suministro cerrado, se excluye



el nitrógeno contenido en el aire atmosférico. Como resulta-
do de ello, la expulsión del sistema generador de vapor de
agua de la presente invención consistirá solamente en agua,
dióxido de carbono y ácido carbónico, que se disocia rápi-
5. damente en agua y dióxido de carbono. Al mismo tiempo, man-
teniendo el agua de los sistemas productores de vapor aisla-
da de los productos de combustión del sistema productor de
calor, se preserva la eficiencia de dicho vapor y el ácido
carbónico y dióxido de carbono no condensable se mantienen
10. fuera del vapor de agua y por consiguiente no pueden atacar
ni corroer las palas de las turbinas y similares.

Evidentemente, si se desea, el combustible y el
oxígeno podrían almacenarse en forma gaseosa en lugar de
líquida. Además, podrían emplearse combustibles sólidos,
15. siempre que no contengan azufre ni nitrógeno y sean alma-
cenados y suministrados a la cámara de combustión de una
manera que excluya el aire. Además, cuando se desee, pue-
den emplearse otros flúidos secundarios cambiadores de ca-
lor, tales como metal líquido, flúido orgánico, dióxido de
20. carbono, mercurio o similares, como flúidos intermedios cam-
biadores de calor entre los gases de combustión calientes y
el agua. Asimismo, pueden efectuarse otras numerosas varia-
ciones y modificaciones sin apartarse de la presente inven-
ción anteriormente descrita y mostrada en el adjunto dibu-
25. jo, que es sólo ilustrativo y no pretende limitar el ámbi-
to de la invención.

N O T A

La Patente de Invención que se solicita, por vein-
te años, para España, de acuerdo con la vigente Legislación,
30. deberá recaer sobre: "SISTEMA NO CONTAMINANTE GENERADOR DE



VAPOR DE AGUA", con Prioridad de la solicitud de Patente en U. S. A. Serial nº 252.706, de fecha 12 de Mayo de 1972, según las características esenciales de las siguientes:

REIVINDICACIONES

5. 1ª.- Sistema no contaminante generador de vapor de agua, que comprende una fuente de un oxidante que no contiene nitrógeno, una fuente de combustible que no contiene azufre ni nitrógeno, una cámara de combustión, un sistema de suministro cerrado conectado para suministrar el oxidante y
10. el combustible citados a la mencionada cámara de combustión, un cambiador de calor conectado para recibir calor de dicha cámara de combustión por un lado de una pared del cambiador, una fuente de agua conectada para suministrar ésta a un lado opuesto de dicha pared del cambiador de calor en relación
15. de cambio térmico con el calor de la citada cámara de combustión y medios de salida para suministrar el vapor de agua resultante de la vaporización de dicho agua desde el cambiador de calor a un dispositivo utilizador.
20. 2ª.- Sistema no contaminante generador de vapor de agua, según la reivindicación 1ª, en el que dicho oxidante es oxígeno.
- 3ª.- Sistema no contaminante generador de vapor de agua, según la reivindicación 1ª, en el que dicho oxidante se almacena en dicha fuente en forma líquida.
25. 4ª.- Sistema no contaminante generador de vapor de agua, según la reivindicación 1ª, en el que el citado combustible es uno hidrocarburo.
30. 5ª.- Sistema no contaminante generador de vapor de agua, según la reivindicación 1ª, en el que el referido combustible se almacena en la referida fuente en forma líquida.



- 6ª.- Sistema no contaminante generador de vapor de agua, según la reivindicación 1ª, en el que el mencionado combustible es gas natural.
5. 7ª.- Sistema no contaminante generador de vapor de agua, según la reivindicación 1ª, que comprende además medios de suministro conectados para suministrar oxidante adicional junto al referido lado de la pared del cambiador de calor, junto con productos de combustión de la citada cámara de combustión.
10. 8ª.- Sistema no contaminante generador de vapor de agua, según la reivindicación 1ª, en el que dicho sistema de suministro cerrado sirve para suministrar el oxígeno y el combustible mencionados a la citada cámara de combustión a presión.
15. 9ª.- Sistema no contaminante generador de vapor de agua, según la reivindicación 1ª, en el que la relación entre la longitud del paso para gas y el diámetro hidráulico en el lado del gas es superior a 100.
20. 10ª.- Sistema no contaminante generador de vapor de agua, según reivindicaciones anteriores en el que la generación de vapor de agua comprende las operaciones de quemar un combustible que no contiene azufre ni nitrógeno en una atmósfera oxidante que no contiene nitrógeno para producir calor, y pasar dicho calor en relación de cambio térmico con agua
25. para convertir ésta en vapor mientras se mantiene dicha agua aislada de los productos de combustión.
- 11ª.- Sistema no contaminante generador de vapor de agua, según la reivindicación 10ª, en el que el referido combustible es uno hidrocarburo.

