

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 764 550**

51 Int. Cl.:

**G01N 21/31** (2006.01)

**G01N 21/17** (2006.01)

**G01N 21/63** (2006.01)

**G01N 33/543** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.02.2016 PCT/US2016/017678**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.09.2016 WO16137758**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2016 E 16756064 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019 EP 3262398**

54 Título: **Sistemas de espectroscopía fototérmica para el análisis sincronizado compensado de ensayos de flujo y métodos para usarlos**

30 Prioridad:

**24.02.2015 US 201514630489**

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

**03.06.2020**

73 Titular/es:

**TOKITAE LLC (100.0%)  
3150 139th Avenue SE  
Bellevue, WA 98005-4046, US**

72 Inventor/es:

**GASPERINO, DAVID;  
HORNING, MATTHEW P.;  
NICHOLS, KEVIN PAUL FLOOD;  
RUTSCHMAN, PHILLIP;  
WILSON, BENJAMIN K. y  
YILDIRIM, OZGUR EMEK**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 764 550 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistemas de espectroscopía fototérmica para el análisis sincronizado compensado de ensayos de flujo y métodos para usarlos

5 Antecedentes

10 Un ensayo de flujo lateral (LFA) puede ser un dispositivo basado en papel que detecta la presencia de un analito en una muestra. Los LFA son una herramienta habitual de diagnóstico hospitalario. Los LFA funcionan por absorción capilar (por ejemplo, por la acción capilar) de una muestra de interés a través de una membrana porosa (por ejemplo, un papel) donde las reacciones químicas se pueden producir dentro o sobre la superficie de la membrana porosa. El LFA puede contener en su interior un material conjugado. Los materiales conjugados suelen formularse para proporcionar el disolvente o disolventes y reaccionante o reaccionantes necesarios para disolver, hacer reaccionar, colorear, marcar o unirse al presunto analito de una muestra. Por tanto, si está presente el analito, el conjugado o un componente de este reaccionará con el analito de la muestra. El material conjugado puede incluir un material indicador, configurado para indicar la presencia de un analito, un analito reaccionante o un complejo analito-conjugado. Normalmente, la lectura de un LFA puede ser un cambio visual en algún punto durante el LFA. Muchos LFA incluyen un material de recogida de analitos cerca del extremo distal del LFA, por lo que el analito y cualquier partícula indicadora unida a este se unen, a gran concentración, para indicar visualmente, o de otra manera, un resultado positivo o negativo.

25 Los sistemas que incorporan lectores para ensayos de espectroscopía fototérmica pueden potenciar la sensibilidad del LFA y de los resultados de ensayos similares más allá de la detección visual. Un lector para ensayo de espectroscopía fototérmica puede detectar la radiación del calor procedente de la superficie de un LFA saturado con la muestra de interés. El material conjugado al que se le ha hecho reaccionar con el analito de la muestra puede absorber la energía de la luz. El lector para ensayo de espectroscopía fototérmica puede detectar una respuesta térmica del material conjugado irradiado sobre la superficie del LFA, lo que puede proporcionar una indicación de la presencia del analito.

30 El documento EP 2743688 divulga un método para la exploración no destructiva, sin contacto y de formación de imágenes de una muestra por medio de termografía de flujo térmico. El documento US 4496839 divulga un sistema y un método para la detección e identificación remotas de especies químicas desconocidas en estados gaseosos, en aerosol y líquidos. El documento US 2014/0377770 divulga ensayos utilizados junto con un lector de contraste térmico.

35 Los fabricantes y usuarios de los lectores para ensayos de espectroscopía fototérmica y LFA continúan buscando lectores para ensayos de espectroscopía fototérmica y LFA con una capacidad de detección mejor.

## Sumario

40 Las realizaciones divulgadas en el presente documento se refieren a aparatos de espectroscopía térmica y a sistemas para el análisis sincronizado compensado de ensayos de flujo. También se divulgan los métodos de uso y operación de dichos sistemas de espectroscopía térmica.

45 Se divulga un sistema para detectar la presencia de un analito en una muestra dispuesta en un ensayo de flujo, que tiene en su interior partículas indicadoras de absorción óptica según la reivindicación 1.

50 El sistema incluye una fuente de luz colocada y configurada para irradiar, al menos, una parte del ensayo de flujo y de las partículas indicadoras de absorción óptica de su interior. El sistema incluye además un lector para ensayo de espectroscopía fototérmica, configurado para capturar una pluralidad de señales térmicas del ensayo de flujo, incluyendo las partículas indicadoras de absorción óptica. El sistema incluye adicionalmente un sistema de control, que incluye un circuito eléctrico de control acoplado de forma operativa a la fuente de luz y al lector para ensayo de espectroscopía fototérmica. El circuito eléctrico de control está configurado para sincronizar la operación de la fuente de luz y del lector para ensayo de espectroscopía fototérmica en intervalos de tiempo progresivamente compensados.

