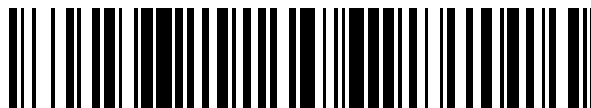


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 431 888**

21 Número de solicitud: 201101335

51 Int. Cl.:

G05B 15/02 (2006.01)

G05B 19/02 (2006.01)

G06F 19/00 (2011.01)

A61G 10/02 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación:

14.12.2011

43 Fecha de publicación de la solicitud:

28.11.2013

88 Fecha de publicación diferida del informe sobre el estado de la técnica:

10.12.2013

Fecha de la concesión:

22.04.2014

45 Fecha de publicación de la concesión:

29.04.2014

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ DE ELCHE
(100.0%)
AVDA. DE LA UNIVERSIDAD S/N EDIFICIO
RECTORADO Y CONSEJO SOCIAL
03202 ELCHE (Alicante) ES**

72 Inventor/es:

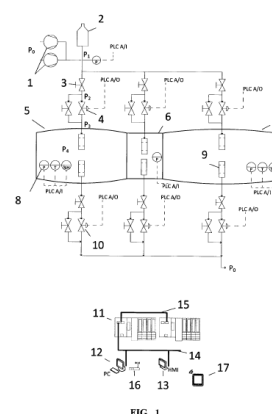
**PEREZ VIDAL, Carlos;
DE PACO SOTO, Jose Manuel;
GARCIA ARACIL, Nicolas;
SABATER NAVARRO, Jose María;
AZORIN POVEDA, Jose Maria;
FERNÁNDEZ JOVER, Eduardo;
SALINAS CASCALES, Antonio y
GUTIERREZ ALCANTARA, María Dolores**

54 Título: **SISTEMA AUTOMÁTICO DE CONTROL PARA CÁMARA HIPERBÁRICA MULTIPLAZA**

57 Resumen:

Sistema automático de control para cámara hiperbárica multiplaza.

La presente invención se refiere a un sistema de automatización de cámaras hiperbáricas multiplaza formadas por uno o más compartimentos y una o más antecámaras destinadas al movimiento de pacientes y personal médico entre compartimentos y con el exterior. El sistema automático consta de una arquitectura de control y sensorización de la cámara hiperbárica, donde el control se realiza de manera centralizada desde dos autómatas programables que actúan redundantemente. La monitorización y supervisión de los tratamientos se lleva a cabo desde interfaces de usuario instaladas en un computador y en una pantalla HMI. La invención comprende la automatización de los procedimientos y protocolos médicos y de seguridad propios de los tratamientos con oxígeno hiperbárico en este tipo de cámaras. La invención es especialmente útil porque permite la realización de múltiples tratamientos complejos simultáneos, con un seguimiento de los perfiles de presurización muy exacto, y con una mayor seguridad y confort para los pacientes.



ES 2 431 888 B2

SISTEMA AUTOMATICO DE CONTROL PARA CÁMARA HIPERBÁRICA MULTIPLAZA

DESCRIPCIÓN

Objeto de la invención

- 5 La presente invención consiste en un sistema automático de control para cámaras hiperbáricas multiplaza con uno o más compartimentos cuya arquitectura de control está formada por: autómatas programables, sensores y válvulas de control proporcional de caudal, e interfaces hombre-máquina (computadoras, pantallas HMI y dispositivos inalámbricos móviles). La invención hace posible el fiel seguimiento de perfiles de presurización complejos, así como la
- 10 realización automática y supervisada de todos aquellos procedimientos, protocolos médicos y actuaciones de seguridad, propios de los tratamientos en estos tipos de cámaras hiperbáricas.

Sector de la técnica

La invención se encuadra en el sector técnico de la tecnología médica, más concretamente en lo relativo a tecnología para medicina hiperbárica y subacuática.

15 Estado de la técnica

- La medicina hiperbárica, conocida también como terapia con oxígeno hiperbárico y cuyas siglas en inglés son HBO o HBOT (*Hyperbaric Oxygen Therapy*), consiste en suministrar oxígeno medicinal a pacientes que se encuentran sometidos a unas condiciones de presión de hasta tres veces la presión atmosférica. Mediante esta terapia no invasiva se consigue aumentar notablemente
- 20 la cantidad de oxígeno disuelto en el plasma, y por ende se logra llevar más oxígeno a los tejidos del organismo.

- Las cámaras hiperbáricas varían en tamaño, desde pequeñas cámaras monoplace a grandes cámaras multiplaza capaces de albergar más de treinta pacientes y personal médico. Las cámaras monoplace son presurizadas normalmente con oxígeno, mientras que las cámaras multiplaza son
- 25 presurizadas con aire y los pacientes reciben el oxígeno a través de mascarillas o cascos.

Respirando oxígeno al 100% de concentración sometido en cámara hiperbárica a 3 ATA (atmósferas absolutas de aire), la concentración de oxígeno disuelto en el plasma aumenta de un 0.03% en volumen a un 6.7% (ley de Henry). De esta manera se consigue que el radio de difusión del oxígeno sea hasta 4 veces mayor y se puede llevar oxígeno a zonas donde la circulación es

pobre o incluso está bloqueada. Este aporte de oxígeno ayuda a cicatrizar heridas en situaciones de hipoxia e insuficiencia cicatricial, aumenta la capacidad de las células para luchar contra los agentes infecciosos y promueve la formación de nuevos capilares, entre otros muchos efectos. Las principales indicaciones de la HBO reconocidas por el Comité de Medicina Hiperbárica del UHMS (Undersea and Hyperbaric Medical Society) son: embolismo gaseoso, anemia aguda refractaria a transfusión, intoxicación por monóxido de carbono y cianhídrico, enfermedad descompresiva, gangrena gaseosa, insuficiencia cicatricial (pie de diabético, lesiones radioinducidas,...), injertos de tejidos de difícil viabilidad, etc. En resumen, la HBO debe utilizarse en cualquier situación de hipoxia que no puede ser corregida por otro procedimiento.

El tratamiento con oxígeno hiperbárico consiste en una presurización desde la presión atmosférica hasta una presión objetivo de tratamiento (etapa de compresión, aproximadamente 15 minutos), una fase de tratamiento a presión constante (etapa de tratamiento, desde una hasta varias horas) y una despresurización hasta llegar a la presión atmosférica (etapa de descompresión, 15 minutos aproximadamente). La etapa de compresión plantea problemas de adaptación en algunos pacientes debido a los cambios de volumen en el oído medio. El gas contenido en esas estructuras se comporta según la Ley de Boyle, la cual describe que existe una relación inversamente proporcional entre la presión y el volumen. Para compensar estos cambios de volumen es necesario realizar maniobras activas de compensación como la maniobra de Valsalva, Frenzel, Toymbee, entre otras. Cuando estas maniobras no son eficaces surgen molestias, dolor e incluso perforación del tímpano (barotrauma de oído medio) que puede llevar a la suspensión del tratamiento. En los casos de urgencia puede requerirse la punción del tímpano (miringotomía) o la colocación de un tubo de drenaje timpánico (miringostomía) con los consiguientes perjuicios para el paciente.

Muchos hospitales ofrecen el servicio de HBO, pero la mayoría de cámaras hiperbáricas están técnicamente obsoletas y no están preparadas para asegurar el confort de los pacientes y la aplicación de nuevos perfiles de tratamiento más complejos que los tradicionales. Los tratamientos se llevan a cabo manualmente usando palancas o potenciómetros que regulan el caudal de entrada/salida de aire a la cámara mediante una válvula, con la consecuente imposibilidad de seguir perfiles de presión complejos y con ausencia de repetibilidad. Además, el control del caudal de aire con el que se presuriza la cámara y, por lo tanto, el ritmo de presurización es muy poco exacto y los cambios de ritmo son muy bruscos, lo que puede provocar molestias a los pacientes. Estos cambios bruscos en los ritmos de presurización producen también ruidos y corrientes de aire, los cuales son innecesarios y disminuyen el confort de los pacientes.

Existen algunos tipos de pacientes para los que la necesidad técnica de un control automático se convierte en crítica. Los pacientes con traqueotomías y portadores de cánulas con balón o pacientes entubados necesitan de un seguimiento muy fiel de los perfiles de presurización y

una estricta ausencia de oscilaciones de presión cuando ésta ha de permanecer constante. Estos pacientes tienen dificultades para respirar y sufren situaciones muy complicadas debido a la periódica dilatación y contracción del balón o tubo endotraqueal. Los pacientes en ventilación mecánica que requieren una monitorización hemodinámica o administración parental de drogas, también necesitan una perfecta estabilización de la presión.

Durante la etapa de tratamiento o fondo, los pacientes respiran oxígeno puro y se realiza una ventilación de la cámara para renovar el aire ambiente. Además, se suele tener instalado un sistema de climatización que introduce aire frío o caliente al interior de la cámara hiperbárica. El técnico camarista ha de compensar mediante el uso de las palancas o potenciómetros la cantidad de aire que entra y sale de la cámara por los efectos anteriores.

El barotrauma es más frecuente en pacientes neonatos, fumadores, afectos de catarros de vías altas y en todos aquellos que han recibido cirugía o radioterapia sobre el área nasofaríngea. Utilizando perfiles de presurización y despresurización curvilíneos en adaptación al paciente, se consigue reducir el número de barotraumas de oído medio hasta en un 100%. El seguimiento de estos perfiles es imposible sin llevar a cabo un control de presión automático. Mediante la técnica habitual de control con uso de palancas o potenciómetros descrita anteriormente, no se logra mantener la presión estable y sin oscilaciones dentro de unos rangos admisibles para evitar los problemas que se dan en pacientes críticos.

