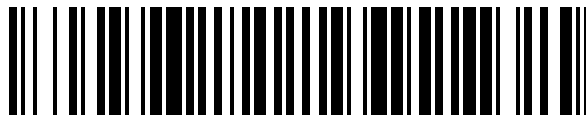


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 300 510**

21 Número de solicitud: 202200347

51 Int. Cl.:

**F17C 3/00** (2006.01)

**F17C 13/06** (2006.01)

**F17C 13/08** (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**25.10.2022**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**13.06.2023**

71 Solicitantes:

**MUÑOZ SAIZ, Manuel (100.0%)**

**Los Picos 5, 3, 6**

**04004 Almeria (Almería) ES**

72 Inventor/es:

**MUÑOZ SAIZ, Manuel**

54 Título: **Sistema de almacenamiento de gas hidrógeno a baja presión y su aplicación en la industria**

ES 1 300 510 U

## DESCRIPCIÓN

Sistema de almacenamiento del gas hidrógeno y su aplicación en la industria

### 5 Sector de la técnica

En sistemas de almacenamiento del gas hidrógeno, en la alimentación de motores y su aplicación en viviendas. El hidrógeno se utiliza para generar electricidad, y en las refinerías de petróleo en tareas de eliminación de las impurezas, tales como el azufre y las olefinas, a partir del petróleo  
10 crudo. La eliminación de estas impurezas produce gasolina y diésel menos contaminantes, que es el requisito fundamental para los modernos motores de combustión interna, permitiendo reducir las emisiones en los vehículos. El hidrógeno es el combustible más ecológico y es el que se trata de almacenar con el presente sistema.

### 15 Antecedentes de la invención

Los sistemas de almacenamiento del hidrógeno, tanto de forma licuada, como de alta presión, son costosos por la gran energía necesaria para estos procedimientos. Por otra parte, a baja  
20 presión el gran volumen ocupado lo hace poco práctico. Con la presente invención se pueden solucionar dichos problemas.

### Explicación de la invención

La presente invención permite el almacenamiento del gas hidrógeno a baja presión, en grandes  
25 volúmenes, lo cual es útil, práctico, económico, sencillo, seguro y sin fugas. No necesitando el costoso gasto de energía para producir su compresión o licuefacción actual.

Permite su trasvase de forma sencilla, económica y sin fugas, usando conductos o mangueras de baja presión o de doble pared. En este último caso se pueden utilizar grandes presiones.  
30

Aprovecha la energía renovable transformada en hidrógeno verde, en especial la obtenida por fotoelectrólisis. Se trata de semiconductores capaces de absorber la radiación solar y promover espontáneamente una corriente eléctrica que circula desde el ánodo hacia el cátodo, permitiendo que moléculas de agua se rompan en la superficie del ánodo, formando oxígeno y protones, los  
35 cuales viajan a través del electrolito hacia el cátodo para formar hidrógeno. También se puede utilizar el hidrógeno obtenido por otros medios, por ejemplo, por descomposición del agua utilizando metales: magnesio, calcio, etc.

El hidrógeno se puede utilizar para producir electricidad con turbinas de gas, alimentación de  
40 viviendas, en pilas de combustible y en motores de combustión interna. Puede comprimirse y utilizarse para recargar botellas utilizadas en los vehículos.

El almacenamiento se efectúa a baja presión en conductos, recipientes o en otros obtenidos mediante membranas o láminas flexibles sobre placas, terreno o superficie del agua.  
45

Las cámaras o conductos de almacenamiento pueden tener doble pared y entre ambas, o cámara intermedia, se aplica un gas noble o nitrógeno a mayor presión que la que posee el hidrógeno de la cámara interna, dicho gas actúa de pantalla o aislante evitando que el hidrógeno se escape. La cámara intermedia sirve simultáneamente para detectar fugas y para evitar la del hidrógeno  
50 cuando su presión es superior a la exterior. Esto es válido para presiones del hidrógeno superiores a una atmósfera

Las membranas serán preferentemente de materiales biodegradables, que pueden estar reforzados con una malla o tela de hilos de acero inoxidable.

- 5 No se deben poner elementos metálicos en contacto con el hidrógeno los degrada o agrieta. Se pueden recubrir con polímeros o resinas.

10 El hidrógeno es 14 veces más ligero que el aire: si se libera, el hidrógeno se dispersa rápidamente y aumenta la atmósfera a una velocidad de 20 metros por segundo (a temperatura ambiente normal). En comparación, el propano y el vapor de gasolina son más pesados que el aire. Si se liberan, se acumulan a nivel del suelo, donde cualquier encendido accidental presenta un peligro claro.

### **Seguridad del hidrógeno.**

- 15 Las llamas emiten poca energía radiante, lo que significa que es menos probable que se muevan a las áreas circundantes y propaguen el fuego.

20 No es tóxico, las fugas o derrames no contaminan el medio ambiente.

25 Es menos combustible: la gasolina en el aire es inflamable a un límite inferior de concentración del 1,4 %, en comparación con el 4 % del hidrógeno. En otras palabras, la gasolina es dos o tres veces más inflamable en el aire. La mezcla óptima para la combustión de hidrógeno es del 29 %, lo que en el mundo real es bastante inusual, ya que el hidrógeno asciende y generalmente se difundirá. La mezcla óptima de vapor de gasolina para la combustión es de solo 2%, una proporción que es muy fácil de alcanzar. Resumiendo, hay que evitar que la proporción de hidrógeno alcance el 4% Respecto al oxígeno con una proporción de este inferior al 4% no es inflamable el hidrógeno.

- 30 El índice o límite inferior de detonación del hidrógeno es del 13% respecto al aire. Es bajísima en atmósfera abierta.

### **Peligrosidad del hidrógeno.**

- 35 Las mezclas inflamables de hidrógeno tienen una densidad de energía relativamente baja en comparación con otros combustibles.

40 El mejor y casi único sensor de hidrógeno es el Espectrómetro de Propiedades Moleculares (MPS). Válido también para otros gases.

Si bien el hidrógeno es seguro, no está completamente libre de peligros potenciales. Estos son algunos problemas de seguridad del gas de hidrógeno que los operadores deben tener en cuenta:

- 45 Tiene un amplio rango explosivo, en comparación con otros combustibles. Arde con una llama invisible

No puedes olerlo, verlo o saborearlo.

- 50 **Problema a resolver.** El gas hidrógeno presenta gran dificultad en su almacenaje. Se producen fugas por el reducido tamaño de su molécula y por la gran presión diferencial que existe a través

de la cubierta del recipiente. No existiendo ningún material impermeable que evite la fuga del hidrógeno entre sus moléculas. Por otra parte, el gran volumen ocupado obliga a presurizarlo o a licuarlo. Con el presente sistema se soluciona dicho problema, sin tener que malgastar energía en su compresión o licuefacción y sin que se produzcan fugas. Por otra parte, el transporte de la energía eléctrica es peligroso y con muchas pérdidas. Esto se evita transportando hidrógeno en vez de corriente. Este sistema es muy ecológico, en especial si es hidrógeno verde que se obtiene con energías renovables.

El sistema de almacenamiento del gas hidrógeno a baja presión y su aplicación en la industria, utilizando recipientes de gran volumen, comprende:

a) Unas cámaras, tubos o conductos flexibles de grandes dimensiones y de volumen variable, de almacenamiento del hidrógeno a baja presión, entre 0.8 y 3 bar o atmosferas, (Preferentemente se pueden utilizar presiones de 0.9 a 1.2 bar,

b) Las cámaras, tubos o conductos portan una membrana en la zona superior y lateral, y en la base la propia membrana (si es tubular) o una placa, el terreno o la superficie de un estanque o masa de agua,

c) Unas cavidades o alojamientos soterrados o sobre la superficie del terreno donde se alojan las cámaras, tubos o conductos,

d) Unas instalaciones constituidas por paredes, placas, láminas o membranas, mástiles, lonas y muelles que soportan y proporcionan el volumen variable,

e) Unas instalaciones para el transporte y el uso del gas hidrógeno en la industria,

f) Un microordenador que controla y asegura el funcionamiento con presostatos, sensores de oxígeno sensores de presión, sensores de temperatura, velocidad del viento y proporciona señales de aviso audibles y visuales y de accionamiento de electroválvulas de corte y de las motobombas de llenado y vaciado del gas.

g) Unos sistemas de seguridad para protección de fuertes vientos mediante una cubierta de flejes, tiras, cables o lonas,

h) Unos disipadores de descargas estáticas,

i) Unos pararrayos,

j) Un sistema de alimentación eléctrica mediante energías renovables,

k) Unos conductos de trasvase del gas hidrógeno entre las cámaras y tubos de almacenamiento y los puntos de utilización,

l) Opcionalmente el gas se extrae de las cámaras de almacenamiento y se comprime en botellas de alta o media presión,

m) Opcionalmente las paredes de las cámaras, tubos o conductos pueden tener doble pared, con la cámara intermedia presurizada con nitrógeno o un gas noble (pueden utilizarse altas presiones) y

n) Opcionalmente el gas de las cámaras de almacenamiento se envía a otras cámaras lastradas y situadas en el fondo del mar o de un lago.

