

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 446 991**

51 Int. Cl.:

F17C 5/00 (2006.01)
G05D 11/13 (2006.01)
G05D 23/13 (2006.01)
B01F 3/02 (2006.01)
C01B 3/02 (2006.01)
F17C 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.01.2007 E 12180885 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2013 EP 2527713**

54 Título: **Mezclador con velocidad de aumento**

30 Prioridad:

20.01.2006 US 336218

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

11.03.2014

73 Titular/es:

AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC. (100.0%)
7201 Hamilton Boulevard
Allentown, PA 18195-1501, US

72 Inventor/es:

COHEN, JOSEPH PERRY y
HEYDORN, EDWARD CLYDE

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 446 991 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Mezclador con velocidad de aumento

- 5 Se espera que la "Economía de Hidrógeno" crezca de forma continua y el hidrógeno pueda finalmente sustituir a los combustibles fósiles como fuente de energía principal en muchas aplicaciones. Se están desarrollando numerosas aplicaciones de hidrógeno, incluyendo células de combustible o vehículos de combustión interna accionados con hidrógeno, aplicaciones de energía estacionarias, unidades de energía de apoyo, gestión de red de energía, energía para localizaciones remotas, y aplicaciones de energía portátiles en elementos electrónicos de usuario, maquinaria de negocios, y equipos recreativos. Una expansión significativa de la Economía del Hidrógeno requerirá marcadas mejoras en los sistemas de suministro de hidrógeno. La adaptación de estos sistemas para entregar mezclas de hidrógeno y otros gases comprimidos puede ser particularmente problemática.
- 10
- 15 Cuando se llena un depósito de recepción con una o más corrientes de gas comprimido, el caudal de las corrientes de gas comprimido debe ser controlado y las corrientes deben estar bien mezcladas para evitar que el depósito de recepción se sobrecaliente. Por ejemplo, el repostaje rápido de un depósito de recepción con una corriente de gas de hidrógeno puede hacer que la temperatura interna del gas de un depósito de recepción se eleve 50° C debido a la compresión adiabática de la corriente de gas de hidrógeno y el Efecto Juole-Thompson (J-T) inverso. (El hidrógeno y el helio son excepciones a la regla de que la temperatura disminuye con la expansión del gas, es decir presentan el efecto Juole-Thompson (J-T) inverso.)
- 20
- 25 El sobrecalentamiento es todavía una preocupación incluso cuando el calor de compresión es parcialmente compensado por la expansión isentrópica y el enfriamiento resultante dentro del depósito de almacenamiento, y demuestra ser un riesgo mayor con depósitos grandes.
- 30 La Patente de Estados Unidos N° 6.786.245 expone un aparato y método para controlar el régimen de suministro de un fluido presurizado desde un depósito de almacenamiento a un depósito de recepción a través de un conducto en comunicación de fluido con el depósito de almacenamiento y el depósito de recepción.
- 35 La Patente de Estados Unidos N° 5.139.002 (Patente '002) expone el uso de mezclas de hidrógeno y gas natural como combustibles para vehículos. La patente '002 describe también el flujo simultáneo de dos corrientes de gas comprimido a través de un accesorio de gas común en un cilindro de almacenamiento horizontal útil en aplicaciones de transporte.
- 40 La patente de Estados Unidos N° 5.771.948 (Patente '948) describe métodos y un aparato para dispensar gas natural en un cilindro de vehículo de gas natural de un vehículo de motor. La patente '948 expone que los cambios en la masa de una corriente de gas natural comprimido se pueden correlacionar como una función de la presión inicial del cilindro.
- 45 La Solicitud de Patente de Estados Unidos Poseída en Común Número de Serie N° 11/247.561 (correspondiente a la Solicitud de Patente Europea N° 06020788.3) describe sistemas y procesos en los que el caudal del gas comprimido desde una fuente hasta un depósito de recepción se controla para conseguir una velocidad de aumento deseada.
- 50 Las Patentes de Estados Unidos N° 5.394.704 y 5.358.177 describen un aparato y métodos para conseguir una temperatura objetivo mezclando dos o más corrientes que tengan la misma composición y diferentes temperaturas.
- 55 Se han utilizado válvulas de control de corriente gaseosa individuales para proporcionar el control de flujo del premezclado en procesos en los que dos o más corrientes de gas son mezcladas y enviadas a un depósito de recepción. Alternativamente, la válvula de control ha sido asociada con una corriente de componente y se ha impuesto un flujo restringido en la corriente secundaria. Estos intentos tienen la desventaja de que las válvulas de control de presión son caras, relativamente poco comunes, y a menudo están fuera del rango para la utilización con gases inflamables.
- 60 Por consiguiente, existe la necesidad de procesos y sistemas que suministren mezclas de gases comprimidos a un depósito o recipiente de recepción sin producir un aumento inaceptable de la temperatura del recipiente o depósito y sin la necesidad de tiempos de llenado prolongados.
- 65 La invención proporciona un proceso para el suministro de una mezcla de dos o más gases comprimidos a un recipiente de recepción comprendiendo el proceso las etapas de:
- (a) mezclar dos o más corrientes de gases comprimidos para formar una mezcla, en donde cada una de las dos o más corrientes de gases comprimidos (1) es suministrada mediante una fuente de suministro de gas comprimido separada, (2) está bajo el control de uno o más reguladores de presión, (3) está sometida a una medida de temperatura por uno o más sensores de temperatura, (4) tiene esencialmente la misma composición; y

(b) enviar la mezcla al recipiente de recepción a una velocidad de aumento de mezcla preestablecida, en donde

5 un controlador programable (1) recibe datos procedentes de uno o más sensores de temperatura que representan las temperaturas de al menos dos de las dos o más corrientes de gas comprimido, (2) calcula la velocidad de aumento instantánea para al menos una de las corrientes de gas comprimido en base a las temperaturas de al menos dos de las dos o más corrientes de gas comprimido y (3) (i) compara una temperatura instantánea medida de la mezcla con una temperatura objetivo preestablecida de la mezcla, y (ii) ajusta el regulador de presión para al menos una de las dos o más corrientes de gas comprimido cuando sea necesario para mantener la temperatura instantánea medida dentro de una tolerancia especificada.

La "velocidad de aumento" se define como el aumento de presión por unidad de tiempo en el depósito de recepción.

15 La velocidad de aumento preestablecida para el envío de dos o más gases comprimidos al recipiente de recepción de determina por el aumento deseado de presión en el recipiente de recepción; la velocidad de aumento preestablecida se puede reducir de manera que la de temperatura del interior del recipiente de recepción no exceda la temperatura de diseño del recipiente (por ejemplo, durante los periodos con temperaturas ambiente elevadas).