Las cámaras hiperbáricas multiplaza pueden tener uno o más compartimentos, los cuales se pueden unir y separar mediante puertas. Entre compartimentos suele haber un pequeño compartimento denominado antecámara el cual se utiliza para transportar personas entre compartimentos a diferente presión, para extraer pacientes de la cámara hiperbárica, para introducir o recambiar personal sanitario (por ejemplo un médico en caso de urgencia). En cada uno de los compartimentos, en el caso de que estén separados por las puertas, se pueden estar llevando a cabo diferentes perfiles de presurización como ocurre en los procedimientos de antecámara, en la que el camarista debe mantener en el perfil de tratamiento en la cámara y actuar al mismo tiempo en la antecámara.

Una combinación posible es una cámara con dos compartimentos, una cámara principal y una unidad de cuidados intensivos (UCI), separados por una antecámara. El control manual mediante palancas o potenciómetros de dos perfiles diferentes de presurización simultáneamente por parte del técnico camarista es una tarea altamente complicada, más aún si además se tiene que controlar la antecámara por alguna de las razones expuestas anteriormente.

El técnico camarista no sólo tiene que tener la habilidad para controlar manualmente la apertura de la válvula reguladora de caudal, también tiene que saber compensar la entrada/salida de

aire de la ventilación y climatización de la cámara, y además tiene que hacerlo con varios tratamientos en paralelo y la posibilidad de tener que controlar las antecámaras. Adicionalmente a estas tareas de control de seguimiento de perfil de presurización de los tratamientos, el técnico camarista tiene que supervisar variables del proceso como la temperatura, la humedad y la
5 concentración de oxígeno, entre otras. El técnico camarista debe tener comunicación con el personal médico que se encuentra en el interior de la cámara por si se da alguna situación de urgencia y hay que llevar a cabo alguna maniobra o protocolo médico propio del tratamiento.

La patente US 2010/0059059 describe un sistema de control de una cámara hiperbárica monoplaza, basado en una válvula de control que responde a las instrucciones de un ordenador para
10 generar una señal de control que regula el caudal de oxígeno o aire con el que se presuriza o despresuriza la cámara hiperbárica. El perfil de tratamiento se transfiere desde el ordenador a la válvula de control, la cual lo almacena y lo reproduce independientemente del ordenador. El control está descentralizado en las válvulas de control (presurización y despresurización), de este modo si una de ellas cayera ya no sería posible llevar a cabo el tratamiento ni en modo automático
15 ni en modo manual. En este caso la única solución sería abortar el tratamiento y sacar al paciente. Se tiene una pantalla LCD comunicada con un ordenador embebido y un PC comunicado al panel de control de la cámara hiperbárica, cuyas interfaces se utilizan para seleccionar el perfil de tratamiento y transferirlo a las válvulas de control. Durante un tratamiento definido por el perfil de presurización que se ha transferido a las válvulas de control, no es posible realizar maniobras que
20 desvíen la presión de la cámara de la presión referencia del perfil que se está siguiendo. Las válvulas de control que se emplean no cuentan con la flexibilidad ni capacidad de programación necesaria para poder programar todas aquellas maniobras y protocolos médicos que son necesarios en los tratamientos en cámara multiplaza. En las pantallas no se monitorizan las variables del proceso, sino que éstas se muestran mediante relojes analógicos instalados en el panel de control.
25 El sistema propuesto en la referida patente no contempla un sistema de alarmas de seguridad capaz de gestionarlas automáticamente si el propio técnico camarista no responde a ellas en un intervalo de tiempo definido.

La patente US 2004/0261796 describe un sistema de control y monitorización de una cámara hiperbárica monoplaza. Presenta un esquema neumático y un sistema de control que,
30 empleando el conocido efecto Venturi, consigue optimizar el consumo de oxígeno en los tratamientos y reducir el ruido dentro de la cámara monoplaza. El sistema de control es análogo al descrito en la patente US 2010/0059059, con las limitaciones ya descritas. A tenor de la gráfica que se muestra en la figura 6 de dicha patente, no se cumplen las especificaciones de control necesarias para el tratamiento de pacientes con las condiciones especiales descritas anteriormente. Las
35 oscilaciones y falta de estabilidad de la presión durante todas las fases del tratamiento no son admisibles para los pacientes críticos y son molestas para todos los pacientes en general. La

selección del perfil de tratamiento se puede realizar automáticamente insertando los datos médicos de los pacientes en un software. El sistema emplea un PC con sistema operativo Windows XP que cuenta con tarjetas de entrada/salida para leer variables del proceso y controlar los tratamientos. Un PC con un sistema operativo que no trabaja en tiempo real no es lo suficientemente robusto y fiable para una aplicación como la presente. Si hubiese un problema técnico en el PC, ya no sería posible monitorizar variables y gestionar tratamientos. La patente describe sistemas de seguridad neumáticos y mecánicos en el cierre de puertas, sistemas de sobrepresiones, etc., pero no se ha contemplado la automatización y la gestión automática de alarmas y errores.

La patente US 2005/0178387 describe un sistema de cámara hiperbárica monoplaza con una pequeña antecámara destinada a la introducción de objetos al interior de la cámara. Cuenta con un sistema de control automático de temperatura y un sistema de control de presión. Un PLC o un microcontrolador es el encargado de controlar el seguimiento del perfil de presurización que se le ha cargado previamente. Para el controlador se utilizan algoritmos ya conocidos como el P, PI, PD y PID.

Las invenciones descritas en las patentes US 2010/0059059, US 2004/0261796 y US 2005/0178387 están todas ellas enfocadas a cámaras monoplaza, y por lo tanto no se han tenido en cuenta los procedimientos que se derivan de los tratamientos de medicina hiperbárica en cámaras multiplaza y multicompartimento. Ninguna de ellas presenta un sistema de control y monitorización del proceso con elementos redundantes, robusto, flexible y programable, que asegure el cumplimiento de las especificaciones de control necesarias para el tratamiento de pacientes críticos o especiales.

Las cámaras hiperbáricas multiplaza requieren de un sistema automático de control de presión para el seguimiento de los perfiles de tratamiento de una manera suave, fiable y sin oscilaciones que puedan producir molestias o daños en los pacientes. Además, se tienen que poder realizar tratamientos simultáneos en los diferentes compartimentos (procedimientos con la antecámara). Debido a que los sistemas que componen el estado de la técnica no están enfocados a cámaras multiplaza y multicompartimento, no se han automatizado los procedimientos y protocolos propios de estos tipos de cámara hiperbárica. Tampoco existe en el estado de la técnica ningún sistema automático que conste de una interfaz de usuario que incluya toda la información del proceso y desde la cual sea posible controlar y gestionar los tratamientos para cámaras multiplaza y multicompartimento. En las cámaras multiplaza no se puede permitir que la concentración de oxígeno alcance valores que a altas presiones resultan peligrosos y que pueden desembocar en un incendio o explosión.

Los anteriores problemas no están resueltos en el estado de la técnica. Sin embargo, la invención objeto de esta patente presenta un sistema automático para cámaras hiperbáricas

multiplaza y multicompartimento que resuelve estas necesidades técnicas. La invención consta de una arquitectura de control con la que se pueden realizar tratamientos paralelos simultáneos en cada uno de los compartimentos que forman la cámara hiperbárica. El seguimiento de cada uno de estos tratamientos, los cuales pueden seguir curvas de presión complejas, se realiza de manera suave, con un mínimo error de seguimiento y sin oscilaciones. El control de la presurización y despresurización de la cámara hiperbárica se ha diseñado de manera que se minimizan las corrientes de aire en el interior de la cámara y el ruido, manteniendo el confort de los pacientes. Toda la información sobre las variables del proceso está monitorizada en una interfaz de usuario desde la cual se pueden gestionar todos los protocolos y maniobras propias de los tratamientos de HBO en cámara multiplaza y multicompartimento, las cuales han sido automatizadas. Se han automatizado también los procedimientos de antecámara, los cuales suelen ser procedimientos de urgencia como sacar a un paciente con problemas o introducir rápidamente a personal sanitario en el interior de la cámara para atender a un paciente. El sistema es capaz de llevar a cabo los tratamientos de manera semi-automática, es decir, es el técnico camarista o el médico especialista el encargado de decidir en la mayoría de casos qué maniobra (procedimientos de antecámara, alivios, pausas, ventilaciones, etc) se ha de ejecutar en cada momento. Un sistema de alarmas avisa de cualquier anomalía en el sistema y, si el técnico no responde en un periodo de tiempo establecido, genera automáticamente la solución a dicha situación. El sistema automático es fiable y robusto ante cualquier problema técnico o fallo humano. Es por ello, que todos los elementos críticos de la arquitectura de control (autómatas, válvulas, sensores, etc.) están duplicados y trabajan de manera paralela y redundante.

