

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 939 909**

21 Número de solicitud: 202230778

51 Int. Cl.:

G01N 21/64 (2006.01)

G01N 21/25 (2006.01)

B01L 7/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

30.08.2022

43 Fecha de publicación de la solicitud:

27.04.2023

71 Solicitantes:

**THENEXTPANGEA, S.L. (100.0%)
Residencia La Granda
33418 Gozón (Asturias) ES**

72 Inventor/es:

**FERNÁNDEZ MORENO, Marta;
FERNÁNDEZ SUÁREZ, Alicia;
GARCÍA OSORIO, Fernando;
MENÉNDEZ PAREDES, Guillermo;
RICO FERNÁNDEZ, José;
SANZ MORAL, Luis Miguel y
SORIA VALLES, Clara**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **DISPOSITIVO PARA DETECTAR PATÓGENOS INDUSTRIALES**

57 Resumen:

Dispositivo (1) para detectar un patógeno en una muestra (2). El dispositivo (1) incluye un primer alojamiento (10) para reacciones con una fuente de iluminación y dos compartimentos (4). En cada compartimento (4) se fija un tubo de reacción (12) en una posición iluminada por la fuente de iluminación. Cada compartimento (4) incluye un fotodetector para detectar analógicamente una porción de señal luminosa reflejada por el tubo de reacción (12). El dispositivo cuenta con una cámara fotográfica (13) para captar simultáneamente una imagen digital de los dos compartimentos (4) con los tubos de reacción (12). Hay además un calentador (17) para calentar los tubos de reacción (12). Con unos medios de procesamiento se compara la información analógica con la información digital obtenida de la imagen de cada tubo de reacción (12) y con un valor esperado correspondiente a un patógeno específico que indique su presencia en la muestra.

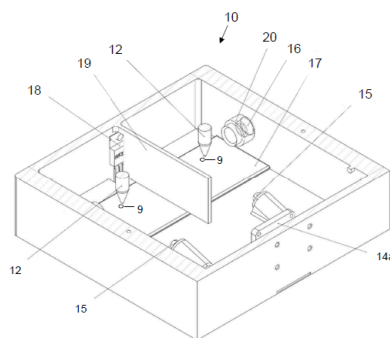


FIG. 2A

ES 2 939 909 A1

DESCRIPCIÓN

5

DISPOSITIVO PARA DETECTAR PATÓGENOS INDUSTRIALES

CAMPO DE LA INVENCION

10 La invención pertenece al campo de la detección de patógenos industriales, más concretamente, bacterias, virus, protozoos u otros organismos con capacidad de afectar la salud pública y/o ambiental. La invención se refiere a un dispositivo de detección de patógenos, por ejemplo, *Legionella* o *Listeria*, portátil y fácil de usar.

15 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Se definen como patógenos industriales aquellos microorganismos, cuya presencia en un ambiente de operación humana industrial está asociado a la generación de problemas de salud pública y/o ambiental.

20

Por este motivo, la detección de estos patógenos es objeto de intensidad actividad y de control regulatorio. A continuación, se detallan dos ejemplos particularmente representativos de esta definición, *Legionella* y *Listeria*.

25 (1) La *Legionella pneumophila*, comúnmente denominada legionela, es una especie que pertenece al género de bacterias *Legionella*. Generalmente, reside en ambientes acuáticos naturales, pero puede establecerse también en la red de abastecimiento de agua de edificios y en sistemas que requieren agua para su funcionamiento.

30 La infección que causa la legionela se denomina legionelosis. Puede presentarse como una enfermedad febril, bien de carácter leve (fiebre de Pontiac), o bien de carácter severo como una neumonía atípica (enfermedad del legionario). Se contrae a través de las vías respiratorias por inhalación de aerosoles. Por esta razón, aires acondicionados, humidificadores, máquinas de rocío, etc. son posibles fuentes de contagio. Recientemente, se
35 ha observado un aumento significativo del número de casos y las autoridades han

reaccionado con cambios legislativos que obligan a controlar con mayor frecuencia la presencia de *Legionella*.

5 (2) La bacteria *Listeria monocytogenes* reside en distintos tipos de ambientes, suelo, agua, vegetación o incluso en animales. La infección en humanos suele provenir de la contaminación de alimentos, ya que esta bacteria posee la capacidad de sobrevivir, e incluso crecer en alimentos refrigerados o tratados con otras medidas de conservación.

10 La infección con *Listeria monocytogenes* causa la enfermedad listeriosis, que dependiendo de la severidad puede causar síntomas moderados como fiebre, dolor muscular o náuseas, o síntomas severos como dolor de cabeza, rigidez muscular, confusión, pérdida del equilibrio o convulsiones. La listeriosis puede causar la muerte en personas muy jóvenes, ancianos o personas con el sistema inmune comprometido.

15 Existen varias técnicas para la detección de patógenos industriales, que, grosso modo, se pueden clasificar en tres categorías:

20 Cultivos microbiológicos: Se trata de la técnica de referencia y existen varios ensayos normalizados. Esta técnica requiere periodos prolongados de incubación (hasta 7 días), medios de cultivo muy específicos, largos procesos de preparación de la muestra, etc.

Métodos moleculares (qPCR): Son técnicas algo más rápidas y sensibles, permiten detectar concentraciones muy bajas de material genético. Sin embargo, actualmente requieren laboratorios con equipamiento y personal especializado.

25 Pruebas inmunológicas: Se basan en la interacción antígeno-anticuerpo, aunque esta interacción ha de asociarse con técnicas de visualización. En función de la técnica de visualización empleada, cambian las características específicas de la detección. En algunos casos, se requieren laboratorios especializados y tiempos más largos de análisis, como son los inmunoensayos ligados a enzimas (ELISA, Enzyme-Linked Immunosorbent Assay). Sin embargo, en otros casos, se pueden utilizar tiras de flujo lateral para revelar en poco tiempo el resultado, aunque con menor sensibilidad y sin capacidad de cuantificar los niveles de patógenos.

Se constata que las técnicas actuales tienen carencias. Principalmente, requieren un tiempo excesivo (en ocasiones, alrededor de 2 semanas), son costosas en términos de personal y equipamiento. Otras, ofrecen resultados que son cualitativos o poco fiables.

5 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Es objeto de la invención un dispositivo según la reivindicación independiente que se concibe a la vista de los problemas identificados. Realizaciones particulares de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

10

Una ventaja general del dispositivo es que se pueden adquirir datos de manera dual. Se registran dos señales independientes de diferente naturaleza, una señal digital proveniente de la cámara fotográfica, y otra de naturaleza analógica proveniente del fotodetector, posteriormente convertida también en una señal digital.

