

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 304**

51 Int. Cl.:

B65D 81/18 (2006.01)

A23L 3/00 (2006.01)

A23B 7/148 (2006.01)

B65D 81/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.11.2013 PCT/AU2013/001269**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.05.2014 WO14066952**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.11.2013 E 13851944 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019 EP 2922769**

54 Título: **Mejoras en el control de la composición de gas dentro de un contenedor**

30 Prioridad:

01.11.2012 AU 2012904815

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

01.07.2019

73 Titular/es:

**MITSUBISHI AUSTRALIA LIMITED (100.0%)
Maxtend Division, Unit 35, 170 Forster Road
Mount Waverley, VIC 3149, AU**

72 Inventor/es:

**SAVUR, SANJAY;
JORDAN, RODNEY y
JONES, LEE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 718 304 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

Mejoras en el control de la composición de gas dentro de un contenedor

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere generalmente a un método de, a un aparato para, controlar la composición de gas dentro de un contenedor, en particular, para prolongar la vida de productos perecederos, por ejemplo, durante el transporte dentro del contenedor.

Antecedentes de la invención

10 Con el fin de prolongar la vida de almacenamiento de productos perecederos (tales como frutas y verduras) almacenados en contenedores durante el transporte o almacenamiento es por lo general importante controlar al menos algunas de las condiciones ambientales dentro del contenedor. Esto es debido a que los parámetros ambientales, por ejemplo, la temperatura y composición de gas en el interior del contenedor, afectan la tasa de respiración y el deterioro de productos después de la recolección.

15 El método convencional para prolongar la vida de almacenamiento de productos ha sido refrigerar el contenedor y reducir los niveles de dióxido de carbono (puesto que el dióxido de carbono es generado por el producto que respira), mientras se mantiene el oxígeno y nitrógeno a niveles deseados.

20 La invención de la solicitante descrita en el documento WO 2000/023350 titulada "Aparato para controlar la ventilación de una cámara" propuso un nuevo enfoque para ajustar el entorno en el interior de una cámara que contiene productos que respiran. El método se llevó a cabo sin monitorizar el nivel de dióxido de carbono en la cámara e implicaba monitorizar el nivel de oxígeno en la cámara y admitir aire ambiental en la cámara cuando se detecta que el nivel de oxígeno ha caído por debajo de un punto de consigna de oxígeno. El dióxido de carbono se eliminaba de la cámara a una tasa predeterminada por medio de una cantidad seleccionada de material absorbedor de dióxido de carbono almacenado en el interior del contenedor. La tasa predeterminada en el proceso se seleccionaba antes del almacenamiento/trayecto de modo que la concentración de dióxido de carbono en el interior de la cámara no superara una cantidad predeterminada.

25 Otros métodos conocidos usan una membrana permeable dentro del contenedor que es selectiva para separar determinados gases mientras que retiene otros. Es decir, permite que determinados gases pasen a su través, mientras que evita otros determinados gases. La membrana selectiva está instalada en el contenedor como una capa de revestimiento que define una zona de regulación que puede estar abierta al aire ambiente fuera del contenedor, o manipularse de otras formas. Imponer una diferencia de presión parcial constante a través de la membrana tiene el efecto de separar de forma selectiva gases en la zona de regulación. Tales técnicas evitan la necesidad de materiales absorbedores de dióxido de carbono.

30 Solo determinadas membranas son útiles para proporcionar la permeabilidad requerida a ciertos gases sobre otros gases, y las membranas de separación de gases disponibles más corrientemente proporcionan una selectividad relativamente baja al dióxido de carbono. Por ejemplo, la membrana de PDMS disponible de forma comercial (tal como la suministrada por Medarray) presenta selectividad a CO_2/O_2 y CO_2/N_2 relativamente baja, lo que significa que puede haber pérdidas significativas de oxígeno y nitrógeno del contenedor. Esto conduce a inestabilidad del control, o falta de equilibrio y dificultadas resultantes para controlar el ambiente del contenedor.

35 Otra complicación del control de gases en el contenedor es el fenómeno de que, aunque la presión total en el lado de alimentación de la membrana es mayor que la del lado de extracción de la membrana, una diferencia de presión parcial de oxígeno (y/o nitrógeno) puede retirar oxígeno de vuelta a través de la membrana durante su operación de extracción.

En vista de lo anterior, se consideró necesario desarrollar membranas especializadas con alta selectividad al dióxido de carbono, tal como se describe en el documento WO 2008/017307 titulada "Una membrana permeable a gas".

Otra técnica antecedente relevante se describe más adelante para completar la información.

45 El documento WO 2012/149611 A1 está dirigido a un aparato y métodos para controlar la composición de gas en la atmósfera de un contenedor. El gas es retirado a través de un elemento de membrana selectiva bajo condiciones de control seleccionadas a través de la al menos una salida de gas y es introducido aire del exterior del contenedor al contenedor a través de la al menos una entrada de gas bajo condiciones de control seleccionadas para controlar la composición relativa de gases en el interior del contenedor.

50 El documento JP H03 123414 A está dirigido a un dispositivo de almacenamiento que mantiene la frescura. El dispositivo bloquea la atmósfera de frutas y controla la composición de la gas de la atmósfera adecuada para el almacenamiento controlando niveles de concentraciones de oxígeno, dióxido de carbono y nitrógeno.

El documento US 2003/061938 A1 está dirigido a un dispositivo de almacenamiento que incluye una cámara de almacenamiento que rodea un espacio de almacenamiento donde pueden colocarse materiales oxidables y una

membrana con permeabilidad diferencial. Un motor que mueve el aire, preferiblemente un compresor, alimenta gases a la membrana con permeabilidad diferencial. Se ha dispuesto un elemento de refrigeración para enfriar la temperatura en el interior de la cámara de almacenamiento por debajo de la temperatura ambiente. El nivel de oxígeno en la cámara de almacenamiento se reduce de este modo con respecto al nivel de oxígeno en la atmósfera.

5 El documento US 2007/065546 A1 está dirigido a un aparato para controlar la composición de gases en un contenedor. El aparato comprende una membrana permeable adaptada para facilitar el transporte de diferentes especies moleculares como partes de gases contenidas en la atmósfera a través de la membrana a diferentes tasas. La incorporación de la membrana para proporcionar concentraciones de gases a diferentes tasas es clave para prolongar la vida de los productos basándose en sensores que proporcionan lecturas de composición del gas o atmósfera en la zona de carga y/o regulación, lo que activa bombas, ventiladores, soplantes, etc.

10 El documento US 5,332,547 A está dirigido a un dispositivo para mantener una atmósfera controlada en un contenedor herméticamente cerrado. El dispositivo controla los niveles de oxígeno y dióxido de carbono en el interior del contenedor y utiliza tecnología de membrana permeable para controlar tales niveles. El dispositivo incluye un sistema de muestreo de aire que se usa para medir de forma periódica los niveles de oxígeno y dióxido de carbono en el interior del contenedor. Sensores de oxígeno y dióxido de carbono determinan niveles en el contenedor y accionan el sistema que mantiene una atmósfera controlada en el contenedor.

15 La presente invención proporciona un nuevo método para controlar el ambiente en un contenedor, y un nuevo aparato contenedor.

Compendio de la invención

20 De acuerdo con un aspecto de la presente invención se proporciona un método para controlar la composición de gas dentro de un contenedor que contiene productos que respiran, incluyendo el contenedor al menos una salida de gas y al menos una entrada de gas, incluyendo el método:

retirar un gas seleccionado del interior del contenedor a través de un elemento de membrana selectiva de modo que el gas seleccionado sea retirado del contenedor a través de la al menos una salida de gas;

25 caracterizado por que el método incluye además las etapas de:

medir la presión en el interior del contenedor a intervalos de tiempo seleccionados de modo que se calcule una tasa de cambio de presión interna en el tiempo;

estimar un flujo de pérdida de aire usando la tasa de cambio de presión interna en el tiempo; y

30 introducir aire bajo condiciones de control seleccionadas desde el exterior del contenedor al interior del contenedor a través de la al menos una entrada de gas como respuesta al flujo de pérdida de aire estimado para controlar la composición relativa de gases en el interior del contenedor.

En una forma preferida, la etapa de medición de la presión puede incluir adicionalmente otra etapa de responder a un cambio en la presión con un miembro sensible a la presión para actuar un elemento de control. El miembro sensible a la presión puede incluir un diafragma, membrana, hoja u otro medio adecuado.

35 La etapa de medición de la presión puede incluir adicionalmente el movimiento de un actuador por el miembro sensible a la presión para la actuación de una válvula o compuerta u orificio, iris o abertura para que comience la etapa de introducción de aire.

Preferiblemente, la presión se mide con un medidor de presión u otro dispositivo adecuado.

40 La introducción de aire del ambiente puede incluir la etapa de variar el flujo de aire a través de la al menos una entrada de gas. Medios adecuados para variar el flujo de aire a través de la entrada de gas incluyen inducción forzada por un ventilador o soplante, o abriendo un orificio, o abriendo una válvula, o variando el tamaño de una abertura de entrada o variando el número de entradas de gas en operación exponiendo una o más de una pluralidad de aberturas de gas.

45 Preferiblemente, la abertura de entrada está controlada por una válvula. La válvula puede estar en forma de una válvula de solenoide. En disposiciones alternativas, la válvula es un orificio de válvula continuamente variable accionado por un motor paso a paso o barrera para exponer una disposición de orificios pasantes.

Preferiblemente, el gas seleccionado retirado del contenedor por el elemento de membrana selectiva es dióxido de carbono.

50 Preferiblemente, la etapa de retirada de gas incluye retirar selectivamente dióxido de carbono a través del elemento de membrana, que puede considerarse una permeación forzada llevada a cabo por un ventilador, soplante u otro medio de retirada de gas impulsado, tal que el dióxido de carbono es extraído del contenedor a una tasa mayor que otros gases presentes en el contenedor, en particular en relación con oxígeno y nitrógeno presentes en el contenedor.

Preferiblemente, el método incluye además la etapa de monitorizar los niveles de uno o más componentes gaseosos en el interior del contenedor para proporcionar una o más lecturas de nivel de componente gaseoso. En una forma de realización preferida, la etapa de monitorización incluye monitorizar el oxígeno.

5 La etapa de introducción de aire también puede llevarse a cabo en respuesta a la una o más lecturas del nivel de componente gaseoso. En una forma de realización particularmente preferida, la lectura del nivel de componente gaseoso es el nivel de oxígeno pero podría ser el de dióxido de carbono, nitrógeno, uno o más componentes minoritarios de la atmósfera del contenedor, tal como monóxido de carbono, dióxido de azufre o cualquier otro gas inerte o reactivo.

10 Preferiblemente, el aire es admitido en el contenedor a través de la una o más entradas de gas, impulsado por una diferencia de presión entre el aire fuera del contenedor y cualquier ligero vacío en el interior del contenedor causado por la extracción o retirada selectiva de gas del interior del contenedor por la membrana. Preferiblemente, el caudal de la etapa de introducción de aire sería de aproximadamente 90 litros/min a una diferencia de presión de aproximadamente 200 Pa. Están contemplados otros caudales tales como 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150 o más o menos. Se sobrentiende que están contempladas variaciones de estos valores como efectivas, y este valor está controlado entre valores tales como una corriente muy pequeña y un valor de flujo completo. Además, puede haber formas de realización en las que pueden ser adecuadas la inducción forzada o inducción reducida u obturación forzada, en lugar de dejar simplemente que el aire fluya al interior del contenedor mediante una diferencia de presión. La etapa de introducción de aire puede también llevarse a cabo de forma intermitente a los diversos caudales y presiones.

20 La etapa de monitorizar el nivel de oxígeno puede combinarse con la comparación de dicho nivel con un valor de consigna deseado y luego introducción de aire ambiental al contenedor de acuerdo con las condiciones de control seleccionadas. Preferiblemente, la medición del oxígeno u otro gas se lleva a cabo de forma rutinaria, a intervalos de tiempo temporalmente espaciados, y la cantidad de aire introducido durante dicho intervalo de tiempo depende de la diferencia de presión entre el nivel medido de oxígeno u otro gas y el valor de consigna seleccionado.

25 La etapa de monitorización de gas también puede incluir la monitorización de dióxido de carbono (CO₂) gas en el interior del contenedor. El método también puede incluir la etapa de comparar la cantidad medida de CO₂ gas en el contenedor y luego alterar las cantidades de extracción selectiva de CO₂ como respuesta a las mediciones.

30 El elemento de membrana tiene preferiblemente una selectividad que permite que el dióxido de carbono gas penetre a través del elemento de membrana a una mayor tasa que el oxígeno y nitrógeno, preferiblemente a una relación, para CO₂:O₂ de entre aproximadamente 2,5 y aproximadamente 15. Intervalos de selectividad preferidos para CO₂/N₂ están entre aproximadamente 5 y aproximadamente 50. En una disposición particularmente ventajosa que ha mostrado que es muy efectiva con formas de realización de la presente invención, la selectividad de una membrana adecuada para dióxido de carbono:oxígeno (CO₂/O₂) es relativamente modesta o baja a entre aproximadamente 4 y aproximadamente 5 y la selectividad para una membrana adecuada para dióxido de carbono:nitrógeno (CO₂/N₂) es igualmente modesta, a entre aproximadamente 7 y aproximadamente 14. Una membrana preferida está fabricada en Polidimetilsiloxano (PDMS).

40 Membranas contempladas incluyen una permeabilidad completa para CO₂ de aproximadamente 3000 Barrer y comprende un grosor de aproximadamente 35 µm. Esta es una permeabilidad muy alta y otros materiales se contemplan por ser útiles, incluyendo acetato de celulosa, que tiene una permeabilidad total para CO₂ de 6,3 Barrer. Esta es una gran diferencia, pero puede atenuarse modificando el grosor de la membrana y teniendo una gran área de membrana.

45 Membranas preferidas han mostrado que tienen aproximadamente 3100 Barrer de permeabilidad para CO₂ y 35 µm de grosor. Por tanto, la permeabilidad por unidad de grosor para una membrana adecuada es aproximadamente 88 Barrer/µm. Un tipo de membrana adecuada para su uso con formas de realización preferidas de la presente invención está fabricada en Polidimetilsiloxano (PDMS), que tiene una selectividad moderada para CO₂, a aproximadamente entre 4 y 5, y una selectividad para CO₂/N₂ de entre aproximadamente 10 y 11. También pueden usarse otras membranas, incluyendo membranas sin silicio.

El método puede implementarse sin ningún otro medio de retirada, conversión, absorción, extracción o eliminación de cualquier otro modo del dióxido de carbono gas.

50 Preferiblemente, la etapa de flujo de pérdida de aire ambiente estimado se lleva a cabo por un ordenador que responde a un programa de ordenador para calcular un caudal de entrada basado en la diferencia de presión o tasa de cambio de la diferencia de presión en el interior del contenedor y/o tasa de cambio de la diferencia de presión entre el exterior y el interior del contenedor.

55 La presión en el exterior del contenedor puede medirse por cualquier medio adecuado o puede estimarse suponiendo unas Condiciones de Laboratorio Estándar (SLC) y entrada al programa de ordenador como una constante.