Descripción detallada de la invención

La presente invención consiste en una arquitectura de comunicación compuesta por sensores que informan de la magnitud de las variables que intervienen en el proceso, actuadores (válvulas e interruptores), autómatas programables (PLCs) y terminales hombre-máquina (HMI). Se han instalado sensores en todos los compartimentos (incluidas las antecámaras) que componen la cámara hiperbárica: sensores de presión, sensores de temperatura y humedad, y sensores de concentración de gases (oxígeno y dióxido de carbono). De igual manera, todos los compartimentos tienen instalados al menos una válvula de presurización y una válvula de despresurización, que reciben la señal de control desde los autómatas programables. Las válvulas de presurización y despresurización son válvulas idénticas reguladoras de caudal. Reciben una señal de control eléctrica (0-10 voltios ó 4-20 mA) y varían su apertura en menor o mayor medida, regulando el flujo que pasa a través de ellas.

Dadas las necesidades técnicas de robustez, fiabilidad y las exigentes especificaciones de control en cuanto a error de seguimiento de los perfiles de presurización, estabilidad y sin

oscilaciones, el control está centralizado en los autómatas programables. La utilización de PLCs permite la utilización de controladores avanzados para procesos no lineales que no se pueden encontrar en la electrónica de las válvulas de control comerciales. Al tratarse el proceso de presurización y despresurización de un sistema altamente no lineal, sólo es posible alcanzar las especificaciones de control deseadas utilizando los controladores no lineales.

Se han diseñado controladores no lineales con parámetros diferentes dependiendo del volumen de espacio a controlar (volumen que forman los compartimentos), ya que la dinámica varía con el volumen del compartimento y el número de válvulas empleadas para la presurización o despresurización, los cuales solucionan el problema técnico del control para el perfecto seguimiento de la trayectoria de los perfiles de presurización de los tratamientos. Por ejemplo, en una cámara hiperbárica de dos compartimentos (cámara y UCI) y una antecámara, se implementan controladores diferentes para las diferentes combinaciones de volumen: cámara, UCI, antecámara, cámara más antecámara, UCI más antecámara, y cámara más antecámara más UCI. Además, se ha determinado que cada una de las tres fases de tratamiento (presurización, fondo y despresurización) requiere de unas especificaciones diferentes de control, y por lo tanto se tendrá también un controlador con parámetros diferentes para cada fase. El uso de autómatas programables permite que se ejecuten simultáneamente tratamientos en cada uno de los compartimentos y sin comprometer la fiabilidad y seguridad del sistema.

Cada combinación de volumen de cámara, conformada por la unión de compartimentos no separados por las puertas, cuenta con varias válvulas de presurización o despresurización. El controlador manda una misma señal de control a todas las válvulas de los compartimentos que forman el volumen, de manera que se consigue repartir el caudal de aire entre todas las válvulas, reduciendo así el ruido y las corrientes de aire dentro de la cámara hiperbárica. Por ejemplo, en el modo de realización de cámara hiperbárica con dos compartimentos (cámara y UCI) y en un tratamiento con la cámara hiperbárica completa (cámara más UCI más antecámara), durante la presurización el controlador determinará abrir a un mismo porcentaje todas las válvulas de presurización. Al utilizar más de una válvula para presurizar y despresurizar, se tiene disponible un caudal de aire de control superior y teniendo en cuenta que la válvulas tienen una dinámica (comportamiento desde que reciben la señal de control eléctrica del autómata hasta que físicamente modifican la apertura y la estabilizan), se consigue responder más rápidamente a las perturbaciones del sistema mejorando sustancialmente los resultados de seguimiento del perfil de presurización.

Los tratamientos con oxígeno hiperbárico en cámaras multiplaza necesitan de una serie de procedimientos o protocolos médicos y de seguridad. En esta invención se han determinado cuáles son estos procedimientos y se han automatizado cada uno de los pasos que los componen. El técnico camarista y el personal médico supervisan el tratamiento automático a través de un HMI, y

deciden cuándo es necesario realizar alguno de los procedimientos que se pasan a describir a continuación.

Se decide llevar a cabo un procedimiento de alivio cuando se ha detectado que uno de los pacientes, que está recibiendo terapia en algunos de los compartimentos de la cámara hiperbárica, está teniendo problemas para compensar los cambios de presión. El procedimiento de alivio consiste en hacer descender la presión un valor dado de manera automatizada y siguiendo un perfil con una pendiente de despresurización determinada. El alivio se repite si el paciente continúa teniendo molestias. Al finalizar el alivio, se vuelve a cargar el perfil de tratamiento o se cambia on-line y se continúa la presurización desde la presión actual de la cámara. El procedimiento de pausa consiste en pausar el perfil de tratamiento y mantener la presión de manera estable y sin oscilaciones. Se puede reanudar la curva por el punto donde se encontraba cuando el personal médico lo decida. El procedimiento de ir a superficie consiste en abortar el perfil de tratamiento y cargar un perfil de despresurización con una pendiente determinada (dependiendo de la gravedad del problema detectado) hasta llegar a la presión ambiente de una manera automática y controlada. Se ha establecido un procedimiento para actualizar los parámetros de un tratamiento en línea, de manera que si un paciente no tolera un tratamiento con un determinado factor (el factor viene definido por el nivel de variación de volumen del oído durante la fase de presurización) se puede configurar otro más suave y evitar abortar el tratamiento. También es posible modificar la presión de fondo de tratamiento y el tiempo de tratamiento, durante la realización del mismo.

El procedimiento de antecámara normalmente se realiza en casos de urgencia, bien porque es necesario introducir a personal sanitario en la cámara para atender a un paciente, o bien porque hay que extraer a un paciente que se encuentra mal para atenderlo en el exterior. El procedimiento de antecámara consta de varios pasos que se desarrollan automáticamente controlados por el autómata. La presurización y despresurización de la antecámara se lleva a cabo siguiendo un perfil de presión establecido por el personal médico.

Cabe destacar que los anteriores procedimientos se deciden realizar sobre alguno de los múltiples tratamientos simultáneos que se pueden estar llevando a cabo en cámara multicompartimento, sin afectar al resto de tratamientos.

La invención consta de una interfaz para la monitorización, control y gestión de los tratamientos. Esta interfaz permite al técnico camarista y al personal médico ver en un solo vistazo todos los parámetros del tratamiento y detectar rápidamente a través de un código de colores si existe algún problema. Las alarmas generadas a través del control de las variables del proceso (funcionales y elementos de seguridad) son notificadas en la interfaz de usuario mediante mensajes de texto sobre los cuales el técnico responsable ha de notificar un acuse de recibo para informar al sistema de su recepción, y el mencionado código de colores (dependiendo de la gravedad del aviso)

se utiliza en las gráficas de barras, relojes analógicos e indicadores numéricos, los cuales informan del valor de las variables físicas del proceso.

Desde esta interfaz el técnico camarista puede controlar varios tratamientos simultáneos y los diferentes procedimientos que se puedan estar llevando a cabo en cada uno de ellos. El técnico supervisa las incidencias del tratamiento y las alarmas desde la interfaz, y en caso de no responder dentro de un tiempo establecido a alguna alarma, entonces el propio sistema automático ejecuta las maniobras necesarias.

La fiabilidad, robustez y seguridad del sistema están garantizadas por el uso de dos autómatas programables que ejecutan el programa de control redundantemente, de manera que si uno de ellos se averiase no se perdería el control del sistema. Todos los elementos críticos de seguridad como sensores, válvulas e interfaces hombre-máquina están duplicados. El controlador tiene implementados mecanismos para evitar sobrepresiones que autocorrigen desviaciones en el seguimiento de los perfiles de presurización, y limitan los ritmos de presurización/despresurización dentro de unos márgenes de seguridad. Además, el suministro eléctrico de todos los elementos que componen la arquitectura de control y la iluminación de la cámara hiperbárica, está asegurada por un SAI (sistema de alimentación eléctrica ininterrumpida).

Breve descripción de los dibujos

La Fig.1 muestra una realización de la arquitectura de automatización y control de la cámara hiperbárica.

La Fig.2 muestra un diagrama que describe el procedimiento automático de inicio de tratamiento, comprendiendo un chequeo previo de la instalación, la configuración y selección del perfil de tratamiento, y el inicio del mismo.

La Fig. 3 muestra un diagrama que describe el procedimiento automático seguido para enlazar los controladores de cada una de las tres fases de tratamiento: presurización, fondo y despresurización.

La Fig. 4 muestra un diagrama que describe el procedimiento automático para pausar el tratamiento y mantener constante la presión.

La Fig. 5 muestra un diagrama que describe el procedimiento automático para realizar una maniobra de alivio.

La Fig. 6 muestra un diagrama que describe el procedimiento automático para editar el perfil de tratamiento “online”.

La Fig. 7 muestra un diagrama que describe el procedimiento automático para volver a la superficie (presión ambiente) de manera controlada si se decide abortar un tratamiento.

5 La Fig. 8 muestra un diagrama que describe el procedimiento de antecámara automático para una realización en la que la cámara hiperbárica consta de dos compartimentos y una antecámara, que están unidos para la realización de un tratamiento.

La Fig. 9 muestra un ejemplo de perfil de tratamiento en el que se incluye procedimientos de alivio y pausa.

10 **Descripción detallada de realizaciones particulares**

La Fig.1 muestra una realización de la arquitectura de automatización y control de la cámara hiperbárica. Se muestra un modo de realización de cámara hiperbárica multiplaza y multicompartimento automatizada, compuesta por dos compartimentos y una antecámara entre los
15 mismos. El compartimento (5) es la UCI, el compartimento (7) es la cámara principal y el compartimento (6) es la antecámara.