15

Otra ventaja de ciertas realizaciones del dispositivo es que permite dos modos de operación. En el primero, se adquieren imágenes digitales y analógicas con idénticos filtros ópticos para dos compartimentos uno con la muestra, el otro con sustancia estéril. En este primer modo de operación, se maximiza la precisión y robustez de la detección. Ambas señales son procesadas de forma independiente, de manera que solo cuando ambas son señales son indicativas de detección positiva, el resultado final del análisis mostrado por el dispositivo será positivo. Alternativamente, en el segundo modo de operación del dispositivo se detectan dos señales independientes en cada compartimento. Cada señal puede ser operada independientemente, mediante el uso de un filtro óptico determinado para la reacción de detección de cada patógeno, y permitiendo la detección simultánea de dos patógenos diferentes.

20

25

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

30

Las realizaciones de la presente invención se describen, solo a modo de ejemplo, en los dibujos adjuntos en los que los elementos similares están numerados de la misma manera en las diversas figuras:

Fig. 1A es una representación del aspecto exterior del dispositivo de análisis. **Figs. 1B-1C** es una representación esquemática estructural del dispositivo. **Fig. 1B** despiece. **Fig. 1C** interior.

Fig. 2A Plano detallado del alojamiento para reacciones del dispositivo en perspectiva. **Fig. 2B** en planta. **Fig. 2C** en sección.

Fig. 3 Representación esquemática de varias etapas del procedimiento para detectar un patógeno en una muestra relacionadas con la preparación.

Fig. 4 Representación esquemática de varias etapas del procedimiento de para detectar un patógeno en una muestra relacionadas con la adquisición y análisis de información.

Fig. 5 Representación de la interfaz gráfica del dispositivo.

Glosario de referencias numéricas:

- 1 Dispositivo.
- 2 Tapa superior.
- 3 Pantalla táctil.
- 4 Compartimento para muestras.
- 5 Interruptor.
- 6 Tapa Inferior.
- 7 Bastidor.
- 8 Conexión para alimentación eléctrica.
- 9 Receptáculo para muestras.
- 10 Primer alojamiento (para reacciones).
- 11 Segundo alojamiento (para electrónica).
- 11a Procesador.
- 12 Tubo de reacción.
- 13 Cámara fotográfica.
- 14a, 14b Filtros acrílicos.
- 15 LED, Diodo emisor de luz.
- 16 Fotodiodo.
- 17 Calentador.
- 18 Amplificador.
- 19 Pared separadora.

- 20 Cubierta protectora de lente.
- 21 Etapa de preprocesado de muestra.
- 22 Etapa de reacción.
- 23 Etapa de adquisición de datos
- 5 24 Etapa de preprocesamiento de datos
- 25 Etapa de predicción
- 26 Etapa de visualización
- 26a Botón de inicio/detención
- 26b Estado del dispositivo
- 10 26c Barra de progreso del experimento
- 26d Visualización de las mediciones
- 26e Botón de exportar resultados
- 26f Resultado de la medición
- 31 Paso de mezclar
- 15 32 Paso de lisis
- 33 Paso de colocar la muestra
- 34 Paso de colocar una sustancia estéril
- 35 Paso de recogida de información analógica
- 36 Paso de recogida de información digital
- 20 37 Paso de filtrado analógico del ruido
- 38 Paso de filtrado digital del ruido
- 39 Paso de conversión
- 40 Paso de normalización
- 41 Paso de almacenamiento
- 25 42 Paso de aplicar un algoritmo de decisión
- 43 Paso de medir el incremento de fluorescencia

DESCRIPCIÓN DE MODOS DE REALIZACIÓN

- 30 Con referencia a las figuras anteriores, sin carácter limitativo, se presentan diversas realizaciones de la invención para una mejor comprensión.

En la **Fig. 1A** se muestra el aspecto externo del dispositivo **1**. El tamaño del dispositivo **1** es reducido, por ejemplo, de dimensiones 125x253x50mm. Las **Figs. 1B-1C** muestran la

estructura interna del dispositivo, que es portátil, permitiendo la detección rápida de patógenos industriales, y que puede ser usado de manera sencilla por personal no especializado.

La **Fig. 1B** muestra un despiece del dispositivo **1**. Se aprecia, en la parte superior del dispositivo, la ubicación de una tapa superior **2** y una pantalla táctil **3** para mostrar y controlar, como interfaz de usuario, el funcionamiento y el resultado (por ejemplo, el modelo E349_Keyboard del fabricante Jun-Saxifragelec). También se observa un primer alojamiento **10** para tratar las muestras y un segundo alojamiento **11** principalmente para la parte electrónica, un interruptor de encendido/apagado **5** (por ejemplo, el modelo PRASA1-16F-BB000 del fabricante TE Connectivity / P&B). Se ilustra una tapa inferior **6** y un bastidor **7** que otorgan integridad estructural al dispositivo, y también una conexión para alimentación eléctrica **8** que sirve para alimentar de energía al dispositivo.

La **Fig. 1C** muestra el interior del dispositivo. Se aprecia cómo el primer alojamiento **10** se destina a las reacciones y se divide en dos compartimentos **4** individuales. En cada compartimento **4** hay un receptáculo **9** para colocar y fijar (por ejemplo, mediante inserción) un tubo con una muestra (no mostrado). También en el primer alojamiento **10** hay una pareja de LEDs **15** apuntando hacia los compartimentos individuales **4**. El segundo alojamiento **11** está destinado principalmente a componentes electrónicos, por ejemplo un procesador **11a**. En la siguiente figura se ilustran en mayor detalle estos y otros elementos del primer alojamiento **10** destinado a las reacciones.