Preferiblemente, la monitorización de los niveles de componente gas también se producen a intervalos seleccionados de modo que se calcule una tasa de cambio del nivel de componente gas. Es decir, la tasa de cambio de CO₂ y la tasa

de cambio de O₂ pueden calcularse e introducirse al ordenador para estimar la cantidad y tasa de cambio de componente gas, siendo O₂ y CO₂ que se requiere para impulsar el sistema hasta un nivel adecuado para reducir el deterioro de la carga útil durante un recorrido.

5 En formas de realización preferidas, la etapa de retirada de gas es sustancialmente continua durante todo el recorrido entre el inicio (cierre del contenedor) y la llegada (apertura del contenedor).

Una ventaja de las formas de realización preferidas de la presente invención es que puede usarse una membrana con una baja selectividad y bajo coste en un sistema de control para proporcionar un ambiente estable, controlado y adecuado para prolongar la vida de productos que respiran en tránsito.

10 Aunque la forma de realización preferida incluye la etapa de retirada de gas que es continua, la etapa de retirada de gas puede llevarse a cabo bajo condiciones de control seleccionadas. Las condiciones de control seleccionadas para la etapa de retirada pueden incluir cambiar una tasa de retirada de gas desde el contenedor en el tiempo. Las condiciones de control seleccionadas pueden implicar una etapa de retirada cuando se actúe una bomba para retirar gas a través del elemento de membrana desde el interior del contenedor a un intervalo seleccionado de caudales y una etapa de mantenimiento en la que se minimiza el caudal a través de la membrana o se detiene por completo. La etapa de retirada y la etapa de mantenimiento pueden alternarse de modo que haya una retirada de gas generalmente intermitente.

15 Las condiciones de control seleccionadas bajo las cuales se lleva a cabo la etapa de retirada pueden incluir una situación en la que la etapa de retirada y la etapa de mantenimiento sean de tiempo estimado aproximadamente iguales. En una forma de realización, este tiempo estimado puede ser aproximadamente 15 minutos. Otros tiempos estimados adecuados incluyen aproximadamente 1 minuto, 2 minutos, 5 minutos, 10 minutos, 20 minutos, 30 minutos, 45 minutos y 1 hora, 2 horas, así como tiempos de encendido-apagado desiguales, tales como 10 minutos encendido, 20 minutos apagado, 20 minutos encendido, 10 minutos apagado, y así sucesivamente. Algunos tipos de cargas de fruta pueden adaptarse a una etapa de retirada de 15 minutos y una etapa de mantenimiento de 300 minutos, mientras que otros pueden requerir, por estabilidad, una etapa de retirada de 60 minutos y una etapa de mantenimiento de 30 minutos. Otras combinaciones están contempladas y pueden variar de acuerdo con la tasa de respiración y temperatura requeridas para prolongar la vida de la carga particular de productos.

La etapa de retirada puede ser más corta que la etapa de mantenimiento al objeto de facilitar un equilibrio de componentes gaseosos y presiones en el interior del contenedor.

20 La duración de la etapa de retirada puede ser hasta aproximadamente 20 veces más corta que la de la etapa de mantenimiento.

35 Se contempla que las condiciones de control puedan incluir una tasa de cambio de la retirada de gas, o tasa de cambio de introducción de oxígeno desde un envase o el aire ambiental dictada por un patrón senoidal, o un patrón en diente de sierra, u otra forma de onda adecuada. El gradiente del diente de sierra puede aumentar abruptamente entre la retirada y el mantenimiento, y aplanarse entre un mantenimiento y retirada subsiguientes, de modo que haya un espacio más grande para permitir restaurar las condiciones de equilibrio, o la forma de onda puede ser más uniforme. Adicionalmente, se contempla que la etapa de retirada pueda reducirse sencillamente en amplitud de modo que la retirada se lleve hasta una corriente muy pequeña, en lugar de reducir la retirada hasta una total parada de mantenimiento. Esta corriente muy pequeña puede tener otras ventajas, tales como, por ejemplo, reducir movimientos en sentido inverso no intencionados de otros gases a través de la membrana.

40 El método puede incluir adicionalmente la etapa de llevar a cabo una prueba de estanqueidad a gas del contenedor e incluir el nivel de pérdidas, si hay, en un algoritmo de control.

Preferiblemente, la etapa de introducción de aire ambiental se lleva a cabo bajo condiciones de control seleccionadas. Preferiblemente, estas condiciones incluyen cambiar una tasa de introducción de aire ambiental desde el exterior del contenedor en el tiempo.

45 Las condiciones de control seleccionadas pueden ser un caudal reducido o nulo a tiempos seleccionados, causado por una etapa de estrangulamiento. La etapa de estrangulamiento puede estar causada por un diafragma que esté colocado a través del lado de alimentación y/o barrido de la unidad de membrana, o por alguna otra interferencia física o mecánica para aumentar la presión y reducir el caudal a través de la unidad de membrana. El estrangulamiento puede ser un tubo Venturi, orificio, bloqueo parcial, obturación, abertura variable, esfínter o algún material poroso tal como un bloque sinterizado, esponja u otra sustancia adecuada. El estrangulamiento puede regularse ampliándose en las corrientes de alimentación o barrido por un transductor.

50 Una forma de la invención puede incluir la característica de modulación controlada del flujo de la etapa de retirada de gas por una operación intermitente del elemento de membrana. Un flujo de extracción de CO₂ reducido o nulo deja tiempo para que aumente el nivel de oxígeno en el contenedor, evitando el riesgo de que la retirada continua de CO₂ a través de la membrana (que incluirá niveles significativos de gases diferentes a CO₂) conduzca a inestabilidad, ya que la introducción en la entrada de aire opera en respuesta a la monitorización del nivel de oxígeno.

El método también puede incluir la etapa de refrigerar el contenedor. El contenedor puede refrigerarse por dispositivos conocidos de refrigeración a temperaturas conocidas de refrigeración.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención se proporciona un contenedor adecuado para almacenar o transportar productos que respiran, incluyendo el contenedor:

- 5 paredes de extremo y laterales opuestas, y piso y techo opuestos que definen un espacio para almacenar los productos;
- al menos una salida de gas y una unidad de membrana selectiva en comunicación de fluido con la salida de gas de modo que en uso el gas en el interior del contenedor puede ser retirado a través de la misma desde el interior del contenedor al exterior del contenedor;
- 10 una soplante o ventilador u otra unidad de extracción de gas en comunicación de fluido con la unidad de membrana para retirar gas a través de la unidad de membrana;
- al menos una entrada de gas para introducir aire desde el exterior del contenedor al interior del contenedor;
- una primera válvula para controlar el flujo de aire a través de la entrada de gas; y
- 15 un medidor de presión para medir la presión en el interior del contenedor a intervalos de tiempo seleccionados de modo que se calcule una tasa de cambio de presión interna en el tiempo;
- donde el medidor de presión está operativamente conectado a la primera válvula, de modo que en uso opere la primera válvula para controlar el flujo de aire en el contenedor desde el exterior del contenedor en respuesta a un flujo de pérdida de aire estimado para ajustar la composición de gases en el interior del contenedor.
- 20 El medidor de presión puede incluir un miembro sensible a la presión que responde a cambios de presión en el interior del contenedor. El miembro sensible a la presión puede ser un diafragma.
- El medidor de presión incluye preferiblemente un actuador para actuar la primera válvula. El actuador puede estar conectado operativamente al diafragma de la válvula.
- Preferiblemente, el medidor de presión incluye un sensor de presión para tomar mediciones continuas o mediciones discretas de presión espaciadas en el tiempo.
- 25 Preferiblemente, está dispuesto un controlador y conectado operativamente en uso al sensor de presión y sensible a la entrada desde el sensor de presión para estimar el flujo de entrada de pérdida basado en las mediciones de presión tomadas por el sensor de presión. Preferiblemente, el controlador ajusta la composición de gases en el interior del contenedor operando la primera válvula en respuesta a la estimación del flujo de entrada de pérdida.
- 30 Preferiblemente, está dispuesto un sensor para detectar niveles de uno o más gases en el contenedor. Preferiblemente, el sensor es un sensor de oxígeno. Otro sensor dispuesto puede ser un sensor de dióxido de carbono.
- Opcionalmente el contenedor incluye una fuente de alimentación para alimentar el sensor, controlador y medios de control. Preferiblemente, el contenedor incluye además una unidad de refrigeración a la cual está también conectada la fuente de alimentación. Preferiblemente, el sensor y el sistema de control están alimentados por una batería autónoma de modo que el sistema de control pueda disponerse en un contenedor convencional.
- 35 Preferiblemente, el uno o más controladores incluyen un procesador, una memoria, un dispositivo de entrada/salida, tal que el o cada controlador es sensible a un programa para controlar la operación en respuesta a diversas entradas.
- Preferiblemente, el o cada controlador también incluye un temporizador para medir el tiempo transcurrido en el almacenamiento para los productos que respiran de modo que opere un algoritmo de control que opera las válvulas de entrada y/o bomba de extracción basándose en el tiempo transcurrido. Preferiblemente, el o cada controlador están adaptados para recibir señales de dispositivos tales como el temporizador, temporares, monitores de gas, entradas de operadores a través del dispositivo de entrada/salida, incluyendo masa y tipo de productos. La memoria y el procesador pueden cargarse con tablas para calcular los tiempos de trayecto para diversas cargas y tipos de productos.
- 40 Para una carga preferida de productos, el punto de consigna para el CO₂ puede ser aproximadamente 5%.
- 45 Los contenedores para el transporte de productos típicamente no están totalmente sellados del entorno exterior. Es decir, hay algunas pérdidas al contenedor o desde el contenedor, dependiendo de la diferencia de presión entre el interior y el exterior del contenedor. Son estas pérdidas las que las formas de realización preferidas de la invención pretenden aprovechar. Monitorizar la presión en el interior del contenedor en intervalos de tiempo seleccionados indica al controlador a través del programa el nivel de pérdidas y así el grado de ajuste que el controlador de entrada debe hacer para controlar la composición de gases en el contenedor. Así, después de preparar o construir el contenedor,
- 50 puede usarse análisis de la estanqueidad a gas para calibrar el sistema, con el fin de garantizar que el nivel de pérdidas no afectará de forma negativa la operación del contenedor. Preferiblemente, las pérdidas de base del contenedor son

menores que la tasa de respiración de los productos en el contenedor.

Se aprecia que la producción de CO₂ por productos que respiran es, en una situación de productos que respiran rápidamente, aproximadamente 30 ml/kg/hora, y productos en un contenedor de hasta 18 toneladas. Por tanto, para un contenedor lleno de productos que respiran rápidamente, habrá menos pérdidas que la producción de CO₂ gas por los productos, es decir, menor de aproximadamente 540 l/hora. Una tasa de respiración más típica es 5 - 10 ml/kg/hora. Cuando la tasa de respiración es 5 ml/kg/hora, entonces la producción de CO₂ gas para un contenedor lleno es 90 l/hora. Si la tasa de respiración es 10 ml/kg/hora, entonces la producción de CO₂ es 180 l/hora.

El método y contenedor de formas de realización preferidas de la presente invención son ventajosos porque no se requiere necesariamente equipo de monitorización de CO₂, aunque puede usarse si se considera necesario. Esto es una ventaja debido a que el equipo de monitorización de CO₂ es costoso, tanto en términos de costes de capital como en términos de operación y mantenimiento.

Como se describe en el presente documento, el método y aparato de la presente invención pueden usar, entre otras etapas, la etapa de monitorización de presión en el interior del contenedor en el tiempo, así como niveles y tasas de cambio de oxígeno y entrada controlada de aire en el contenedor desde el exterior, que afectan al control y niveles de dióxido de carbono en el interior del contenedor.

Se describe adicionalmente un ordenador que está dispuesto para la operación de acuerdo con un método para controlar la composición de gas en un contenedor adecuado para almacenar productos que respiran, incluyendo el contenedor al menos una salida de gas y al menos una entrada de gas, incluyendo el método las etapas de:

retirar un gas seleccionado del interior del contenedor a través de un elemento de membrana selectiva a través de al menos una salida de gas; y

medir la presión ambiental en el interior del contenedor e introducir aire desde el exterior del contenedor al interior del contenedor a través de la al menos una entrada de gas en respuesta al nivel medido de presión en el contenedor para controlar la composición relativa de gases en el interior del contenedor.

Se proporciona un programa de ordenador para dar órdenes a un ordenador y dispuesto de modo que, cuando se carga en el ordenador, el ordenador opera como un controlador para controlar la composición de gas en un contenedor de acuerdo con métodos descritos en el presente documento.

Se proporciona un código de programa legible por ordenador materializado en el mismo para hacer que un medio de ordenador opere como un controlador para controlar la composición de gas en un contenedor de acuerdo con los métodos descritos en el presente documento.

Se proporciona una señal de datos que tienen un código de programa legible por ordenador materializado en el mismo para hacer que un ordenador opere como un controlador para controlar la composición de gas en un contenedor de acuerdo con los métodos descritos en el presente documento.

El contenedor de acuerdo con la presente invención es adecuado para transportar productos que respiran que son perecederos. Tales productos incluyen frutas, verduras, plantas, plántulas, materiales vegetales y similares.

Se proporciona un sistema de control para controlar el entorno en un contenedor que almacena productos que respiran, teniendo el contenedor paredes de extremo y laterales opuestas, y piso y techo opuestos que definen un espacio para almacenar los productos, al menos una salida de gas y una unidad de membrana selectiva en comunicación de fluido con la salida de gas de modo que en uso el gas en el interior del contenedor puede ser retirado a través de la misma desde el interior del contenedor al exterior del contenedor, una soplante o ventilador u otra unidad de extracción de gas en comunicación de fluido con la unidad de membrana para retirar gas a través de la unidad de membrana, al menos una entrada de gas para introducir aire desde el exterior del contenedor al interior del contenedor, una primera válvula para controlar el flujo de aire a través de la entrada de gas, incluyendo el sistema de control:

un detector de presión para detectar la presión en el interior del contenedor;

donde el detector de presión está conectado operativamente a la primera válvula, de modo que en uso opere la primera válvula para controlar el flujo de aire en el contenedor desde el exterior del contenedor para ajustar la composición de gases en el contenedor.