En este modo de realización, el aire utilizado para la presurización de la cámara hiperbárica es suministrado por dos compresores (1) de tornillo, los cuales dan una presión de aire de 10 bar aproximadamente. En caso de avería de uno de ellos, se pueden seguir realizando los tratamientos.
20 A continuación de los compresores se instala un depósito de aire (2), denominado calderín o pulmón, cuyo objetivo es asegurar la disponibilidad de caudal de aire para presurizar. A continuación se describen las válvulas y sensores instalados en cada uno de los compartimentos. Se instalan electroválvulas (4) y válvulas manuales de seguridad (3) para cerrar el paso de aire al compartimento en caso de fallo o de emergencia. Las válvulas de regulación de caudal (4) están
25 controladas desde el autómata mediante una señal analógica de 4 a 20 mA u otra aceptada industrialmente (0-20 mA ó 0-10 V). Las válvulas empleadas pueden ser el modelo Skillair REG-300 ½” del fabricante Metalwork. Estas válvulas reciben la señal de control de los autómatas (11) y regulan el flujo de aire modificando la apertura del orificio por el que pasa el aire. El flujo de aire pasa al compartimento de la cámara de aire a través de varios silenciadores (9). La despresurización
30 se realiza análogamente controlando las válvulas reguladoras de caudal (10), aprovechando la diferencia de presión con la del ambiente, hacia donde es expulsado el aire. Cada uno de los compartimentos comprende la instalación de al menos una pareja de sensores (8) de presión, temperatura y humedad. Los sensores de presión pueden ser del modelo S-11 de WIKA, con un

rango de medida de 0 a 10 bar. Los sensores de temperatura y humedad han de ser forzosamente de pelo para evitar errores en la medida debido a las modificaciones de presión. Las lecturas de estos sensores por parte de los autómatas se han de realizar preferiblemente con señales de 4 a 20 mA. Se han configurado dos autómatas programables (11) que ejecutan el programa de control paralela y redundantemente. El modelo de autómata empleado es el ET200S IM151-8 de Siemens con periferia descentralizada. Ambos autómatas están comunicados mediante una red de comunicación industrial (15) que puede ser PROFINET. La supervisión, control y gestión de los tratamientos se pueden realizar a través de uno o varios PCs (12) y de una o varias pantallas industriales HMI (13), que están comunicados entre sí y con los autómatas mediante una red Ethernet Industrial o similar (14). Además, es posible realizar la supervisión, control y gestión de los tratamientos desde el interior de la cámara hiperbárica mediante el uso de dispositivos HMI inalámbricos (17) como tabletas, PDAs o teléfonos móviles ("smartphones"), que se comunican en una red local inalámbrica (por ejemplo, Wi-Fi) con un router (16).

La Fig. 2 muestra un diagrama que describe el procedimiento automático de inicio de tratamiento. Al iniciar el tratamiento, el primer paso que realiza el programa de control es un chequeo completo de la instalación (18) donde se revisa el estado de las comunicaciones, sensores, válvulas, elementos de seguridad, presión en compresores, presión en el circuito de oxígeno, presión en el depósito contraincendios, etc. Si se detecta alguna anomalía, por ejemplo si el nivel de llenado del depósito contraincendios es inferior a determinado nivel o la presión de dicho depósito está por debajo de un determinado valor, no se puede iniciar el tratamiento automático y se ha de proceder a su corrección (19). Si la incidencia detectada afecta a un elemento de seguridad, como puede ser una avería en una válvula de seguridad o en un sensor de presión, el programa impide el funcionamiento en automático. En caso de que no se haya detectado ninguna avería, se procede a la selección del perfil de tratamiento o a la creación de uno nuevo definiendo sus parámetros (20). Posteriormente, se decide en qué compartimento/s se va a llevar a cabo el perfil seleccionado (21). Una vez se han acomodado a los pacientes en el interior del compartimento y las puertas están correctamente cerradas, se procede al inicio del tratamiento (22). Se realiza un control supervisado (23) en el que el técnico camarista y el personal médico monitorizan todas las variables del proceso, mientras que los autómatas ejecutan el programa de control para lograr seguir con gran exactitud el perfil de presurización. En el caso que haya una alarma o que los responsables médicos consideren necesario realizar algún procedimiento, se genera un evento (24) que el programa de control gestiona automáticamente, tal y como se describe en las siguientes figuras de la 4 a la 9. Una vez finalizado el evento se continúa el tratamiento hasta su finalización (26). El técnico camarista puede decidir en cualquier momento controlar manualmente el tratamiento (25).

La Fig. 3 muestra un diagrama que describe el procedimiento automático seguido para enlazar los controladores de cada una de las tres fases de tratamiento: presurización, fondo y despresurización. En el inicio del tratamiento se tiene una primera fase de presurización (27) que consiste generalmente en llegar a la presión de tratamiento o fondo de manera automática y siguiendo un perfil determinado. Durante esta fase el programa de control ejecuta un controlador no lineal con unos parámetros optimizados para dicha fase. Se está en la fase de presurización mientras que el incremento de presión del perfil referencia que se ha de seguir sea positivo. Cuando se detecta que el incremento de presión es nulo es porque estamos en una fase de presión constante (28), es decir, de fondo o de pausa. Para esta fase se ejecuta el controlador con los parámetros optimizados. Si se detecta que el incremento de presión es negativo, es porque el perfil se encuentra en una fase de despresurización (29) y en ese momento se carga el controlador optimizado correspondiente. Si se está en la fase de despresurización y la presión es de 1 ATA (presión ambiente) (30), es porque se ha finalizado el tratamiento.

La Fig. 4 muestra un diagrama que describe el procedimiento automático para pausar el tratamiento y mantener constante la presión en alguno de los tratamientos que se pueden estar llevando a cabo simultáneamente. Cuando el técnico pulsa el botón de pausa (31), la curva de referencia de presión del controlador se para (32) y se mantiene constante a la presión a la que se encontraba el compartimento en el momento de pulsar el botón. De esta manera se mantiene la presión constante hasta que se decide finalizar la pausa (33) y continuar la curva de tratamiento desde donde se encontraba previamente (34).

La Fig. 5 muestra un diagrama que describe el procedimiento automático para realizar una maniobra de alivio. Cuando en el transcurso de un tratamiento se pulsa el botón de alivio (35), se carga en el controlador de despresurización un perfil de presurización con una pendiente determinada que va desde la presión actual hasta la presión actual menos un determinado valor de alivio. Por ejemplo, si la presión en el momento de pulsar el botón es de 1.45 bar, el valor del alivio es de 0.05 bar y la pendiente de alivio es de 0.1 bar/minuto, se realizará una despresurización controlada (36) que tardará 30 segundos en alcanzar los 1.40 bar objetivo (37). En ese momento, se puede decidir entre realizar otro alivio (38) o reanudar la curva de tratamiento desde la presión actual (39).

La Fig. 6 muestra un diagrama que describe el procedimiento automático para editar el perfil de tratamiento “online”. Pulsando el botón de edición de curva (40) durante un tratamiento, aparece un menú donde es posible editar los parámetros del perfil de tratamiento (41): factor de presurización, factor de despresurización, presión de fondo y tiempo en el fondo. Al pulsar el botón de confirmar (42), se actualiza la curva con los parámetros y desde ese momento se sigue con la curva actualizada (43).

La Fig. 7 muestra un diagrama que describe el procedimiento automático para volver a la superficie (presión ambiente) de manera controlada si se decide abortar un tratamiento. Al pulsar el botón de ir a superficie (44), aparece un menú (45) donde es posible seleccionar el factor o la pendiente de despresurización con la que se desea volver a la presión ambiente. Cuando se confirma (46) el programa de control aborta el perfil de tratamiento cargado y comienza la despresurización controlada y supervisada de la cámara (47) hasta llegar a presión ambiente (48) y finaliza el tratamiento.

La Fig. 8 muestra un diagrama que describe el procedimiento de antecámara automático para una realización en la que la cámara hiperbárica consta de dos compartimentos y una antecámara, que están unidos para la realización de un tratamiento (49). El siguiente procedimiento descrito es el que se llevaría a cabo si por ejemplo se ha de extraer un paciente de la cámara hiperbárica realizando un procedimiento de antecámara (50). En primer lugar, dependiendo de la urgencia con la que se va a extraer al paciente se selecciona un perfil de despresurización determinado (51). Una vez el paciente se encuentra en la antecámara, el personal médico que está en el interior de la cámara hiperbárica cierra las puertas de la antecámara (52). Para iniciar la despresurización de la antecámara se pulsa el botón de confirmar (53). Cuando el programa de control detecta que la presión en la antecámara es menor que la de los otros dos compartimentos, el volumen a controlar pasa de ser uno a ser tres diferentes: compartimento 1, compartimento 2 y antecámara. Cada uno de estos compartimentos tiene asociado un controlador y un perfil de presión de referencia. Los compartimentos 1 y 2 siguen el mismo perfil de tratamiento, por lo tanto, aunque están separados, ambos estarán a una misma presión. Por un lado, se realiza un control supervisado de los compartimentos 1 (54) y 2 (55) con los correspondientes eventos que puedan surgir. Por otro lado, se despresuriza controladamente la antecámara (56) hasta llegar a la presión atmosférica (57), momento en el que automáticamente se abre la puerta de la antecámara (58). Una vez el paciente ha salido de la antecámara y se ha cerrado la puerta, la antecámara se devuelve con una presurización controlada (59) a la presión en la que se encuentran los compartimentos 1 y 2. Cuando la presión de la antecámara se iguala (60) con la presión en los compartimentos 1 y 2, se finaliza el procedimiento de antecámara (61) y se vuelve a tener un solo controlador para todo el volumen de cámara que vuelve a ser uno formado por los dos compartimentos y la antecámara.