55 Se divulga un método para detectar la presencia de un analito en una muestra según la reivindicación 14. El método incluye la provisión de un ensayo de flujo que incluya en su interior una pluralidad de partículas indicadoras de absorción óptica en una base móvil de un aparato de detección. El método también incluye iniciar la operación de un aparato de detección, que incluye una fuente de luz y un lector para ensayo de espectroscopía fototérmica, configurado para capturar una pluralidad de señales térmicas del ensayo de flujo incluyendo la pluralidad de partículas indicadoras de absorción óptica de su interior. El método incluye además emitir una pluralidad de pulsos de luz desde la fuente de luz sobre al menos una parte del ensayo de flujo. El método incluye también la captura sustancialmente sincronizada de una pluralidad de señales térmicas a intervalos de tiempo progresivamente compensados, irradiándose la pluralidad de señales térmicas de, al menos, una parte del ensayo de flujo con la pluralidad de pulsos de luz. El método incluye capturar una o más de la pluralidad de señales térmicas de dicha, al menos, una parte del ensayo de flujo irradiada con la pluralidad de pulsos de luz. El método incluye además determinar la presencia del analito en la muestra en función, al menos parcialmente, de la pluralidad de señales térmicas.

Las características de cualquiera de las realizaciones divulgadas se pueden usar combinadas entre sí, sin limitación. Además, para los expertos habituales en la materia serán evidentes otras características y ventajas de la presente divulgación tras el estudio de la siguiente descripción detallada y de los dibujos adjuntos.

5 El sumario anterior solo tiene un objetivo ilustrativo y, en cualquier caso, no está destinado a ser limitante. Además de los aspectos ilustrativos, realizaciones y características descritas anteriormente, las referencias a los dibujos y a la siguiente descripción detallada harán evidentes otros aspectos, realizaciones y características.

10 Breve descripción de las figuras

Las figuras 1A-1C son vistas isométricas de un ensayo de flujo lateral durante su uso según una realización, que puede ser leído mediante cualquiera de las realizaciones de los sistemas de espectroscopía fototérmica divulgadas en el presente documento.

15 Las figuras 2A y 2B son representaciones esquemáticas de la respuesta fototérmica de los respectivos LFA cuando un analito unido a las partículas indicadoras de absorción óptica está presente y ausente, respectivamente.

La figura 3A es un gráfico de cambio de la temperatura frente al tiempo que las muestras presentan distintas concentraciones de nanopartículas de oro.

20 La figura 3B es un gráfico de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente al tiempo que las muestras presentan distintas concentraciones de nanopartículas de oro.

La figura 4A es una vista isométrica de un sistema para detectar la presencia de un analito en un LFA según una realización.

La figura 4B es una vista lateral del sistema de la figura 4A.

La figura 4C es una vista isométrica del sistema de la figura 4A, que incluye una cubierta según una realización.

25 La figura 4D es una vista isométrica de parte del sistema de la figura 4A durante su uso, según una realización.

La figura 4E es una vista isométrica de parte del sistema de las figuras 4A y 4D durante su uso, según una realización.

La figura 5A es una vista isométrica de un sistema para detectar la presencia de un analito en un ensayo de flujo lateral según una realización.

30 La figura 5B es una vista isométrica de un sistema para detectar la presencia de un analito en un ensayo de flujo lateral según una realización.

La figura 6 es un flujograma de un método para detectar la presencia de un analito en una muestra según una realización.

35 La figura 7A es una representación gráfica del retardo de tiempo progresivo entre señales procedentes de un sistema para detectar la presencia de un analito en una muestra, según una realización.

La figura 7B es una representación gráfica del retardo de tiempo progresivo entre señales procedentes de un sistema para detectar la presencia de un analito en una muestra, según una realización.

La figura 8A es un gráfico de una curva del cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente a la curva temporal, estando las curvas comparativas elaboradas con puntos de medición separados una cantidad arbitraria.

40 La figura 8B es un conjunto de gráficos de distintos puntos temporales con retardo según se usan para crear una curva de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente a la curva temporal.

Descripción detallada

45 Las realizaciones divulgadas en el presente documento se refieren a sistemas de espectroscopía térmica para el análisis sincronizado compensado de ensayos de flujo (por ejemplo, un LFA). También se divulgan los métodos de operación y uso de dichos sistemas de espectroscopía fototérmica.

50 Un LFA puede utilizarse para realizar un análisis inmediato con varios fines, tales como pruebas de drogas, pruebas de embarazo, pruebas de fertilidad y pruebas para microorganismos infecciosos, como el virus de la gripe, el virus de la hepatitis y el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), a modo de ejemplos no limitantes. Los LFA y los ensayos de flujo similares funcionan moviendo una muestra que incluye un analito en su interior, usando la acción capilar, a través de la longitud de un lecho capilar. Durante el transporte capilar, el analito de la muestra queda expuesto frente a un material conjugado, configurado para hacer reacción con el analito y para, así, ayudar a detectarlo. El conjugado puede contener partículas indicadoras (por ejemplo, partículas indicadoras de absorción óptica, etiquetables o moléculas coloreadas) en su interior. Las partículas indicadoras se unen a una molécula conjugada o se configuran de otra forma para hacer reacción con el analito, con la molécula que reacciona con el analito o con el complejo analito-conjugado, y proporcionan una indicación visual, u otra distinta, cuando se concentran en gran número (por ejemplo, se unen a una tira reactiva de indicación). La detección del analito puede depender de la ausencia o presencia de un número suficiente de analito para proporcionar una indicación visual de este que pueda percibirse. Sin embargo, durante las primeras fases de una infección, puede que el analito no esté presente en cantidad suficiente en el sistema de un sujeto infectado para poder distinguirlo visualmente por medio de un ensayo.