Las **FIGS. 2A-2C** son unos planos con más detalles del primer alojamiento **10** para reacciones. La **FIG. 2A** es una vista en perspectiva. La **Fig. 2B** es una vista en planta. La **Fig. 2C** es una sección por la línea B-B que se ha ampliado. Se describen todas ellas conjuntamente. Un tubo de reacción **12** se aloja en un receptáculo **9** donde se encaja y queda fijo. Cada receptáculo **9** se encuentra a una distancia determinada de una cámara fotográfica **13**, (por ejemplo, esta cámara puede ser el modelo Raspberry Pi Camera 3099 del fabricante Adafruit). La cámara fotográfica **13** se encuentra precedida por un filtro acrílico **14a** (por ejemplo, el modelo NARANJA 2C04 GT de PLEXIGLAS®). El filtro acrílico **14a** permite seleccionar longitudes de onda compatibles con el mecanismo de detección. Sustituyendo las características del filtro, se puede modificar la detección y de este modo adaptarse a diferentes reacciones de detección de patógenos y tipos de muestras. Es interesante detectar dos patógenos diferentes extraídos de un mismo origen. Así, la muestra en cada compartimento **4** puede ser iluminada con un diodo LED **15** azul, (por ejemplo, el modelo C503B-BCN-CV0Z0462 del fabricante Cree

LED). Un fotodetector, en concreto, un fotodiodo **16** genera una señal eléctrica (analógica) proporcional a la intensidad de la señal óptica detectada (por ejemplo, un LED de amplio espectro como el modelo S1223-01 de Hamamatsu Photonics). En la base del alojamiento **10** se instala un calentador **17** preferiblemente de tipo resistivo, flexible y de silicón (por ejemplo, el modelo 245-528 de RS Components). Generalmente, basta con poder incrementar la temperatura de la muestra en un rango de 25 a 99°C, aunque puede variar según las necesidades de cada reacción. Hay también en el primer alojamiento un amplificador **18** para amplificar las señales eléctricas, (por ejemplo, un transistor MOSFET) una pared **19** de separación física entre los compartimentos **4** para muestras, así como unas lentes con cubiertas protectoras **20**.

Mencionar que, la distribución de los componentes dentro del alojamiento **10** para reacciones, se diseña de forma y manera que mejoran la detección de la señal óptica a estudiar. La localización de los componentes tiene en cuenta como principales condiciones de contorno, el óptimo funcionamiento de cada elemento y del conjunto y que el dispositivo **1** sea lo más compacto posible. En cada compartimento **4** se dispone el tubo de reacción **12** iluminado directamente por su correspondiente LED **15**. Perpendicularmente a la línea que une el LED **15** con el tubo de reacción **12**, se ubica el conjunto óptico analógico formado por la cubierta protectora de lente **20**, un filtro acrílico **14b** y el fotodiodo **16**. Una pared **19** separa ambos compartimentos **4** entre sí. Como se ve en las figuras, ambos lados del alojamiento **10** son simétricos respecto de dicha pared **19**.

En los planos se ofrecen varias dimensiones para un prototipo con la localización del tubo de reacción **12**, la cámara fotográfica **13**, el filtro acrílico **14**, la pareja de LEDs **15**, la pareja de fotodiodos **16**, el calentador **17**, el amplificador **18** contenido en el alojamiento **10**. Las dimensiones permiten el correcto funcionamiento de los componentes citados, así como las medidas que relacionan los componentes entre sí se muestran en las **FIG. 2A-2C**. Debe entenderse que, no son únicas, otras medidas serían posibles. También serían aplicables otros componentes comerciales diferentes a los mencionados.

La **FIG. 3** representa en forma de diagrama de flujo varias etapas del procedimiento **20** para detectar un patógeno relativas al procesamiento de las muestras y al montaje de la reacción de análisis. En el procedimiento para detectar un patógeno hay una primera etapa de preprocesado de muestra **21** en el que la muestra se prepara. La etapa de preprocesado de muestra **21** incluye a su vez varios pasos, un primer paso de mezclar **31** con un conjunto de

reactivos y soluciones químicas, formuladas específicamente para conseguir las transformaciones necesarias que permitan llevar a cabo el ensayo biológico de detección. Así, un segundo paso de la etapa de procesado **21** es un paso de lisis **32** para la ruptura de la membrana y/o pared celular de los microorganismos, de manera que quede accesible en el medio el ADN u otro material genético.

Un flujo sencillo de operaciones para el paso de lisis **32** incluye: transferir la muestra mediante el uso de una pipeta plástica desechable sobre un bote de extracción de muestra, que contiene una solución de lisado, por ejemplo, hidróxido de sodio a una concentración de 100mM.

Otro flujo alternativo de operaciones para el paso de lisis **32** se enfoca al tratamiento de muestras poco concentradas. Para ello, paso de lisis **32** incluye cargar la muestra en una jeringa y filtrarla con un filtro de entre 0,20 y 0,50 μm , por ejemplo, del material polyvinylidene fluoride (PVDF), conectar una nueva jeringa precargada con la solución de lisis sobre ese mismo filtro, recoger el eluido en un bote con dispensador de gotas para las siguientes operaciones. En ambos flujos de operaciones, se puede realizar en paralelo el mismo procedimiento con una muestra de agua control estéril, a modo de control negativo.

En el procedimiento para detectar un patógeno hay una segunda etapa de reacción **22** que incluye un paso de colocar la muestra **33** ya mezclada con reactivos químico y biológicos necesarios para llevar a cabo la detección biológica. Análogamente, paso de colocar una sustancia estéril **34** también mezclada para establecer un control negativo. La base de la detección es una reacción enzimática de amplificación del ácido nucleico, que puede ocurrir a temperatura constante, por ejemplo, amplificación mediante polimerasa recombinante (RPA), o loop-mediated isothermal amplification; o con ciclos de temperatura, como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). En todos estos casos se incluye un marcador fluorescente cuya intensidad de emisión de fluorescencia en una determinadas condiciones y longitud de onda, será proporcional a la cantidad de patógeno en la muestra. Para llevar a cabo la detección específica de cada patógeno es necesario el diseño y fabricación de secuencias cortas de ADN, de entre 20 y 40 pares de bases, denominados oligonucleótidos y/o sondas. El diseño correcto de estas secuencias es esencial para llevar a cabo la detección del patógeno de forma correcta. Estos componentes se añadirán al resto de reactivos químicos, dando lugar a una mezcla de reacción, sobre los que se añadirá la muestra o el control negativo.

35

A continuación, en la **FIG. 4** se presentan varias etapas del procedimiento para detectar un patógeno, continuación de las anteriores. Una tercera etapa de adquisición de datos **23** incluye un paso de recogida de información analógica **34** generada por el fotodetector y un paso de recogida de información digital **35** generada por la cámara, que pueden hacerse en paralelo. La presencia del patógeno activa la reacción de forma específica, produciéndose la emisión de una señal óptica en una intensidad proporcional a la cantidad de patógeno presente en la muestra. El dispositivo cuenta con una fuente de iluminación de longitud de onda determinada, y dos mecanismos de detección complementarios: fotodetectores y una cámara fotográfica.