En la Fig. 9 se puede observar la curva de presurización correspondiente a un tratamiento de medicina hiperbárica estándar, en el que se han incluido procedimientos de alivio (65) y de pausa (66). En línea discontinua se representa el perfil de presión deseado, el cual se utiliza como referencia. En primer lugar se lleva a cabo una etapa de presurización (62), y una vez se ha alcanzado la presión de tratamiento (aproximadamente 2.4 bar) se mantiene esta presión durante un periodo determinado por el especialista médico (aproximadamente 60 minutos) (63). Por último, se realiza una etapa de despresurización (64), la cual consiste en devolver la cámara a la presión

atmosférica para finalizar el tratamiento. En línea continua se representa la curva de presión que realmente ha seguido el tratamiento. La curva de tratamiento real no se ajusta a la deseada debido a los posibles eventos que pueden aparecer durante el tratamiento, como pueden ser alivios (65) o pausas (66), entre otros de los ya descritos. La etapa de presión constante se ha extendido (67) ya

5 que el alivio y la pausa producen un retraso en el desarrollo del tratamiento.

REIVINDICACIONES

5 1. Sistema automático de control de cámara hiperbárica multiplaza para la realización de tratamientos de oxigenoterapia hiperbárica (HBO) que está comprendido por:

(i) Una arquitectura de control formada por dos autómatas programables con módulos de entrada y salida de señales analógicas y digitales para los sensores y actuadores, que pueden estar comunicados con computadoras, pantallas HMI y dispositivos inalámbricos móviles (smart-phones y tablets).

10 (ii) Sensores de presión, de concentración de gases, de concentración de oxígeno, de temperatura y de humedad, en cada una de los compartimentos y antecámaras de la cámara hiperbárica.

(iii) Válvulas de control de caudal proporcionales para la presurización y despresurización, así como válvulas de seguridad, en cada una de los
15 compartimentos y antecámaras de la cámara hiperbárica.

2. Sistema automático de control de cámara hiperbárica multiplaza según la reivindicación 1, caracterizada por disponer de:

(i) Interfaces hombre-máquina que monitorizan y controlan los tratamientos.

20 (ii) Un perfil de seguimiento para la presurización y la despresurización en el modo automático.

(iii) Un modo manual y otro automático.

(iv) Un programa que automatiza los tratamientos en paralelo de manera simultánea en los diferentes compartimentos que la componen.

25

3. Sistema automático de control de cámara hiperbárica multiplaza según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizada porque el programa de control para su automatización se ejecuta en dos controladores de lógica programable (PLC) paralelamente y redundantemente.

30

4. Sistema automático de control de cámara hiperbárica multiplaza según las reivindicaciones 1 a 3, donde el sistema de monitorización y control comprende un computador con al menos un monitor, y una pantalla HMI con sistema operativo propio, todos ellos comunicados con los PLCs mediante una red de comunicación industrial.

35

5. Sistema automático de control de cámara hiperbárica multiplaza según las reivindicaciones 1 a 4 que se caracteriza porque mediante un algoritmo de control en lazo cerrado corrige las desviaciones de presión respecto al perfil de tratamiento seleccionado por el facultativo.

5

6. Sistema automático de control de cámara hiperbárica multiplaza según las reivindicaciones 1 a 5, que contiene un modo manual para el control directo desde las pantallas HMI de las válvulas que controlan el flujo de gas de compresión y descompresión, y un modo manual mecánico para controlar las mencionadas válvulas mediante palancas.

10

7. Sistema automático de control de cámara hiperbárica multiplaza según las reivindicaciones 1 a 6, que se caracteriza porque los parámetros que definen el perfil de presión del tratamiento (factor, presión de fondo y tiempo de tratamiento) son editables durante el transcurso del tratamiento permitiendo adecuar tratamientos en tiempo real.

15

8. Sistema automático de control de cámara hiperbárica multiplaza según las reivindicaciones 1 a 7, que mediante controladores no lineales que se ejecutan en los PLCs realiza los seguimientos de los perfiles de presurización y despresurización

20

9. Sistema automático de control de cámara hiperbárica multiplaza según las reivindicaciones 1 a 8, que se caracteriza porque los controladores están configurados en lazo cerrado; donde la referencia es el perfil de presión del tratamiento, la salida es la presión en el interior del volumen de cámara hiperbárica controlado, y la señal de control es la apertura de cada una de las válvulas de control de caudal de aire.

25

10. Sistema automático de control de cámara hiperbárica multiplaza según las reivindicaciones 1 a 9, que se caracteriza porque el controlador no lineal contiene una configuración diferente para cada una de las etapas: presurización, despresurización, y presión constante (fondo de tratamiento y pausas).

30

11. Sistema automático de control de cámara hiperbárica multiplaza según las reivindicaciones 1 a 10, que se caracteriza por tener un controlador no lineal implementado en los autómatas programables con parámetros previamente ajustados al área de sección transversal por la distancia total del conjunto de compartimentos contiguos comunicados.

35

12. Sistema automático de control de cámara hiperbárica multiplaza según las reivindicaciones 1 a 11, que se caracteriza porque cada uno de los controladores regula todas las válvulas de control de caudal contenidas en cada uno de los compartimentos que forman el volumen controlado de forma redundante.

5

13. Sistema automático de control de cámara hiperbárica multiplaza según las reivindicaciones 1 a 12, que se caracteriza porque incluye un sensor de medida de presión del dispositivo de contraincendios que controla el inicio del tratamiento y comprueba la diferencia de presiones entre éste y la presión máxima a alcanzar en la cámara hiperbárica durante el tratamiento para que sea mayor que un determinado umbral establecido previamente.

10

14. Sistema automático de control de cámara hiperbárica multiplaza según las reivindicaciones 1 a 13, que se caracteriza por disponer de uno o más dispositivos HMI inalámbricos en el interior de la cámara hiperbárica que monitorizan y controlan la misma.

15. Procedimiento de control de cámara hiperbárica multiplaza para la realización de tratamientos de oxigenoterapia hiperbárica (HBO) mediante el sistema automático de control descrito en la reivindicación 1 que consta de:

15

- (i) Un procedimiento de antecámara, un procedimiento de alivio y un procedimiento de pausa.
- (ii) Una presurización de cámara mediante curva de presión exponencial con un factor definido.
- (iii) Ejecución en línea de modificaciones durante un tratamiento.

20

16. Procedimiento de control de cámara hiperbárica multiplaza según la reivindicación 15, que se caracteriza porque el procedimiento de antecámara se realiza de forma automática y controlada por los autómatas programables mediante sensores de presión y válvulas de control de caudal proporcionales y que comprende los siguientes pasos:

25

- (i) Introducir a la persona en la antecámara adyacente al compartimento en el que se encuentra, o a la antecámara adyacente al compartimento objetivo en el caso de que la persona se encuentre en el exterior de la cámara hiperbárica.
- (ii) Cargar un perfil desde la interfaz de operador, cuya presión objetivo es la presión del compartimento al que se desea desplazar la persona, o la presión ambiental si se le desea extraer de la cámara hiperbárica. El perfil de presurización/despresurización se realiza de manera controlada y automática.

30

- (iii) Abrir la puerta de separación entre la antecámara y el compartimento objetivo o el exterior cuando la presión de ambas se iguala para que la persona pueda desplazarse.
- (iv) Devolver la antecámara a la presión que se encontraba previamente a la realización del procedimiento descrito, tras el cierre de las puertas, si procede.

17. Procedimiento de control de cámara hiperbárica multiplaza según las reivindicaciones 15 y 16, que se caracteriza porque el procedimiento de alivio se realiza de forma automática y controlada por los autómatas programables mediante sensores de presión y válvulas de control de caudal proporcionales y que comprende los siguientes pasos:

- (i) Detener la curva de tratamiento actual.
- (ii) Cargar un perfil de despresurización en los controladores con un decremento lineal de presión y una pendiente (bar de presión/tiempo) determinada por el responsable médico, el cual se sigue de manera controlada y automática.
- (iii) Finalizar el alivio cuando se alcance la presión objetivo y continuar con el tratamiento desde la presión actual del compartimento o proceder a la realización de un nuevo alivio (volviendo a (i)).

18. Procedimiento de control de cámara hiperbárica multiplaza según las reivindicaciones 15 a 17, que se caracteriza porque el procedimiento de pausa se realiza de forma automática y controlada por los autómatas programables mediante sensores de presión y válvulas de control de caudal proporcionales y que consiste en mantener constante la referencia del regulador para mantener la presión actual del compartimento seleccionado estable frente a perturbaciones externas.

19. Procedimiento de control de cámara hiperbárica multiplaza según las reivindicaciones 15 a 18, que se caracteriza por presurizar la cámara generando una curva de presión exponencial mediante un factor definido por el nivel de variación de volumen del oído durante la fase de presurización de forma automática y controlada por los autómatas programables mediante sensores de presión y válvulas de control de caudal proporcionales.