65 Un sistema para detectar la presencia de un analito en una muestra puede utilizar la firma térmica de las partículas indicadoras de absorción óptica (por ejemplo, la molécula etiquetable o una parte de esta, tal como una nanopartícula de oro), unidas a un analito, para determinar si el analito está presente en una muestra. Una fuente de luz puede

irradiar una parte de un LFA y, por lo tanto, elevar la temperatura de cualquier partícula indicadora de absorción óptica de su interior. Un detector térmico, tal como un lector para ensayo de espectroscopía fototérmica, puede medir la parte del LFA irradiada con luz y determinar la temperatura de esta parte del LFA durante el momento en el que se realizó la medición. Las partículas indicadoras que son fuertes absorbentes ópticos y/o térmicos, como las nanopartículas de oro, absorberán más radiación de la fuente de luz que otros materiales del LFA. Mucha de esta energía absorbida se convierte en calor, lo que produce un aumento de la radiación infrarroja de las partículas indicadoras y de los materiales circundantes, hecho que se observará mejor en una medición térmica, tal como con un espectrógrafo fototérmico, que las partes que no tienen partículas indicadoras de absorción óptica en su interior. De manera similar, una parte de un LFA que tiene una mayor concentración de partículas indicadoras de absorción óptica en su interior generará más calor durante la excitación óptica y tendrá una firma térmica diferente a la de una parte de un ensayo de flujo que tenga una concentración menor de partículas indicadoras de absorción óptica en su interior. Se puede medir un conjunto de señales térmicas (por ejemplo, de mediciones de temperatura, imágenes de espectroscopía fototérmica o imágenes infrarrojas) a intervalos de tiempo compensados de forma gradual o retardos desde el tiempo de irradiación de la fuente de luz, que se pueden usar para determinar un tiempo de captura ideal de una señal térmica. El tiempo de captura ideal proporciona el instante de tiempo en el que se localiza el mayor cambio en la temperatura por cambio en el tiempo en un analito determinado y el tiempo en el que debería analizarse una muestra (distinto al de la irradiación de la muestra) para conseguir la mayor sensibilidad para detectar el analito.

Un sistema adecuado para dichas mediciones incluye una fuente de luz, un lector para ensayo de espectroscopía fototérmica y un sistema de control para sincronizar sustancialmente la relación de tiempo entre un conjunto de irradiaciones desde la fuente de luz y la captura de las señales térmicas por parte del lector para ensayo de espectroscopía fototérmica. En función del conjunto de señales térmicas, como las capturadas en cada retardo de tiempo progresivo de cada grupo de irradiaciones desde la fuente de luz, se puede elaborar una curva de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente a la curva temporal, para así mostrar el tiempo de detección ideal. Las muestras se pueden analizar en el momento de detección ideal para conseguir la mayor sensibilidad del analito unido a las partículas de absorción óptica, para así detectarlo inicialmente.

Las figuras 1A-1C ilustran una realización de un LFA 101 durante su uso en distintos momentos de tiempo respectivos, que puede ser leído mediante cualquiera de las realizaciones de los sistemas de espectroscopía fototérmica divulgados en el presente documento. Se observa que cualquiera de las realizaciones de los sistemas de espectroscopía fototérmica divulgados en el presente documento puede leer los ensayos de flujo que tienen distintas configuraciones y, por tanto, el LFA 101 mostrado en las figuras 1A-1C es simplemente un ejemplo de ensayo de flujo adecuado. El LFA 101 incluye una capa de revestimiento 102 que tiene un primer extremo 104 y un segundo extremo 106. La capa de revestimiento 102 soporta una almohadilla para muestra 108 adyacente al primer extremo 104, una almohadilla para conjugado 110, una membrana 112, con una tira de prueba 114 y una tira de control 116, y una almohadilla de absorción capilar 118 adyacente al segundo extremo 106. En la almohadilla para muestra 108 se puede aplicar una muestra 120 que posiblemente presente un analito 122 en su interior, en donde la muestra discurre desde el primer extremo 104, a través de la almohadilla para muestra 108, la almohadilla para conjugado 116 y la membrana 112, hasta la almohadilla de absorción capilar 118, que está en el segundo extremo 106, por medio de la acción capilar. Cualquier analito 122 de la muestra 120 puede unirse a un material conjugado 124, incluyendo cualquier partícula indicadora de su interior, y se traslada a la membrana 112, en donde el complejo conjugado-analito se recoge sobre la tira de prueba 114 por medio de la interacción con una o más de una pluralidad de moléculas de captura 128 (por ejemplo, anticuerpos u otras moléculas capaces de retener uno o más del analito, el conjugado o las partículas indicadoras) en la tira de prueba 114. Algunos del analito 122, el complejo analito-conjugado, las moléculas del conjugado u otro material de la muestra 120 puede pasar por la tira de prueba 114 y unirse a una tira de control 116 a través de una o más de una pluralidad de moléculas de control 130, que están configuradas para capturar uno o más de: el analito 122, el complejo analito-conjugado, las moléculas del conjugado u otro material de la muestra, para así proporcionar una indicación visible de la eficacia de la prueba.

En cuanto a la figura 1A, en una realización en un primer punto temporal, una muestra 120 puede incluir cualquier sustancia o fluido capaz de portar un presunto analito 122 (por ejemplo, una dispersión, emulsión, etc.) como sangre diluida o sin diluir, suero, orina, saliva, mucosidades u otras muestras de un sujeto de la prueba. La muestra 120, que incluye cualquier analito 122 en su interior, se coloca en la almohadilla para muestra 106 usando una pipeta, una pipeta de Pasteur, vertiéndola, sumergiéndola o mediante cualquier otra técnica adecuada. La muestra 120 se traslada desde el primer extremo 104 hacia el segundo extremo 106 por medio de acción capilar. La muestra 120 pasa primero a través de la almohadilla para conjugado 110.