5 Las cámaras pueden consistir en unas bolsas, recipientes o unas membranas o láminas flexibles o elásticas de plástico o látex sobre unas placas, sobre la superficie del terreno o sobre la superficie de agua en la zona inferior, y en la superior y laterales unas membranas o láminas flexibles o elásticas de plástico, látex, etc. reforzadas con una malla superpuesta o integrada en la misma, una lona o unos flejes. Las caras o paredes superiores de las cámaras, recipientes o  
10 bolsas deben estar inclinadas de 2° a 10° para evitar que el agua de lluvia se acumule. Las placas pueden sujetarse de sus aristas fijadas sobre el terreno o sobre una base de hormigón, opcionalmente impermeabilizado con un polímero, resina, etc. El terreno puede estar aplastado, compactado o tratado con una capa o elemento impermeable para evitar el paso del oxígeno. No obstante, en el peor de los casos, la presión es ligeramente inferior a la atmosférica, por lo cual prácticamente no se produce entrada de aire u oxígeno. Además, no se produciría explosión tan  
15 solo combustión. También se puede introducir una capa de gas argón que por su gran densidad se depositaría en el fondo debajo del hidrógeno.

Las presiones utilizadas son inferiores a la atmosférica, pero pueden utilizarse presiones ligeramente superiores.

20 Las láminas o membranas flexibles colocadas sobre el agua pueden adoptar forma de casquete esférico o semicilíndica y portar en su periferia un anillo como lastre o sujetarse ancladas al fondo mediante unos cables o cordones.

25 Las cámaras o conductos de doble lámina o membrana crean una cámara intermedia a la cual se le aplica un gas noble o nitrógeno a mayor presión que la que posee el hidrógeno de la cámara más interna. Dicho gas noble actúa de pantalla o impermeable evitando que el hidrógeno se escape.

30 La circulación del gas hidrógeno entre los recipientes se efectúa mediante bombas, compresores o ventiladores accionados con motores eléctricos. Opcionalmente sus paredes interiores e incluso las exteriores se pueden recubrir con una capa o polímero aislante. A la superficie del agua se le puede añadir una capa flotante y aislante de un gel, polímero o grasa.

35 Las cámaras, tubos o conductos de almacenamiento se pueden dividir longitudinalmente en porciones de los mismos, separados por electroválvulas que se cierran automáticamente en caso de detectar fugas o fuego.

40 Para protección contra el viento las cámaras, tubos o conductos de almacenamiento se colocan en unas oquedades realizadas en el terreno o sobre el mismo, o entre unas placas, muros o paredes en cuyo caso se añaden en sus laterales unas rampas bien de tierra, hormigón, lonas, placas o paredes laterales que deflectan el viento. Las láminas o membranas de la zona superior son flexibles o tienen forma ondulada o de fuelle. El efecto levitador de toda la cámara de hidrógeno crea una presión interna inferior a la atmosférica que evita la salida del hidrógeno.  
45 Adicionalmente, un fuelle puede actuar de muelle manteniendo tirante la cara superior de la membrana, cuya fuerza será igual a la ejercida por la presión exterior menos la de la interna que es inferior. También puede expresarse que mantiene una presión ligeramente inferior a la exterior, que es lo mismo.

50 Puede utilizar unos postes y cables de sujeción de las membranas o láminas flexibles o inclinables superiores y de las laterales.

Añade unas compuertas o un sistema de suelta rápida de las membranas para descargar el hidrógeno rápidamente.

5 Unos conductos de trasvase y unas electroválvulas permiten el corte, relleno, vaciado o trasvase del gas hidrogeno. Estos conductos pueden ser de doble cámara, donde la cámara intermedia aísla a la de hidrógeno del exterior. Se pueden usar altas presiones.

10 El gas de las cámaras, tubos o conductos de almacenamiento se utiliza para alimentar motores o turbinas de gas, que accionan un generador eléctrico que puede distribuir la corriente a los poblados o zonas industriales. También se puede comprimir en botellas para su uso industrial. Opcionalmente el hidrógeno se puede usar para alimentar los electrodomésticos de las viviendas.

15 La corriente eléctrica para el funcionamiento del sistema: bombas, compresores, electroválvulas, etc. se puede obtener mediante energía renovable.

20 Con este sistema no se producen fugas, permitiendo que los conductos sean más sencillos, livianos, seguros y se puedan utilizar materiales más económicos, consistentes y no afectados por la corrosión.

Los conductos de trasvase se pueden cubrir o revestir con unas capas impermeables, aislantes, resistentes a la corrosión y a los elementos atmosféricos exteriores.

25 El poliéster o polietileno es resistente a los agentes atmosféricos. Los polímeros pueden aplicarse a las membranas, láminas o a los conductos con un spray.

### **Breve descripción de los dibujos**

30 La figura 1 muestra una vista esquematizada y seccionada de una cámara o conducto de almacenamiento de hidrógeno de la invención, aplicado sobre el terreno.

La figura 2 muestra una vista esquematizada y seccionada de una variante de la cámara o conducto de almacenamiento de la figura 1, rellena de hidrógeno.

35 Las figuras 3 a la 11 muestran vistas esquematizadas y parcialmente seccionadas de variantes de sistemas de almacenamiento de hidrógeno en cámaras o conductos de volumen variable realizadas sobre el terreno.

40 Las figuras 12 a la 13 muestran vistas esquematizadas y parcialmente seccionadas de dos sistemas de almacenamiento de hidrógeno en cámaras o conductos de volumen variable realizados soterrados.

45 Las figuras 14 y 15 muestran vistas esquematizadas y parcialmente seccionadas de dos variantes de sistemas de almacenamiento múltiple.

Las figuras 16 y 17 muestran vistas esquematizadas y seccionadas de porciones de elementos protectores de la zona superior de las membranas de las cámaras o de los conductos.

50 La figura 18 muestra una vista de un diagrama de bloques de un sistema de distribución del hidrógeno y de generación de electricidad para la red.

La figura 19 muestra un diagrama de bloques de funcionamiento del sistema de la invención.

Las figuras 20 y 21 muestran dos tablas comparativas del hidrogeno con el nitrógeno y el oxígeno.

5 Los ejemplos realizados toman como base el hidrógeno, pero son aplicables a otros combustibles gaseosos. Pero teniendo en cuenta su densidad respecto al aire.

### Realización preferente de la invención

10 La figura 1 muestra una forma de realización de la invención, consta de la cámara de almacenamiento (1), de tipo tubular, aplicada sobre la superficie (3t) del terreno (10), y formada superiormente por la membrana o lámina flexible de plástico o látex (2). La membrana y cubiertas protectoras portan una pestaña periférica (2p) la cual se fija al terreno o zona reforzada o  
15 cimentada de hormigón sobre los que se asienta. La carga y descarga de hidrogeno se realiza mediante una llave de paso o una electroválvula, no mostrados en la figura. Estas dos últimas características se aplican a todas las figuras relacionadas para evitar repeticiones. Puede usarse el terreno tal cual, aplastado, compactado o impermeabilizado para evitar el paso del oxígeno.

20 La figura 2 muestra la cámara de almacenamiento (1) llena de gas hidrógeno, es de tipo tubular y está aplicada sobre la superficie (3t) del terreno (10), y superiormente porta la membrana o lámina flexible de plástico o látex (2) y periféricamente sus pestañas (2p) de fijación al suelo. La baja densidad del gas hidrógeno crea una fuerza ascendente de la membrana, mostrada por la flecha gruesa, que produce una pequeña depresión en la cámara o conducto que evita la salida  
25 o fuga del hidrógeno.

La figura 3 muestra la cámara de almacenamiento (1) llena de gas hidrógeno, es de tipo tubular y está aplicada a la superficie (3t) del terreno (10), y superiormente porta la membrana o lámina flexible de plástico o látex (2) y periféricamente sus pestañas (2p) de fijación al suelo. La baja  
30 densidad del gas hidrógeno crea una fuerza ascendente de la membrana, mostrada por la flecha gruesa, que produce una pequeña depresión en la cámara o conducto que evita la salida o fuga del hidrógeno. La membrana (2) está protegida superiormente por unos flejes o costillas (2c) y sobre estos una lona o tela (2t) de fibra resistente, y exterior y opcionalmente porta unas tiras, bandas, malla de hilos o malla de tiras entrelazadas (2r).