10

El procedimiento continúa con una cuarta etapa de preprocesamiento de los datos **24** que incluye un paso de filtrado analógico del ruido **37** (en la señal de voltaje del fotodiodo) y un paso de filtrado digital del ruido **38** (en la imagen de la cámara fotográfica). En un paso de conversión **39** la señal analógica se digitaliza. Siguiendo con la etapa de preprocesamiento de los datos **24** se realiza un paso de normalización **40** y se aplica una media móvil a estos valores numéricos de los píxeles (información digital) y también a los valores de voltaje (información analógica) medidos mediante los fotodetectores. En un paso de almacenamiento **41** los resultados de dichas operaciones son almacenados en una base de datos temporal, por ejemplo, *InfluxDB*.

20

El procedimiento continúa con una quinta etapa de predicción **25** donde se recoge de la base de datos información almacenada de la etapa de preprocesamiento de datos **24**. La etapa de predicción **25** incluye un paso de aplicar un algoritmo de decisión **42**, que puede incorporar modelos de inteligencia artificial, por ejemplo, del tipo *machine learning*, para mejorar la precisión o la sensibilidad de predicción. En caso de haber realizado un control negativo, hay un paso de medir el incremento de fluorescencia **43** producido en la muestra durante el experimento con respecto al control negativo. En función del valor de crecimiento de dicho nivel de fluorescencia, se determina si el resultado de la muestra es positivo o negativo. Adicionalmente, se puede determinar la abundancia del patógeno detectado a partir de la intensidad de la señal y, por comparación, con base de datos de valores conocidos del patógeno en cuestión.

30

Por último, con una sexta etapa de visualización **26** se muestran los resultados de la detección mediante una interfaz de usuario.

35

La **FIG. 5** es un ejemplo de representación gráfica de los resultados de la etapa de visualización. Se muestran en una pantalla que puede ser táctil para hacer de interfaz de usuario y facilitar la interacción con el dispositivo, permitiendo con un botón de inicio/detención **26a** comenzar o finalizar las mediciones del dispositivo. Se muestra el estado **26b** en el que se encuentra el dispositivo, que regula de forma automática la temperatura, y que indica los siguientes estados: *calentando* y *listo*. *Calentando*, cuando el dispositivo está, de forma automática, regulando la temperatura para llegar a la temperatura óptima de la reacción. *Listo*, cuando la temperatura óptima ha sido alcanzada y el dispositivo puede comenzar a realizar mediciones. Al iniciarse la medida, la barra de progreso **26c** del proceso se actualiza en tiempo real y se presenta una visualización **26d** de las mediciones obtenidas en la etapa de predicción. En el eje de abscisas se muestra el tiempo en minutos, en el de coordenadas la intensidad de la fluorescencia medida en unidades relativas de fluorescencia (en inglés, RFU). Una vez finalizado el experimento, los datos generados se pueden exportar a través del botón de exportar **26e** para generar el análisis de la serie histórica de resultados. Finalmente, se muestra el resultado **26f** de la medición indicando si se ha detectado o no el patógeno y, si procede, un valor cuantitativo proporcional a la cantidad de patógeno detectada.

Entre las ventajas de la realización de la invención se pueden nombrar las siguientes:

Portabilidad: El dispositivo es fácilmente transportable, no requiere ningún tipo de condición específica en el lugar donde vaya a ser utilizado.

Autonomía operativa: el dispositivo permite completar el flujo completo de análisis de patógenos industriales, incluyendo la concentración de las muestras, si es necesaria.

Rapidez de análisis: Permite obtener resultados fiables en pocos minutos.

Especificidad: El uso de técnicas de reconocimiento genético permite determinar inequívocamente uno o varios patógenos específicos en la muestra, tales como *Legionella* sp., *Listeria* sp., *Salmonella* sp., *E. coli*, *Clostridium* sp., *Campylobacter* sp., *Norovirus*, *Toxoplasma*, *Staphylococcus* sp., *Cronobacter* sp., *Vibrio* sp. o *Yersinia* sp, entre otros.

Sencillez operativa: No requiere el uso de ningún tipo de equipamiento ni personal especializado para realizar los análisis.

Versatilidad: permite analizar la presencia de patógenos en una gran variedad de muestras, por ejemplo, agua, superficies o aire

Capacidad de análisis cuantitativo: El equipo permite cuantificar la abundancia de un determinado patógeno por comparación de la intensidad de señal medida respecto a la de valores conocidos.

Mezcla tecnológica: La combinación de elementos software, hardware y biotecnológicos posee un efecto sinérgico que mejora las propiedades analíticas del dispositivo.

Digitalización de los datos: Los resultados del análisis se obtienen en formato digital, por lo que pueden ser fácilmente compartidos e integrados en plataformas de gestión de

5 instalaciones industriales.

Modularidad: ligeros cambios en la configuración permiten el análisis en paralelo de varias muestras o de distintos patógenos en la misma muestra, mediante la selección de distintas longitudes ópticas para cada patógeno (p.e. dos bacterias diferentes).

10 No ha de considerarse que la presente invención se limita a las realizaciones particulares aquí descritas, sino que viene determinado por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) para detectar un patógeno en una muestra (2) que comprende:
- un primer alojamiento (10) para reacciones que comprende:
 - 5 - una fuente de iluminación,
 - dos compartimentos (4), donde cada compartimento (4) está diseñado para fijar un tubo de reacción (12) en una posición iluminada por la fuente de iluminación, donde cada compartimento (4) comprende un fotodetector configurado para detectar analógicamente una porción de señal luminosa reflejada por el tubo de reacción (12);
 - 10 - un calentador (17) configurado para calentar los tubos de reacción (12),
 - una cámara fotográfica (13) configurada para captar simultáneamente una imagen digital de los dos compartimentos (4), donde la imagen digital incluye los tubos de reacción (12),
- donde el dispositivo (1) comprende además:
- 15 - unos medios de procesamiento configurados para:
 - comparar la información analógica obtenida de la porción de señal luminosa reflejada de cada tubo de reacción (12) con la información digital obtenida de la imagen de cada tubo de reacción (12),
 - comparar, bien la información digital, y/o bien la información analógica una vez
 - 20 digitalizada, con un valor esperado correspondiente a un patógeno específico y establecer la presencia del patógeno en la muestra.
2. Dispositivo (1) según la reivindicación 1, donde la fuente de iluminación comprende dos LEDs (15), donde cada LED (15) ilumina un compartimento (4), donde los compartimentos (4)
- 25 están separados entre sí por una pared (19), donde el fotodetector comprende un fotodiodo (16) y un filtro (14b) asociado.
3. Dispositivo (1) según la reivindicación 1 o 2, donde la cámara fotográfica (13) comprende un filtro (14a) igual al filtro (14b) del fotodiodo (16).
- 30
4. Dispositivo (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde, en uso, uno de los tubos de reacción (12) de uno de los compartimentos (4) comprende una sustancia estéril, donde los medios de procesamiento están configurados para realizar un control negativo mediante una comparación entre la información obtenida tanto digital como analógica

del tubo de reacción (12) que contiene la muestra y el tubo de reacción (12) que contiene la sustancia estéril.