La almohadilla para conjugado 110 incluye un material conjugado 124 en, al menos, una de sus partes (por ejemplo, integrado o dispersado de otra forma en su interior). El material conjugado 124 se puede formular para que reaccione con un analito específico (por ejemplo, un antígeno, molécula, etc.) para así generar un complejo analito-conjugado o molécula específica. Los materiales del conjugado habituales pueden incluir reaccionantes químicos, anticuerpos 125, sustancias bioactivas, azúcares, sales, partículas indicadoras 126 (por ejemplo, látex, oro coloidal, nanoesferas u otras moléculas adecuadas) que pueden incluir partículas indicadoras de absorción óptica, y otros materiales formulados para garantizar la reacción o unión apropiada entre el analito y uno o más componentes del conjugado o partículas indicadoras. Por ejemplo, el analito 122 puede ser un virus o un antígeno y el material conjugado 124 puede contener el anticuerpo 125 del virus o antígeno, el anticuerpo puede presentar, unida a él, una partícula indicadora de absorción

5 óptica 126. Las partículas indicadoras de absorción óptica que se usan con las realizaciones de los sistemas para espectroscopía fototérmica divulgados en el presente documento absorben la energía electromagnética, por ejemplo, la energía de la luz, y posteriormente emiten energía térmica, por ejemplo, calor. Las longitudes de onda adecuadas de radiación electromagnética pueden incluir una o más de: la luz visible, radiación infrarroja, radiación ultravioleta, radiación de microondas o cualquier otra radiación electromagnética capaz de suministrar energía térmica, incluyendo tanto longitudes de onda visibles como no visibles. Las partículas indicadoras de absorción óptica pueden incluir, al menos, una de nanoplaquetas de plata, nanopartículas de oro, nanobarras de oro, nanojaulas de oro, nanotubos de carbono de pared múltiple, partículas coloidales de magnetita, nanopartículas de ferrita o nanoesferas de celulosa, como nanoesferas de celulosa azul. Tras su exposición hacia la muestra 120, el material conjugado 124 se puede unir al analito 122 de su interior, formando así el complejo analito-conjugado 140 (figura 1B).

15 Con referencia a la figura 1B, en un segundo punto temporal, el analito 122 de la muestra 120 se ha unido al material conjugado 124, formando la pluralidad de complejos de analito-conjugado 140. Como se muestra, la acción capilar mueve la pluralidad de complejos de analito-conjugado 140 a través de la membrana 112 hacia el segundo extremo 106. La membrana 112 puede incluir un material hidrófilo, con membranas habituales que incluyen nitrocelulosa, tal como papel de nitrocelulosa. La membrana 112 incluye una tira de prueba 114 en su interior. La tira de prueba 114 se extiende desde un lado del LFA 101 hasta el otro lado del LFA 101. La tira de prueba 114 puede hacerse a partir de una pluralidad de moléculas de captura 128 individuales (por ejemplo, anticuerpos u otras moléculas capaces de retener el complejo analito-conjugado 140) ancladas a la membrana 112 en forma de tira u otra configuración adecuada, definiendo así la tira de prueba 114. Las moléculas de captura 128 individuales se unen a una parte del complejo analito-conjugado 140 individual, reteniendo así el complejo analito-conjugado 140, que incluye las partículas indicadoras de absorción óptica en su interior. Cuando una parte suficiente de la pluralidad de los complejos analito-conjugado 140 se une a la tira de prueba 114, se puede determinar un resultado positivo. El resultado positivo se puede determinar de forma visual o, de manera más exacta, a través de la detección térmica de las regiones del ensayo que incluyen un gran número de partículas indicadoras de absorción óptica 126, como en la tira de prueba 114.

30 En cuanto a la figura 1C, en un tercer punto temporal, al menos algunos de la pluralidad de complejos analito-conjugado 140 se han unido a la pluralidad de moléculas de captura 128, y una parte de estos y cualquier material conjugado 124 sin unir han pasado la tira de prueba 114, moviéndose hacia la tira de control 116. La tira de control 116 se extiende desde un lado del LFA 101 hasta el otro lado del LFA 101, por ejemplo, paralela a la tira de prueba 114. La tira de control 116 se crea con una pluralidad de moléculas de control 130 individuales (por ejemplo, anticuerpos u otras moléculas capaces de retener uno o más de: el analito 122, el material conjugado 124 (incluyendo las partículas indicadoras), los complejos analito-conjugado 140 o partículas indicadoras sin unir) ancladas a la membrana 112 en forma de tira u otra configuración adecuada, definiendo así de forma colectiva la tira de control 116. Normalmente, las moléculas de control 130 individuales se unen a una parte del material conjugado 124. Cuando se une la cantidad suficiente de la pluralidad de materiales conjugados 124 a la tira de control 116, se puede realizar la determinación positiva de que el LFA 101 ha funcionado adecuadamente. La determinación positiva se puede realizar de forma visual o, de manera más exacta, a través de la detección térmica de las regiones que contienen partículas indicadoras de absorción óptica 126 en el material conjugado 124, agrupadas en grandes números, como en la tira de control 116.