20 Una velocidad de aumento instantánea para al menos una de las corrientes de gas comprimido se calcula a partir de las temperaturas de al menos dos o más de las corrientes de gas comprimido mediante la retroalimentación de la diferencia entre la temperatura real y la temperatura deseada.

25 Los procesos de la invención envían mezclas de gases comprimidos a un recipiente de recepción sin producir un aumento inaceptable de la temperatura del recipiente, sin la necesidad de tiempos de llenado prolongados, y sin la necesidad de válvulas de control de presión elevada. Por ejemplo, utilizando los procesos y sistemas de la invención, un combustible gaseoso de combustión limpia, por ejemplo, una mezcla de hidrógeno y gas natural comprimido, se puede suministrar a un depósito de recepción de un vehículo de una manera efectiva desde el punto de vista del coste y con un buen control de presión, temperatura, y la mezcla de corrientes de gas comprimido.

30 Dado que el excesivo enfriamiento de gas puede afectar a un depósito de recepción de forma adversa, la velocidad de aumento de mezcla se puede ajustar utilizando los procesos de la invención para mantener la temperatura por encima de un valor mínimo permitido. Además, la invención hace posible el suministro de una mezcla de dos corrientes de gas diferentes a un recipiente de recepción sin compresión mecánica costosa y no fiable.

35 Estas y otras características de la invención se describen con más detalle en la siguiente descripción escrita.

En los dibujos:

40 la Figura 1 es un diagrama de flujo del proceso para un sistema a modo de ejemplo en el que dos corrientes de gas comprimido son mezcladas y suministradas a un recipiente de recepción;
la Figura 2 es un diagrama de flujo del proceso para una realización de la presente invención en el que dos corrientes de gas comprimido son mezcladas y suministradas a un recipiente de recepción;
45 la Figura 3 ilustra variaciones en (a) presión, y (b) señales de corriente para el regulador de presión en función del tiempo (i) para un llenado real de un recipiente de recepción mediante una única corriente de hidrógeno comprimido en un proceso configurado como en la Figura 1; e (ii) a una velocidad de aumento de 5 MPa por minuto;
la Figura 4 ilustra variaciones en (a) presión, y (b) señales de corriente al regulador de presión en función del tiempo para un llenado de un recipiente de recepción mediante una mezcla de corrientes de hidrógeno comprimido y CNG (i) en un proceso configurado como en la Figura 1; e (ii) a una relación de masas de hidrógeno y CNG en el recipiente de recepción del 6%;
50 la Figura 5 ilustra (a) cantidades acumulativas estimadas (en unidades de masa) tanto para corrientes de gas comprimido de CNG como para hidrógeno durante el tiempo de llenado, (b) la relación de masas estimada de hidrógeno en función del tiempo durante el proceso de llenado, y (c) la relación de masas deseada de hidrógeno durante un llenado de un recipiente de recepción mediante una mezcla de corrientes de hidrógeno y CNG comprimidos en un proceso configurado como en la Figura 1;
55 la Figura 6 ilustra variaciones en (a) presión, y (b) señales de corriente al regulador de presión en el tiempo durante un llenado de un recipiente de recepción mediante una mezcla de corrientes de hidrógeno comprimido de temperaturas diferentes (i) en un proceso configurado como en la Figura 1, e (ii) bajo condiciones que consiguieron una temperatura deseada en el recipiente de recepción de 30 °F (-1° C); y
60 la Figura 7 ilustra variaciones en (a) el flujo de masa, y (b) la temperatura en función del tiempo para un llenado de un recipiente de recepción mediante una mezcla de corrientes de hidrógeno comprimido de diferentes temperaturas (i) en un proceso configurado como en la Figura 1, e (ii) a una velocidad de aumento de 5MPa por minuto; y
65 la Figura 7 ilustra variaciones en (a) el flujo de masa, y (b) la temperatura en función del tiempo para un

llenado de un recipiente de recepción mediante una mezcla de corrientes de hidrógeno comprimido de diferentes temperaturas (i) en un proceso configurado como en la Figura 1, e (ii) a una velocidad de aumento de 5MPa por minuto.

5 Las siguientes definiciones aplican a menos que se indique lo contrario.

10 “Una mezcla de dos o más corrientes de gas comprimido” incluye pero no se limita a una corriente de gas comprimido formada por una combinación de dos o más gases que se pueden obtener opcionalmente a partir de dos o más fuentes separadas de gas comprimido, al menos una de las cuales puede ser una fuente de gas licuado. Una mezcla preferida de dos o más corrientes de gases comprimidos comprende gas natural comprimido e hidrógeno en la que el hidrógeno comprende al menos entre un 5% y un 50% en volumen de hidrógeno (0,6 % a 11% en masa de hidrógeno) y el resto de la mezcla es esencialmente gas natural. Las temperaturas de pre-mezclado y velocidades de aumento de las corrientes de gas comprimido pueden ser las mismas o pueden ser diferentes.

15 “Los recipientes de recepción” o los “depósitos de almacenamiento” incluyen depósitos presurizados y recipientes de almacenamiento de aire comprimido que son bien conocidos por los expertos en la técnica y que están configurados para la recepción controlada de mezclas de gas comprimido, como se ha descrito en el presente documento. Preferiblemente, un sistema de acumulación de presión está asociado con el recipiente de recepción o depósito de almacenamiento. Un recipiente de recepción o depósito de almacenamiento puede estar situado en una estación de repostaje de hidrógeno, que incluye pero no se limita a una estación de combustible de hidrógeno para vehículos, por ejemplo como se ha descrito en la Patente de Estados Unidos 6.810.925. Los recipientes de recepción y depósitos de almacenamiento incluyen también depósitos de almacenamiento de combustible de vehículo.

20 En un ejemplo meramente ilustrativo, el llenado automático de un depósito de vehículo con una mezcla de gases comprimidos de acuerdo con la invención puede implicar el uso de válvulas accionadas por solenoides interbloqueadas controladas con un PLC.

La “velocidad de aumento” se ha definido anteriormente.

30 La “Relación de masas acumulativa” está definida como la cantidad acumulativa (en unidades de masa) de una corriente de gas comprimido dividida por la suma de las cantidades acumulativas (todas en unidades de masa) de todas las corrientes de gas comprimido que están siendo suministradas a un recipiente de recepción.