Breve descripción de los dibujos

Para permitir una comprensión más clara, la invención se explicará ahora con detalle y se ilustra por referencia a los siguientes dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 es un dibujo esquemático de un contenedor de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 2 es una vista esquemática de un sistema de procesamiento que es parte de un controlador para su uso

con una forma de realización preferida de la presente invención;

La Figura 3 es una vista esquemática de una porción de la arquitectura del sistema de procesamiento de la Figura 2;

La Figura 4 es una vista esquemática de una arquitectura distribuida que puede usarse como controlador;

5 La Figura 5 es una vista en alzado desde un extremo de una unidad de membrana usada en la disposición esquemática de la Figura 1;

La Figura 6 es una vista en alzado lateral de la unidad de membrana de la Figura 5;

La Figura 7 es una vista isométrica en corte de la unidad de membrana de la Figura 5;

La Figura 8 es un dibujo esquemático de un contenedor de acuerdo con otra forma de realización de la presente invención;

10 La Figura 9 es un gráfico de los resultados de fracción molar de gas que se produjeron en el modelado por ordenador del sistema de la Figura 1 bajo condiciones iniciales de un contenedor de 12,192 m (40 pies) que tiene una carga de 18 toneladas de producto que respira a 10 ml de CO₂ /h/kg a 10°C y un diámetro de pérdida equivalente de 8 cm de orificio circular, ciclo de trabajo de extracción de CO₂ del 100%;

15 La Figura 10 es un gráfico de los resultados de presión total en el contenedor que se produjeron por el modelado por ordenador del sistema de la Figura 1 bajo las mismas condiciones;

La Figura 11 es un gráfico de los resultados de la fracción molar de gas para los mismos productos que para la Figura 9, pero con un menor valor equivalente de pérdida - 6 cm de diámetro;

La Figura 12 es un gráfico de los resultados de presión en el contenedor para los mismos productos que para la Figura 11;

20 La Figura 13 es un gráfico de los resultados de modelado de la fracción molar de gas para los mismos productos que para la Figura 9, pero con un menor valor equivalente de pérdida - 2 cm de diámetro;

La Figura 14 es un gráfico de los resultados de presión en el contenedor para los mismos productos que para la Figura 13;

25 La Figura 15 es un gráfico de los resultados de modelado de la fracción molar de gas para los mismos productos que para la Figura 9, pero con un menor valor equivalente de pérdida - 0,5 cm de diámetro;

La Figura 16 es un gráfico de los resultados de presión en el contenedor para los mismos productos que para la Figura 15;

30 La Figura 17 es un gráfico de los resultados de modelado de la fracción molar de gas para los mismos productos que para la Figura 9, pero con un menor valor de tasa de respiración de 5 ml CO₂ /h/kg y un menor valor equivalente de pérdida - 2 cm de diámetro y un ciclo de trabajo diferente de extracción de CO₂ – que está funcionando durante el 75% del tiempo;

La Figura 18 es un gráfico de los resultados de presión en el contenedor para los mismos productos que para la Figura 17;

35 La Figura 19 es un gráfico de los resultados de modelado para los mismos productos que para la Figura 17, pero con un menor valor equivalente de pérdida - 2 cm de diámetro y una tasa de extracción de 100% de CO₂ completa; y

La Figura 20 es un gráfico de los resultados de presión en el contenedor para los mismos productos que para la 19.

Descripción detallada de las formas de realización preferidas

40 Haciendo referencia a la Figura 1, se muestra un contenedor 10 refrigerado que incluye una unidad de refrigeración 12 y puertas 14. El contenedor 10 en uso contiene productos 13 que respiran, e incluye además salidas 20 y 22 de gas y entradas 24 y 25 de gas.

45 El contenedor 10 también incluye una unidad 30 de membrana que está en comunicación de fluido con la salida 22 de gas. Una bomba o soplante o ventilador u otro medio 41 extractor está asociado con la unidad 30 de membrana que está configurada para retirar gas del contenedor 10 a través de la membrana (no mostrada) en la unidad 30 de membrana, siendo la membrana de una selectividad predeterminada de modo que parte de los gases del contenedor son retirados o extraídos a través (es decir, penetran a través o son retirados por permeación forzada) de la membrana a una tasa mayor que otros gases. El gas retirado a través de la membrana en la forma de realización preferida mostrada es CO₂.

La selectividad de la membrana de la forma de realización mostrada es relativamente modesta o baja, a

aproximadamente 4:1 o aproximadamente 5:1 para CO₂:O₂ y aproximadamente 10:1 o aproximadamente 11:1 para CO₂:N₂. Pueden usarse otras selectividades de CO₂ para la membrana, incluyendo entre aproximadamente 2,5:1 y aproximadamente 15:1.

5 Una membrana útil usada en pruebas ha mostrado que tiene una permeabilidad absoluta para CO₂ de aproximadamente 3100 Barrer y comprende un grosor de aproximadamente 35 µm. Por tanto, la permeabilidad por unidad de grosor para una membrana adecuada es aproximadamente 88 Barrer por µm. Un material útil para los propósitos de la prueba expuesta en el presente documento es Polidimetilsiloxano (PDMS). Una de las razones para esto es que es asequible y está ampliamente disponible en un formato y tamaño que es útil para la extracción de gases de contenedores de transporte.

10 En la Figura se muestra un controlador 8 que se usa en el contenedor 10 para controlar la composición de gas en el interior del contenedor 10. El controlador 8 incluye una CPU, una memoria y dispositivos de entrada/salida conectados entre sí por un bus. Los dispositivos de entrada/salida están en forma de puerto de conexión, conectores o similares para recibir entradas de diversos dispositivos periféricos.

15 Los dispositivos periféricos están conectados a puertos o conectores del controlador 8 de modo que pueden mandar información al y/o recibir instrucciones del controlador 8 e incluyen actuadores en forma de relés u otros actuadores para actuar la bomba, soplante, ventilador u otra unidad 41 de extracción en la unidad 30 de membrana, actuadores o relés para actuación de válvulas dispuestas en las salidas 20, 22 y en las entradas 24 y 25, sensores 49 en forma de dispositivo 51 de medición de la concentración de oxígeno, dispositivo 55 de medición de dióxido de carbono y dispositivo 57 de medición de la presión interna. El controlador 8 también está configurado para recibir señales de entrada relacionadas con la temperatura en el contenedor 10, sensores de nitrógeno gas (no mostrados) y similares.

20 En uso, el controlador comienza a extraer o retirar CO₂ gas del contenedor. Esto puede llevar cierto tiempo, tal como hasta 4 días antes de que el nivel de oxígeno en el interior del contenedor baje desde el 21% hasta un punto de consigna de 5%. Durante dicho tiempo, las válvulas 24 en el módulo de control de oxígeno en el controlador 8 permanecen cerradas de modo que la presión en el interior del contenedor desciende mucho, causando dificultades para la estabilidad del control.

25 Para aliviar este problema y/o proporcionar una alternativa y/o un nuevo controlador, el controlador 8 en uso recibe de forma periódica una señal de entrada del dispositivo 57 de medición de presión relacionada con la presión en el interior del contenedor. El controlador recibe esta medida y estima, a veces en conjunción con otra medición de presión tomada un tiempo seleccionado después, usando un algoritmo, un flujo de pérdida en el contenedor en términos de una variable que se puede considerar que es un tamaño de diámetro de orificio de pérdida equivalente. Este tamaño de orificio de pérdida equivalente variable se compara entonces con un tamaño de orificio de pérdida ideal para dicho tipo de contenedor, teniendo en cuenta el nivel de oxígeno en el interior del contenedor, la cantidad y tipo de productos relacionados con la tasa de respiración de los productos, la tasa de retirada de CO₂, y la temperatura de los productos.

30 Si el diámetro de orificio de pérdida equivalente calculado no es tan grande como el diámetro de orificio de pérdida ideal, y se requiere oxígeno debido a un déficit de diámetro de orificio de pérdida, entonces el controlador 8 actuará la válvula o motor paso a paso para aumentar el tamaño de la entrada 25 o forzar aire a través de la entrada 25 de modo que se cumpla el diámetro de orificio de pérdida total para esas condiciones particulares. Es decir, el controlador 8 ordenará físicamente la apertura de la válvula en comunicación de fluido con la entrada 25 y ajustará su tamaño tal como con un diafragma u orificio variable similar, operado por un motor paso a paso, o forzará aire a través de un orificio no variable dispuesto en la entrada 25 de modo que aumente el aire introducido a través de la entrada 25.

35 El sensor 51 del controlador 8 realiza mediciones de concentración de oxígeno a intervalos de tiempo seleccionados. Si la concentración de oxígeno o tasa de concentración de oxígeno varía de un valor seleccionado (un "punto de consigna", que puede estar preseleccionado de acuerdo con la tasa de respiración de los productos 13 en el contenedor), el controlador 8 envía una señal a través de los cables 17 u otro medio de comunicación para abrir las válvulas 20 y 24. Esto introduce aire desde el exterior del contenedor 10 a través de la entrada 24 y retira aire del contenedor 10 a través de la salida 20. La salida 20 puede incluir un ventilador para forzar el aire desde el contenedor. También puede estar dispuesto un ventilador en la entrada 24 para introducir aire al interior del contenedor 10.

40 En una forma de realización, la porción del controlador 8 que es responsable de la concentración de oxígeno opera en un ciclo de 8 minutos. Es decir, cada 8 minutos el sensor verifica el nivel de concentración de oxígeno, y lo compara con el punto de consigna. Si el nivel está dentro de un intervalo aceptable de desviación del mismo del punto de consigna, las válvulas 20 y 24 no se abren. Si hay una gran diferencia entre el punto de consigna deseado y el nivel medido, las válvulas se abren durante la mayoría del intervalo de 8 minutos. Si hay una pequeña diferencia, las válvulas se abren una pequeña porción del intervalo de 8 minutos.

45 Otras formas de realización de controlador están contempladas. Una forma de realización alternativa de controlador opera ahora en un ciclo de 10 minutos.

50 La Figura 2 muestra un diagrama de bloques de arquitectura representativa de un controlador 1100 que puede ser el mismo que el controlador 8 mostrado en la Figura 1. El método de formas de realización preferidas de la presente invención puede ejecutarse por una máquina, teléfono inteligente u otro ordenador autónomo, generalmente como se

describe en el presente documento más adelante.

5 El controlador 1100 incluye un dispositivo 1101 de control que tiene un procesador 1102. Instrucciones y datos para controlar la operación del procesador 1102 de acuerdo con formas de realización preferidas de la presente invención están almacenados en la memoria 1103 que está en comunicación de datos con el procesador 1102. La memoria 1103 y el procesador 1102 están conectados mutuamente por un bus.

Típicamente, el controlador 1100 incluirá tanto memoria volátil como no volátil y más de una de cada tipo de memorias, estando tales memorias colectivamente representadas por la memoria 1103 y conectadas por un bus.

10 La Figura 3 muestra un diagrama de bloques de los componentes principales de una memoria 1103 ejemplo. La memoria 1103 incluye RAM 1103A, EPROM 1103B y un dispositivo de almacenamiento masivo 1103C. La RAM 1103A almacena temporalmente de forma típica archivos de programa para la ejecución por el procesador 1102 y datos relacionados. La EPROM 1103B puede ser un dispositivo ROM de arranque y/o puede contener algún sistema o código de control relacionado. El dispositivo de almacenamiento masivo 1103C se usa típicamente para almacenar programas de control, cuya integridad puede verificarse y/o autenticarse por el procesador 1102 usando código protegido de la EPROM 1103B o cualquier otro.

15 El controlador 1100 tiene una interfaz 1105 de entrada/salida (I/O) para comunicar con una interfaz 1120 de operador del controlador 1100, teniendo la interfaz 1120 de operador varios dispositivos periféricos. La interfaz 1105 de entrada/salida y/o los dispositivos periféricos pueden ser dispositivos inteligentes con su propia memoria para almacenar instrucciones asociadas y datos para uso con la interfaz de entrada/salida u otros dispositivos periféricos.

20 El controlador 1100 también incluye sensores de temperatura, presión, oxígeno y dióxido de carbono representados por 1113 y 1103 que están conectados bien sin cables o por cable al procesador 1102.

25 En el ejemplo mostrado en la Figura 2, los dispositivos periféricos que pueden comunicarse con el dispositivo 1101 de control comprenden uno o más medios de visualización 1106 y una pantalla táctil 1107. Pueden estar dispuestos un lector 1108 de tarjetas y una impresora 1109 en algunas formas de realización opcionales pero no están necesariamente dispuestas en la forma de realización preferida. Puede estar incluido soporte físico adicional como parte del controlador 1100, o el soporte físico puede omitirse según se requiera por la implementación específica.

Además, en formas de realización alternativas, aunque no necesariamente en la forma de realización preferida, el controlador 1100 puede incluir una interfaz de comunicación, por ejemplo, una tarjeta 1112 de red. La tarjeta 1112 de red puede, por ejemplo, enviar información de estado u otra información a un controlador, servidor o base de datos central o recibir datos u órdenes del controlador, servidor o base de datos central.

30 También es posible que los componentes operativos del controlador 1100 estén distribuidos, por ejemplo, dispositivos 1106, 1107, 1108, 1109, 1110, 1111 de entrada/salida pueden estar dispuestos de forma remota del controlador 1101 del entorno.

35 La Figura 4 muestra un sistema 200 de control y procesamiento posterior de datos de acuerdo con una forma de realización alternativa. En formas de realización preferidas, los controladores son unidades autónomas y no están en red pero se contempla que pudieran estar en red si fuera necesario. El sistema 200 incluye una red 201, que, por ejemplo, puede ser una red Ethernet, una LAN o una WAN. En este ejemplo, están conectados a la red 201 tres baterías 203 de dos máquinas 202 de control. Las máquinas 202 de control proporcionan una interfaz de control y pueden ser las mismas que el controlador 8 mostrado en la Figura 1, o pueden tener una funcionalidad simplificada dependiendo de los requerimientos para implementar el control, tal como controlar una batería de contenedores a la vez. Aunque en la Figura 14 están ilustradas baterías 203 de dos máquinas 202 de control, también se prevén baterías de una, tres o más máquinas 202 de control.

40 Pueden estar conectados a la red 201 uno o más medios de visualización 204. Los medios de visualización 204 pueden, por ejemplo, estar asociados con una o más baterías 203 de máquinas 202 de control. Los medios de visualización 204 pueden usarse para presentar representaciones asociadas con situaciones de control en las máquinas 202 de control, y/o usarse para presentar otras representaciones.

45 En una forma de realización de cliente complejo, un servidor 205 de control implementa parte del sistema de control usando una máquina 202 de control y la máquina 202 de control implementa parte del algoritmo de control. Con esta forma de realización, como tanto el servidor 205 de control como la máquina 202 de control implementan parte del control, proporcionan colectivamente un controlador de ambiente controlado. Un servidor 206 de gestión de base de datos puede gestionar el almacenamiento de algoritmos y datos asociados para descarga y carga o acceso por las máquinas 202 de control en una base de datos 206A.

50 En una forma de realización preferida, las máquinas 202 de control cargan sus datos de modo que sean procesados y revisados. En una variación de la forma de realización de cliente compleja, la máquina 202 de control puede implementar el control, funcionando el servidor 205 de control simplemente para servir datos indicadores de un algoritmo o método de control a una máquina 202 de control para la implementación.

55

Con esta implementación, una señal de datos que contiene un programa de ordenador usable por el terminal cliente para implementar el método de control puede transferirse desde el servidor de control al terminal cliente, por ejemplo, en respuesta a una petición por el terminal cliente.

5 En una forma de realización de cliente ligero, el servidor 205 de control implementa la mayoría o todo el método por un operador que usa una máquina 202 de control y la máquina 202 de control proporciona esencialmente solo el interfaz de operador. Con esta forma de realización, el servidor 205 de control proporciona el controlador del método. La máquina de control recibirá instrucciones, y pasará las instrucciones al servidor de control que las procesará y devolverá parámetros y otras respuestas a la máquina de control y las mostrará. En una forma de realización de cliente
10 ligero, las máquinas de control podrían ser terminales de ordenador, por ejemplo, PC que ejecuten programas que proporcionan un interfaz de usuario operable usando componentes de entrada y salida de ordenadores convencionales.