45 Las figuras 2A y 2B son representaciones esquemáticas de la respuesta de la espectroscopía fototérmica (PTS) del LFA cuando el analito 122 unido a las partículas indicadoras de absorción óptica 126 está presente y ausente en su interior, respectivamente. La diferencia entre la respuesta de la PTS en las figuras 2A y 2B demuestra cómo se puede observar el resultado de prueba positiva (figura 2A) o negativa (figura 2B) a través de la obtención de imágenes térmicas. La figura 2A ilustra el LFA 101a que incluye una pluralidad de complejos analito-conjugado 140 unida a una pluralidad de moléculas de captura 128 en una tira de prueba 114. La luz irradia, al menos, una parte del LFA 101a en la tira de prueba 114 que incluye la pluralidad de complejos analito-conjugado 140 en una ubicación de haz 230 (por ejemplo, la región del LFA irradiada por la luz 231). La figura 2A también ilustra el perfil de temperatura correspondiente en la ubicación del haz 230.

55 A diferencia de la figura 2A, la figura 2B ilustra el LFA 101b en el que una pluralidad de moléculas de captura 128 forma una tira de prueba 114. La luz irradia, al menos, una parte del LFA 101a (la ubicación del haz 230) en la tira de prueba 114. La figura 2B también ilustra el perfil de temperatura correspondiente en la ubicación del haz 230. El LFA 101b carece de complejos analito-conjugado 140, que representa una muestra negativa y, por lo tanto, tiene una menor capacidad térmica que el LFA 101a debido a la falta de partículas indicadoras de absorción óptica 126. Los perfiles de temperatura demuestran que el LFA 101a consigue una mayor temperatura que el LFA 101b. La diferencia en el perfil de temperatura se debe a la presencia de partículas indicadoras de absorción óptica en el LFA 101a y a la falta de partículas indicadoras de absorción óptica en el LFA 101b. Las partículas indicadoras de absorción óptica 126 aumentan la capacidad del LFA para absorber energía térmica, tal y como se muestra en los espectrógrafos fototérmicos.

65 La longitud de onda, la intensidad y la duración de la exposición de luz influyen en cuánto calor se puede almacenar en un LFA o en partes de este (por ejemplo, las partículas indicadoras de absorción óptica). La exposición durante más tiempo puede proporcionar información útil. Por ejemplo, la figura 3A es un gráfico del cambio en la temperatura

frente al tiempo de las muestras que tienen distintas concentraciones de partículas indicadoras de absorción óptica (altas y bajas, respectivamente). Las partículas indicadoras de absorción óptica, en este ejemplo, fueron nanopartículas de oro. Como se muestra, una concentración más elevada de nanopartículas de oro (GNP) proporciona un mayor cambio en la temperatura frente al tiempo que una concentración menor de nanopartículas de oro. Sin embargo, la relación (por ejemplo, proporción) entre el cambio en la concentración alta y baja de la temperatura frente a las curvas temporales permanece relativamente constante. La figura 3B es un gráfico del cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente al tiempo de las muestras que tienen distintas concentraciones de partículas indicadoras de absorción óptica (altas y bajas, respectivamente). Las partículas indicadoras de absorción óptica utilizadas en la prueba de la figura 3B también fueron nanopartículas de oro. Como se muestra, la curva de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente a la curva temporal de la gran concentración de nanopartículas de oro tiene una relación proporcional de cambio con respecto a la curva de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente a la curva temporal de la baja concentración de nanopartículas de oro. El gráfico de la figura 3B demuestra que la proporción entre las dos, la curva de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente a las curvas temporales cambia con el paso del tiempo y, finalmente, convergen. Sin embargo, se puede conseguir una proporción entre las dos curvas a casi 100 ms, que muestra el punto donde el efecto térmico es mayor, lo que se correlaciona con el límite inferior de detección. Otras muestras observadas en este punto temporal dentro de esta estructura de ensayo se pueden utilizar de forma fiable para facilitar una detección más rápida gracias al mayor contraste con el ruido térmico de fondo. Por ejemplo, una muestra que tiene una concentración menor del complejo analito-conjugado 140 puede indicar un caso de enfermedad o afección incipiente o leve. La detección de dicha concentración baja puede estar supeditada al ruido térmico de fondo en un LFA. La determinación y las pruebas en el tiempo de detección ideal pueden proporcionar un tiempo en el que se pueden detectar de forma fiable las concentraciones menores de microorganismos infecciosos, como de un virus u otro analito, por encima del ruido de fondo o de las características de temperatura.

Un lector para ensayo de espectroscopía fototérmica puede detectar la señal o firma térmica de una o más partes de un LFA. Los lectores habituales para ensayo de espectroscopía fototérmica pueden incluir un detector térmico, una cámara térmica, una cámara o una cámara infrarroja (IR), tal como una cámara IR de FLIR® Systems. Los lectores para ensayo de espectroscopía fototérmica capaces de capturar señales con un alto índice de fotogramas (por ejemplo, las señales térmicas capturadas a menos de aproximadamente 110 Hz o a más de aproximadamente 9 fotogramas por minuto) son caros y deben someterse a controles de importación y exportación. Las leyes de exportación actuales de Estados Unidos (*International Traffic in Arms Regulations* (ITAR) y *Export Administration Regulations* (EAR)) limitan el índice de fotogramas al que pueden operar legalmente las cámaras térmicas. Por tanto, para observar reglamentariamente la precisión o resolución adecuada de una curva, no se puede utilizar un sistema de lector para ensayo de espectroscopía fototérmica estándar porque el pico de la curva puede quedar recortado o incompleto debido al índice de fotogramas lento necesario del lector para ensayo de espectroscopía fototérmica acorde con la ITAR/EAR. Las realizaciones divulgadas en el presente documento se refieren a sistemas que cumplen con las leyes de control de exportación y que son más baratos que un sistema que usa un lector para ensayo de espectroscopía fototérmica con un elevado índice de fotogramas.