35 “Una relación de masas acumulativa de mezcla preestablecida” puede ser determinada a partir de la relación volumétrica (es decir, el volumen de una de las corrientes de gas comprimido en la mezcla de dos o más corrientes de gas comprimido con relación al volumen total de la mezcla de dos o más corrientes de gas comprimido mediante cálculos bien conocidos por los expertos en la técnica. La relación entre la masa y el volumen (o densidad) de los gases comprimidos se puede calcular en su forma más simple utilizando la ecuación ideal de los gases:

40
$$P \cdot V = Z \cdot n \cdot R \cdot T$$

45 en donde P es la presión del gas comprimido, V es el volumen del gas comprimido, n es el número de moles del gas comprimido, Z es el factor de compresibilidad, R es la constante de gas ideal correspondiente a las unidades para presión, volumen, número de moles, y temperatura, y T es la temperatura del gas comprimido, La densidad (ρ) se puede calcular entonces utilizando la siguiente ecuación:

$$\rho = P \cdot MW / (Z \cdot R \cdot T)$$

50 en donde MW es el peso molecular del componente en el gas comprimido. Dado que los valores para la presión, temperatura, y la constante de gas ideal son los mismos para todos los componentes de la mezcla de gas comprimido, la relación de masas acumulativas preajustada MR (unidades de porcentaje) se puede calcular a partir de la relación de volumen VR (unidades de porcentaje) para el componente 1 de la mezcla utilizando la siguiente ecuación:

55
$$MR_1 = (VR_1 * MW_1 / Z_1) / \sum_{i=1}^n (VR_i * MW_i / Z_i)$$

60 en donde n representa el número total de componentes en la mezcla. La ecuación se repite para todos los demás componentes 2 a través de n en la mezcla.

“Una velocidad de aumento de mezcla preajustada” es el aumento de presión deseado por unidad de tiempo durante el ciclo de llenado del recipiente de recepción. La velocidad de aumento deseada se refiere directamente a la velocidad de llenado dentro de una tolerancia aceptable, en base a factores tales como los límites de la integridad

- 5 estructural y de la temperatura del depósito de recepción. En una realización preferida de un proceso de la invención que suministra una mezcla formada por hidrógeno y gas natural comprimidos, la mezcla contiene entre un 5% y un 50% en volumen de hidrógeno (0,6% a 11% en masa de hidrógeno), el resto de la mezcla está formado esencialmente por gas natural comprimido, la máxima presión de recipiente de recepción es aproximadamente 35 MPa, y la velocidad de aumento es entre cinco y quince MPa por minuto.
- 10 Mantener la relación de masas acumulativa calculada para la mezcla dentro de una tolerancia específica de la relación de masas acumulativa de la mezcla preajustada significa mantener la relación de masas acumulativa calculada para la mezcla dentro de 0,1% y 5% de la relación de masas acumulativa de la mezcla preajustada, más preferiblemente, dentro del 0,5% de la relación de masas acumulativa de mezcla preajustada.
- 15 Mantener la velocidad de aumento de mezcla instantánea dentro de la tolerancia de la velocidad de aumento de mezcla preajustada significa mantener la velocidad de aumento de mezcla medida dentro de ± 1 MPa por minuto de la velocidad de aumento de mezcla preajustada.
- La velocidad de aumento es seleccionada para evitar el sobrecalentamiento del depósito. La relación de masas se selecciona en base a los requisitos del vehículo que estará utilizando el combustible.
- 20 Una velocidad de aumento instantánea para al menos una de las corrientes de gas comprimido se puede calcular en base a muchas fuentes diferentes. En un ejemplo, la velocidad de aumento es una función de la temperatura ambiente. Por ejemplo, si la temperatura ambiente es menor que 15° C, entonces la velocidad de aumento se establecerá aproximadamente a 12 MPa por minuto; Si la temperatura ambiente es mayor que 30° C, entonces la velocidad de aumento se establecerá en aproximadamente 6 MPa por minuto; y a temperatura ambiente, la velocidad de aumento se establecerá a aproximadamente 9 MPa por minuto.
- 25 Una temperatura objetivo preestablecida para la mezcla se determina mediante las condiciones deseadas en el recipiente de recepción durante el proceso de llenado; por ejemplo, una temperatura objetivo preestablecida para la mezcla se puede seleccionar en un punto (por ejemplo, 30°F (1° C)) de manera que la masa máxima del gas comprimido se puede llenar dentro de los límites de temperatura de diseño del recipiente de recepción.
- 30 Por ejemplo, la velocidad de aumento preestablecida en una temperatura que controla el mezclador se correlaciona con una cantidad de tiempo deseada para llenar el depósito del vehículo. Por ejemplo, si se desea llenar un vehículo de 35 MPa en menos de 2 minutos, entonces la velocidad de aumento preestablecida se puede ajustar a 17,4 MPa por minuto.
- 35 Se pueden utilizar infraestructuras bien conocidas (por ejemplo, tuberías, válvulas y dispositivos de control) para interconectar y configurar las fuentes de suministro de corriente de gas comprimido, controlador lógico programable, recipiente de recepción, reguladores de presión, detectores de flujo, y sensores de temperatura para el mezclado y transmisión controlados de dos o más corrientes de gas comprimido al depósito de recepción. Por ejemplo, un "sistema de conducción" puede incluir tuberías convencionales, válvulas, y dispositivos de control.
- 40 Una de las "dos o más fuentes separadas de gas comprimido" puede incluir un sistema de distribución de hidrógeno de tuberías que transmita un gas de producto que contiene hidrógeno purificado procedente de las instalaciones de producción de hidrógeno a una variedad de tipos de consumidores de hidrógeno (incluyendo consumidores estacionarios (por ejemplo residencial e industrial) y consumidores de vehículos (por ejemplo operadores de FCVs, aviones o barcos)) a través de una red de tuberías interconectadas y compresores, y si es necesario, instalaciones de almacenamiento y/o purificación de gas de producto que contiene hidrógeno.
- 45 Una de las "dos o más fuentes separadas de gas comprimido" puede incluir una red de distribución de tuberías de gas natural o una fuente de materia prima, por ejemplo, gases de refinería que contienen materia prima de múltiples hidrocarburos o gases de referencia que contienen materia prima de hidrocarburos procedentes de otros procesos. En una realización, una fuente de gas comprimido incluye una tubería principal de gas natural de alta presión acoplada a una conducción de servicio de baja presión mediante un regulador de gas natural.
- 50 En un ejemplo meramente ilustrativo, el conducto de recepción puede comunicarse con una fuente de gas comprimido con una pluralidad de líneas de transición de gas que están en paralelo unas con otras. Un conducto de suministro se comunica con un recipiente destinado a recibir el gas comprimido y también con la pluralidad de líneas de transición de gas. Una válvula de control en cada pluralidad de líneas de transición de gas aguas arriba del conducto de suministro conecta aquellas líneas de transmisión de gas con el conducto de suministro cuando la válvula está abierta. Al menos una de las líneas de transmisión de gas tiene coeficientes de orificios diferentes para transmitir gas a diferentes caudales.
- 55 Los "controladores programables" son bien conocidos por los expertos en la técnica y reciben datos de entrada de procesos y parámetros de ajuste de procesos en base a tales datos de entrada. Los controladores programables incluyen pero no se limitan a controladores lógicos programables (PLCs), ordenadores personales industriales, y
- 60
- 65

controladores programables neumáticos o hidráulicos.