El sistema 200 de control puede comunicarse con otros sistemas de control, otras redes locales tales como una red corporativa y/o una red de área extensa tal como Internet, por ejemplo, a través de un cortafuegos 211.

15 Se contempla que el sistema de una forma de realización de la presente invención podría también operar en una forma de realización alternativa sin el medio sensor para medir oxígeno. En lugar del sensor de oxígeno, se realizan cálculos seleccionados y se proporcionan entradas seleccionadas al controlador de modo que el controlador puede funcionar para mantener concentraciones de gas seleccionadas, en particular, CO₂ y O₂ a niveles seleccionados. Estos cálculos y entradas incluyen al menos la tasa de respiración de productos, volumen/masa de productos, temperatura en el interior del contenedor, tasa de pérdida de gas del contenedor 10 (a través de puertas, sellos, etc.) y las tasas de
20 transferencia de gas a través de las válvulas 20, 22, 24, 25 y la unidad 30 de membrana. Una vez se han proporcionado estas entradas, el controlador puede calcular el régimen de control requerido tal como, por ejemplo, la tasa de entrada de aire a través de la válvula 24 y 25 por inducción forzada por ventiladores o variando el tamaño de la abertura en la entrada 24 y/o 25.

25 Como se muestra en la Figura 8, una forma de realización no contempla incluir un sensor de presión pero en su lugar incluye un detector 157 de presión con un elemento sensible a la presión tal como, por ejemplo, un dispositivo mecánico tal como un diafragma, junto con un actuador conectado operativamente al mismo. El elemento sensible a la presión está adaptado para moverse en una dirección seleccionada como respuesta a cambios de presión en el contenedor. El actuador puede actuarse por movimiento del elemento sensible a la presión y puede moverse actuando la primera válvula 124 para dejar que pase aire a través de la entrada para ajustar la composición de gases en el
30 contenedor. En uso, el diafragma se mueve cuando la presión en el interior del contenedor se acerca o llega a una presión seleccionada, previamente determinada de modo que se estabiliza el control de los gases.

La Figura 8 muestra una vista esquemática de la disposición alternativa de la presente invención descrita antes en la que no hay sensor de presión o sensor de componente gaseoso (CO₂ o O₂), pero el detector de presión puede funcionar con un sensor de componente gaseoso y controlador 55. En la forma de realización sin el sensor de
35 componente gaseoso, el controlador 108 incluye un temporizador para operar las válvulas.

Una función del controlador 8 puede ser, en una forma de realización alternativa, actuar la bomba de la unidad 30 de membrana de acuerdo con un régimen de control seleccionado. Un régimen de control efectivo es variar la retirada de gas del interior del contenedor en el tiempo. Este régimen de control, cuyo modelo se ha estimado puede usarse en el mantenimiento de un punto de consigna de O₂ de aproximadamente 5% y un punto de consigna de CO₂ de
40 aproximadamente 7% en un contenedor de 12,192 m (40 pies), es retirar el gas fuera del contenedor 10 de una forma intermitente. Esto significa que el control varía de una tasa de retirada máxima durante un primer período de tiempo prescrito, hasta una tasa de retirada cero para un segundo período de tiempo prescrito.

45 Como será bien comprendido por los expertos en la técnica, la pérdida de presión a través de la membrana afecta la tasa de extracción de CO₂ debido a que el flujo de aire cambia cuando cambia la pérdida de presión. Se apreciará que la tasa de retirada puede variar entre el nivel máximo y una corriente muy pequeña durante la etapa de mantenimiento. La tasa de retirada de CO₂ real es bastante menor que el caudal total debido a que el CO₂ es solo un pequeño componente del aire, y cuando el CO₂ está en el contenedor de productos que respiran, se desea que sea solo de aproximadamente 7%.

50 De nuevo, se apreciará en esta forma de realización alternativa que el control puede variar entre dicha tasa de retirada máxima para un primer período de tiempo prescrito y una menor tasa de retirada para un segundo período de tiempo prescrito. También se apreciará que pueden usarse otros regímenes de control diferentes al funcionamiento escalonado, tal como senoidal, diente de sierra u otra forma de onda entre tasas de retirada. La característica común de la forma de realización alternativa es la intermitencia de la operación de la unidad 30 de membrana, permitiendo así períodos sucesivos de tiempo para que se restablezca un equilibrio.

55 Por claridad, en las Figuras 5-7 se muestra una unidad 130 de membrana, equivalente a la unidad 30 de membrana esquemática mostrada en la Figura 1, en la que una carcasa 198 de módulo generalmente cilíndrico aloja una pluralidad de fibras 197 de membrana hueca (PDMS). La carcasa 198 incluye orificios 196 laterales o de alimentación que están en comunicación de fluido con un interior de las fibras de membrana PDMS huecas. El orificio 194 lateral

funciona como orificio de entrada y el orificio 193 lateral funciona como orificio de salida o de retención.

La carcasa 198 incluye además orificios en el lado exterior u orificios 191, 189 y 188 de salida que están en comunicación de fluido con el exterior de las fibras 197 de membrana PDMS huecas. Es decir, estos orificios incluyen permeado que es extraído del contenedor y es dirigido al aire ambiental fuera del contenedor 10.

5 **Ejemplo**

10 Se creó un modelo matemático de un contenedor convencional de 12,192 m (40 pies) usando un programa de ordenador. Se modelaron diversas condiciones iniciales, incluyendo un volumen de contenedor de 67,4 metros cúbicos; masa de productos que respiran 18000 kg, tasas de pérdida en diferentes pruebas de 8, 6, 2, 0,5, 0,2 y 0,1, tasas de respiración en cada experimento de prueba de 10 y 5 ml CO₂/h/kg y una temperatura de 10°C. Además, se introdujeron las constantes de la membrana, siendo selectividad, permeabilidad, y similares.

En un experimento del modelo, la constante de permeabilidad de la membrana fue 3250 Barrer para CO₂, el grosor fue 35 µm, la constante de permeabilidad de la membrana para nitrógeno fue 280 Barrer, la constante de permeabilidad de la membrana para oxígeno fue 600 Barrer, y para el vapor de agua fue 36000 Barrer.

15 Los resultados del modelo matemático mostraron que el sistema se estabilizaba a aproximadamente 5% para oxígeno y 7% para dióxido de carbono. Las Figuras 9 a 20 muestran los resultados. En general, se encontró que un orificio equivalente de 2 cm era ideal para una rápida retirada y valores bajos y adecuados para oxígeno y dióxido de carbono.

20 Puede apreciarse de los gráficos que para una tasa de respiración de 10 ml de CO₂/h/kg puede alcanzarse una tasa estable de 7% de dióxido de carbono y 5% de oxígeno. Cuando la tasa de respiración se reduce hasta 5 ml de CO₂/h/kg entonces el mismo régimen de control donde se busca un orificio equivalente de 2 cm por el controlador 8 proporcionaría una tasa estable de 5% de dióxido de carbono y 5% de oxígeno.

Este valor de orificio de pérdida de 2 cm de diámetro se buscará por el controlador como un equivalente de pérdida total para el contenedor, y en uso, el aumento en el diámetro 25 de entrada se abrirá para complementar dicho valor total.

25 El modelado también muestra que la alteración de la presión a través de la unidad de membrana, que afecta al caudal durante la etapa de mantenimiento, por una interferencia mecánica tal como un bloqueo u otro elemento poroso, es útil para causar una etapa de mantenimiento cuando se requiere y controlar el flujo a través de la unidad de membrana a fin de facilitar condiciones de equilibrio.

30 Ventajosamente, las formas de realización preferidas del método y aparato de la presente invención usan una membrana de selectividad por CO₂ solo moderada, relativa a N₂ y O₂ pero es una membrana que está ampliamente disponible en tamaño y formato requeridos para los propósitos de ambiente en el contenedor controlado, a un coste razonablemente bajo. La ventaja de las formas de realización preferidas de la presente invención son que una unidad de membrana con una selectividad baja y coste bajo puede utilizarse en un sistema de control que utiliza introducción controlada de aire para proporcionar un ambiente adecuado, estable y controlado para reducir la respiración de, y prolongar la vida de, productos que respiran en tránsito.

35

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar la composición de gas en el interior de un contenedor que contiene productos que respiran, incluyendo el contenedor al menos una salida de gas y al menos una entrada de gas, incluyendo el método:
- 5 retirar un gas seleccionado del interior del contenedor a través de un elemento de membrana selectiva de modo que el gas seleccionado sea retirado del contenedor a través de la al menos una salida de gas;
- caracterizado por que el método incluye además las etapas de:
- medir la presión en el interior del contenedor a intervalos de tiempo seleccionados de modo que se calcule una tasa de cambio de presión interna en el tiempo;
- estimar un flujo de pérdida de aire usando la tasa de cambio de presión interna en el tiempo; y
- 10 introducir aire bajo condiciones de control seleccionadas desde el exterior del contenedor al interior del contenedor a través de la al menos una entrada de gas como respuesta al flujo de pérdida de aire estimado para controlar la composición relativa de gases en el interior del contenedor.
2. El método según la reivindicación 1 donde la etapa de medición de la presión incluye adicionalmente una etapa de responder a un cambio en la presión con un miembro sensible a la presión para actuar un elemento de control.
- 15 3. El método según la reivindicación 1 o 2 donde la etapa de retirada de gas incluye retirar de forma selectiva dióxido de carbono a través del elemento de membrana tal que el dióxido de carbono gas es extraído del contenedor a una mayor tasa que otros gases presentes en el contenedor.
4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 donde el método incluye adicionalmente la etapa de monitorizar niveles de uno o más componentes gaseosos en el interior del contenedor para proporcionar una o más lecturas de nivel de componente gaseoso.
- 20 5. El método según la reivindicación 4 donde la etapa de introducción de aire se adopta en respuesta a la una o más lecturas del nivel de componente gaseoso.
6. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 donde el aire es introducido en el contenedor a través de la una o más entradas de gas, impulsado por una diferencia de presión entre el aire en el exterior del contenedor y cualquier ligero vacío en el interior del contenedor causado por la extracción o retirada selectiva de gas del interior del contenedor por la membrana.
- 25 7. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 donde la etapa de introducción de aire se lleva a cabo de forma intermitente.
8. El método según la reivindicación 4 donde una etapa de monitorización del nivel de oxígeno se combina con comparar dicho nivel con un punto de consigna deseado y seguidamente introducir el aire en el contenedor de acuerdo con las condiciones de control seleccionadas.
- 30 9. El método según la reivindicación 6 donde el elemento de membrana tiene una selectividad que permite que el dióxido de carbono penetre a través del elemento de membrana a una mayor tasa que el oxígeno a una relación de $CO_2:O_2$ de entre aproximadamente 2,5 y aproximadamente 15 y el elemento de membrana tiene una selectividad que permite que el dióxido de carbono penetre a través del elemento de membrana a una mayor tasa que el nitrógeno a una relación de $CO_2:N_2$ de entre aproximadamente 5 y aproximadamente 50.
- 35 10. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 donde la membrana de selectividad está fabricada en Polidimetilsiloxano (PDMS) o acetato de celulosa.
11. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 donde el método es implementado sin ningún otro medio de retirada, conversión, absorción, extracción u otro tipo de eliminación de dióxido de carbono gas.
- 40 12. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, donde la etapa de estimación de flujo de pérdida se lleva a cabo por un ordenador que responde a un programa de ordenador para calcular un caudal de entrada basado en la diferencia de presión o tasa de cambio de diferencia de presión en el interior del contenedor y/o tasa de cambio de diferencia de presión entre el exterior y el interior del contenedor.
- 45 13. Un contenedor para almacenar o transportar productos que respiran, incluyendo el contenedor:
- paredes de extremo y laterales opuestas, y piso y techo opuestos que definen un espacio para almacenar los productos;
- al menos una salida de gas y una unidad de membrana selectiva en comunicación de fluido con la salida de gas de modo que en uso el gas en el interior del contenedor puede ser retirado a través de la misma desde el interior del contenedor al exterior del contenedor;
- 50

ES 2 718 304 T3

una soplante o ventilador u otra unidad de extracción de gas en comunicación de fluido con la unidad de membrana para retirar gas a través de la unidad de membrana;

al menos una entrada de gas para introducir aire desde el exterior del contenedor al interior del contenedor;

una primera válvula para controlar el flujo de aire a través de la entrada de gas; y

- 5 un medidor de presión para medir la presión en el interior del contenedor a intervalos de tiempo seleccionados de modo que se calcule una tasa de cambio de presión interna en el tiempo;

donde el medidor de presión está operativamente conectado a la primera válvula, de modo que en uso opere la primera válvula para controlar el flujo de aire en el contenedor desde el exterior del contenedor en respuesta a un flujo de pérdida de aire estimado para ajustar la composición de gases en el interior del contenedor.