35 La figura 4 muestra la cámara de almacenamiento (1) llena de gas hidrógeno, es de tipo tubular y está aplicada a la superficie (3t) del terreno (10), y superiormente porta la membrana o lámina tubular flexible de plástico o látex (2) y periféricamente sus pestañas (2p) de fijación al suelo. La baja densidad del gas hidrógeno crea una fuerza ascendente de la membrana, mostrada por la flecha gruesa, que produce una pequeña depresión en la cámara o conducto que evita la salida  
40 o fuga del hidrógeno.

La figura 5 muestra la cámara de almacenamiento (1) llena de gas hidrógeno, es de tipo tubular y está aplicada a la superficie (3t) del terreno (10). Está formada por una doble cámara mediante  
45 la membrana interna (2i) y la membrana externa (2e), de plástico o látex y entre ambas la cámara intermedia (2m), a la cual se aplica nitrógeno o un gas noble a una presión ligeramente superior. Periféricamente presenta la pestaña (2p). La baja densidad del gas hidrógeno crea una fuerza ascendente de la membrana, mostrada por la flecha gruesa, que produce una pequeña depresión en la cámara o conducto que evita la salida o fuga del hidrógeno.

50 Las cámaras de las figuras 2 a la 5 pueden estar protegidas por la cubierta o elementos de la figura 16.

La figura 6 muestra, retraída y sin gas, la cámara de almacenamiento de tipo tubular formada por la membrana (2) en una cavidad abovedada dispuesta sobre la superficie (3t) del terreno (10), y las dos paredes laterales (5) que soportan unos flejes o costillas (2c) curvados y sobre estos una lona o tela (2t) de fibra resistente, y exteriormente y opcionalmente unas tiras, bandas, malla de hilos o malla de tiras entrelazadas (2r).

La figura 7 muestra la cámara de almacenamiento (1) de tipo tubular, llena de gas hidrógeno, formada por la membrana (2) en zona superior y soportada de sus extremos por las placas curvas laterales (5p). La membrana porta los fuelles-muelles (4) que dan tirantez a la membrana y junto con la baja densidad del hidrógeno producen una ligera depresión en la cámara. Cumpliéndose que la fuerza de la presión interna, que es inferior, más la fuerza ascendente (LIFT) debe ser igual a la presión exterior (EP). La cavidad está conformada en su zona inferior por la superficie (3t) del terreno (10), y lateralmente por las dos placas laterales (5p). Puede estar protegida superiormente por los elementos de la figura 17: unos cables, una tela o lona y opcionalmente unas tiras, bandas, malla de hilos o malla de tiras entrelazadas.

La figura 8 muestra la cámara de almacenamiento (1) de tipo tubular, llena de gas hidrógeno, formada por la doble membrana exterior (2e), la cámara interior (2i) y entre ambas la cámara presurizada (2m) en la zona superior y soportadas de sus extremos por las placas curvas laterales (5p). La membrana porta los fuelles-muelles (4) que dan tirantez a la membrana y junto con la baja densidad del hidrógeno producen una ligera depresión en la cámara de hidrógeno. Cumpliéndose que la presión interna del hidrógeno, que es inferior más la fuerza ascendente (LIFT) debe ser igual a la presión exterior (EP). La cavidad está conformada en su zona inferior por la superficie (3t) del terreno (10), y lateralmente por las dos placas laterales (5p). Puede estar protegida superiormente por los elementos de la figura 17.

La figura 9 muestra la cámara de almacenamiento (1) de tipo tubular, llena de gas hidrógeno, formada por la membrana (2) en la zona superior y soportada de sus extremos por las placas curvas laterales (5p). La membrana porta los fuelles-muelles (4) que dan tirantez a la membrana y junto con la baja densidad del hidrógeno producen una ligera depresión en la cámara. Cumpliéndose que la presión interna más la fuerza ascendente (LIFT) sea igual a la presión exterior (EP). La cavidad está conformada en su zona inferior por la placa (3p) sobre la superficie (3t) del terreno (10), y lateralmente por las dos placas laterales (5p). Puede estar protegida superiormente por los elementos de la figura 17.

La figura 10 muestra la cámara de almacenamiento (1) de tipo tubular, llena de gas hidrógeno, formada por la membrana (2) en zona superior y soportada de sus extremos por los postes (6t). La membrana porta los fuelles-muelles (4) que dan tirantez a la membrana y junto con la baja densidad del hidrógeno producen una ligera depresión en la cámara. Cumpliéndose que la presión interna más la fuerza ascendente (LIFT) es igual a la presión exterior (EP). La cavidad está conformada en su zona inferior por la superficie (3t) del terreno (10), y lateralmente por unas lonas dispuestas entre parejas de postes (6t). Los postes están incrustados en unos bloques cimentados de hormigón (10h). Puede estar protegida superiormente por los elementos de la figura 17.

La figura 11 muestra la cámara de almacenamiento (1) de tipo tubular, llena de gas hidrógeno, formada por la membrana (2) en zona superior y soportada de sus extremos por unos cables (11) dispuestos entre los extremos de los postes o parejas de postes (6). La membrana porta los fuelles-muelles (4) que dan tirantez a la membrana y junto con la baja densidad del hidrógeno producen una ligera depresión en la cámara. Cumpliéndose que la presión interna más la fuerza ascendente (LIFT) es igual a la presión exterior (EP). La cavidad está conformada en zona inferior

por la superficie (3t) del terreno (10), y lateralmente por unas lonas (9) dispuestas entre los cables (11) y el terreno (10). Puede estar protegida superiormente por los elementos de la figura 17.

La figura 12 muestra la cámara de almacenamiento (1) soterrada, llena de gas hidrógeno, de tipo tubular formada por la membrana (2) en zona superior a ras del suelo, soportada de sus aristas y fijadas al terreno (10). La membrana porta los fuelles-muelles (4) que dan tirantez a la membrana y junto con la baja densidad del hidrógeno producen una ligera depresión en la cámara. Cumpliéndose que la presión interna más la fuerza ascendente (LIFT) sea igual a la presión exterior (EP). La cavidad está conformada en su zona inferior por la superficie (3t) del terreno (10), y lateralmente por el terreno. Puede estar protegida superiormente por los elementos de la figura 17.

La figura 13 muestra la cámara de almacenamiento (1) soterrada, llena de gas hidrógeno, de tipo tubular formada por una doble membrana, la externa (2e), la interna (2i) y la cámara intermedia (2m), en zona superior a ras del suelo, soportada de sus aristas y fijada al terreno (10). La membrana porta los fuelles-muelles (4) que dan tirantez a la membrana y junto con la baja densidad del hidrógeno producen una ligera depresión en la cámara. Cumpliéndose que la presión interna más la fuerza ascendente (LIFT) sea igual a la presión exterior (EP). La cavidad está conformada en su zona inferior por la superficie (3t) del terreno (10) y lateralmente por el terreno. Puede estar protegida superiormente por los elementos de la figura 17.

La figura 14 muestra un sistema de almacenamiento (1) de múltiples cámaras o conductos con la membrana superior (2) entre las lonas (30) a ambos lados y soportadas estas por los postes (6t) y los intermedios (6v) y las lonas intermedias (30). La zona inferior está limitada por la superficie (3t) del terreno (10), Puede estar protegida superiormente por los elementos de la figura 17.

La figura 15 muestra un sistema de almacenamiento (1) de múltiples cámaras o conductos con la membrana superior (2) entre las placas (5) a ambos lados y unas lonas (30) intermedias soportadas por los postes (6v). La zona inferior está limitada por la superficie (3t) del terreno (10), Puede estar protegida superiormente por los elementos de la figura 17.

La figura 16 muestra la porción de los elementos protectores superiores de las membranas abovedadas constituidos por unos flejes curvos o costillas (2c) y sobre estos una lona o tela (2t) de fibra resistente, y exterior y opcionalmente unas tiras, bandas, malla de hilos o malla de tiras entrelazadas (2r).

La figura 17 muestra la porción de los elementos protectores superiores de las membranas, constituidos por unos cables (2w) y sobre estos una lona o tela (2t) de fibra resistente, y exterior y opcionalmente unas tiras, bandas, malla de hilos o malla de tiras entrelazadas (2r).