5 Los controladores lógicos programables incluyen, pero no se limitan, al Horner OCS (General Electric Corporation, CIMTEC Automation & Control 3030 Whitehall Park Drive Charlotte, Carolina del Norte 28273), Micro PLC Siemens S7-200 (Siemens Corporation Citicorp Center 153 East 53rd Street Nueva York, NY 10022-4611) o el GE Fanuc 9030 (GE Fanuc Automation). Otros controladores lógicos programables útiles incluyen sistemas de ordenador que comprenden unidades de procesamiento centrales (CPUs) para procesar datos, medios de memoria asociados incluyendo discos blandos o discos compactos (CDs) que pueden almacenar instrucciones de programas para CPUs, uno o más dispositivos de visualización tales como pantallas, uno o más dispositivos de entrada alfanuméricos tales como un teclado, y uno o más dispositivos de entrada direccionales tales como un ratón.

15 Los sistemas de ordenador utilizados como controles lógicos programables pueden incluir una memoria de sistema computacional tal como DRAM, SRAM, EDO DRAM, SDRAM, DDR SDRAM, o Rambus RAM, o una memoria no volátil tal como un medio magnético (por ejemplo un disco duro) o almacenamiento óptico. El medio de memoria preferiblemente almacena un programa o programas de software para procesar la transacción desencadenada por un evento. El programa(s) puede ser implementado en cualquiera de las distintas formas, incluyendo técnicas basadas en el procesamiento, técnicas basadas en el componente, y/o técnicas orientadas al objetivo, entre otras.

20 Los controladores programables (por ejemplo PLCs) pueden, a través de técnicas de transmisión por cable o inalámbricas que son bien conocidas por los expertos en la técnica, recibir datos procedentes de los reguladores de presión, detectores de flujo, sensores de temperatura, o interfaces de usuario para implementar los procedimientos descritos aquí.

25 Los "reguladores de presión" pueden incluir reguladores de presión bien conocidos tales como el regulador de presión Coriolis comercializado por Emerson Process Management (Brooks Instruments 407 West Vine Street Hatfield, PA 19440-0903) o cualquier número de otros reguladores de presión disponibles comercialmente que son bien conocidos por los expertos en la técnica. Los reguladores de presión de domo cargado son los reguladores de presión preferidos.

30 Los "detectores de flujo" pueden incluir cualquier sensor de flujo de masa, tal como un caudalímetro Coriolis, o un anemómetro de hilo caliente, o un caudalímetro de volumen tal como un medidor de turbina, que utiliza la compensación de presión y/o temperatura para calcular el flujo de volumen. Los caudalímetro de Coriolis bien conocidos incluyen el CMF010 y el DH038 comercializados por Emerson Process Management (Micro Motion Inc, Winchester Circle, Boulder, Colorado 80301).

35 Los "sensores de temperatura" pueden incluir termopares, termistores y RTDs por ejemplo un NBS Dual K T/C ½ NPT, 2.5" Modelo de longitud de inmersión #6C-K-D-86-8-G-2.5"-W-SD27-Z que es comercializado por Multi-Measurements, Inc, 1 Madison Avenue, Suite 06, Warminster, PA, 18974.

40 En una realización preferida, un caudalímetro Coriolis está configurado para recibir una señal de flujo que es transmitida a un PLC. El PLC generará una corriente eléctrica y transmitirá esa corriente eléctrica a un transductor de presión, que transforma la corriente en una presión que es aplicada al lado de control de un regulador de presión de domo cargado. Se da por supuesto que en tal sistema, hay una relación lineal entre la corriente y la presión en el recipiente de recepción y que una señal de 4 miliamperios procedente del PLC aumentará la unidad de presión del recipiente de recepción hasta que sea al menos 0 psi (o Pa) en la corriente del proceso, y una señal de 20 miliamperios procedente del PLC aumentará la unidad de presión del recipiente de recepción hasta que sea al menos 7.000 psi (48 MPa) siempre y cuando se suministre un caudal de suficiente presión.

50 La Figura 1 ilustra un diagrama de flujo del proceso para un sistema de suministro de gas comprimido 1 meramente ilustrativo utilizado en la invención que comprende dos suministradores de gas comprimido. Los gases comprimidos 5 y 7 en los suministradores de gas 1 y 2 tienen diferentes composiciones y las mismas o diferentes temperaturas. La presión de cada corriente de gas comprimido se regula mediante reguladores de presión 13 y 18; el caudal de masa de cada corriente de gas comprimido se mide mediante detectores de caudal 14 y 19. La velocidad de aumento de presión de cada corriente de gas comprimido se controla mediante un controlador lógico programable que está en comunicación con una interfaz de usuario. La interfaz de usuario puede comprender un CRT y un teclado u otro dispositivo equivalente y se utiliza para introducir información, por ejemplo, la presión, temperatura, y volumen del recipiente de recepción y la velocidad de aumento deseada (esta última también se puede programar previamente en el PLC). En una realización, la presión de cada corriente de gas comprimido se puede reducir más mediante los orificios restrictivos 15 y 20. El sensor de temperatura 26 mide la temperatura ambiente en el depósito de recepción 27.

60 El controlador lógico programable de la Figura 1 está en comunicación con los detectores de flujo 14 y 19 para la recepción y análisis de los datos que representan los caudales de masa de los gases comprimidos 5 y 7 y convierte los caudales de masa de los gases comprimidos 5 y 7 en la masa acumulativa calculada de cada una de las corrientes de gas comprimido que están siendo suministradas al depósito de recepción. El controlador lógico

programable compara la masa acumulativa calculada de cada corriente de gas comprimido 5 y 7 con su respectivo valor deseado. El controlador lógico programable está en comunicación con, y ajusta uno de los reguladores de presión, es este caso, el regulador de presión 13, como sea necesario para conseguir la mezcla deseada de hidrógeno y gas natural en la corriente 21. La velocidad de aumento de mezcla de la corriente 21 se determina mediante la diferencia de presiones entre la presión permitida inicial y presión máxima del recipiente de recepción 27.

La Figura 2 ilustra otro diagrama de flujo del proceso para un sistema de suministro de gas comprimido 1 meramente ilustrativo, utilizado en la invención.

En el proceso ilustrado en la Figura 2, los gases comprimidos 5 y 7 tienen esencialmente la misma composición y la misma o diferente temperatura. El controlador lógico programable está en comunicación con el sensor de temperatura 25 para la recepción y análisis de datos que representan la temperatura de la mezcla 21. El sensor de temperatura 26 mide la temperatura ambiente en el depósito de recepción 27. Una velocidad de aumento deseada es o bien introducida en la interfaz del usuario o bien está incluida en la programación por el PLC; el PLC calcula una velocidad de aumento de mezcla medida en base a la temperatura de la mezcla 21. El controlador lógico programable compara la velocidad de aumento medida con el valor de aumento deseado de las corrientes de gas comprimido 5 y 7. El controlador lógico programable está en comunicación con y ajusta el regulador de presión 13 en lo que sea necesario para mantener la velocidad de aumento de mezcla de la corriente 21 en la velocidad de aumento de mezcla preestablecida. La velocidad de aumento de mezcla de la corriente 21 se determina mediante la máxima temperatura del recipiente de recepción 27.