10

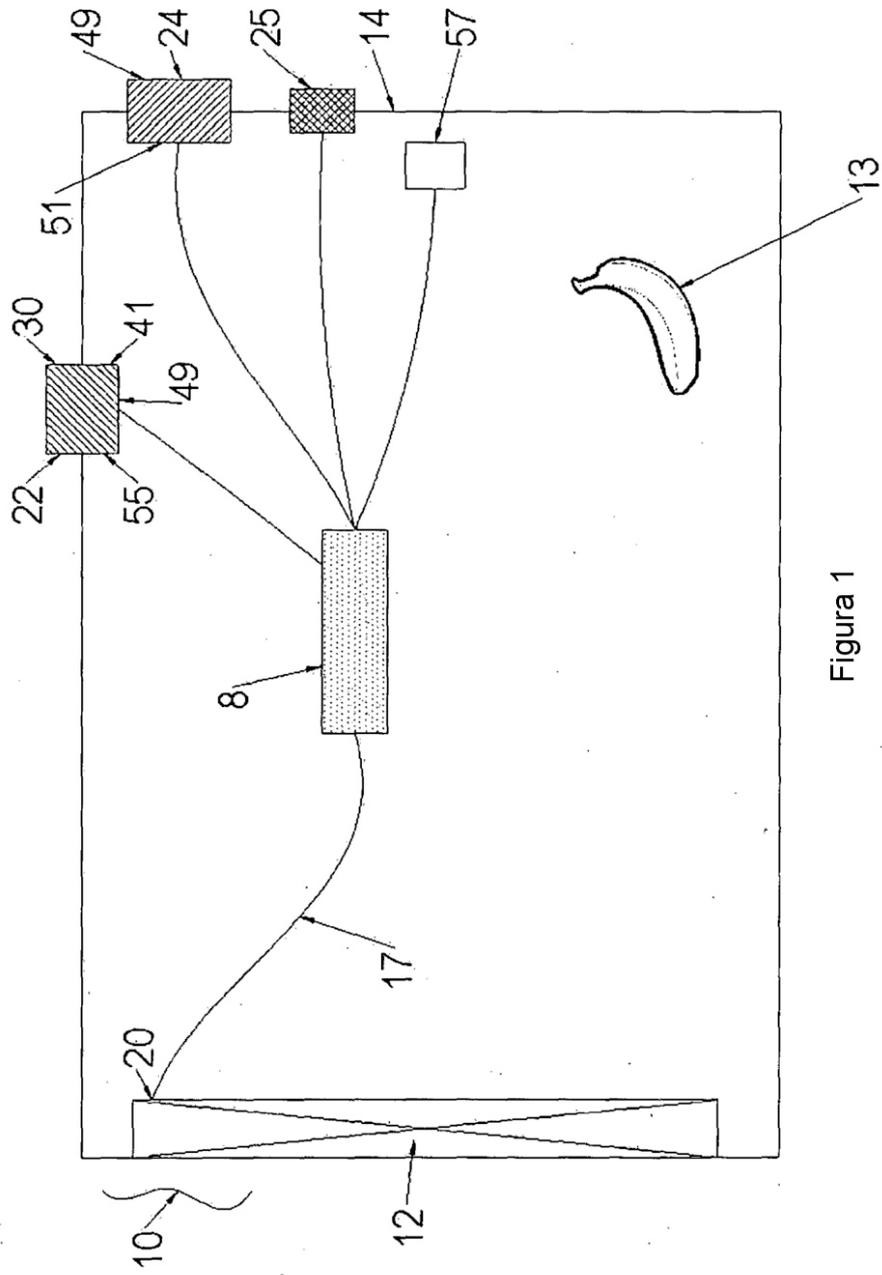


Figura 1

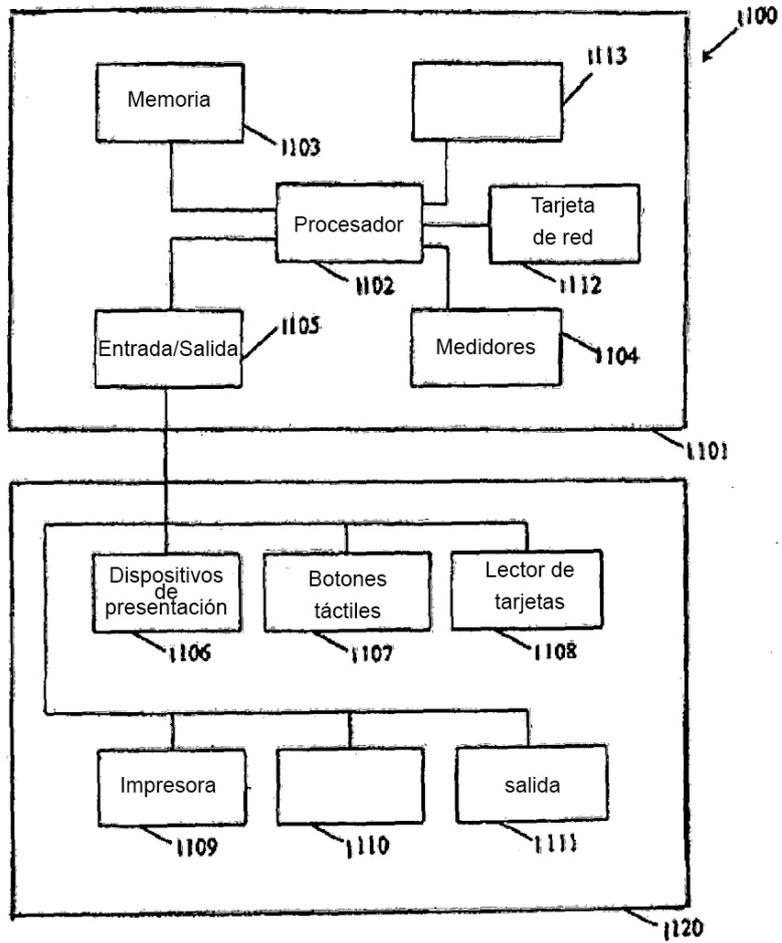


Figura 2

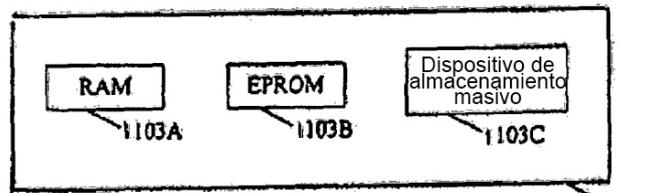


Figura 3

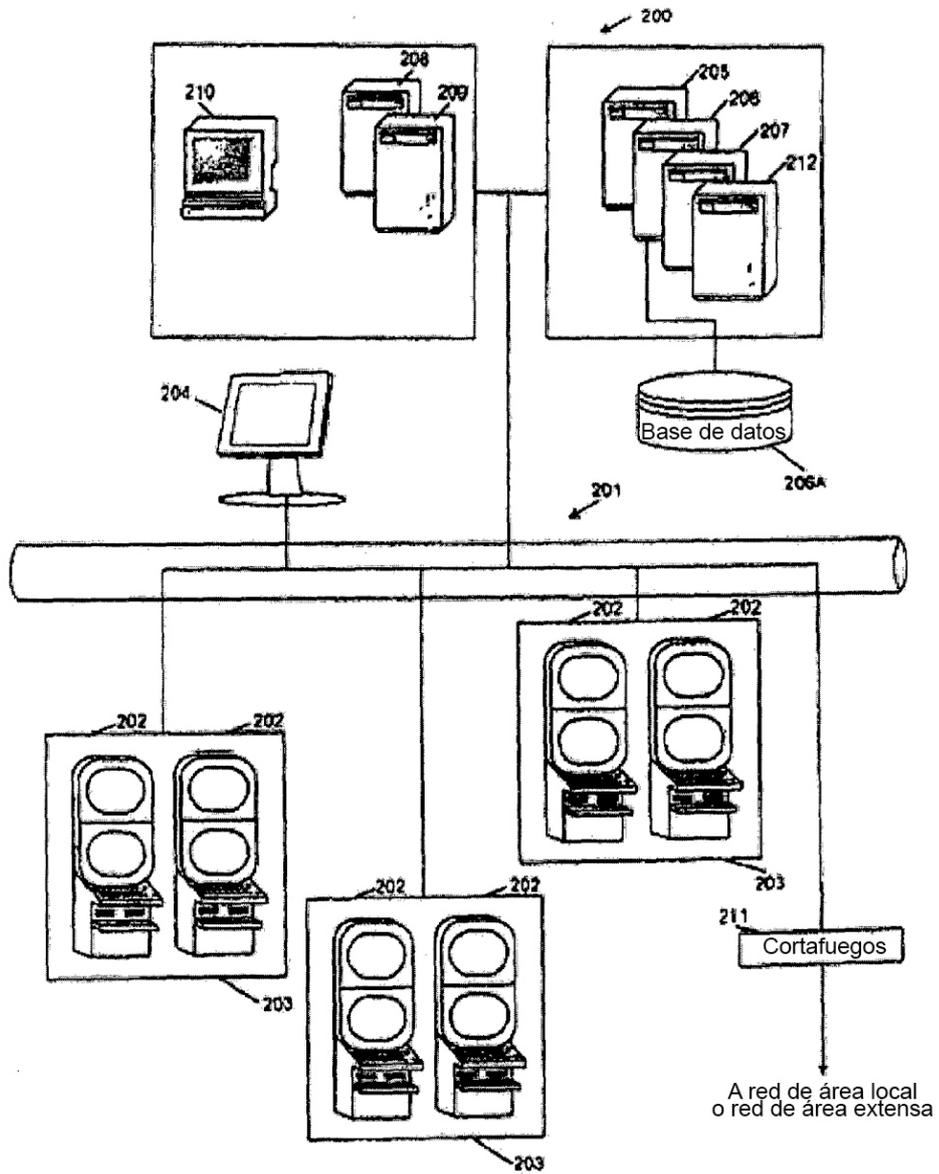


Figura 4

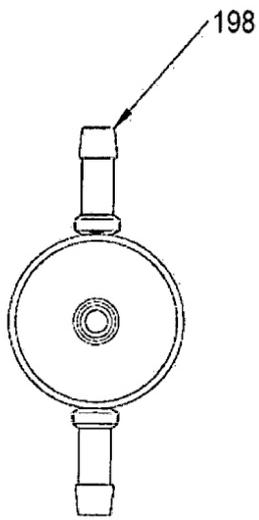


Figura 5

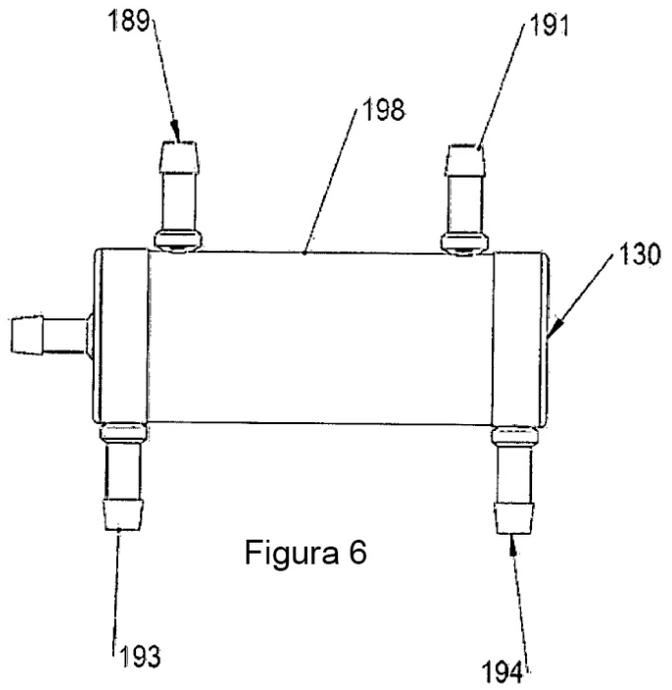


Figura 6

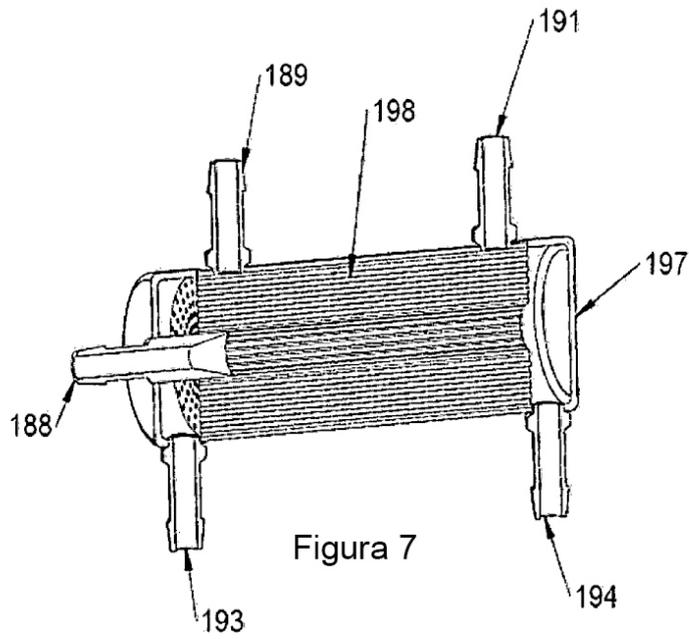