Las figuras 4A-4E muestran una realización de un sistema para detectar la presencia de un analito en el LFA. El sistema 400 incluye una estructura de soporte 410 que tiene una base móvil 420, una fuente de luz 430, un lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440 y un sistema de control 450 fijado a este. Durante su uso, la base móvil 420 soporta repetidamente cada uno de un conjunto de LFA en una posición de trabajo, en donde la fuente de luz 430 puede irradiar, al menos, una parte del LFA (por ejemplo, la tira de prueba) de la base móvil 420. La posición de trabajo de la base móvil 420 también alinea el campo de visión del lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440 con el área irradiada del LFA (ubicación del haz), de modo que el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440 puede capturar una o más señales térmicas en la ubicación del haz. La sincronización de la irradiación y de la obtención de imágenes térmicas se puede efectuar con el sistema de control 450. Por ejemplo, el sistema de control 450 está configurado para sincronizar el tiempo de captura de una señal térmica, procedente del lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440, con el tiempo de encendido de la fuente de luz 430 para proporcionar un conjunto de señales térmicas. El sistema de control 450 se puede configurar para proporcionar la sincronización compensada del dominio de tiempo del tiempo de captura de un conjunto de señales térmicas, procedente del lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440, con un conjunto de emisiones de luz de la fuente de luz 430, para así proporcionar un conjunto de señales térmicas con retardo progresivo (por ejemplo, secuencialmente más largo) o regresivo (por ejemplo, secuencialmente más corto).

La figura 4A es una vista isométrica del sistema 400. La estructura de soporte puede incluir una base 412; un elemento de soporte trasero 414 acoplado a la base 412 y que se extiende verticalmente desde esta; y un elemento superior 416, acoplado al elemento de soporte trasero 414 en una posición en o cerca de la parte superior del elemento de soporte trasero 414, extendiéndose horizontalmente desde este el elemento superior 416. Una o más partes de la estructura de soporte 410 pueden elaborarse con cerámica, metal (por ejemplo, acero, aluminio, aleaciones, etc.), plásticos, piedra molida o cualquier otro material capaz de soportar los componentes del sistema 400 sin deformarse de forma significativa. La figura 4B es una vista lateral del sistema 400 de la figura 4A.

La base 412 puede soportar la base móvil 420 en una posición adecuada para sujetar secuencialmente cualquier número de LFA en la posición de trabajo. La posición de trabajo alinea una parte seleccionada del LFA, que debe ser irradiada con luz de la fuente de luz 430, con un campo de visión del lector para ensayo de espectroscopía fototérmica

440 para permitir que el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440 capture una pluralidad de señales térmicas. La base móvil puede estar configurada para retener de forma repetida un conjunto de LFA en la posición de trabajo. La base móvil 420 puede incluir una bandeja con una ranura en su interior. Por ejemplo, la bandeja puede incluir una o más características de retención, configuradas para sujetar un LFA en la ranura. Las características de retención pueden incluir pinzas, abrazaderas, adhesivos, sujeciones o elementos similares. La ranura puede estar configurada para sujetar un tipo o tamaño específico de LFA, o puede estar configurada para sujetar varios tipos o tamaños de LFA. La base móvil 420 también puede incluir una mesa de trabajo ajustable sobre la que se puede montar la bandeja y/o los LFA. La mesa de trabajo ajustable puede incluir cualquier mecanismo de ajuste adecuado, adaptado para permitir el movimiento de la tabla en una o más direcciones, por ejemplo, correderas, husillos de bolas, carriles u otros medios de ajuste que se extienden en uno o más de los planos de coordenadas X, Y o Z.

La fuente de luz 430 puede estar configurada para emitir uno o más pulsos de luz distintos, tal como un conjunto o pluralidad de pulsos de luz. Las fuentes de luz adecuadas pueden incluir fuentes de luz láser o cualquier otra fuente de luz de gran intensidad, capaz de emitir luz enfocada y/o energía térmica hacia una región objetivo. Por ejemplo, la fuente de luz 430 puede configurarse para emitir uno o más de una pluralidad de pulsos de luz, como respuesta a la recepción de una o más de una pluralidad de señales de emisión de luz, tal como las señales de emisión de luz enviadas desde el circuito eléctrico de control. La fuente de luz 430 puede colocarse sustancialmente perpendicular a la base móvil 420 y/o al LFA de encima, de modo que la luz emitida desde esta golpee el LFA en un ángulo de aproximadamente 90 grados. En algunas realizaciones, la fuente de luz 430 puede colocarse en un ángulo con respecto a la base móvil 420 y/o al LFA de encima, de modo que la luz emitida desde esta golpee el LFA en un ángulo de incidencia de aproximadamente 45 grados a aproximadamente 90 grados. La fuente de luz puede montarse o acoplarse directa o indirectamente sobre el elemento de soporte trasero 414 o el elemento superior 416.