La invención se ilustra adicionalmente en los siguientes ejemplos no limitativos.

Ejemplo 1

La Figura 3 ilustra datos procedentes de un llenado real de un recipiente de recepción mediante una única corriente de hidrógeno comprimido de acuerdo con un proceso que fue configurado como se muestra en la Figura 1 y en el que sólo gas procedente del Suministro de Gas 1 de la figura 1 fue suministrado al recipiente de recepción 27. La velocidad de aumento del Suministro de Gas 1 fue de 5 MPa por minuto (Línea 2 de la Figura 3). Debido a la dinámica del sistema, el valor de presión en cualquier momento puede ser o bien menor que (en la Figura 3, en tiempos menores que 1,5 minutos) o mayor que (en la Figura 3, en tiempos mayores que 2 minutos) la velocidad de aumento deseada. La salida procedente del controlador al regulador de presión (línea 3 de la Figura 3) continúa aumentando durante el proceso de llenado debido a la disminución de fuerza de generación de presión entre la presión de suministro (entre 5000 psia (35 MPa) y 6000 psia (41 MPa)) y la presión en el recipiente de recepción. Se hacen ajustes mediante el controlador (en este caso, un controlador lógico programable) en la salida deseada enviada al regulador de presión 13 en la Figura 1 para controlar la velocidad de aumento de presión en el recipiente de recepción.

Ejemplo 2

Un proceso configurado de acuerdo con la Figura 1, en el que un recipiente de recepción fue llenado con una mezcla de gas natural (CNG) e hidrógeno comprimidos, fue modelado utilizando tanto la base de datos del National Institute of Standards thermodynamic de fluidos puros (Base de datos 23 de Referencia Estándar NIST) como los datos ilustrados en la Figura 3. El modelo suponía que todos los componentes de la Figura 1 fueran utilizados excepto las placas de orificios 15 y 20.

La Figura 4 muestra la respuesta calculada de un sistema a velocidades de aumento que consiguen una relación de masas de hidrógeno y CNG en el recipiente de recepción del 6%.

La Figura 5 ilustra cantidades acumulativas estimadas (en unidades de masa) tanto para CNG (Línea 1 de la Figura 5) como para hidrógeno (Línea 2 de la Figura 5) durante el tiempo de llenado, la relación de masa de hidrógeno estimada en cualquier momento durante el proceso de llenado (Línea 3 de la Figura 5), y la relación de masa de hidrógeno deseada (Línea 4 de la Figura 5). La salida del controlador enviada a los reguladores de presión (Línea 3 para el H₂ y Línea 4 para el CNG en la Línea 4) continúa incrementándose durante el proceso de llenado debido a la disminución de la fuerza de generación de presión entre la presión de suministro (entre 5000 psia (35 MPa) y 6000 psia (41 MPa) para ambas corrientes de gas comprimido) y la presión en el recipiente de recepción. Se hacen ajustes mediante el controlador (en este caso, un controlador lógico programable) a la salida deseada a los reguladores de presión (13 y 18 en la Figura 1) para controlar la velocidad de elevación de presión en el recipiente de recepción.

La respuesta estimada del proceso de llenado novedoso también se muestra en la figura 5, que ilustra la respuesta de un sistema en el que la relación de masa de hidrógeno excede la relación de masa objetivo al principio del proceso de llenado; la respuesta estimada del controlador (en este ejemplo, un controlador lógico programable) hace los ajustes a la salida de los reguladores de presión para conseguir la relación de masa deseada (en este ejemplo, 6%).

Ejemplo 3

Un proceso configurado de acuerdo con la Figura 1 en el que un recipiente de recepción fue llenado con una mezcla de dos corrientes de hidrógeno que tenían diferentes temperaturas fue modelado utilizando la Base de Datos de Referencia 23 Estándar NIST y los datos ilustrados en la Figura 3. El modelo suponía que todos los componentes de la Figura 1 eran utilizados y que las temperaturas de las dos corrientes de hidrógeno eran 70° F (21° C) y -40° F (-40° C), respectivamente.

La Figura 6 ilustra la variación de velocidad de aumento y la temperatura bajo las condiciones que consiguen una temperatura deseada en el recipiente de recepción de 30° F (-1° C).

La Figura 7 ilustra las cantidades instantáneas estimadas para hidrógeno caliente (Línea 1 de la Figura 7) e hidrógeno frío (Línea 1 de la Figura 7) durante el tiempo de llenado, la temperatura calculada del hidrógeno en el recipiente de recepción en cualquier momento durante el proceso de llenado (Línea 3 de la Figura 7), y la temperatura deseada del hidrógeno (Línea 4 de la Figura 7). La salida del controlador a los dos reguladores de presión (Línea 3 para el hidrógeno caliente y Línea 4 para el hidrógeno frío en la Figura 6) continúa aumentando durante el proceso de llenado debido a la disminución de la fuerza de generación de presión entre la presión de suministro (entre 5000 psia (35 MPa) y 6000 psia (41 MPa) para ambas corrientes de gas comprimido) y la presión en el recipiente de recepción. Se hicieron ajustes por el controlador (en este caso, un controlador lógico programable) a la salida de los reguladores de presión (13 y 18 en la Figura 2) para controlar la velocidad de presión en el recipiente de recepción. La respuesta estimada del proceso de llenado novedoso se muestra también en la Figura 7, en donde la temperatura de hidrógeno en el recipiente de recepción excede la temperatura objetivo en el inicio del proceso de llenado; la respuesta estimada del controlador (en este ejemplo, un controlador lógico programable) hace los ajustes a la salida de los reguladores de presión para conseguir la temperatura deseada (en este ejemplo, 30° F (-1° C)).