Figura 7

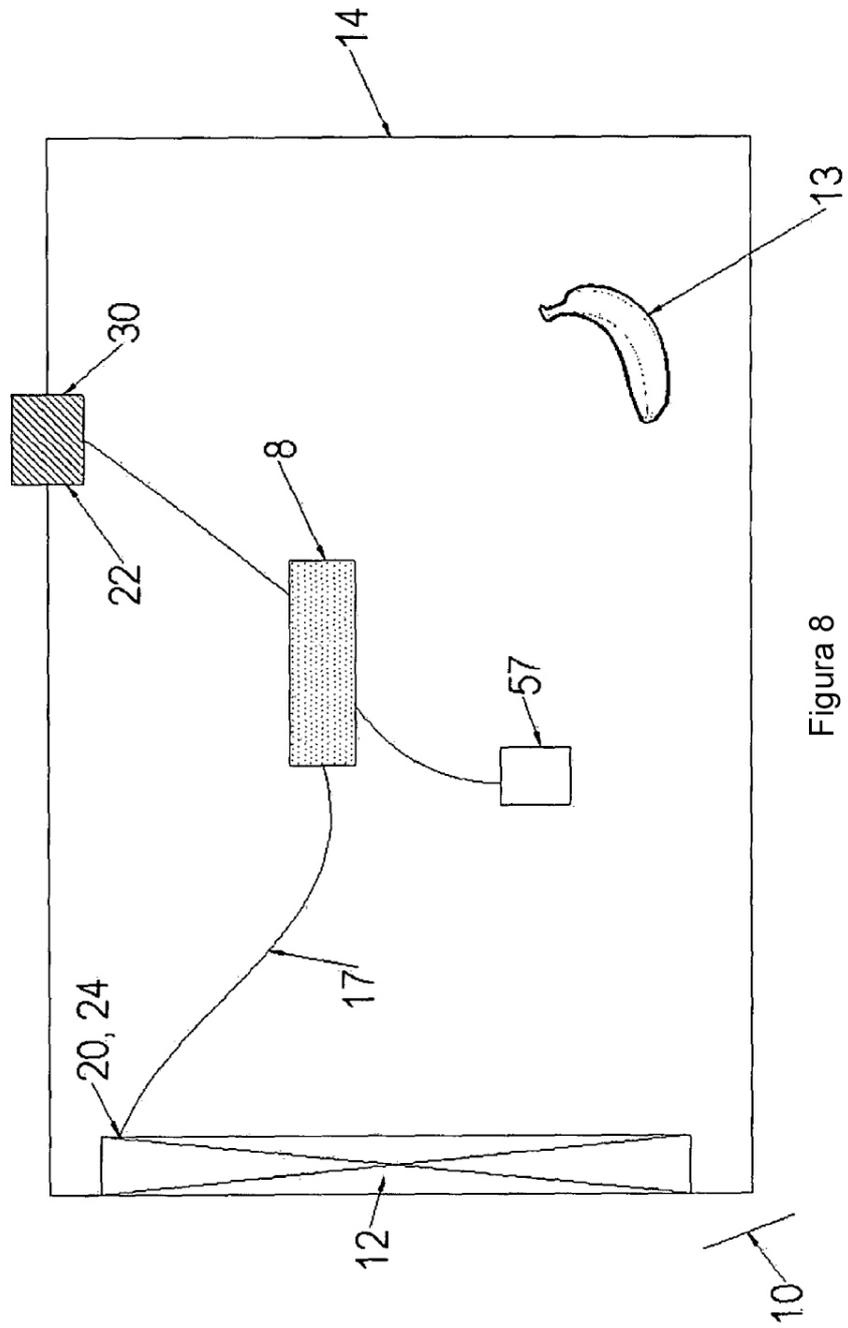


Figura 8

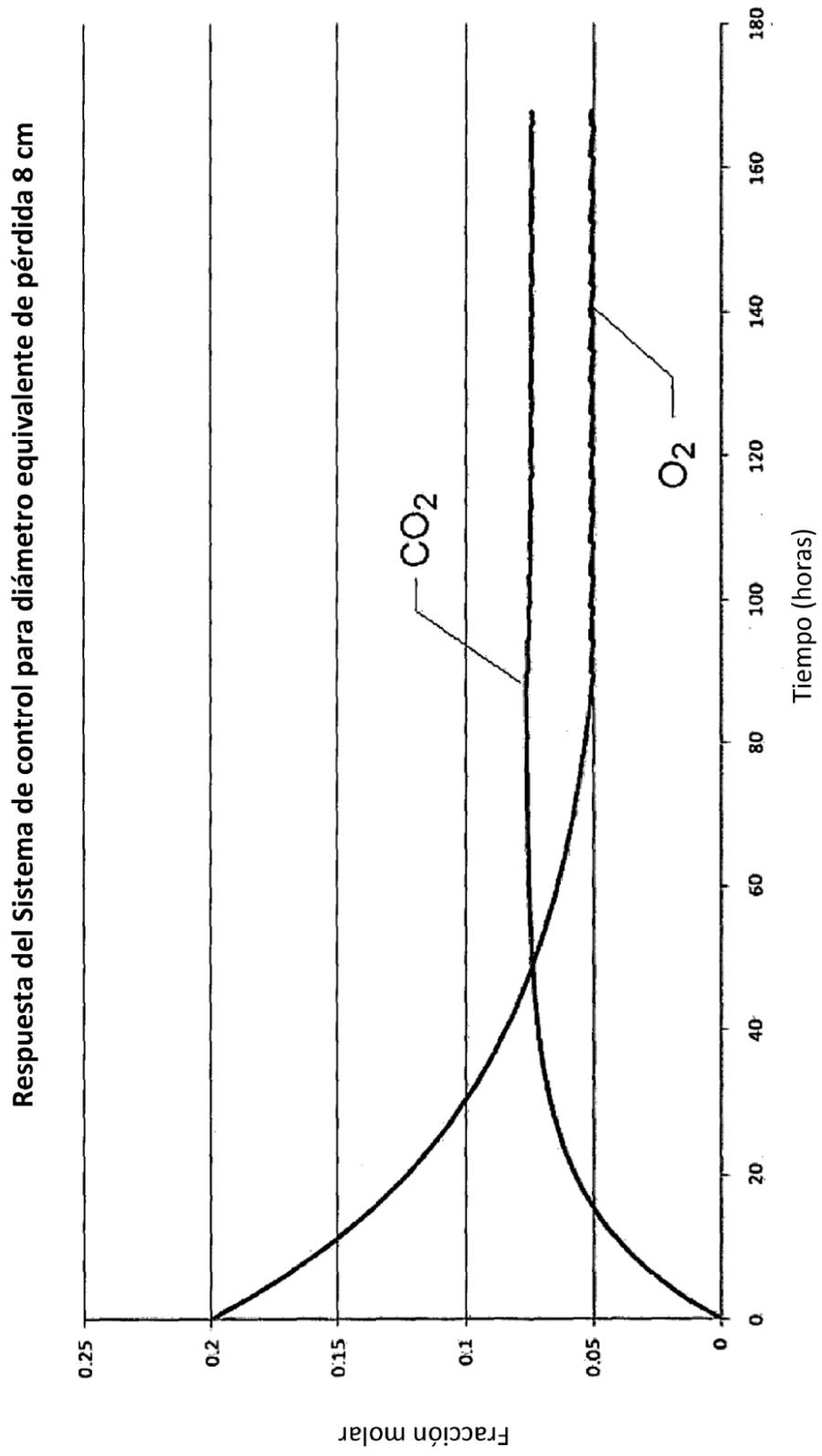


Figura 9

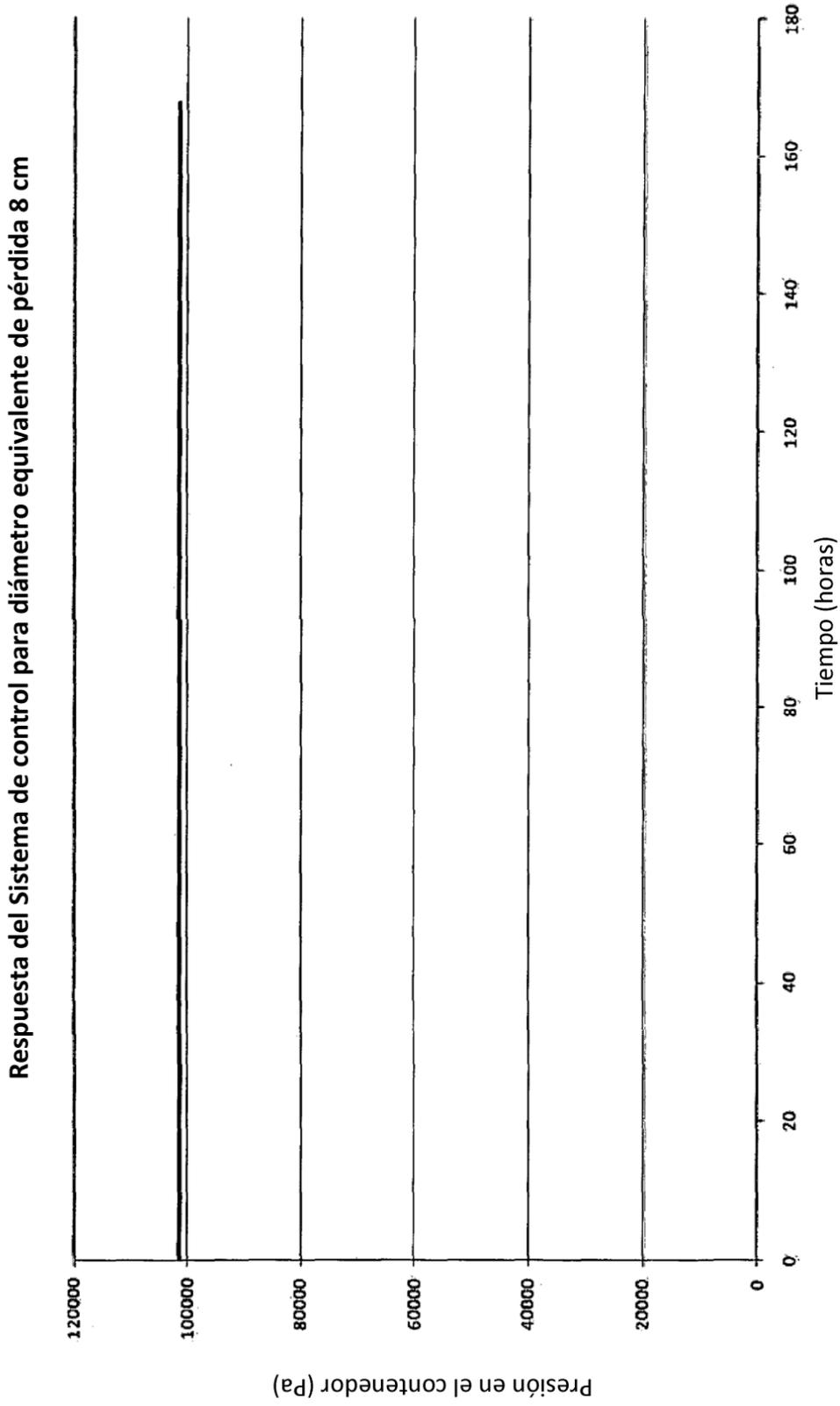


Figura 10

Respuesta del Sistema de control para diámetro equivalente de pérdida 6 cm

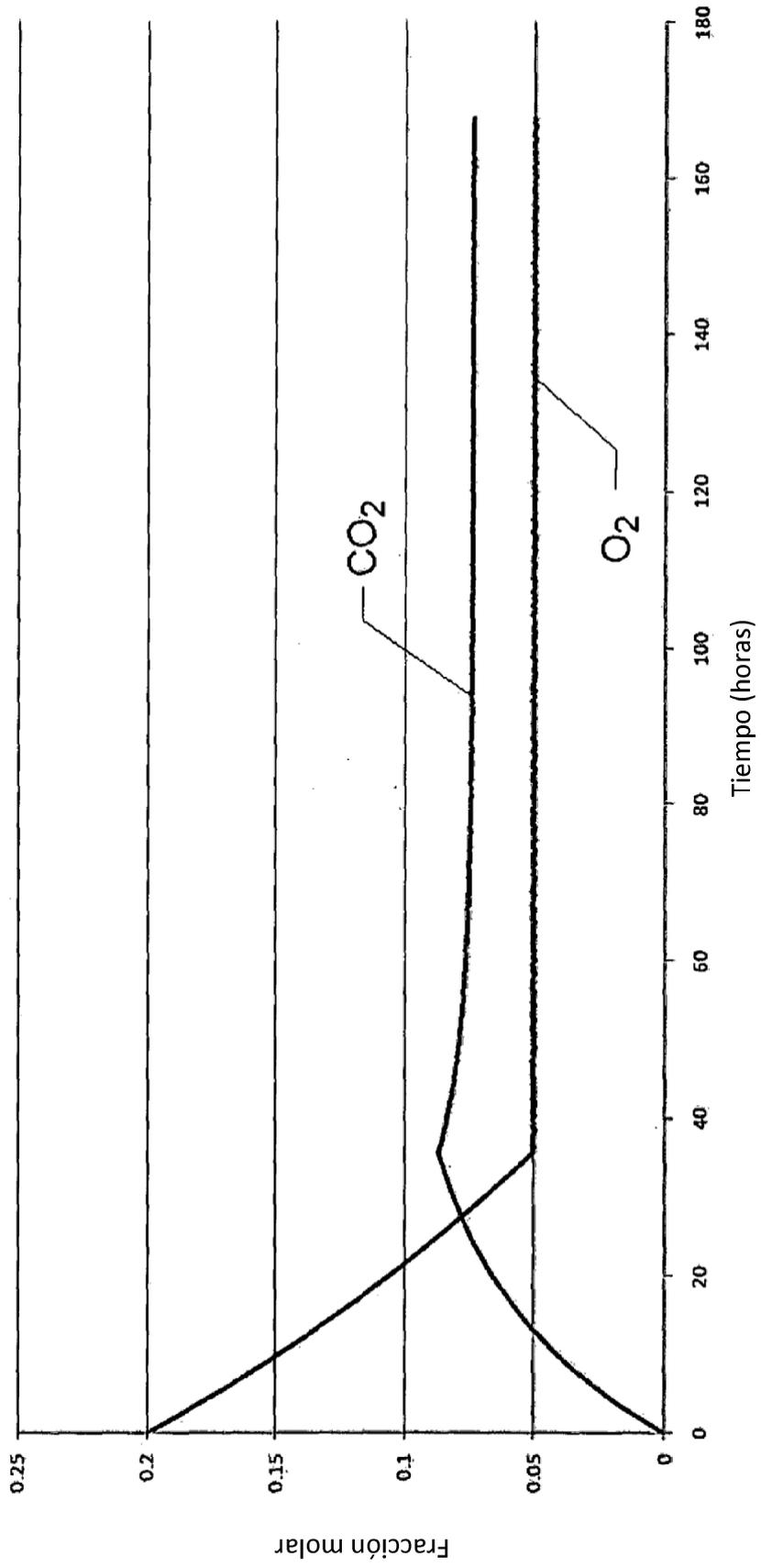


Figura 11

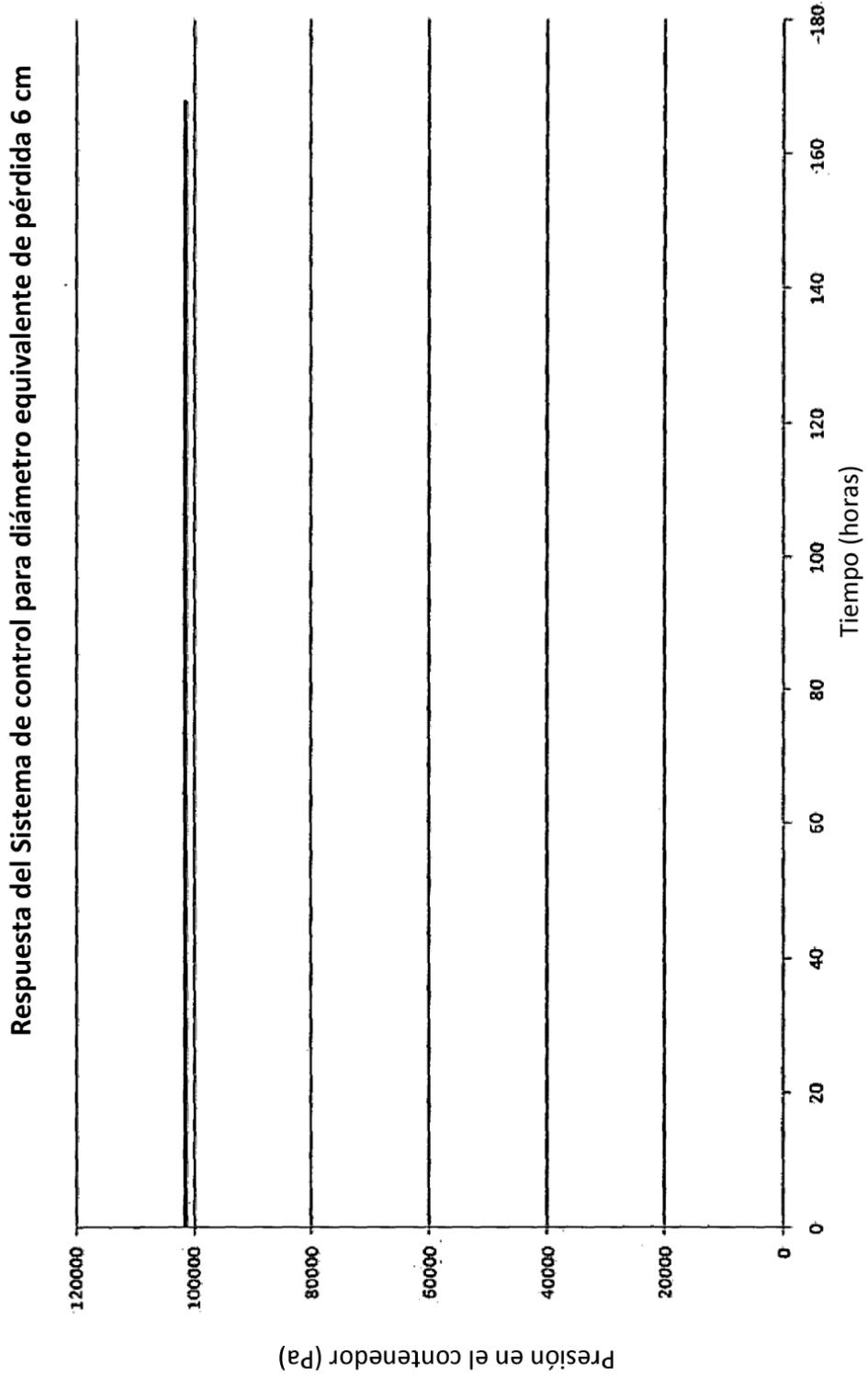