La figura 18 muestra un sistema de trasvase y su aplicación, con la cámara o conducto (1) de gas hidrógeno, la llave de paso (12) que puede sustituirse por una electroválvula, impulsado o succionado por la bomba (13) por el conducto (14) aplicado a unas viviendas (15a) y a una cámara (15) desde donde se aplica el H<sub>2</sub> a la cámara de combustión (17) de una turbina de gas donde se une al aire comprimido recibido del compresor (16). Los gases expandidos de la combustión accionan la turbina (18) y el eje de esta al alternador (19). La corriente obtenida se aplica a la red.

La figura 19 muestra un microprocesador el cual recibe señales del sistema de los detectores de oxígeno, velocidad del viento, presión atmosférica, presiones en cámaras o conductos y en cámaras intermedias, temperatura exterior, temperatura en las cámaras, panel de control, móvil

o telemando. Procesa y envía señales de aviso audibles y visuales de su funcionamiento y mediante un transmisor y un receptor envía otras señales para actuación de las electroválvulas y de las bombas de llenado y vaciado de las cámaras o conductos.

- 5 La tabla de la figura 20 muestra el alto grado de inflamabilidad (4) del hidrógeno, solo superado por el metano y su también alto límite de detonación (13%) respecto a los otros gases.

- 10 La tabla de la figura 21 muestra la relación de inflamabilidad respecto al nitrógeno y al oxígeno, es decir al aire. No es inflamable con proporciones inferiores al 4% de oxígeno. Y tampoco a las de hidrógeno inferiores al 13% respecto al aire.

Las telas y lonas utilizadas están plastificadas o tienen tratamientos antihumedad y deben soportar el efecto de los rayos solares.

- 15 Los elementos metálicos son de acero inoxidable y preferentemente galvanizados. No deben estar en contacto con el hidrógeno.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema de almacenamiento del gas hidrógeno a baja presión utilizando recipientes de gran volumen, que comprende:
- 5 a) Unas cámaras, tubos o conductos flexibles y de volumen variable de almacenamiento del gas hidrógeno a baja presión.
- 10 b) Las cámaras, tubos o conductos portan una membrana en la zona superior y lateral, y en la base la propia membrana o una placa, el terreno o una capa o superficie de agua,
- c) Unas cavidades o alojamientos soterrados o sobre la superficie del terreno donde se alojan las cámaras, tubos o conductos,
- 15 d) Unas instalaciones constituidas por paredes, placas, láminas o membranas, mástiles, lonas y muelles que soportan y proporcionan el volumen variable,
- e) Unas instalaciones para el transporte y el uso del hidrógeno o gas en la industria y en las viviendas,
- 20 f) Un microordenador que controla y asegura el funcionamiento con presostatos, sensores de oxígeno, sensores de presión, sensores de temperatura, velocidad del viento y proporciona señales de aviso audibles y visuales, y señales de accionamiento de electroválvulas de corte y de las motobombas de llenado y vaciado del gas hidrógeno.
- 25 g) Unos sistemas de seguridad para protección de fuertes vientos mediante una cubierta de flejes, tiras, cables o lonas,
- h) Unos disipadores de descargas estáticas,
- 30 i) Unos pararrayos,
- j) Un sistema de alimentación eléctrica mediante energías renovables y
- 35 k) Unos conductos de trasvase del gas hidrógeno entre las cámaras de almacenamiento y los puntos de utilización.
2. Sistema según reivindicación 1, caracterizado porque las membranas consisten en unas lonas o láminas de plástico reforzadas con mallas o flejes de acero arqueados para proporcionar un
- 40 techo abovedado.
3. Sistema según reivindicación 1, caracterizado porque las paredes de las cámaras, tubos o conductos de almacenamiento y los conductos de trasvase tienen doble pared, con la cámara intermedia más presurizada con nitrógeno o un gas noble.
- 45 4. Sistema según reivindicación 1, caracterizado porque el gas hidrógeno se almacena en unas cámaras lastradas y situadas en el fondo del mar o de un lago.
- 50 5. Sistema según reivindicación 1, caracterizado porque las cámaras consisten en unas bolsas, recipientes o unas membranas o láminas flexibles o elásticas de plástico o látex colocadas sobre unas placas, sobre la superficie del terreno o sobre la superficie de agua en la zona inferior, y en

las laterales unas membranas o láminas flexibles o elásticas de plástico, látex, reforzadas con una malla superpuesta o integrada en la misma, con lonas o flejes.

5 6. Sistema según reivindicación 5, caracterizado porque las caras o paredes superiores de las cámaras, recipientes o bolsas están inclinadas de 2° a 10° para evitar que el agua de lluvia se acumule.

10 7. Sistema según reivindicación 5, caracterizado porque las placas se sujetan de sus aristas, sobre el terreno, o sobre una base de hormigón, impermeabilizados con un polímero o resina.

8. Sistema según reivindicación 5, caracterizado porque las láminas flexibles colocadas sobre el agua adoptan forma de casquete esférico o semicilíndrica y portan en su periferia un anillo como lastre o se sujeta ancladas al fondo mediante unos cables o cordones.

15 9. Sistema según reivindicación 8, caracterizado porque las paredes interiores e incluso las exteriores se recubren con una capa o polímero aislante y a la superficie del agua se le añade una capa flotante y aislante de un gel, polímero o grasa.

20 10. Sistema según reivindicación 1, caracterizado porque las cámaras de doble lámina o membrana crean una cámara intermedia a la cual se le aplica un gas noble o nitrógeno a mayor presión que la que posee el hidrógeno de la cámara más interna.

25 11. Sistema según reivindicación 1, caracterizado porque la circulación del gas o del hidrógeno entre los recipientes se efectúa mediante bombas, compresores o ventiladores accionados con motores eléctricos.

30 12. Sistema según reivindicación 1, caracterizado porque las cámaras, tubos o conductos de almacenamiento se dividen longitudinalmente en porciones de los mismos separados por electroválvulas que se cierran automáticamente en caso de detectar fugas o fuego.

35 13. Sistema según reivindicación 1, caracterizado porque las cámaras, tubos o conductos de almacenamiento se colocan en unas oquedades realizadas en el terreno o sobre el mismo, o entre unas placas, muros o paredes en cuyo caso se añaden en sus laterales unas rampas bien de tierra u hormigón, o realizadas con lonas sujetas con unas placas o paredes en los laterales de las cámaras para deflectar el viento.

14. Sistema según reivindicación 1, caracterizado porque las láminas o membranas de la zona superior son flexibles o tienen forma ondulada o de fuelle.

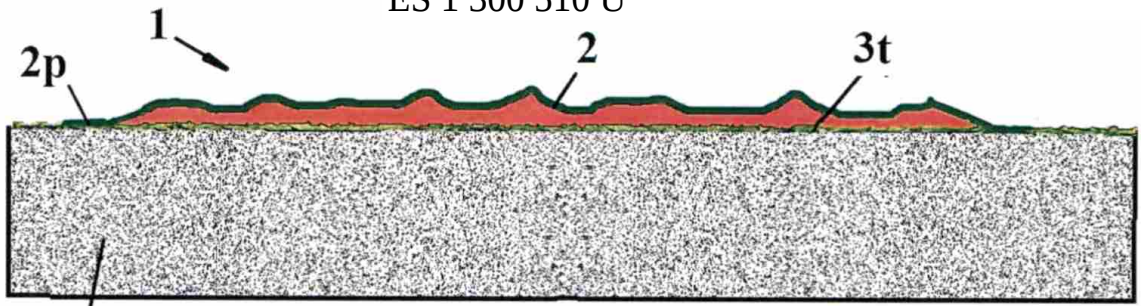
40 15. Sistema según reivindicación 1, caracterizado porque usan unos postes de sujeción de las membranas o láminas flexibles o inclinables superiores y laterales.

45 16. Sistema según reivindicación 1, caracterizado porque los conductos de trasvase se cubren o revisten con unas capas impermeables, aislantes.

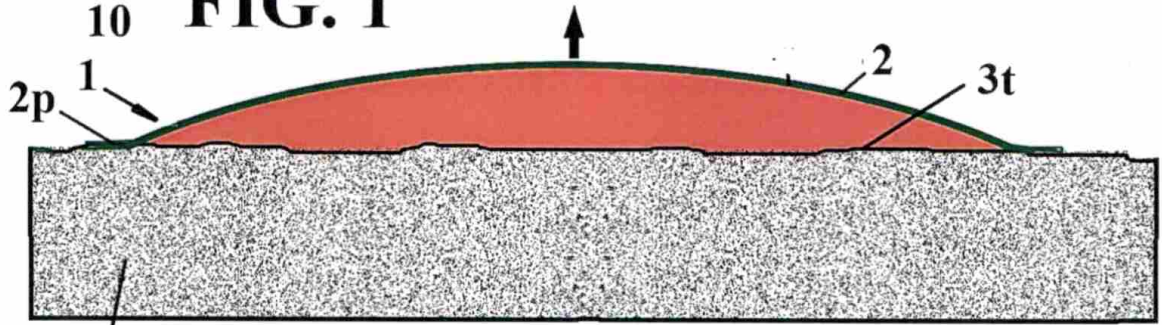
17. Sistema según reivindicación 1, caracterizado porque el terreno está aplastado, compactado o tratado con una capa o elemento impermeable para evitar el paso del oxígeno.