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un proceso para suministrar una mezcla de dos o más gases comprimidos a un recipiente o depósito de recepción, comprendiendo el proceso las etapas de:
- 10 (a) mezclar dos o más corrientes de gas comprimido para formar una mezcla, en donde cada una de las dos o más corrientes de gases comprimidos (1) es suministrada por una fuente de suministro de gas comprimido separada (5, 7), (2) está bajo el control de uno o más reguladores de presión (13, 18), (3) está sometida a una medida de temperatura mediante uno o más sensores de temperatura, y (4) tiene esencialmente la misma composición; y
- (b) enviar la mezcla al recipiente de recepción a una velocidad de aumento de mezcla preestablecida, en el que
- 15 un controlador programable (1) recibe datos procedentes de los sensores de temperatura que representan la temperatura de al menos dos de las dos o más corrientes de gas comprimido, (2) calcula una velocidad de aumento instantánea para al menos una de las corrientes de gas comprimido en base a las temperaturas de al menos dos de las dos o más corrientes de gas comprimido, y (3) (i) compara una temperatura instantánea medida de la mezcla con una temperatura objetivo preestablecida de la mezcla, y (ii) ajusta el regulador de presión para al menos una de las dos o más corrientes de gas cuando sea necesario para mantener la temperatura medida instantánea dentro de una
- 20 tolerancia especificada.
2. El proceso de la reivindicación 1, en el que la una o más corrientes de gas comprimido constan de dos o más corrientes de hidrógeno o dos o más corrientes de gas natural comprimido.
- 25 3. El proceso de la reivindicación 1 ó la reivindicación 2, en el que las temperaturas de premezclado de las dos o más corrientes de gas comprimido son diferentes.
4. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la temperatura mezclada se mantiene en un valor dentro de 0 ° C y 20 ° C de la temperatura deseada.
- 30 5. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el controlador programable es un controlador lógico programable.
6. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el regulador de presión para al menos una de las dos o más corrientes de gas comprimido incluye una corriente al transductor de corriente.
- 35 7. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que durante el suministro de la mezcla al recipiente de recepción, la temperatura del recipiente de recepción no excede 85 ° C.
- 40 8. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la temperatura de una de las dos o más corrientes de gas comprimido es aproximadamente la temperatura ambiente.
9. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el recipiente de recepción está situado en una estación de gas comprimido para el repostaje de vehículos.
- 45 10. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la velocidad de aumento de mezcla preestablecida está entre 5 y 15 MPa por minuto