La fuente de luz 430 puede configurarse para emitir pulsos de luz distintos con diferentes duraciones. Por ejemplo, la fuente de luz 430 puede configurarse para emitir un pulso de luz durante aproximadamente 1 ms o más, tal como durante aproximadamente 5 ms a aproximadamente 500 ms, aproximadamente 50 ms, aproximadamente 100 ms, aproximadamente 150 ms, aproximadamente 200 ms, aproximadamente 750 ms, aproximadamente 1 s o aproximadamente 2 s. La fuente de luz 430 puede configurarse para emitir distintas intensidades de luz, que incluyen aproximadamente 50 mW o más, tal como de aproximadamente 50 mW a aproximadamente 1 W, de aproximadamente 101 mW a aproximadamente 500 mW, de aproximadamente 100 mW a aproximadamente 200 mW, de aproximadamente 150 mW a aproximadamente 300 mW, o aproximadamente 150 mW. La fuente de luz 430 se puede configurar para emitir una luz con una o más longitudes de onda promedio distintas, tal como de aproximadamente 400 nm a aproximadamente 800 nm. En una realización, la fuente de luz 430 se puede configurar para emitir luz verde con una longitud de onda promedio de entre aproximadamente 495 nm y aproximadamente 570 nm, tal como de entre aproximadamente 520 nm y aproximadamente 550 nm, aproximadamente 555 nm o aproximadamente 535 nm. En una realización, la fuente de luz 430 se puede configurar para emitir luz roja con una longitud de onda promedio de entre aproximadamente 620 nm y aproximadamente 750 nm, tal como de entre aproximadamente 630 nm y 680 nm, o de aproximadamente 650 nm. En algunas realizaciones, el sistema 400 puede incluir dos o más fuentes de luz 430, que se pueden configurar para emitir luz con las mismas características o con características distintas entre sí (por ejemplo, la longitud de onda promedio, la duración o la intensidad de la luz). El sistema 400 se puede configurar para hacer que las dos o más fuentes de luz emitan luz de forma sustancialmente simultánea, de forma alterna o como apoyo (solo si falla una de las fuentes de luz que tienen que emitir luz).

El lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440 se puede configurar para capturar una o más señales o firmas térmicas de al menos una parte del LFA, tal como un conjunto de una pluralidad de señales térmicas. El lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440 se puede configurar para determinar la temperatura de una o más regiones de cada señal térmica. Los lectores para ensayo de espectroscopía fototérmica 440 pueden incluir una cámara térmica o una cámara infrarroja (IR), como una cámara infrarroja FLIR® para la obtención de imágenes termográficas de FLIR® Systems, Inc. en Wilsonville, Oregón. El lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440 se puede colocar en un ángulo incidente con respecto a la superficie superior del LFA sobre la base móvil 430. El lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440 se puede colocar en el ángulo incidente de aproximadamente 10 grados o más desde la superficie superior del LFA, tal como de aproximadamente 10 grados a aproximadamente 80 grados, de aproximadamente 30 grados a aproximadamente 60 grados o, como se muestra en la figura 4B, de aproximadamente 45 grados. El lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 430 puede montarse o acoplarse directa o indirectamente sobre el elemento de soporte trasero 414.

El sistema 400 incluye un sistema de control 450, configurado para sincronizar el diferencial de tiempo entre la emisión de luz desde la fuente de luz 420 y la captura de señales térmicas por parte del lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440. El sistema de control 450 se puede configurar para sincronizar un retardo de tiempo que aumenta de forma progresiva o regresiva entre cada emisión de luz desde la fuente de luz 420 y cada captura de señal térmica correspondiente por parte del lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440 de un conjunto de emisiones de luz y señales térmicas correspondientes. El sistema de control 450 se puede configurar para sincronizar un retardo de tiempo compensado de forma progresiva o regresiva (por ejemplo, que aumenta o se reduce) entre la captura de señales térmicas por parte del lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440 y cada emisión de luz correspondiente desde la fuente de luz 420 de un conjunto de emisiones de luz y señales térmicas correspondientes. El sistema de control puede incluir un circuito eléctrico de control 452. El sistema de control 450, que incluye el circuito

eléctrico de control 452, está acoplado de forma operativa a uno o más de: la fuente de luz 430 y el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440.

Uno o más componentes del sistema de control 450 se pueden configurar para enviar, recibir, coordinar o procesar una o más señales hacia o desde una o más de: la fuente de luz 430 o el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440. Por ejemplo, el circuito eléctrico de control 452 se puede configurar para enviar una pluralidad de señales de emisión de luz a la fuente de luz, siendo eficaz la señal de emisión de luz en desencadenar que la fuente de luz 430 emita un pulso de luz (por ejemplo, emita un pulso de luz láser sobre el LFA). El circuito eléctrico de control 452 se puede configurar para enviar una pluralidad de señales de captura al lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440, siendo eficaz cada señal de captura en provocar que el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440 capture una señal térmica (por ejemplo, una señal térmica de la parte irradiada del LFA). Como se trata a continuación en mayor detalle, el sistema de control 450 puede incluir una o más de: una compuerta de retardo, una memoria, una interfaz de usuario, un circuito eléctrico de control del detector, un gatillo de captura, un circuito eléctrico de control de la fuente de luz, un gatillo de emisión, un relé de señales o una unidad de señales de sincronización. Cualquier componente del sistema de control 450, como el circuito eléctrico de control 452, puede acoplarse de forma operativa a uno o más componentes del sistema 400, tal como la fuente de luz 430, otro componente del sistema de control 450 o el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440 a través de una conexión inalámbrica o una conexión eléctrica física (por ejemplo, alámbrica).