20. Procedimiento de control de cámara hiperbárica multiplaza según las reivindicaciones 15 a 19, que se caracteriza por generar alarmas si una variable del proceso (comprendiendo presiones, pendientes de presurización y despresurización, temperatura,

concentraciones de gases, niveles de depósitos), se sale de un rango de seguridad predefinido.

5 21. Procedimiento de control de cámara hiperbárica multiplaza según las reivindicaciones 15 a 20, donde las alarmas generadas por el sobrepaso de un límite de presión máximo o ritmos de presurización superiores a los establecidos por el responsable médico, generan procedimientos automáticos de despresurización controlada del aire interior del compartimento abriendo las válvulas de escape proporcionales.

10 22. Procedimiento de control de cámara hiperbárica multiplaza según las reivindicaciones 15 a 21, donde las alarmas son notificadas mediante texto y código de colores (dependiendo de la gravedad del aviso) en las variables monitorizadas mediante barras, relojes analógicos e indicadores numéricos.

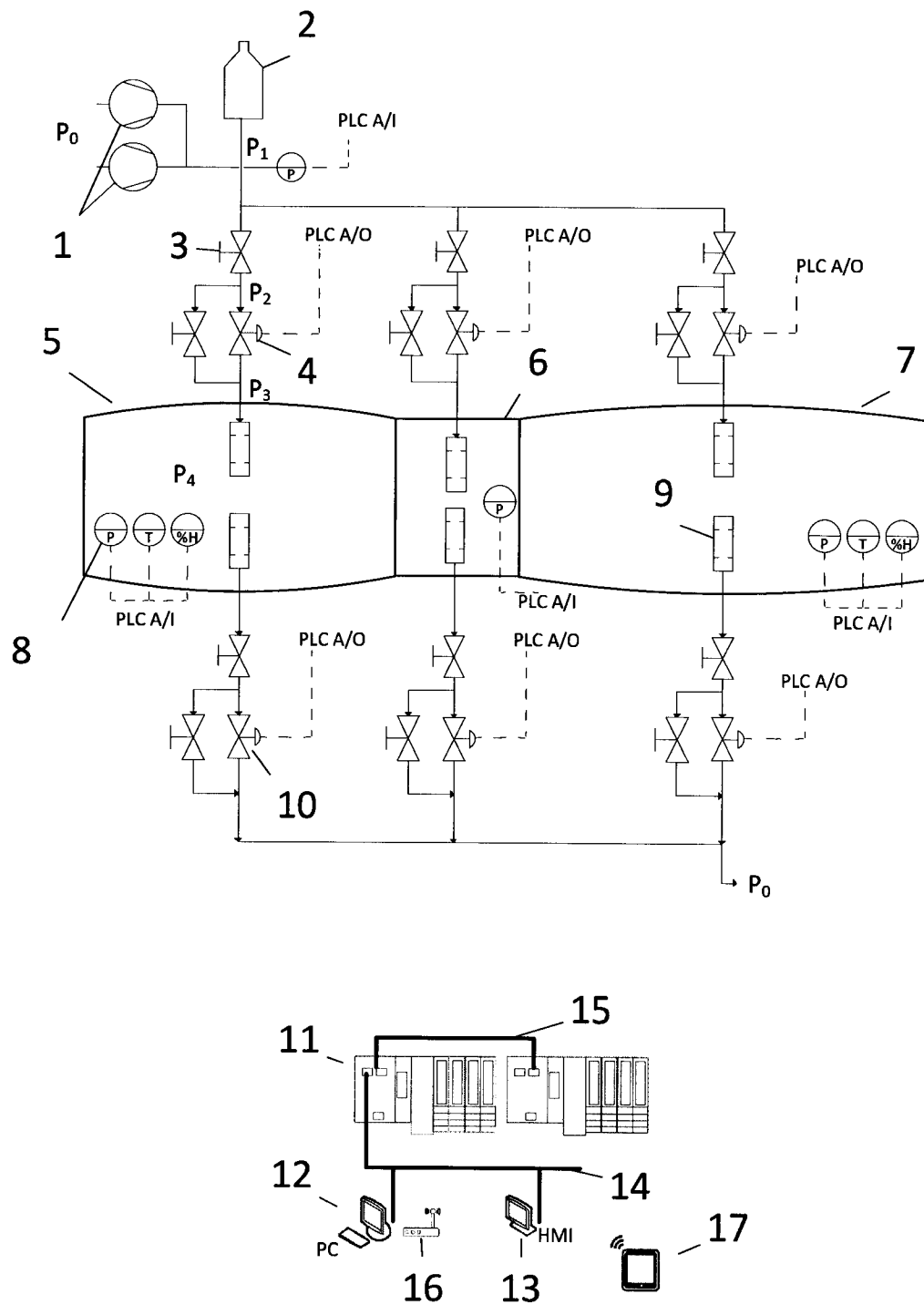


FIG. 1

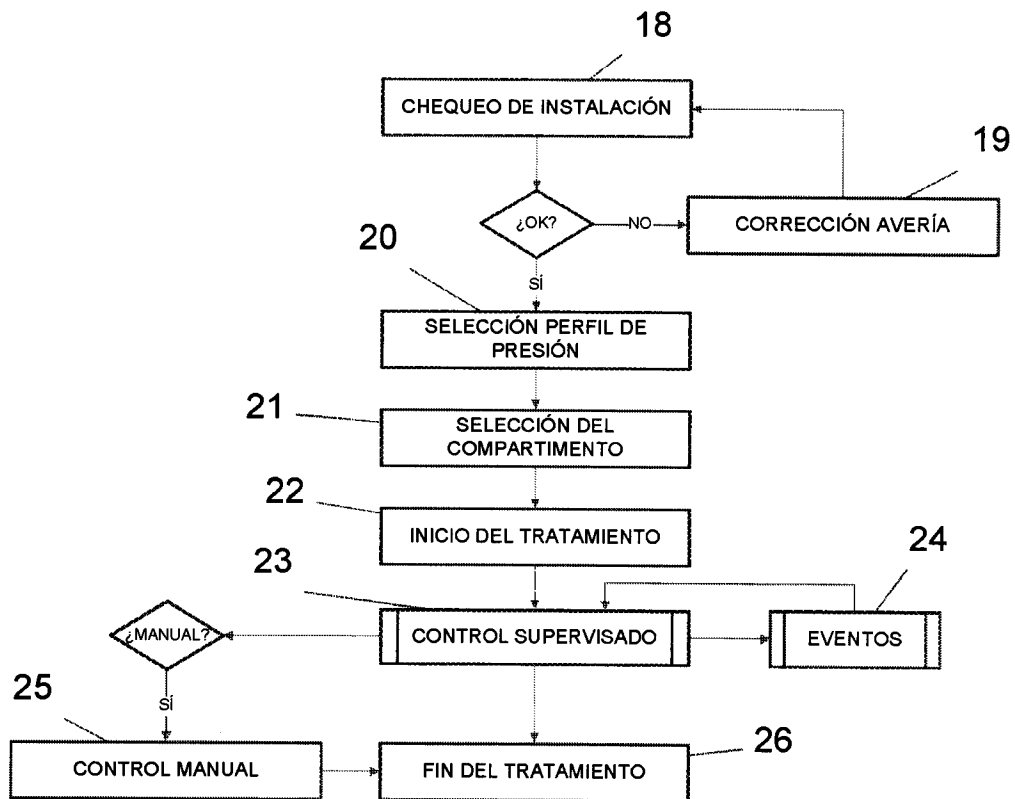


FIG. 2

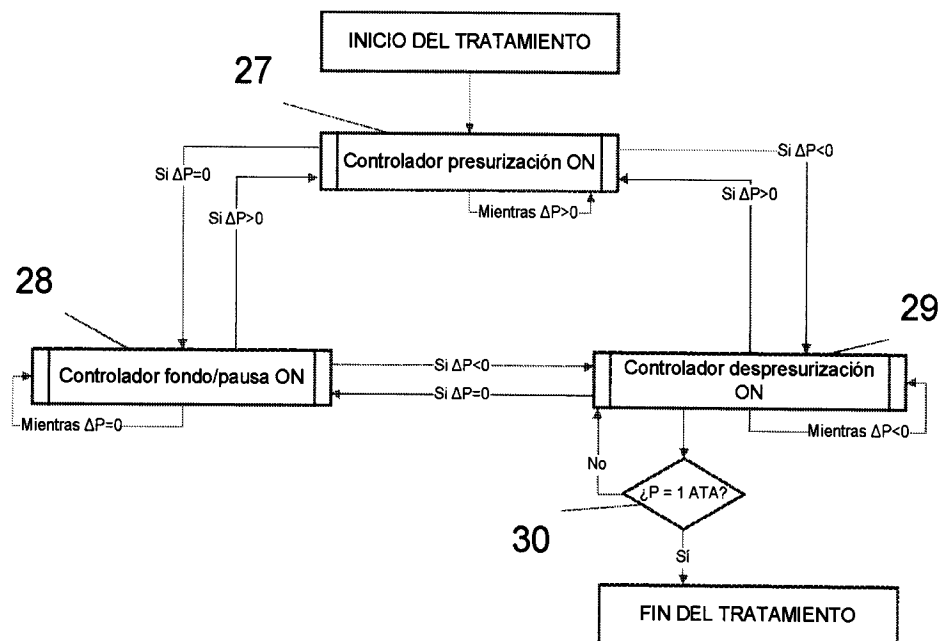


FIG. 3

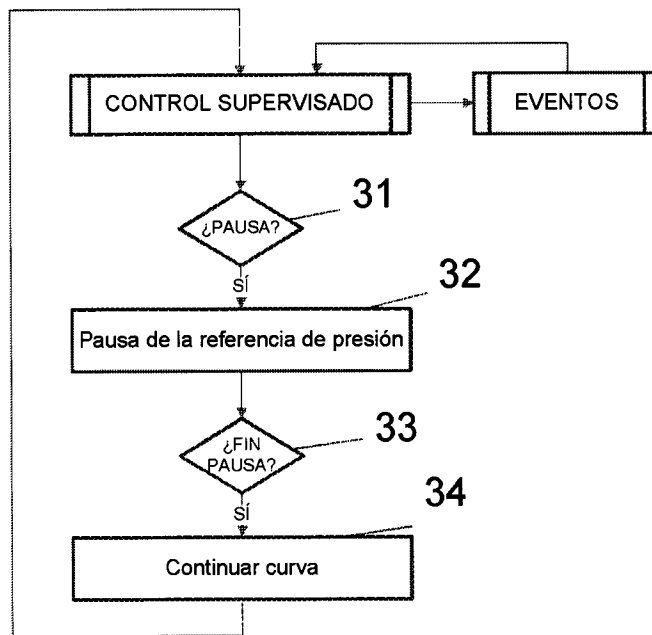


FIG. 4

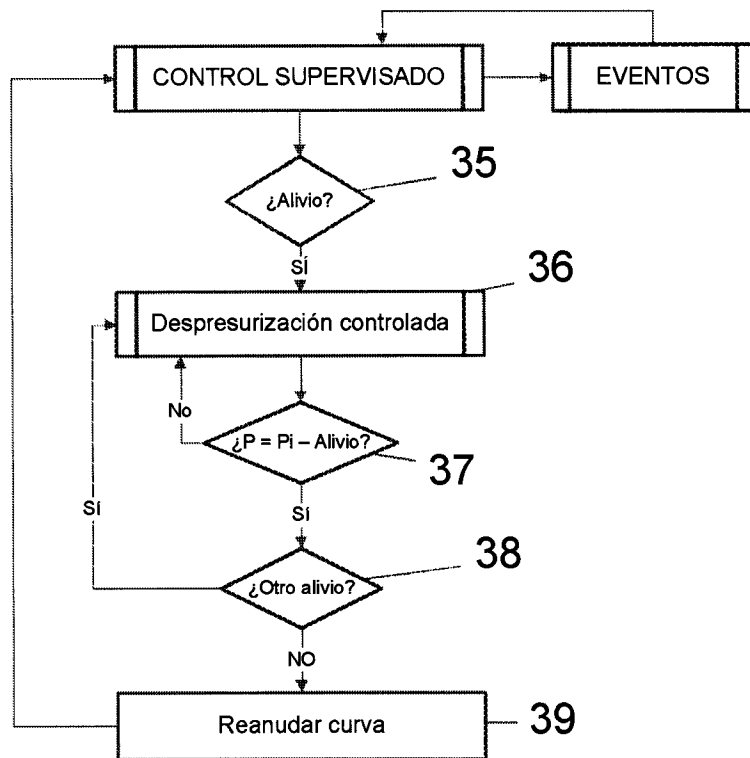


FIG. 5

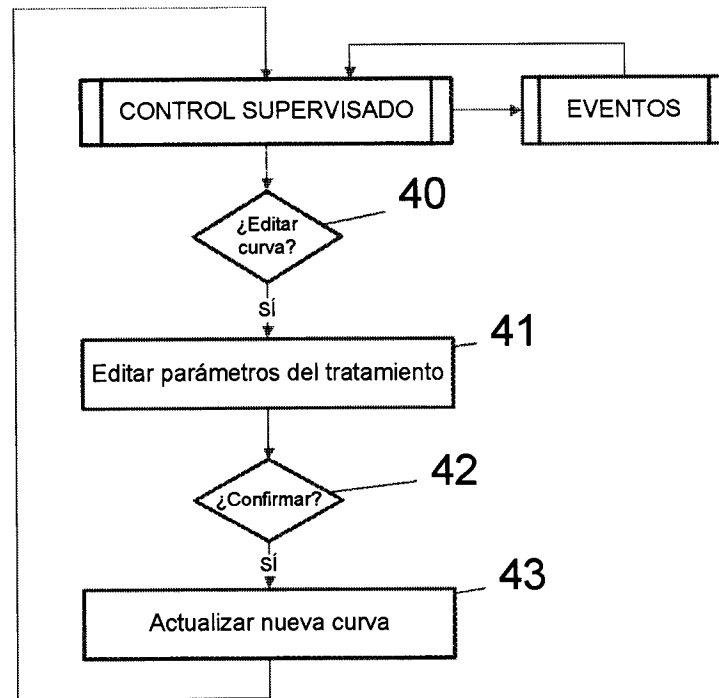


FIG. 6

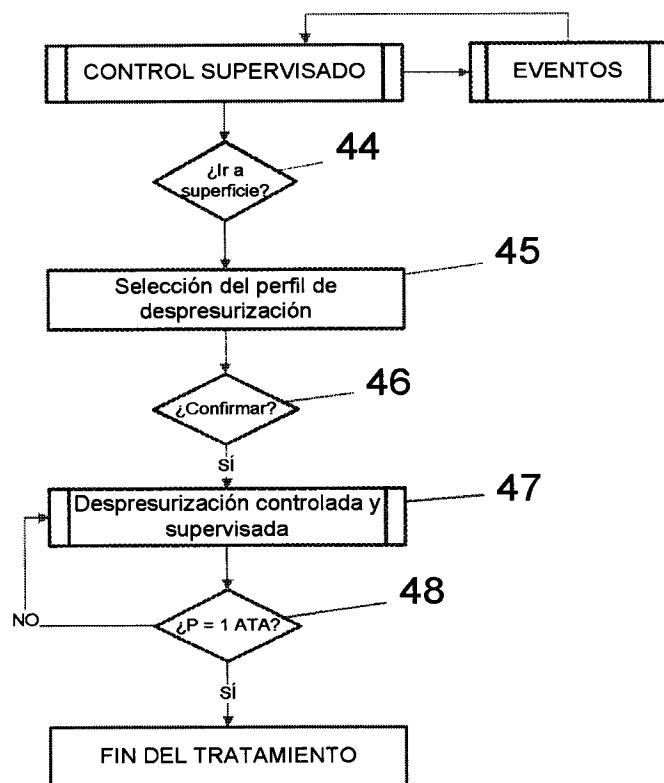


FIG. 7

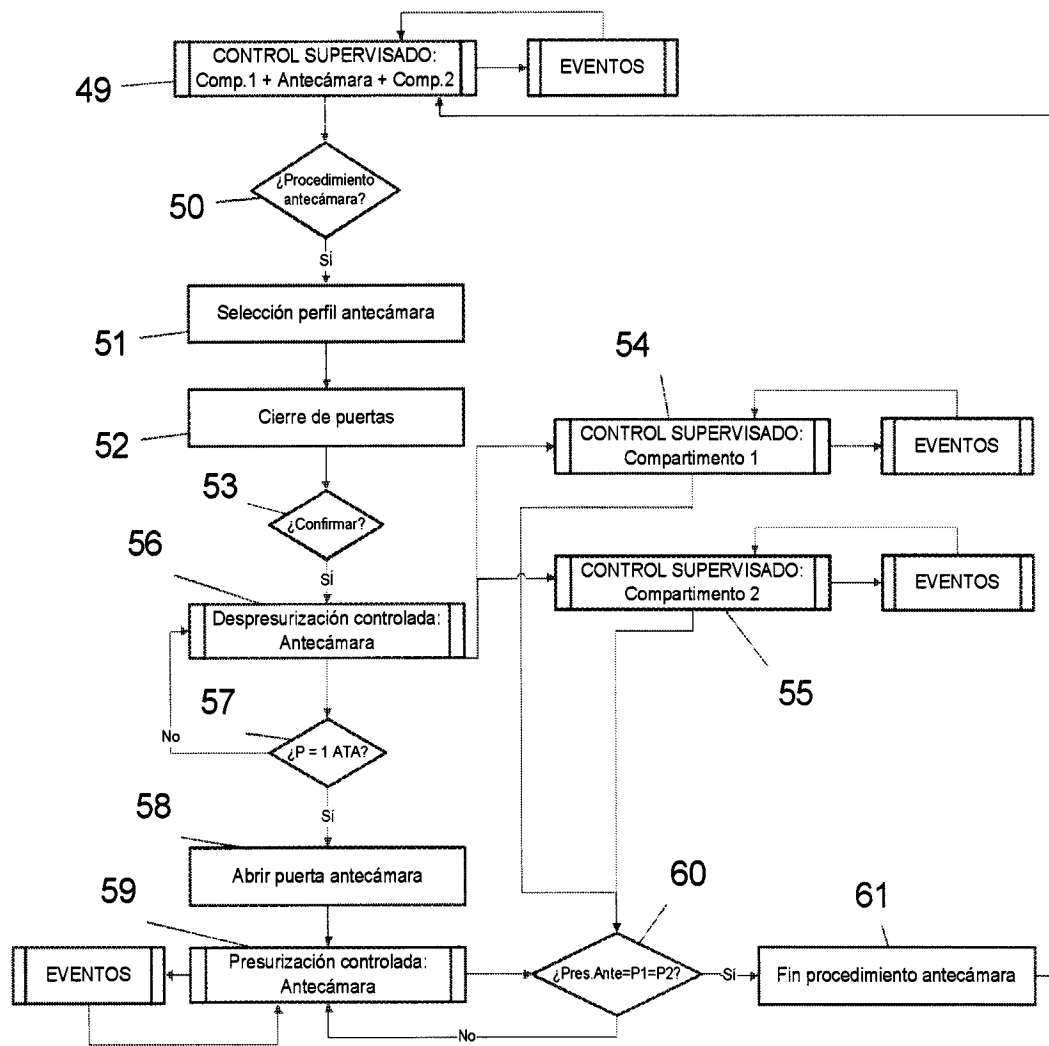


FIG. 8

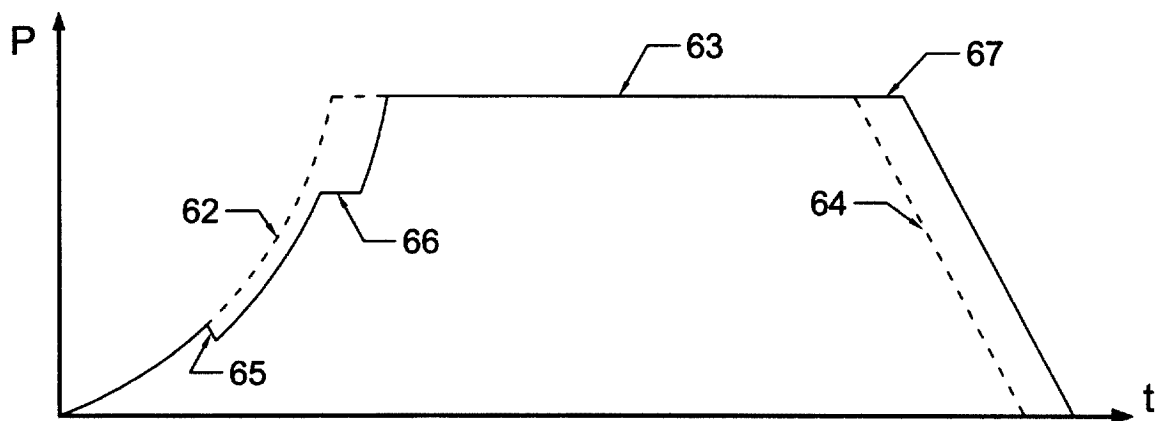


FIG. 9



- ②① N.º solicitud: 201101335
②② Fecha de presentación de la solicitud: 14.12.2011
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	BENES, J.; BOLEK, L.; HADRAVSKY, M.; "Automatic control of hyperbaric chamber operation", 1998 [recuperado el 22.11.2013]. Recuperado de Internet:<URL: http://gtuem.praesentiert-ihnen.de/tools/literaturdb/project2_en/artikelview.php?AN=xx001863 >; <URL: http://gtuem.praesentiert-ihnen.de/tools/literaturdb/project2/pdf/Benes%20J.%20-%20EUBS%201998%20-%20S.%20194.pdf >	1-6, 8-10, 15
A	FELBER, R.; CANDIDATE, M.S.; "Automation of ventilator control for hyperbaric oxygen therapy", Proceedings of the IEEE 30th Annual Northeast Bioengineering Conference, 2004, páginas19-20, doi: 10.1109/NEBC.2004.1299972.	1-5, 8-10, 15
A	CN 201150613Y Y (YANTAI HONGYUAN OXYGEN IND CO) 19/11/2008, resumen, figura. Recuperado de World Patent Index en Epoque Database.	1-5, 8-10, 15
A	YUAN SHENGZHI; XIE XIAOFANG; SUN TAO; HU GUANG; "Research on a Fuzzy Controller for Hyperbaric Chamber", First International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC '06), 2006, volume 1, páginas 433-436, doi: 10.1109/ICICIC.2006.147.	1-5, 8-10, 15
A	KR 20080002753U U (SERL) 21/07/2008, resumen, figuras. Recuperado de World Patent Index en Epoque Database.	1, 15