50 18. Sistema según reivindicación 1, caracterizado porque a las cámaras o conductos de almacenamiento se les añade unas compuertas de descarga rápida.

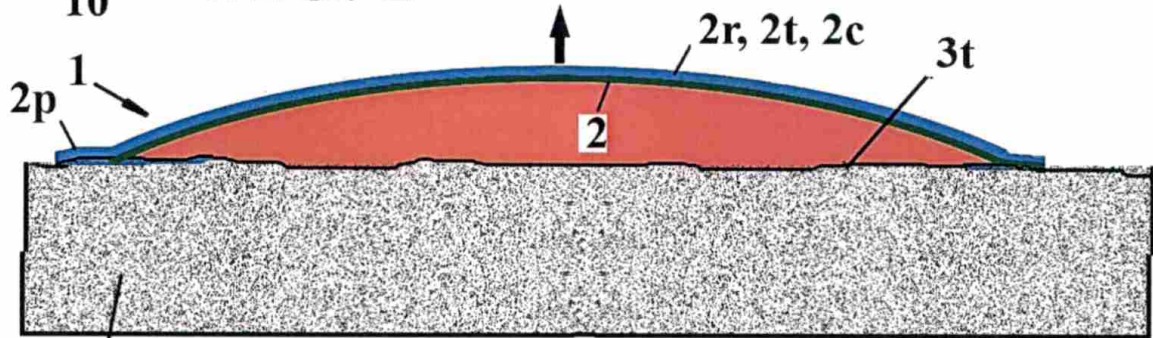
19. Sistema según reivindicación 1, caracterizado porque a las cámaras o conductos de almacenamiento se les añade una capa de gas argón, el cual se deposita en el fondo debajo del hidrógeno.



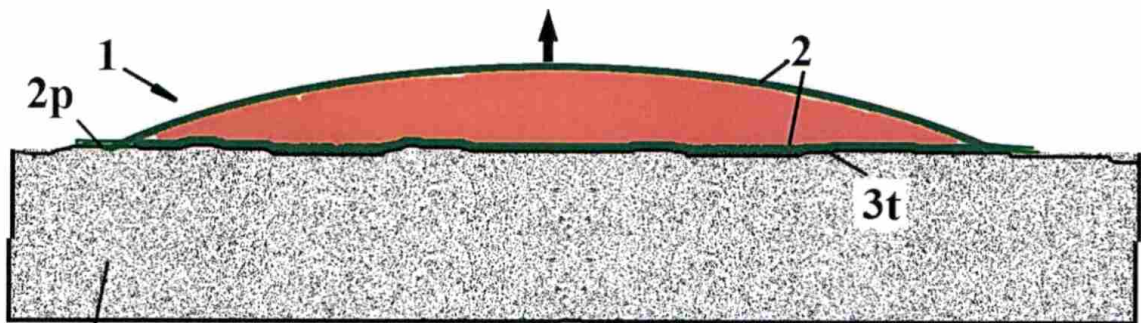
**FIG. 1**



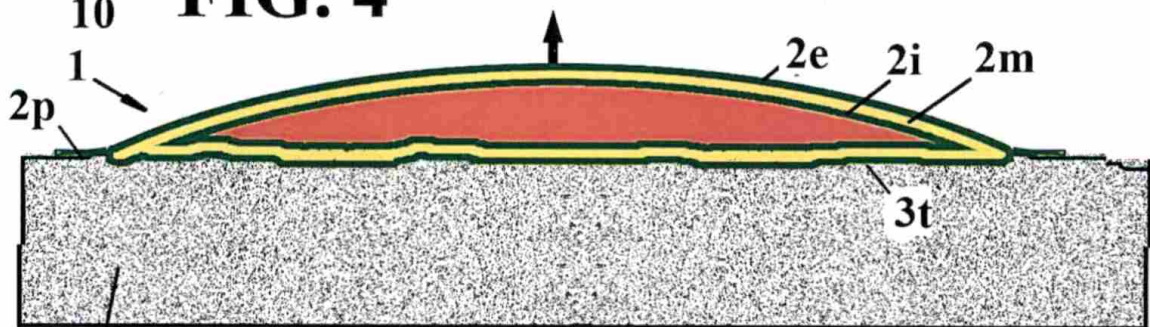
**FIG. 2**



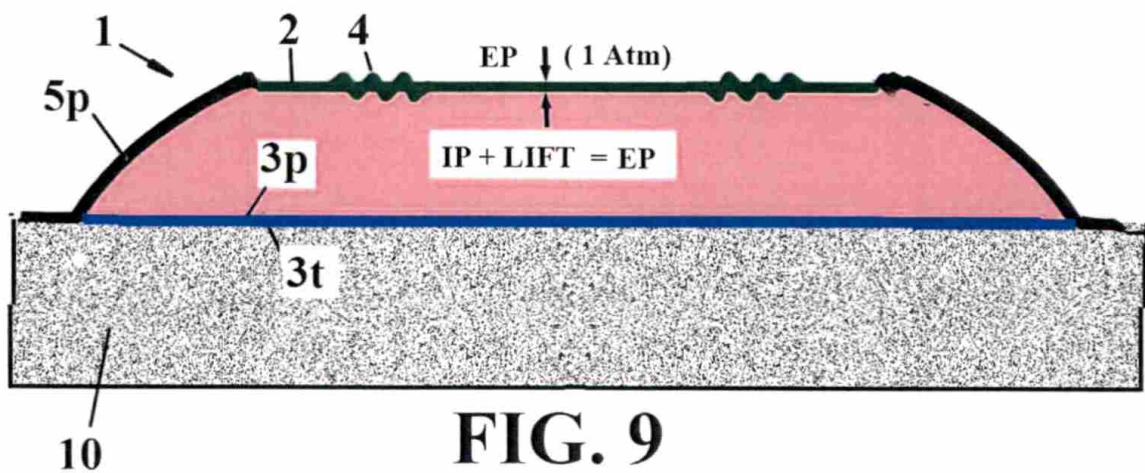
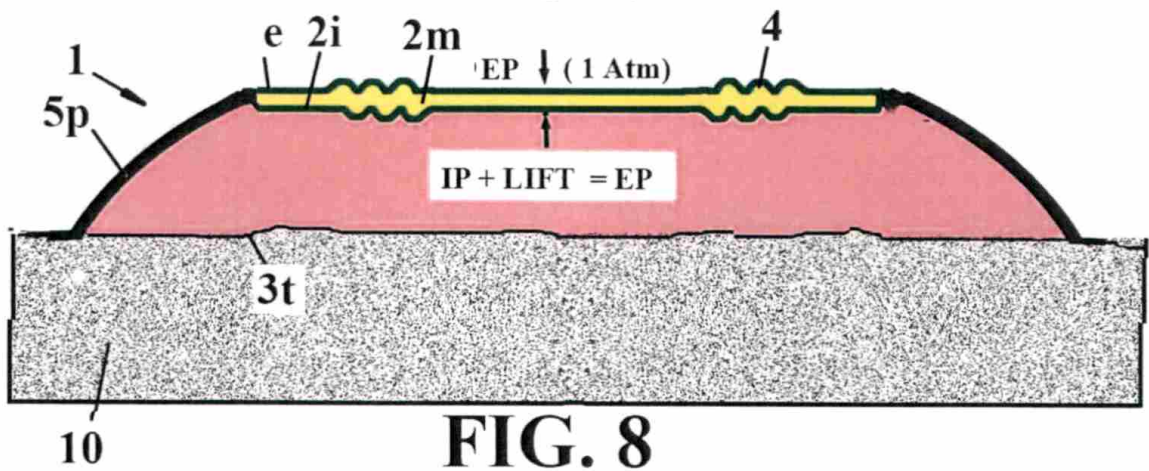
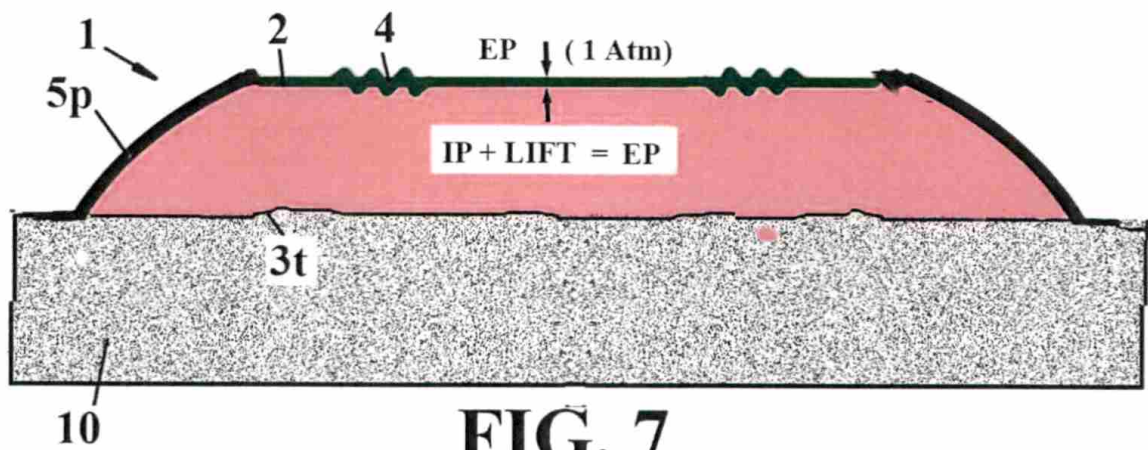
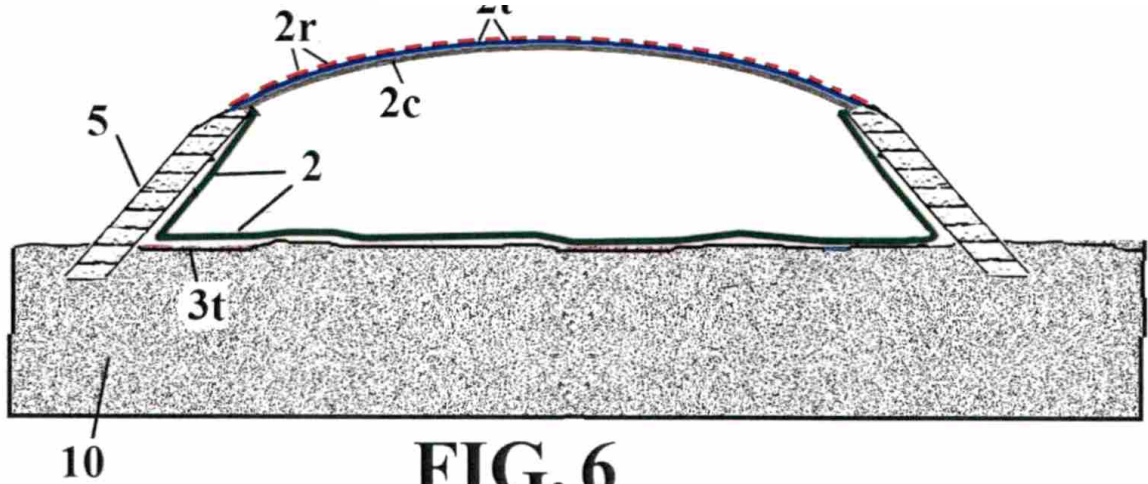
**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**