5 5. Dispositivo (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 3, donde, en uso, cada tubo de reacción (12) de un compartimento (4) comprende una muestra con dos patógenos a detectar.

10 6. Dispositivo (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una interfaz de usuario configurada para mostrar información visual relacionada con la detección en la muestra a partir de las imágenes analizadas.

7. Dispositivo (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el filtro (14b) asociado a cada fotodiodo (16) depende del tipo de reacción de detección del patógeno.

15 8. Dispositivo (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, el patógeno detectable es:

- Legionella sp.,
- Listeria sp.,
- Salmonella sp.,

20

- E. coli,
- Clostridium sp.,
- Campylobacter sp.,
- Norovirus,
- Toxoplasma,

25

- Staphylococcus sp.,
- Cronobacter sp.,
- Vibrio sp.,
- Yersinia sp.

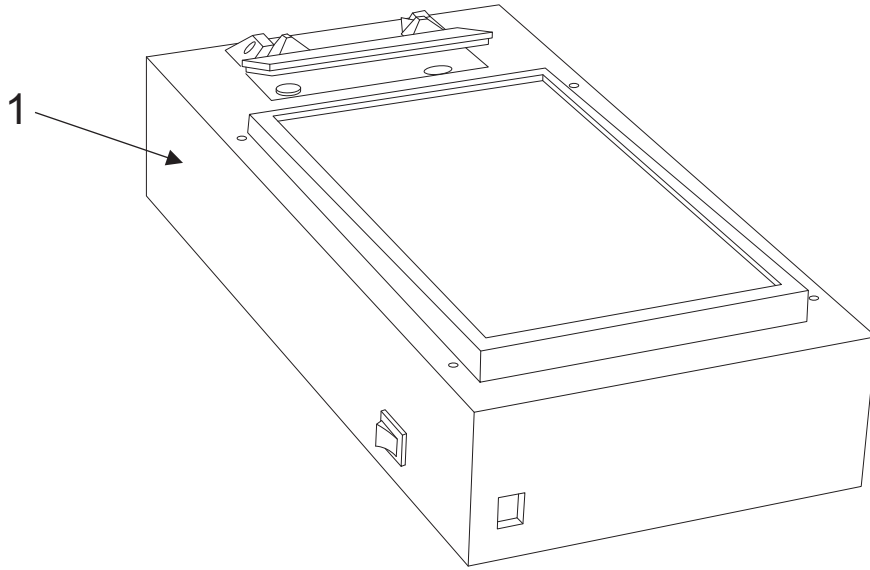


FIG. 1A

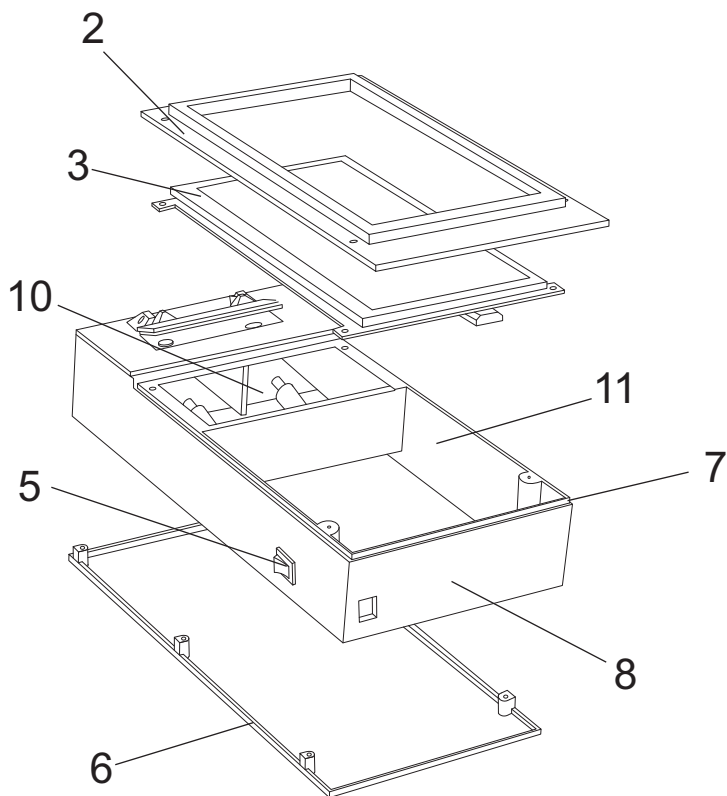


FIG. 1B

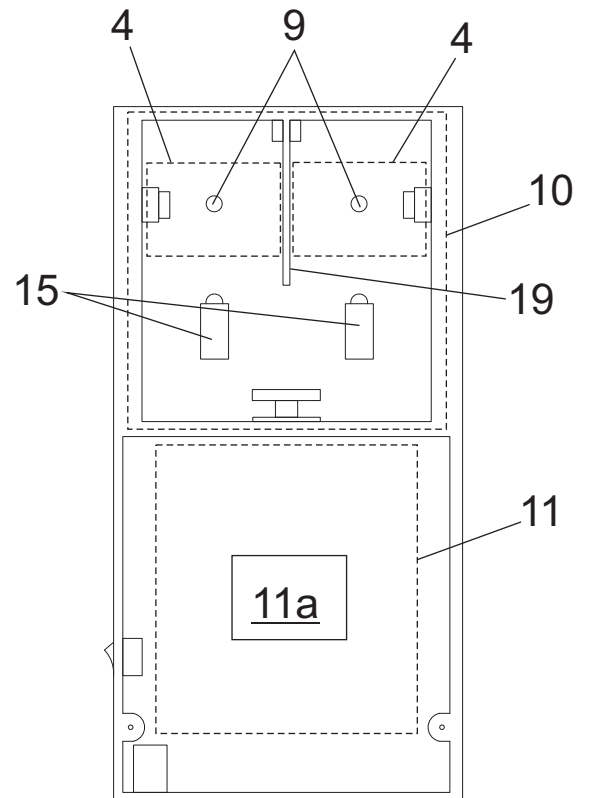


FIG. 1C

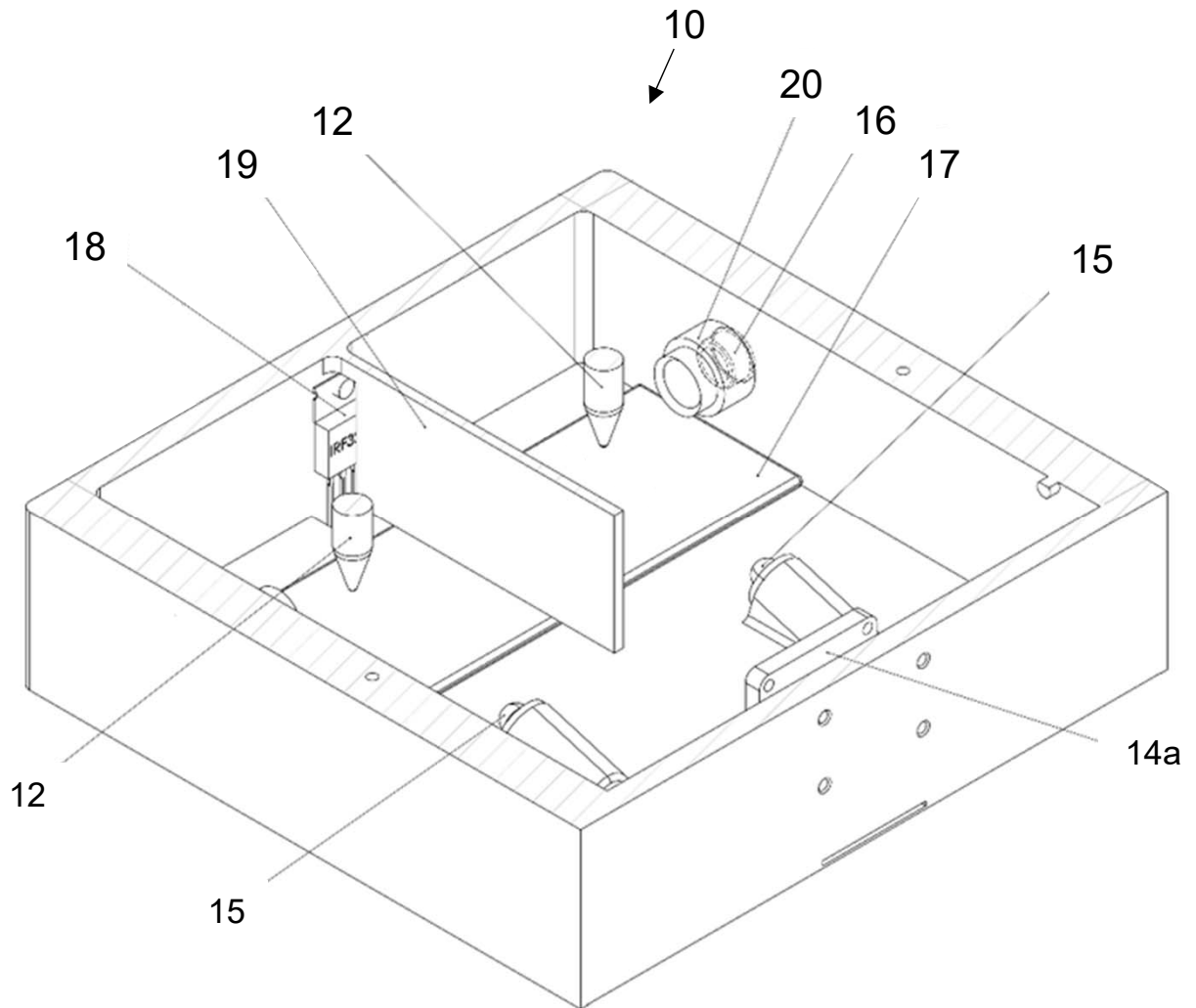


FIG. 2A

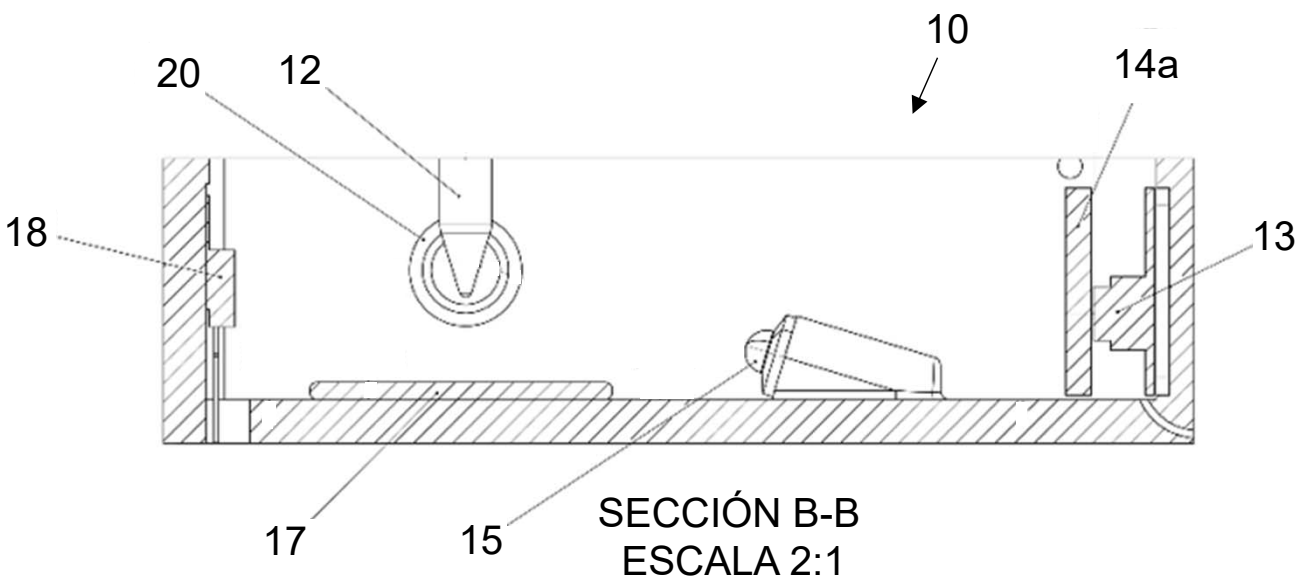
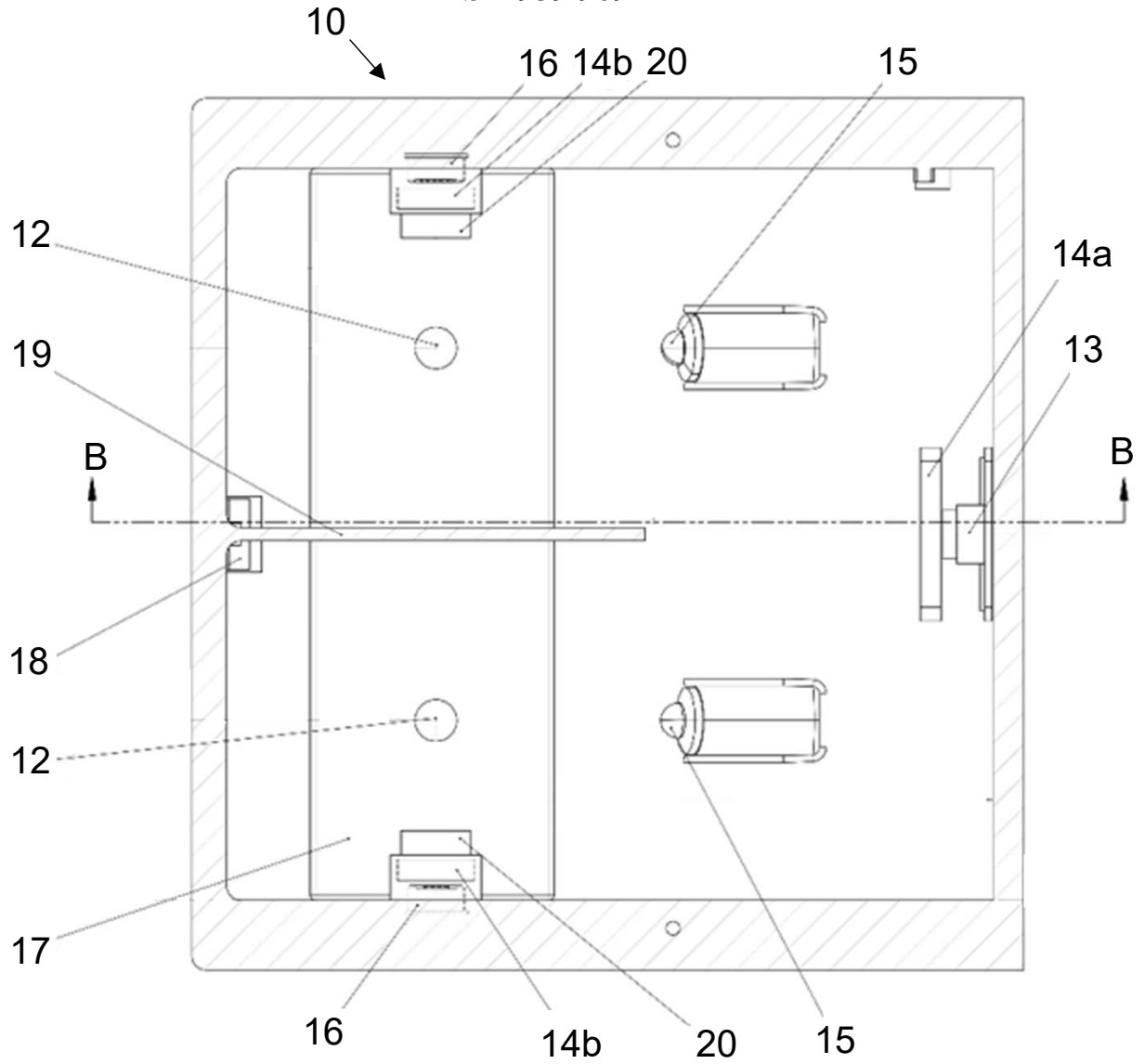