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
22.11.2013

Examinador
M. J. Lloris Meseguer

Página
1/5

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

G05B15/02 (2006.01)**G05B19/02** (2006.01)**G06F19/00** (2011.01)**A61G10/02** (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G05B, G06F, A61G

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, INSPEC, INTERNET

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 22.11.2013

Declaración**Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 1-22
Reivindicaciones

SI
NO

Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)

Reivindicaciones 1-22
Reivindicaciones

SI
NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	BENES, J.; BOLEK, L.; HADRAVSKY, M.; "Automatic control of hyperbaric chamber operation", 1998 [recuperado el 22.11.2013]. Recuperado de Internet:<URL: http://gtuem.praesentiert-ihnen.de/tools/literaturdb/project2_en/artikelview.php?AN=xx001863 >; <URL: http://gtuem.praesentiert-ihnen.de/tools/literaturdb/project2/pdf/Benes%20J.%20-%20EUBS%201998%20-%20S.%20194.pdf >	
D02	FELBER, R.; CANDIDATE, M.S.; "Automation of ventilator control for hyperbaric oxygen therapy", Proceedings of the IEEE 30th Annual Northeast Bioengineering Conference, 2004, páginas19-20, doi: 10.1109/NEBC.2004.1299972.	
D03	CN 201150613Y Y (YANTAI HONGYUAN OXYGEN IND CO)	19.11.2008
D04	YUAN SHENGZHI; XIE XIAOFANG; SUN TAO; HU GUANG; "Research on a Fuzzy Controller for Hyperbaric Chamber", First International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC '06), 2006, volume 1, páginas 433-436, doi: 10.1109/ICICIC.2006.147.	
D05	KR 20080002753U U (SERL)	21.07.2008

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

De todos los documentos recuperados del estado de la técnica, se considera que el documento D01 es el más próximo a la solicitud que se analiza. A continuación se comparan las reivindicaciones de la solicitud con el documento D01.

Reivindicación 1

El documento D01 describe un sistema automático de control y monitorización para una cámara hiperbárica monoplaza y con un compartimento, que comprende un PC, una válvula que controla la presión en la cámara, sensores de presión, sensores de temperatura y sensores de concentración de oxígeno. En caso de emergencia el sistema permite que se realice un control manual del tratamiento.

La reivindicación 1 de la solicitud se diferencia del documento D01 en que el sistema automático de control es para la realización de tratamientos de oxigenoterapia hiperbárica que tienen lugar en una cámara hiperbárica multiplaza; y comprende:

- (i) Dos autómatas programables con módulos de entrada y salida de señales analógicas y digitales para los sensores y actuadores, que pueden estar comunicados con computadoras, pantallas HMI y dispositivos inalámbricos móviles (smart-phones y tablets).
