

MEDIDOR DE FLUJO DE GAS POR DESPLAZAMIENTO DE LÍQUIDO

CAMPO DE LA TÉCNICA

- 5 La presente invención se enmarca en el campo de la ingeniería de procesos y la ingeniería mecánica, particularmente en medidores para flujo volumétrico total o caudal de gas, para medición desde cualquier fuente de gas, incluidos biorreactores y el proceso para realizar la medición de flujo.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- La digestión anaerobia ha tomado importancia para el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales y tratamiento de lodos, debido a que como producto se obtiene biogás (corriente gaseosa compuesta de dióxido de carbono y metano), el cual es utilizado como fuente de energía para suplir parte de los requerimientos energéticos del proceso. Razón por la cual la investigación a nivel de laboratorio ha incrementado el estudio de este tipo de biorreactores para encontrar las mejores configuraciones y las condiciones óptimas para producir la mayor cantidad de biogás.

- 20 En el estado de la técnica, se conocen diferentes modelos de medidores de gas, algunos de ellos son:

- El documento de patente CO00001066 presenta un método para determinar la velocidad de flujo de la fase líquida en tiempo real desde una corriente de dos fases, una de gas y otra líquida, ambas con densidades conocidas. Se proporciona un separador que tiene un gradiente de volumen conocido que corresponde al nivel del líquido en el separador, a partir de la lectura en el cambio de nivel del líquido en un tiempo se determina la velocidad de flujo de la fase líquida. Si bien el documento muestra el método para determinar esta velocidad de flujo, no divulga un mecanismo o aparato para poder hacer dicha lectura.

Por su parte, el documento CO00030387 divulga una válvula de regulador de tipo diafragma movable de flujo de gas de carga de presión, para ser utilizada en

el control del flujo donde el dispositivo de orificio interno del cuerpo del regulador actúa para interconectar dos mecanismos de estrangulación independientes en series. Si bien este dispositivo permite regular el flujo del gas, no permite establecer su volumen ni velocidad de producción, por lo que no permite medir variables necesarias en biorreactores, donde la producción de gas es variable o está siendo modificada por variables del proceso.

La patente ES1010764U presenta un aparato dosificador de anhídrido sulfuroso que resulta útil para controlar el proceso de fermentación en la producción vitícola. El aparato consta de una entrada con conducto tubular transparente, seguido de un preostato asociado al circuito eléctrico de alimentación de un dispositivo calentador del gas licuado contenido en un botellón de suministro, un medidor de caudal, preferiblemente de tipo columna graduada e índice móvil, una válvula reguladora de caudal, una electroválvula de paso que permite el mando a distancia y la automatización del proceso, y una válvula antirretorno, inmediata a la conducción de salida. Si bien, el dosificador podría administrar otro tipo de gases, lo cierto es que el aparato solo permite la lectura del flujo del gas.

La patente MX336733 es un sistema de respirometría que permite medir la producción de O_2 y CO_2 en procesos biológicos, donde se requiere conocer la composición de la fase gaseosa. Este sistema permite el control y monitoreo del consumo de O_2 , producción de CO_2 y medición de flujo al estar conectado a diferentes sensores, que a su vez se conectan a un controlador tipo PLC que administra la apertura y cierre de válvulas en el sistema, y que cuenta con un dispositivo registrador de datos para transmitir la información a un medio de cómputo. El dispositivo requiere para su montaje entonces el medidor de gas y un equipo de cómputo para la lectura de las variables.

La patente DE202004000273 divulga un sistema de medición para monitorear la formación de metano en reactores de biogás, comprende una membrana ubicada en el medio del reactor líquido a través de la cual se difunde el metano. Después de pasar a través de la membrana, el gas es absorbido por una corriente de gas portador y luego es cuantificado por una unidad de medición. La

membrana tiene una sección transversal tubular. El sistema requiere un flujo alto de producción de gas para lograr la medición.

La patente US8012741 muestra un dispositivo de medición de biogás que se caracteriza porque el biorreactor está sellado exteriormente de manera atrapa a los gases de tal manera que todos los volúmenes de gas producidos en el biorreactor pueden ser registrados por la cámara de medición del aparato de medición de volumen de gas; se proporciona un elemento de enfriamiento en la línea de gas para el biogás; y la unidad de medición, control y evaluación se utiliza, en cada ciclo de medición, para introducir una cantidad de gas en la cámara de medición abriendo la válvula de entrada de gas hasta que se alcance una presión de gas umbral definida, para cerrar el gas.