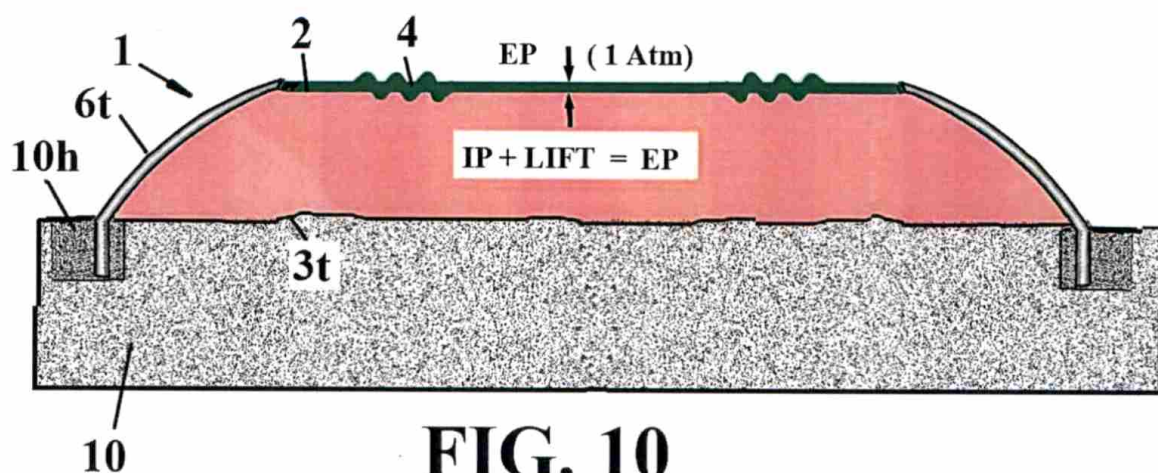


FIG. 10

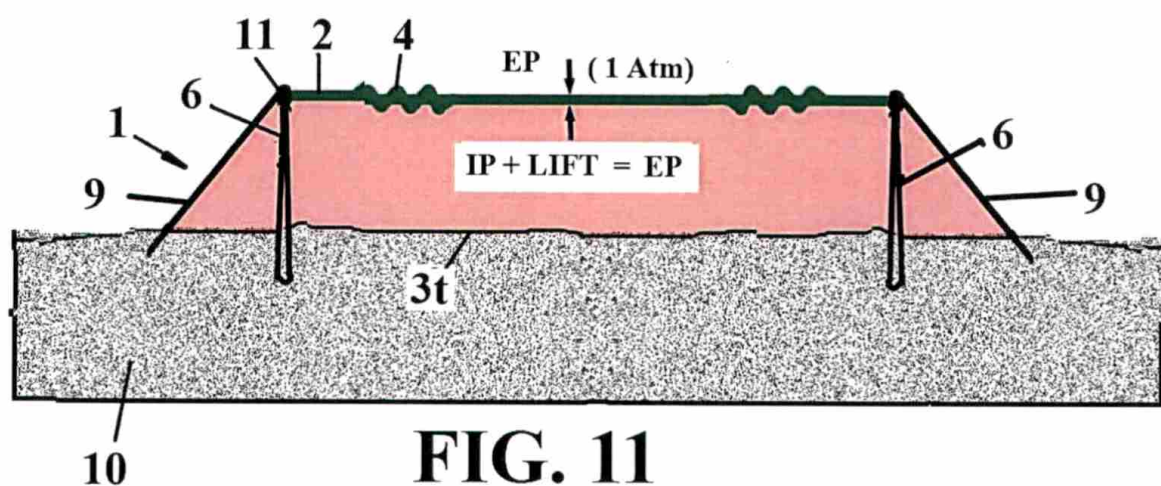
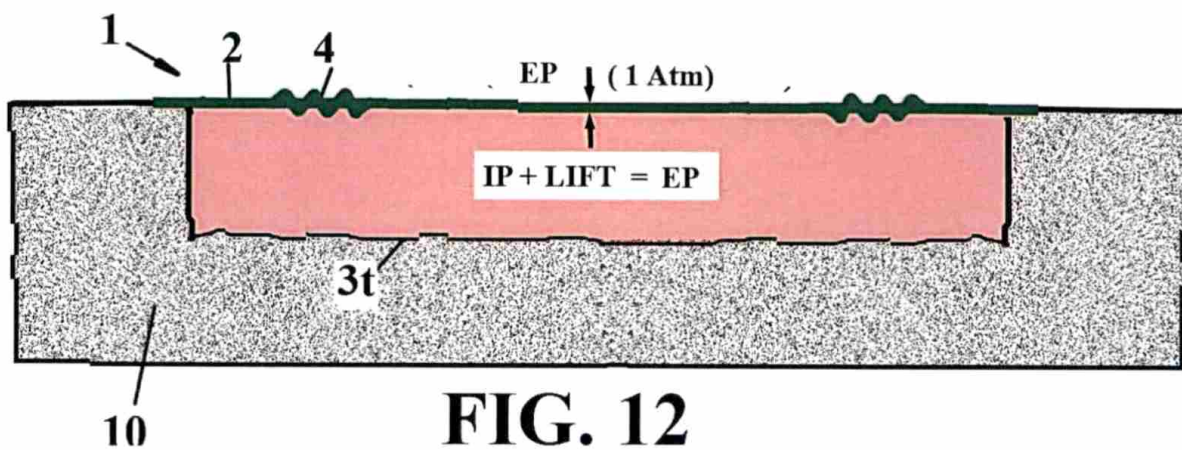