Figura 12

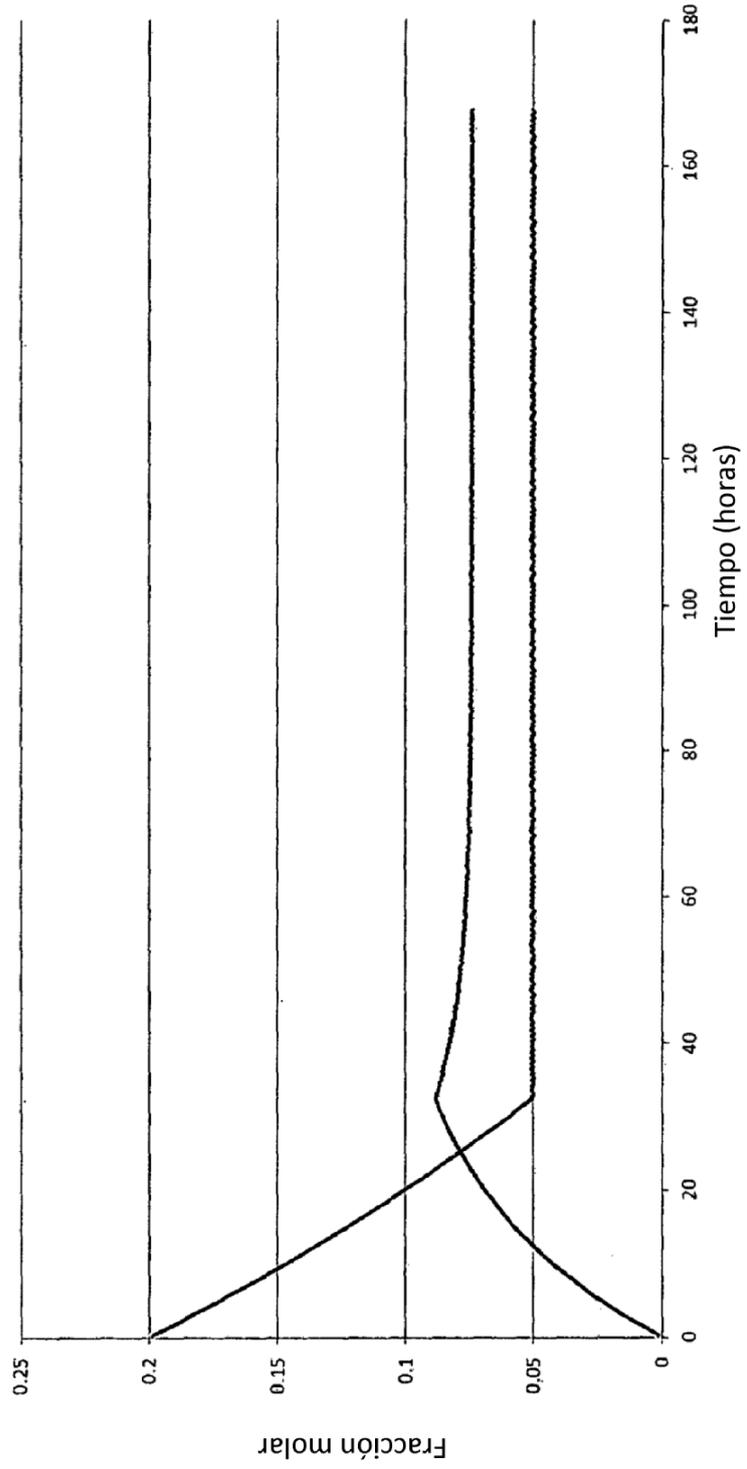


Figura 13

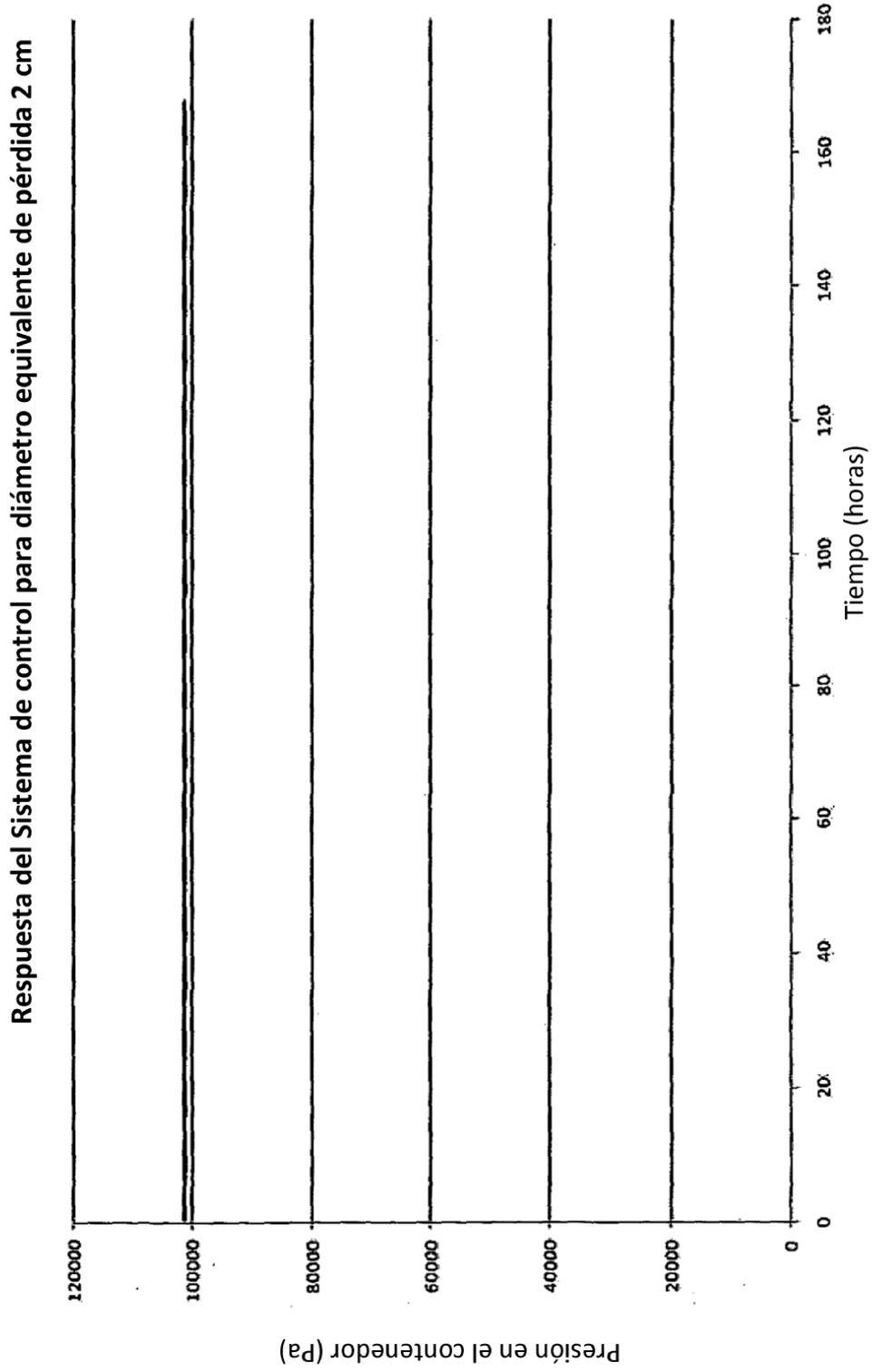


Figura 14

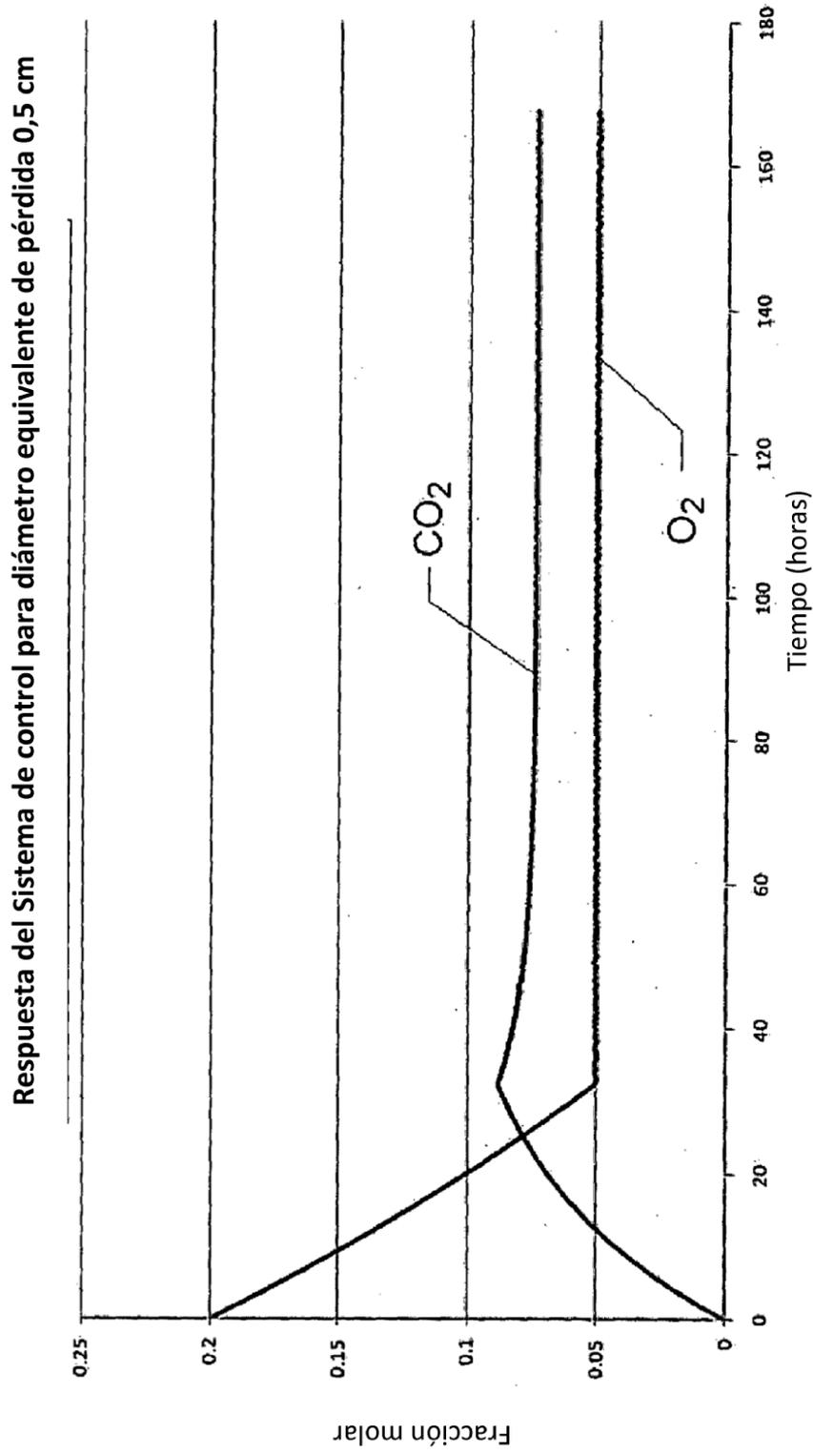


Figura 15

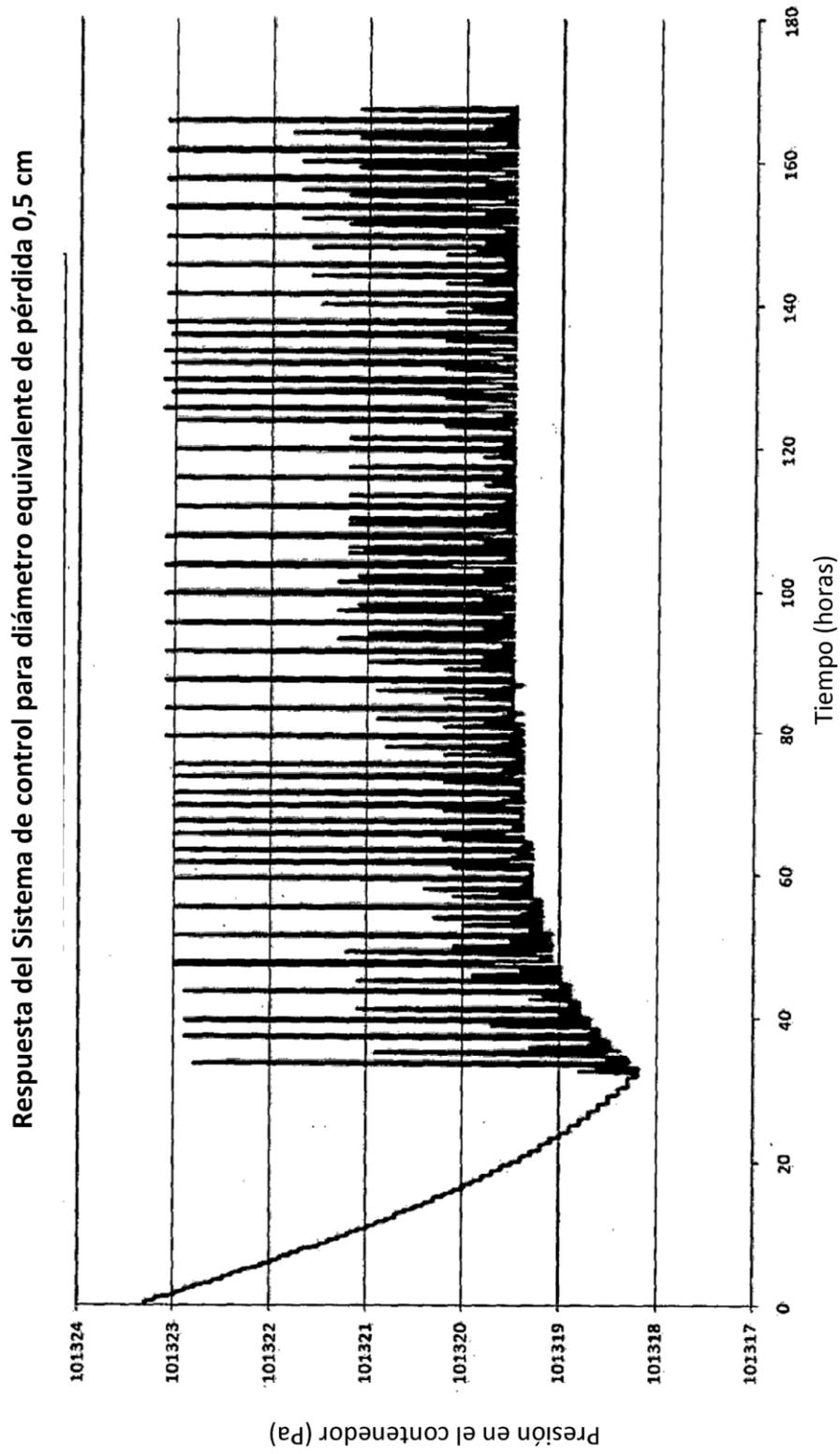


Figura 16

Respuesta del Sistema de control para diámetro equivalente de pérdida de 2 cm –
Ciclo de trabajo de 75% de extracción de CO₂