FIG. 2C

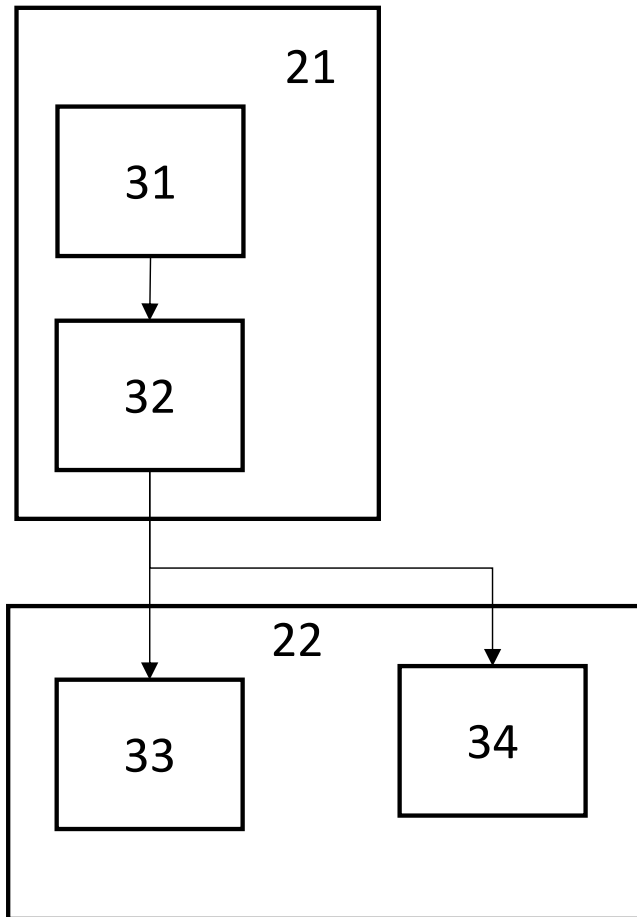


FIG. 3

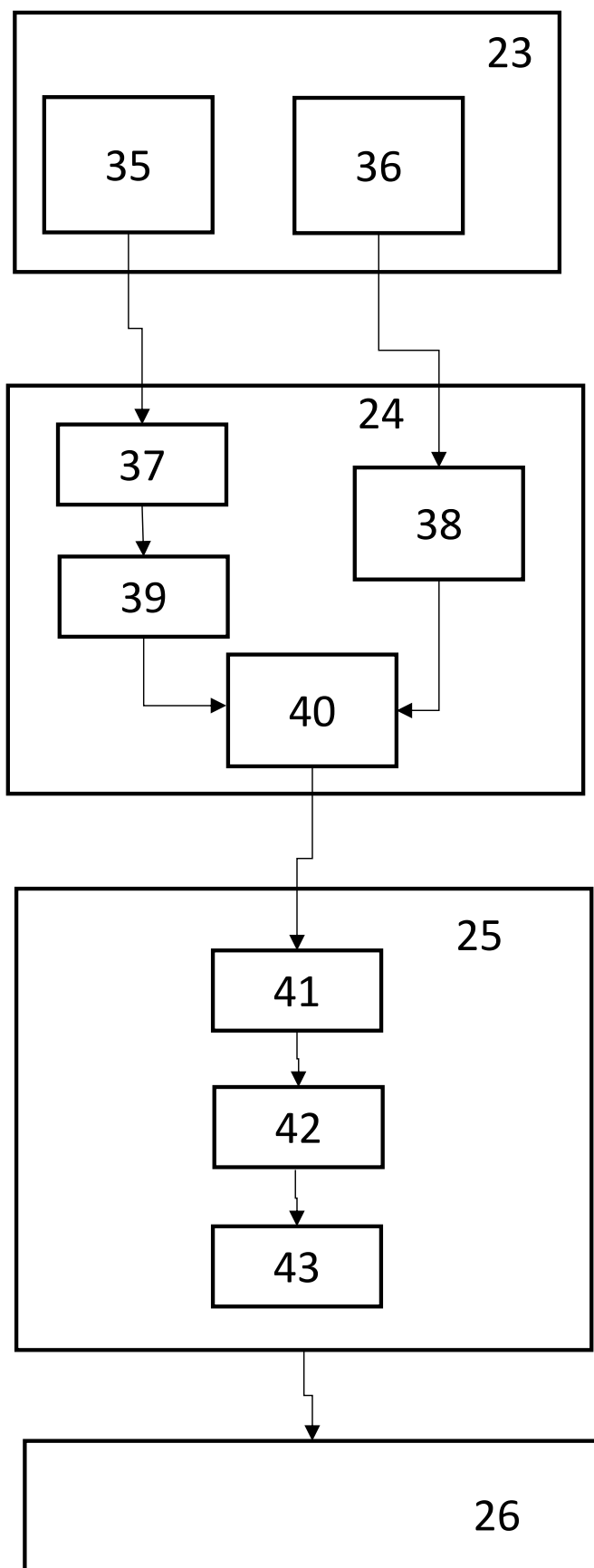


FIG. 4

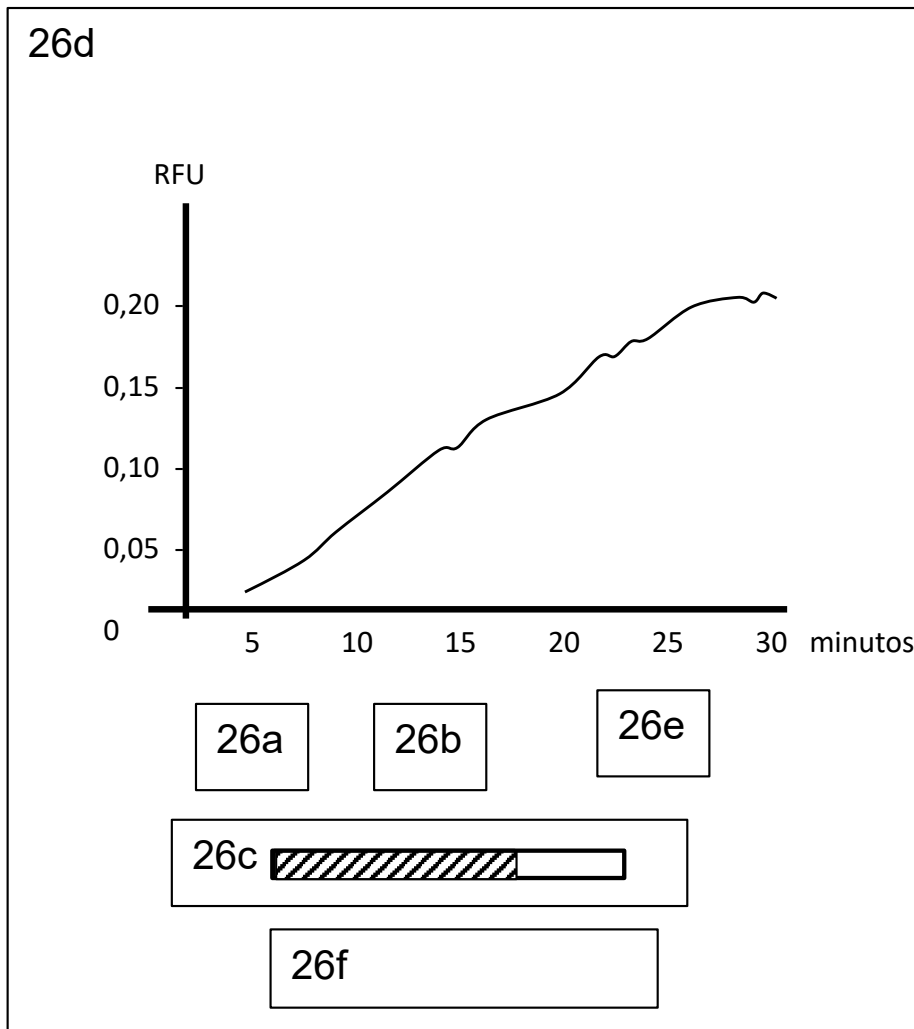


FIG. 5



- ②① N.º solicitud: 202230778
②② Fecha de presentación de la solicitud: 30.08.2022
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	WO 2015054695 A2 (IMMUNETICS INC) 16/04/2015; resumen; página 3, líneas 1-10; página 6, líneas 7-13; página 11, líneas 1-20; página 16, líneas 4-21; página 18, líneas 19-24; página 29, líneas 1-5; reivindicación 1; figuras 2, 5, 19, 31.	1-8
Y	AASHISH PRIYE et al.: "A smartphone-based diagnostic platform for rapid detection of Zika, chikungunya, and dengue viruses". Scientific Reports, 20/03/2017, Vol. 7, página 44778, <DOI: doi:10.1038/srep44778>	1-8
A	WO 2017025984 A1 (COUNCIL SCIENT IND RES) 16/02/2017; resumen; páginas 1-5; figuras 1, 4.	1-8
A	EP 1486769 A2 (WAM SPA) 15/12/2004; resumen; reivindicaciones 1, 2; figuras 1-5.	1-8
A	CN 109632666 A (UNIV ZAOZHUANG) 16/04/2019; resumen; figuras 3, 4.	1-8
A	EP 1956361 A2 (DEERE & CO et al.) 13/08/2008; resumen; párrafos [0008, 0009, 0013-0016, 0022, 0023, 0027]; figura 1.	1-8

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
27.01.2023

Examinador
S. Sánchez Paradinas

Página
1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

G01N21/64 (2006.01)

G01N21/25 (2006.01)

B01L7/00 (2006.01)

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

G01N, B01L

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, NPL, INTERNET