FIG. 11



**FIG. 12**

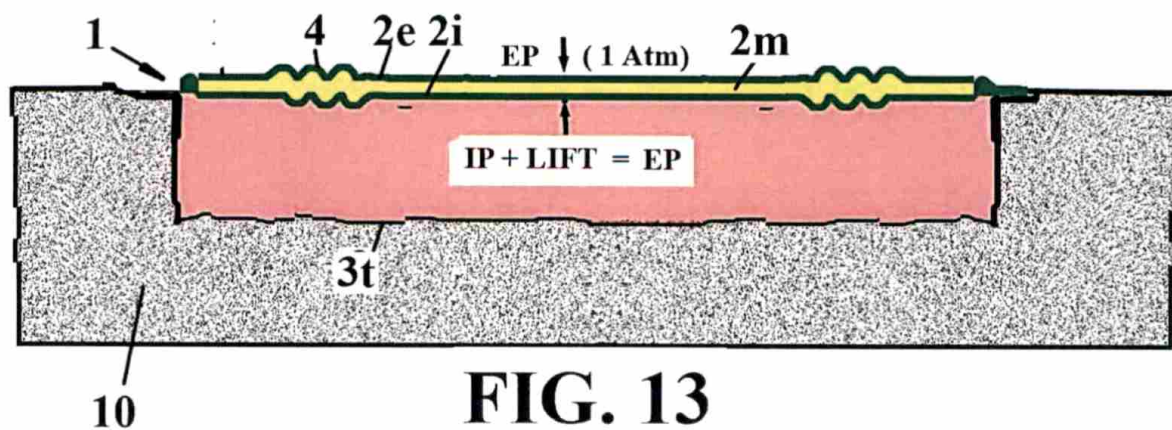


FIG. 13

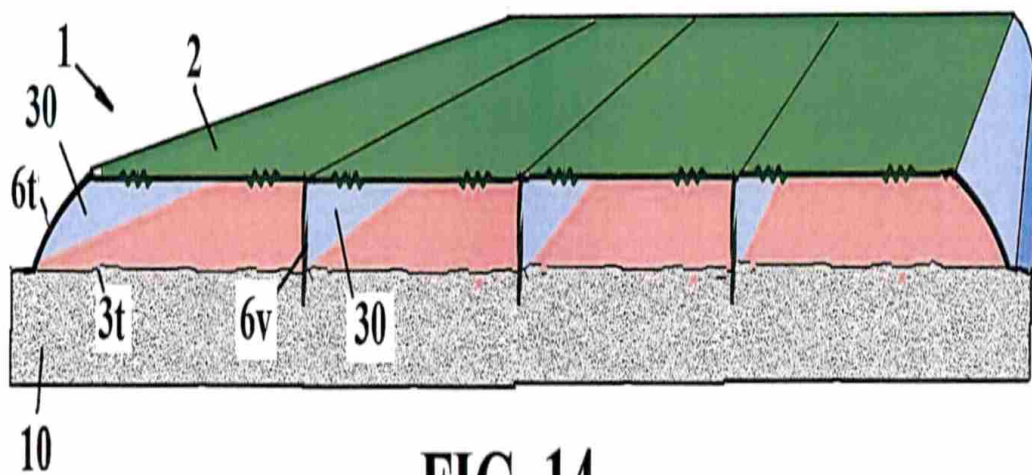


FIG. 14

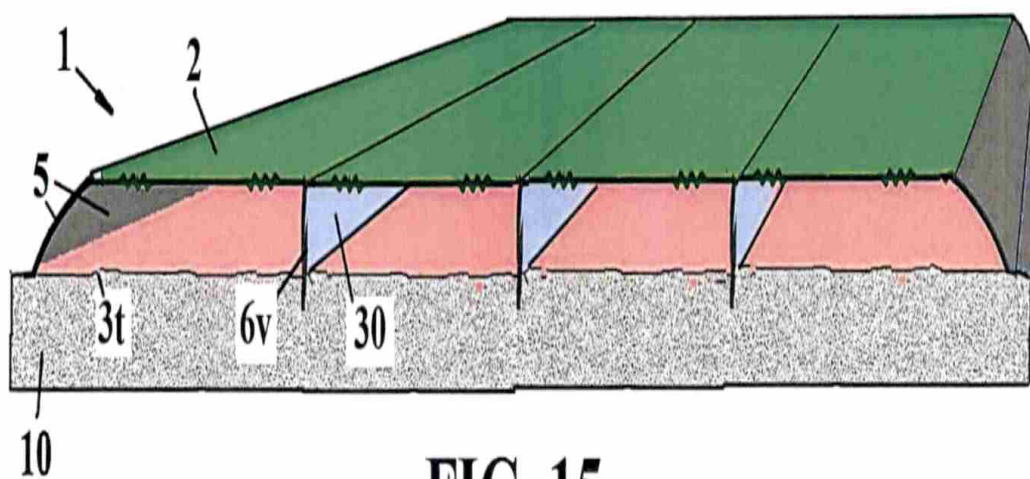


FIG. 15

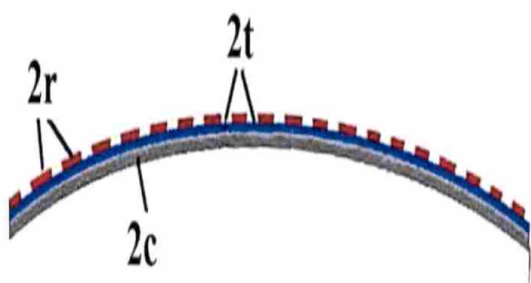


FIG. 16

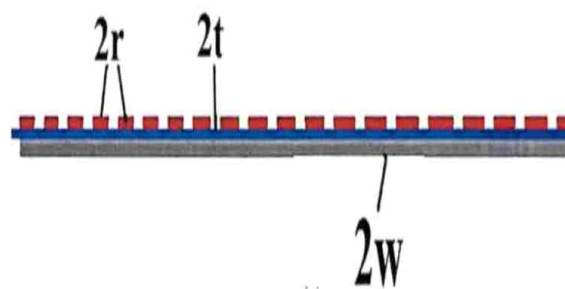


FIG. 17

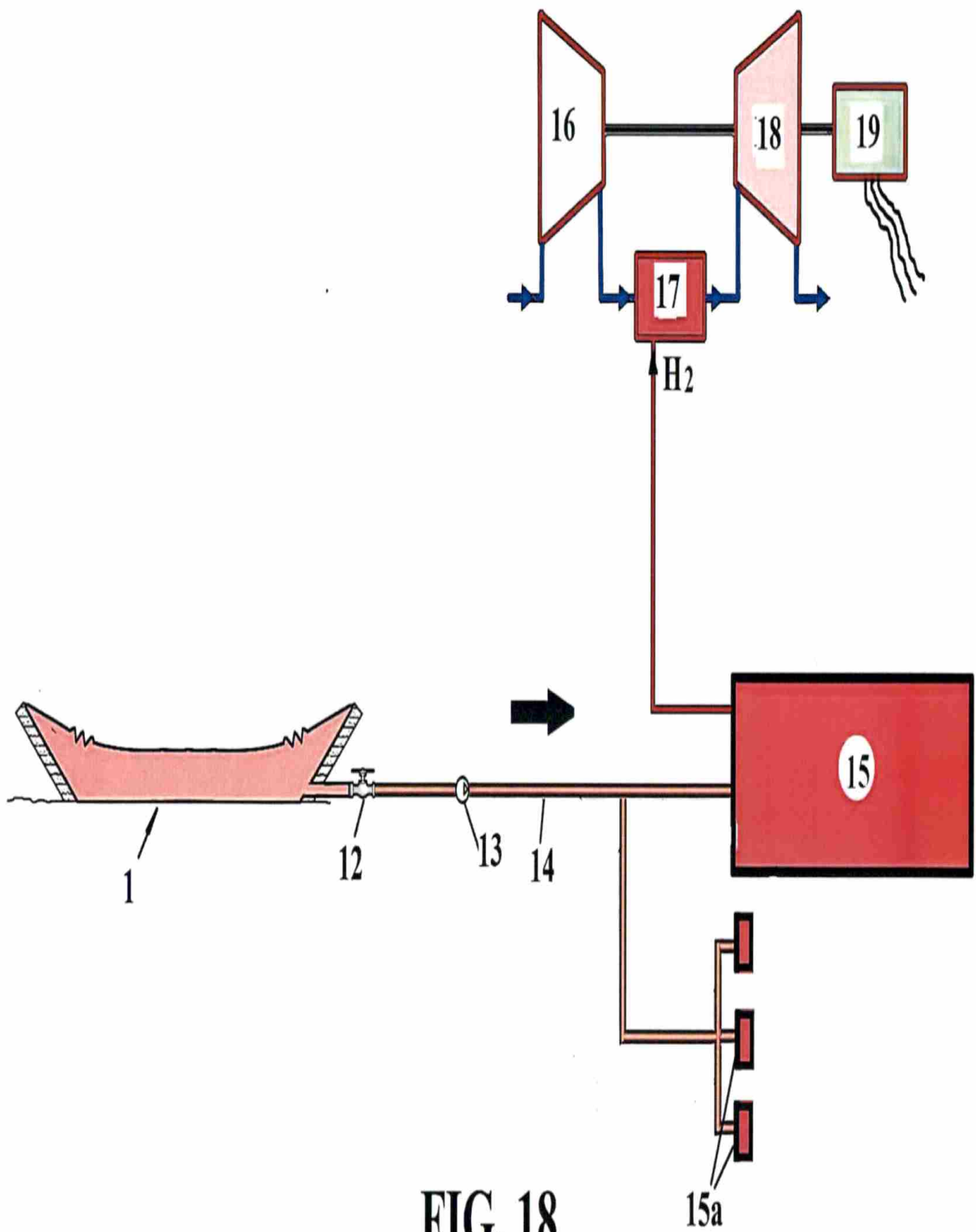


FIG. 18

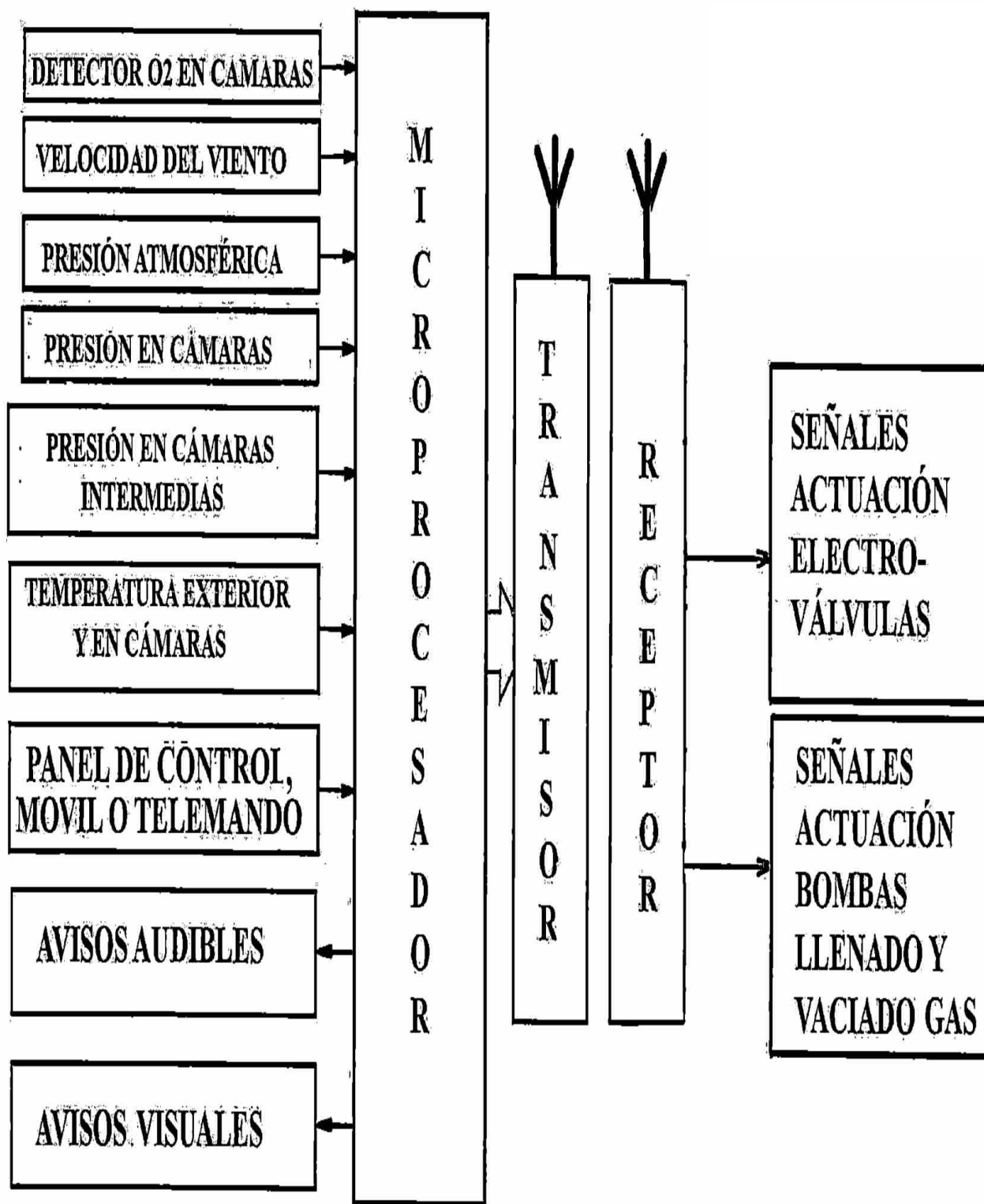


FIG. 19

| Combustible | Densidad<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Límites de<br>inflamabilidad<br>(% vol) * | Temperatura<br>autoignición<br>(°C) | Mínima<br>energía de<br>ignición (mJ) | Temperatura<br>llama (°C) * | Coficiente<br>de difusión<br>(cm <sup>2</sup> /s) | Límite inferior<br>de detonación<br>(% vol) * |
|-------------|----------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Hidrógeno   | 0,0838                           | 4 - 75%                                   | 536 - 585                           | 0,021 a 29%                           | 2045 - 2403                 | 0,61                                              | 13%                                           |
| Metano      | 0,656                            | 5,3 - 15%                                 | 537                                 | 0,21 a 8,5%                           | 1914                        | 0,16                                              | 6,30%                                         |