MM

- 14 - 414574



12ª.- SISTEMA NO CONTAMINANTE GENERADOR DE VAPOR DE AGUA.

Segun queda sustancialmente descrito en la presente memoria, que consta de catorce hojas, escritas a máquina

5. por una sola cara y dibujos.

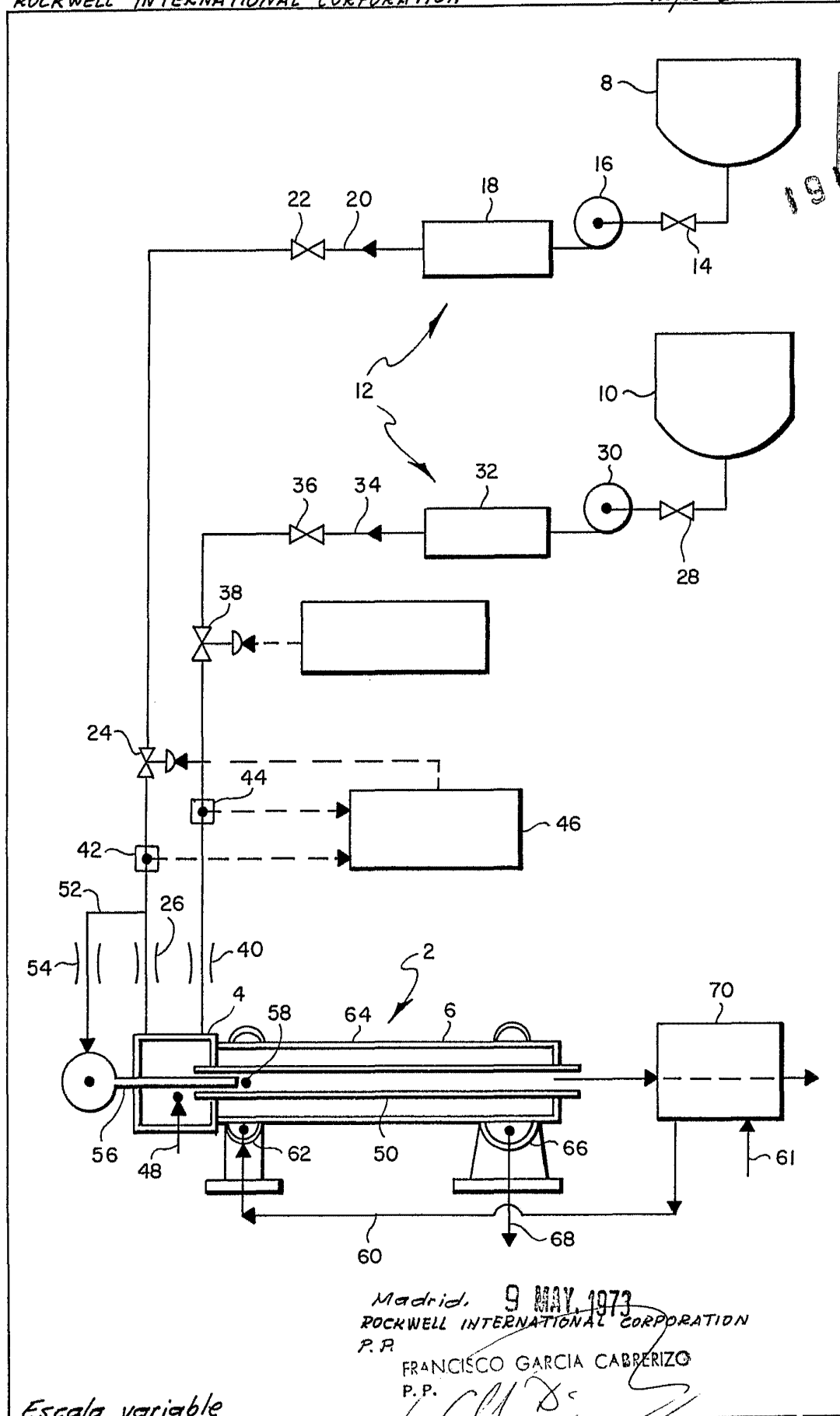
Madrid, 9 MAY. 1973

ROCKWELL INTERNATIONAL CORPORATION
P. P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO
P. P.


Firmado: M.ª Dolores Jorquera





Madrid, 9 MAY 1973
 ROCKWELL INTERNATIONAL CORPORATION
 P.R.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO
 P.P.

[Handwritten signature]
 Firmado: M.ª Dolores Jorquera

Escala variable