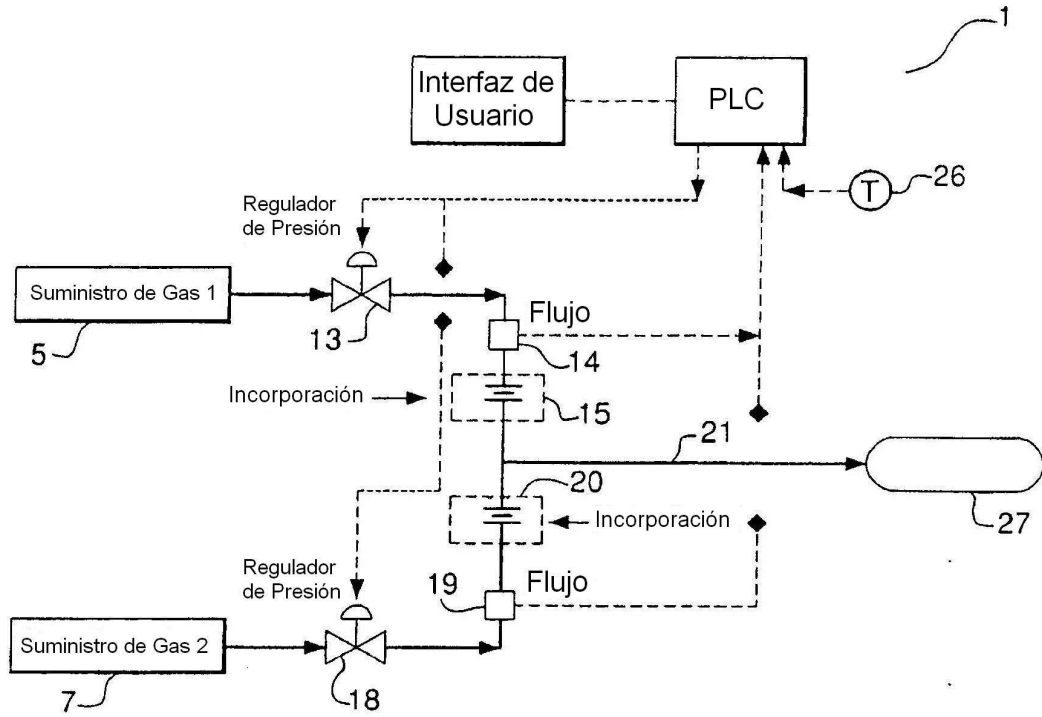


Figura 1

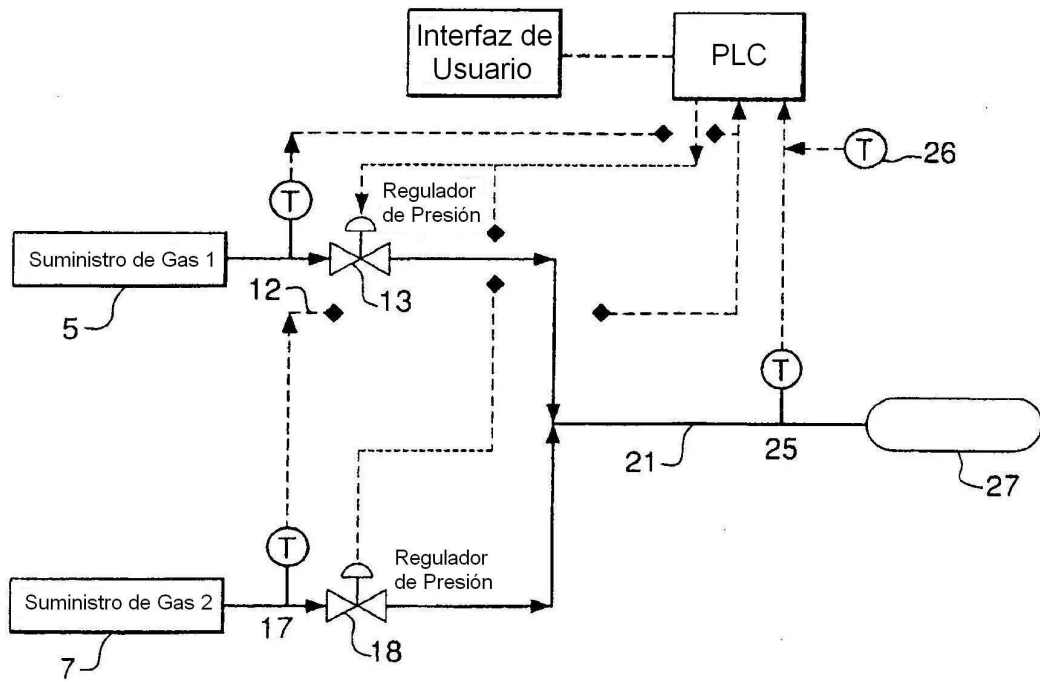


Figura 2

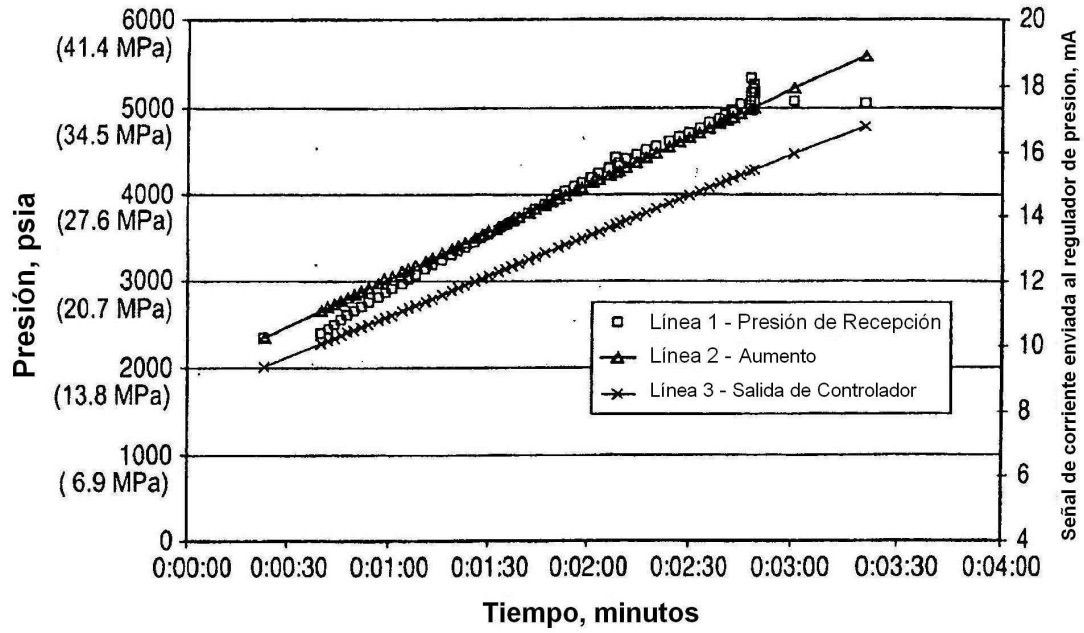


Figura 3

Ejemplo de Llenado utilizando una única Fuente de Gas Comprimido en Aumento = 5MPa por Minuto

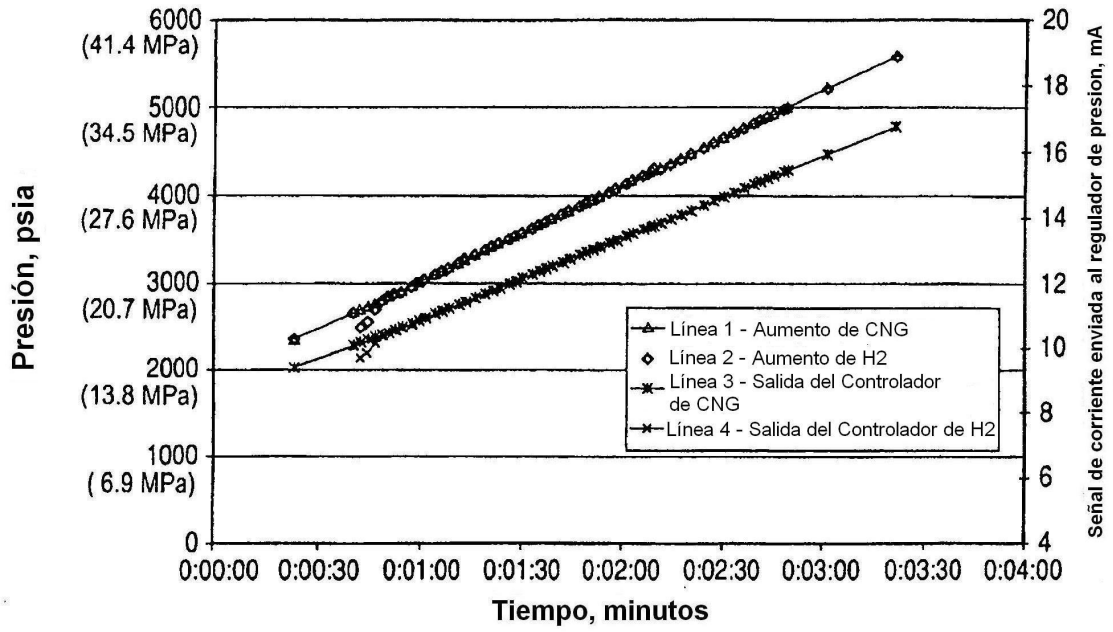


Figura 4

Ejemplo Calculado de Llenado utilizando el Sistema de Llenado Novedoso para Dos Gases Comprimidos
 Fuentes para Conseguir la Relación de Masa de Hidrógeno en CNG = 6% en Aumento Aumento = 5 MPa por minuto

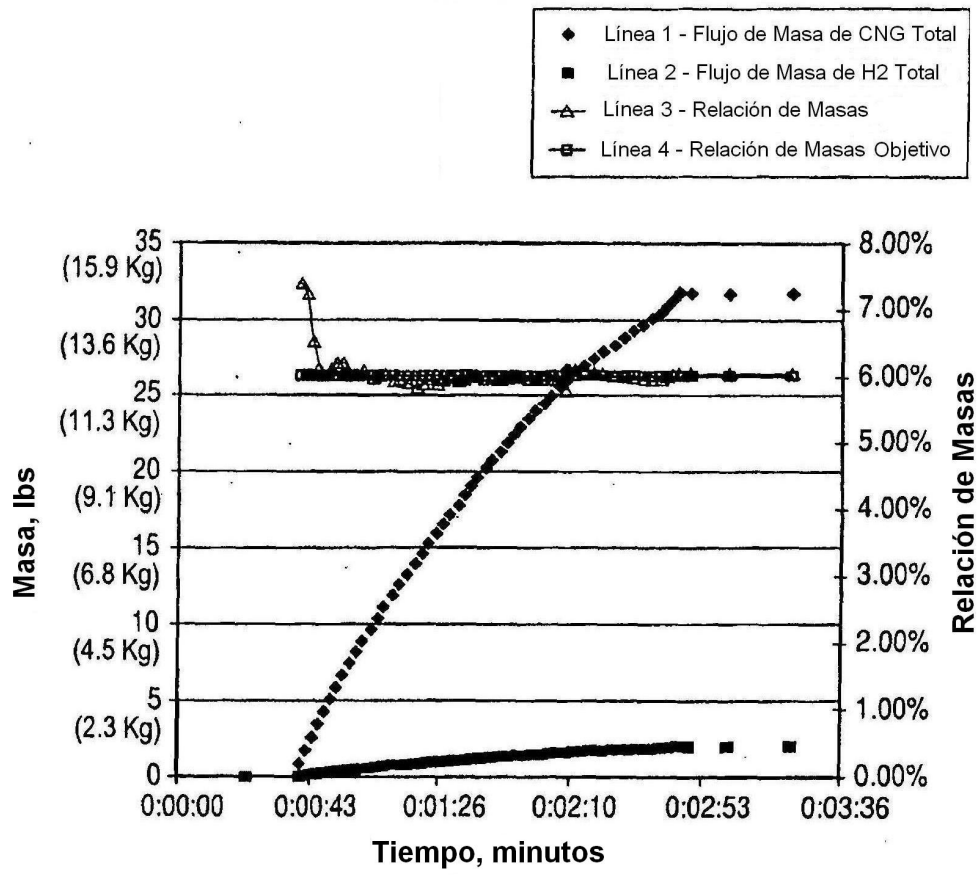


Figura 5

Respuesta Calculada del Sistema de Llenado Novedoso para Dos Fuentes de Gases Comprimidos a Velocidad de Aumento = 5 MPa por Minuto