- (ii) Sensores de presión, de concentración de gases, de concentración de oxígeno, de temperatura y de humedad, en cada uno de los compartimentos y antecámaras de la cámara hiperbárica.
- (iii) Válvulas de control de caudal proporcionales para la presurización y despresurización, así como válvulas de seguridad, en cada una de los compartimentos y antecámaras de la cámara hiperbárica.

De esta manera, el sistema permite controlar cámaras hiperbáricas multiplaza y multicompartimento mediante un sistema de control y monitorización programable, con elementos redundantes, que puede realizar tratamientos paralelos simultáneos en cada uno de los compartimentos que forman la cámara hiperbárica. El problema técnico objetivo que resuelve así la reivindicación es poder controlar de manera automática la realización de tratamientos de oxigenoterapia hiperbárica que tienen lugar en una cámara hiperbárica multiplaza y multicompartimento.

Los documentos D02, D03 y D04 describen otras realizaciones de un sistema de control automático de una cámara hiperbárica monoplaza y con un compartimento. El documento D05 describe un sistema de control de una cámara hiperbárica multiplaza, pero no indica que el control se realice de manera automática.

Por tanto, ninguno de los documentos citados en el Informe sobre el Estado de la Técnica, o cualquier combinación relevante de ellos, revela el problema mencionado anteriormente. En consecuencia, la reivindicación 1 presenta novedad y actividad inventiva tal y como se establece en los Artículos 6.1 y 8.1 LP.

Reivindicaciones 2-14

Las reivindicaciones dependientes 2-14 dependen de la reivindicación 1 y, en consecuencia, también presentan novedad y actividad inventiva tal y como se establece en los Artículos 6.1 y 8.1 LP.

Reivindicación 15

La reivindicación 15 es relativa a un procedimiento de control de cámara hiperbárica multiplaza para la realización de tratamientos de oxigenoterapia hiperbárica (HBO) mediante el sistema automático de control descrito en la reivindicación 1. Dado que el sistema automático de control de cámara hiperbárica multiplaza descrito en la reivindicación 1 presenta novedad y actividad inventiva, tal y como se establece en los Artículos 6.1 y 8.1 LP; el procedimiento de control de cámara hiperbárica multiplaza, que se realiza por medio de los elementos particulares del sistema automático de control, también presenta novedad y actividad inventiva, tal y como se establece en los Artículos 6.1 y 8.1 LP.

Reivindicaciones 16-22

Las reivindicaciones dependientes 16-22 dependen de la reivindicación 15 y, en consecuencia, también presentan novedad y actividad inventiva tal y como se establece en los Artículos 6.1 y 8.1 LP.