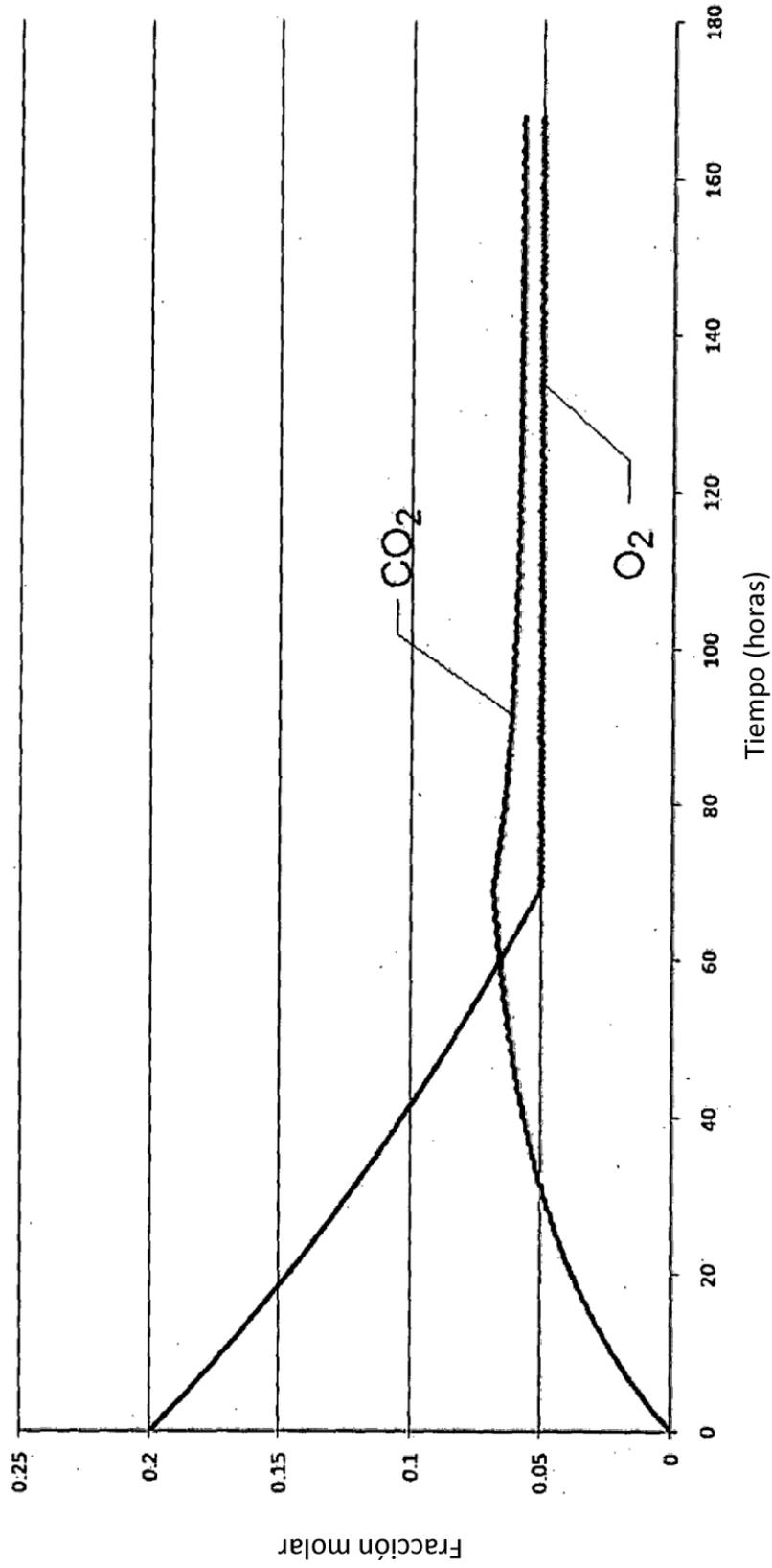


Figura 17

Respuesta del Sistema de control para diámetro equivalente de pérdida 2 cm --

Ciclo de trabajo de 75% de extracción de CO₂

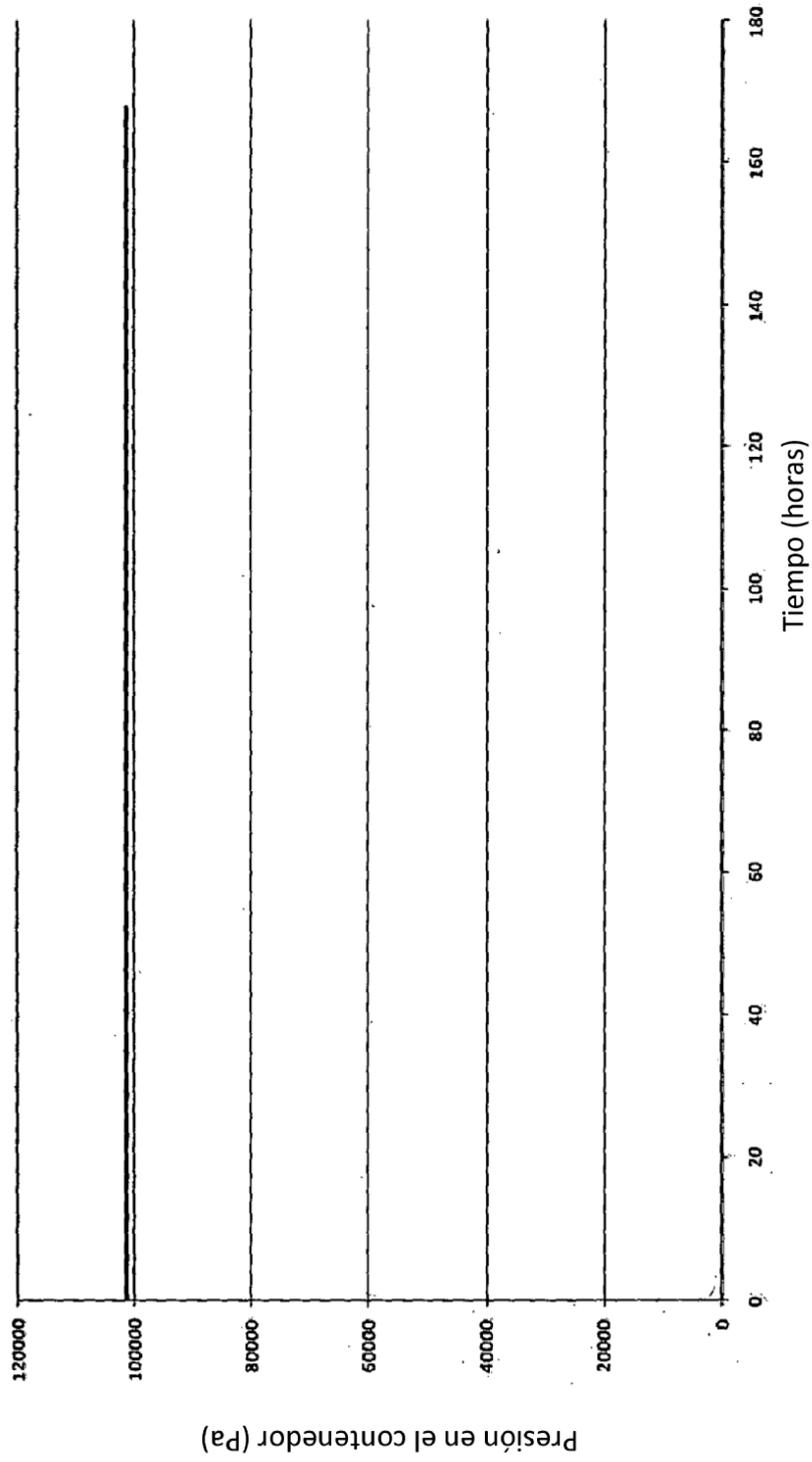


Figura 18

Respuesta del Sistema de control para diámetro equivalente de pérdida 2 cm –
Ciclo de trabajo de 100% de extracción de CO₂ Resp. Extracción 5%

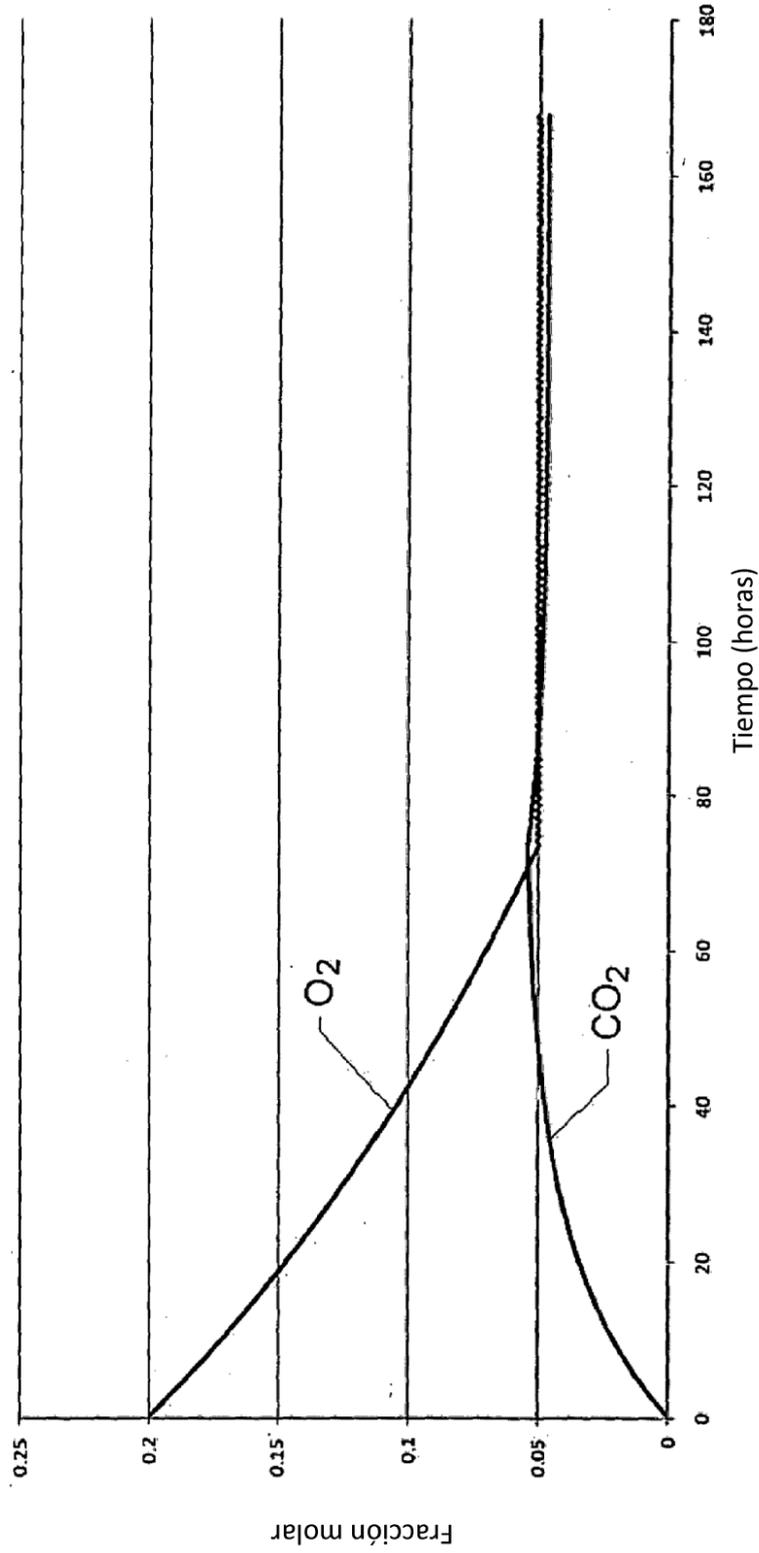


Figura 19

**Respuesta del Sistema de control para diámetro equivalente de pérdida 2 cm –
Ciclo de trabajo de 100% de extracción de CO₂ Resp. Extracción 5%**

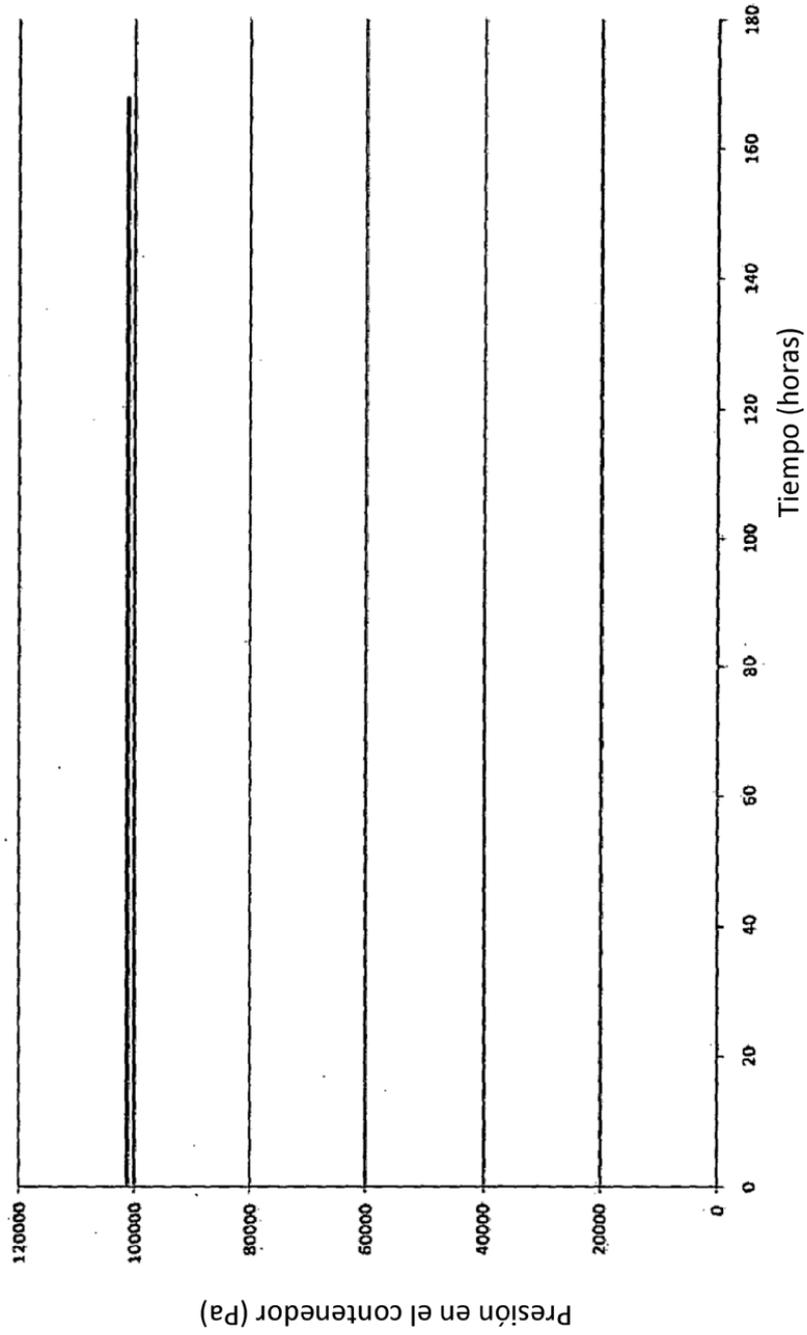


Figura 20