| Butano      | 2,52                             | 1,6 - 8,4%                                | 405                                 | 0,25 a 4,7%                           | -                           | -                                                 | -                                             |
| Propano     | 1,83                             | 2,1 - 9,5%                                | 480                                 | 0,25 a 5,2%                           | 1925                        | -                                                 | -                                             |
| Gasolina    | 4,78                             | 1,0 - 7,6%                                | 247                                 | 0,29 a 2%                             | 2307                        | 0,05                                              | 1,10%                                         |
| Diesel      | -                                | 0,6 - 7,5%                                | 210                                 | -                                     | 2327                        | -                                                 | -                                             |

FIG. 20

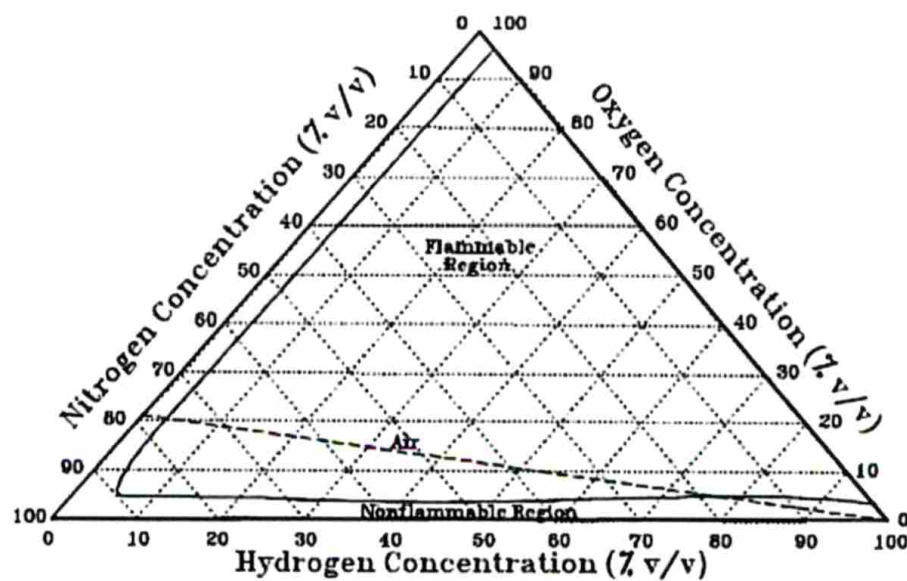


FIG. 21