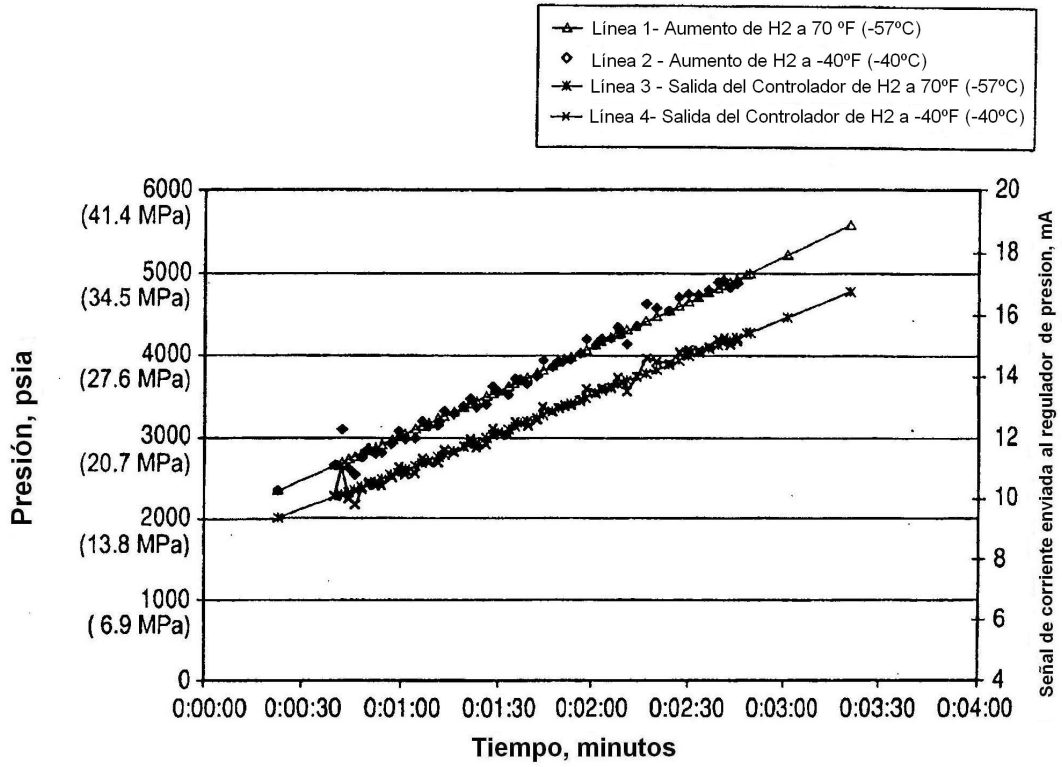


Figura 6

Ejemplo de Llenado de Único Componente desde Fuentes a Dos Temperaturas Diferentes en
 Aumento Aumento = 5 MPa por Minuto

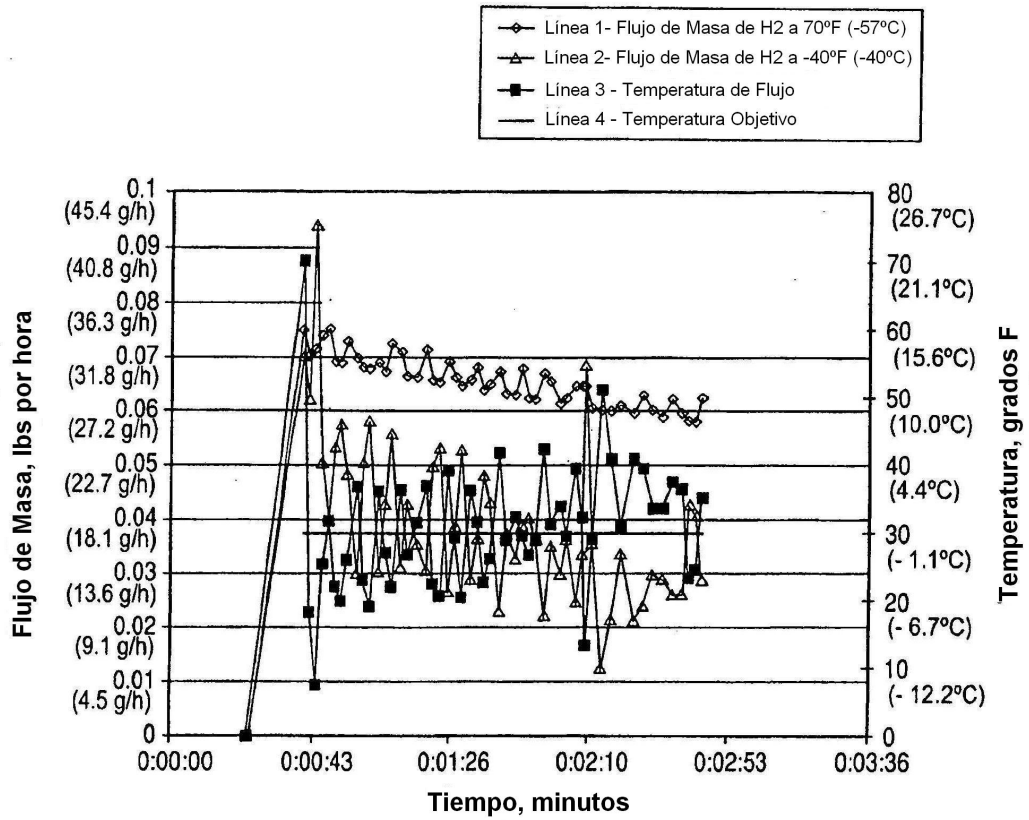


Figura 7

Respuesta Calculada del Sistema de Llenado Novedoso para Dos Fuentes de Gas Comprimido a Diferentes Temperaturas a una Velocidad de Aumento = 5 MPa por Minuto