Así mismo, hay productos comerciales que permiten medir el flujo de gas, tales como el RITTER MilliGascounters®, diseñado para la medición volumétrica de las cantidades más pequeñas de gas con caudales ultra bajos. Son adecuados para la medición de todos los gases inertes, ligeramente corrosivos, y se puede usar para la detección volumétrica de fugas. Este medidor sin embargo únicamente mide volumen de gas producido y no tiempo ni velocidad, así mismo esta limitado por su tamaño a la detección de caudales ultrabajos, no siendo adaptable a mayores caudales.

El medidor multigas por sensores infrarrojos, optimizado para biogás y gas de vertedero, denominado Multitec 540 de la empresa Sewerin, si bien puede medir la concentración o composición de hasta seis tipos de gases diferentes de manera simultánea, presenta el inconveniente que no es un medidor de flujo de gas, es decir, no mide flujo volumétrico, requiere detectar gases en flujo alto, por lo que no resulta adecuado para reactores de pequeño tamaño, procesos de estandarización o prototipado.

De lo anterior, resulta evidente que existe aún una necesidad en el campo técnico de medidores de flujo volumétrico de gas que sean capaces de medir flujo volumétrico en tiempo real, que pueda ser instalado en cualquier tipo de

reactor o tomar lectura en otros medios, y que además no requiera de equipos de computo adicionales para la lectura de estas variables.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

5

En la presente invención se resuelve este problema al suministrar un medidor de flujo de gas total, que utiliza el principio de desplazamiento de volumen. Este dispositivo puede medir el flujo de gas proveniente de cualquier fuente, incluso de cualquier biorreactor, no solo biorreactores anaerobios. Además, se puede
10 adaptar para realizar lectura de diferentes rangos de flujos de gas.

El medidor de flujo de gas por desplazamiento de líquido aquí divulgado es construido con un dispositivo para desplazamiento de líquido (11) que posee una cámara interna (7) y una cámara externa (1); sensores de nivel (9); válvula de
15 entrada (6) y válvula de salida (5); y un mecanismo de control (10). Estos sensores de nivel (9) permiten la apertura de la válvula de salida (5) y el mecanismo de control (10) recibe y gestiona los datos del proceso de medición.

La invención también proporciona el proceso para realizar la medición del flujo
20 de gas en el dispositivo aquí revelado.

El principio de la solución para la medición del gas se basa en la mejora de los equipos actuales en el mercado al sustituir algunos elementos, de manera que se facilite el mantenimiento del sistema medidor, para lo cual se incorpora una
25 válvula antirretorno (6) y una electroválvula (5) de una sola vía normalmente cerrada. Adicionalmente se incluye el mecanismo de control (10) para una medición con una interfaz de usuario (10.1) donde se puede observar el flujo volumétrico en tiempo real, basado en el desplazamiento de volumen del líquido que permite ser contado y se marca el inicio de la medición con un temporizador
30 (10.3) que contabiliza el tiempo, utilizando estos datos es posible visualizar el flujo volumétrico, sin necesidad de ningún software.

El medidor de flujo de gas por desplazamiento de líquido aquí revelado tiene la ventaja que las mediciones del flujo de gas pueden ser leídas sin necesidad de

un equipo de cómputo o dispositivo externo de lectura de datos, puesto que las lecturas de las variables pueden ser leídas en tiempo real y almacenadas en el mecanismo de control (10), que consta de interfaz de usuario (10.1), microprocesador (10.2), temporizador (10.3), fuente de energía (10.4) y consola (10.5).

El medidor de flujo de gas por desplazamiento de líquido es un equipo portátil, de pequeño tamaño y fácil manejo. Puede ser redimensionado para diferentes rangos de flujo volumétrico de gas. El redimensionamiento del equipo se realiza cambiando el tamaño de la cámara interna (7) y externa (1), pero el resto de los elementos que lo conforman son los mismos.

Este dispositivo de bajo costo impactará en el mercado de los laboratorios de las empresas de tratamientos de aguas residuales, de universidades y laboratorios que presten este tipo de servicios, ya que será posible instalar medidores de flujo de gas para cada prototipo o biorreactor y tener una mejor trazabilidad de la producción de gas. Además, permitirá realizar ensayos simultáneos para optimizar el tiempo de los ensayos o investigaciones.

Adicionalmente, por su fácil instalación, mantenimiento y manejo, este dispositivo medidor de biogás puede ser instalado en biorreactores que estén localizados en zonas rurales, tales como biorreactores para transformación de materia orgánica en energía, los cuales requieren este tipo de medidores.

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Medidor de flujo de gas por desplazamiento de líquido con el dispositivo para desplazamiento de líquido (11) y mecanismo de control (10).

Figura 2. Detalle de la cámara interior (7) del dispositivo para desplazamiento de líquido (11).

Figura 3. Mecanismo de control (10), con sus principales componentes.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención presenta un medidor de flujo de gas por desplazamiento
5 de líquido que puede ser adaptado a biorreactores o cualquier otra fuente que produzca gas.

La figura 1 muestra el sistema medidor de flujo de gas ensamblado con el detalle
del dispositivo para desplazamiento de líquido (11) cerrado, mostrando la
10 cámara externa (1), la tapa de la cámara externa (2) que la cierra, y que puede ser ensamblada y desensamblada para llenar las cámaras a medida que el volumen del líquido disminuye.

También se observa la cámara interior (7), la cual está acoplada dentro de la
15 cámara externa (1) y ambas tienen guía de volumen (8). La cámara interna (7) tiene una apertura (7.1) que se comunica con la cámara exterior (1), siendo esta apertura usualmente en la parte inferior, y conexión con el tubo bifurcado de ingreso y salida de gas (4), de manera que el gas ingresa directamente a esta
cámara interior (7), dirigiendo el desplazamiento del líquido desde ésta hacia la
20 cámara exterior (1).

El dispositivo para desplazamiento de líquido (11) se conecta al mecanismo de control (10), a través de la salida de los sensores (3), por medio de cables que
25 permiten llevar la señal captada por los sensores de nivel (9).

La figura 2 presenta la cámara interior (7) del dispositivo para desplazamiento de líquido (11), mostrando la conexión del tubo bifurcado de ingreso o salida de gas (4), que es un arreglo en “Y”, que permite tener un tubo de entrada al dispositivo y dos tubos cada uno de los cuales posee una válvula de entrada (6) o válvula
30 para la salida (5) del gas. Este ensamblaje permite que la actividad de las válvulas sea independiente y que la conexión del mecanismo de control (10) pueda operar únicamente la válvula de salida (5).

En una modalidad preferida, la válvula de entrada (6) es una válvula antirretorno, que va conectada a un extremo del tubo bifurcado (4) y al tubo que se dirige a la fuente de gas, siendo ésta usualmente un biorreactor. Esta válvula antirretorno o válvula cheque (6), es decir, que permite el flujo en una sola dirección.

5

En otra modalidad de la invención, la válvula de salida (5) es una electroválvula, que está conectada a un extremo del tubo bifurcado (4) y al tubo transportador del gas, que se dirige éste a su sitio de almacenamiento o al siguiente dispositivo del proceso. Esta válvula de salida (5) es de una vía, permanece normalmente
10 cerrada, es decir, que cuando se acciona abre, y es la que controla la salida del gas. Va conectada con el mecanismo de control (10), pues funciona como actuador de éste.

En la cámara interna (7) se ubican los sensores (9) que miden el nivel de líquido.
15 Esta cámara permite ver la guía de volumen (8), por lo que usualmente su material es traslúcido.

El medidor de gas por desplazamiento de líquido puede tener dos o más sensores de nivel (9), y tipos de sensores. Su número está determinado por el
20 volumen del dispositivo de desplazamiento de líquidos y la forma que pueda tener el mismo. De manera preferida, el sistema de medición de gas posee dos sensores de nivel, uno ubicado en el límite superior (9.1) y otro ubicado en el límite inferior (9.2).

25 Los sensores pueden estar a una altura determinada o en una modalidad preferida son móviles, de manera que la altura del nivel del líquido que está al interior de las cámaras se puede adaptar según el flujo de gas que se proyecte que pueda producir la fuente. Los sensores pueden ser elaborados de forma que permitan tener una señal de conductividad del líquido como materiales de alta
30 conductividad.

La señal enviada por el sensor de nivel inferior (9.2) indicando que el volumen del líquido en la cámara interna (7) está en el límite inferior, permite la apertura de la válvula de salida o electroválvula (5).

Como la electroválvula (5) es normalmente cerrada, ella se acciona cuando el nivel del líquido de la cámara interna deja de tener contacto (conductividad) con el sensor del nivel inferior (9.2), es decir, la electroválvula (5) se abre. Para que la electroválvula (5) vuelva a su posición original, el nivel del líquido de la cámara interior (7) debe tener contacto con el sensor de nivel superior (9.1) para que la electroválvula (5) cierre, y se complete un ciclo de lectura.

En la figura 2 también se observa el detalle de la apertura (7.1) de la cámara interior (7) hacia la cámara exterior (1) (no mostrada en esta figura) y las guías de volumen (8) que enseñan el desplazamiento del líquido que se ha dado cuando ingresa el gas producido por la fuente.

El mecanismo de control (10), mostrado en la figura 3, está conformado por un microprocesador (10.2), temporizador (10.3), conectados a una fuente de energía (10.4) y que permiten visualizar a través de la interfaz de usuario (10.1), que puede ser una pantalla, también denominada tablero o display, un tablero, un elemento con ambas funciones, un manómetro, o todos estos. Los valores de las variables tomadas, tales como flujo de gas, tiempo, presión del gas, ciclos realizados, e identificación del tipo de gas presente en la fuente.

La fuente de energía (10.4) del mecanismo de control (10) puede ser un adaptador de 12 V, batería portátil, bien sea panel solar o cualquiera de los tipos de pilas conocidas en el campo técnico.

El mecanismo de control (10), tiene sus componentes ubicados en una consola (10.5) que permite la interacción, al poseer una interfaz de usuario (10.1) conformada por pantalla, teclado o ambos elementos, que permiten ingresar los datos del proceso y gestionar los datos que se obtienen del mismo. También puede tener un manómetro, o elemento equivalente a éste.

El microprocesador (10.2), puede ser un circuito integrado, un conjunto de circuitos integrados, un PLC o cualquier otro elemento equivalente que permita la programación del mecanismo.

En el mecanismo de control (10) para una medición con una interfaz de usuario (10.1) se puede observar el flujo volumétrico en tiempo real, basado en el desplazamiento de volumen del líquido que permite ser contado y se marca el inicio de la medición con un temporizador (10.3) que contabiliza el tiempo, También contabiliza el número de ciclos realizados, la velocidad de generación del gas, entre otros. Utilizando estos datos es posible visualizar el flujo volumétrico, sin necesidad de ningún software adicional, ni el empleo de un equipo de cómputo.

El proceso de medición se da cuando el gas ingresa por medio del tubo bifurcado (4) atravesando la válvula de entrada (6) al interior de la cámara interna (7), el gas va desplazando el líquido que está al interior de la cámara interna (7) hasta que pasa el sensor de nivel inferior (9.2), el cual acciona la válvula de salida (5) o electroválvula, para dar salida al gas. Por lo cual el nivel del agua se va desplazando de forma ascendente hasta llegar al sensor de nivel superior (9.1), el cual acciona la electroválvula (5) para que ella cierre la salida del gas.

Cuando el gas sale a través de esta válvula (5), entonces el líquido retorna a la cámara interior (7) y disminuye por lo tanto el volumen en la cámara exterior (1), llegando hasta el sensor de nivel (9) ubicado en el extremo superior (9.1), momento en el cual se envía otro impulso eléctrico que activa el cierre de la válvula de salida (5). Así se completa un ciclo de lectura, que es registrado en el mecanismo de control (10), el cual va tomando medición de tiempo, flujo de gas, velocidad, número de ciclos, entre otras variables.

El líquido que está al interior de las cámaras puede ser de cualquier tipo, y variar su viscosidad. Su elección será determinada por el tipo de gas con el cual se trabaja y por el volumen que se desee medir. De esta manera, el líquido puede ser agua, agua desionizada, aceite, o cualquier otra sustancia de viscosidad conocida.

En una modalidad preferida de la invención, se puede realizar la identificación y medición del flujo de un tipo de gas específico, para ello, el componente gaseoso de interés debería ser insoluble en la solución.

- 5 En una modalidad aún más preferida se puede medir el flujo de metano, añadiendo NaOH al líquido que está en el interior del dispositivo para desplazamiento de líquido (11) y usar como indicador fenolftaleína. Donde la solución de NaOH adsorbe el CO₂ y permite la acumulación de metano, la fenolftaleína actúa como indicador de saturación del CO₂, y se debe cambiar la
- 10 solución de NaOH, en caso de medir el CO₂ es posible titular la solución saturada y se calcula la concentración de CO₂.