La figura 4C muestra el sistema 400 de las figuras 4A, 4B, 4D, y 4E con una cubierta 460 que se extiende en torno a la estructura de soporte 410 y que alberga, al menos, una parte de cada una de la estructura de soporte 410, la base móvil 420, la fuente de luz 430, el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440 y el sistema de control 450. La cubierta 460 se puede fijar a la estructura de soporte 410 en una o más de: la base 412, el elemento de soporte trasero 414 o el elemento delantero 416. La cubierta 460 se puede fijar de manera extraíble a la estructura de soporte 410 por medio de sujeciones mecánicas (por ejemplo, varillas, tornillos, pernos, pinzas, etc.), adhesivos o imanes. La cubierta 460 puede incluir una o más láminas metálicas, que incluyen de aluminio, estaño o acero; plástico (por ejemplo, policarbonato, delrin o acrílico); cerámica o cualquier otro material adecuado. La cubierta 460 puede incluir un puerto 462 para poder acceder a, al menos, una parte del sistema 400 durante el uso. El puerto 462 se puede colocar sobre la parte delantera de la cubierta y ubicarse radialmente con respecto a la base móvil 420, de modo que el usuario puede acceder a la base móvil 420, que incluye al menos la mesa y la ranura (si está presente), a través del puerto 462. El puerto 462 se puede extender lateralmente desde el punto medio de la cara delantera de la cubierta 460 hasta los puntos intermedios a las caras laterales de la cubierta 460. El puerto 462 se puede extender verticalmente desde una parte inferior de la cara delantera, que comienza sustancialmente por debajo de la base móvil 420 y que se extiende hasta una parte más alta que la cara delantera de la cubierta 460, hasta un punto por encima de la base móvil 420 pero en un punto intermedio del elemento superior 416. El puerto 462 puede incluir una puerta 463 capaz de cerrarse, para así sellar o proteger sustancialmente los contenidos de dentro de la cubierta 460 del entorno exterior. La puerta 463 puede ser una puerta corredera, como se muestra, una puerta abisagrada, una puerta giratoria o cualquier otra cubierta adecuada para el puerto 462.

Aunque se ilustra que los componentes del sistema 400 tienen una disposición sustancialmente vertical, se contemplan otras disposiciones, como la horizontal. Por ejemplo, se elaboró un ejemplo de trabajo (no mostrado) que tenía una base móvil configurada para sujetar un LFA en orientación vertical. Se colocó un láser de forma horizontal y lateral con respecto al LFA y se colocó una cámara infrarroja en un ángulo que incidía horizontalmente lateral con respecto al LFA, de modo que el punto focal de esta se alineó con la ubicación del haz del láser de encima.

Las figuras 4D y 4E son vistas isométricas del sistema 400 mostrado en las figuras 4A y 4B en diferentes momentos durante su uso. La figura 4D ilustra el sistema 400 durante la emisión de un pulso de luz 431 desde la fuente de luz 430. El LFA 401 se coloca sobre la base móvil 420, de modo que la luz 431 irradia una parte seleccionada de la ubicación del haz 403 (por ejemplo, la tira de prueba irradiada con luz) del LFA 401. La luz 431 puede inducir la absorción de la radiación que resulta del calentamiento del LFA 401 y de cualquier partícula indicadora de absorción óptica de su interior.

La figura 4E ilustra el sistema 400 durante la captura de una señal térmica de, al menos, la parte seleccionada del LFA 401. El LFA 401, que incluye la parte seleccionada de este (por ejemplo, la tira de prueba), se coloca en la posición de trabajo, de modo que la luz 431 procedente de la fuente de luz 420 irradia la parte seleccionada de la ubicación del haz 403 del LFA 401 en o cerca del punto focal 441 o campo de visión del lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440. La ubicación del haz 403 y el punto focal 441 pueden ser sustancialmente coextensivos. El lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440 captura una o más señales térmicas en el punto focal 441. Cuando las señales térmicas son las de la parte irradiada de un LFA 401 y la parte irradiada incluye la tira de prueba del LFA 401, se puede determinar la presencia de un analito en su interior gracias a la firma térmica de las partículas indicadoras de absorción óptica unidas a este. Por ejemplo, las partículas indicadoras de absorción óptica (por ejemplo, las nanopartículas de oro) retienen más calor que las moléculas de captura vacías o que el material de membrana subyacente de la tira de prueba. Por tanto, la señal térmica de una muestra positiva se representará como una señal térmica más caliente, mientras que la señal térmica de una muestra positiva se representará como más fría que la muestra positiva, pues no hay tantas partículas capaces de retener el calor aplicado a través de la luz 431. Adicionalmente, algunos lectores para ensayo de espectroscopía fototérmica son capaces de determinar la

temperatura de distintas partes de la señal térmica dentro de un intervalo de precisión de 2 grados Celsius. En una realización de este tipo, el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 440 puede tomar una lectura de la temperatura promedio de una o más partes de una o más señales térmicas o una temperatura promedio de dicha una o más señales térmicas completas. El sistema de control 450 puede transmitir o almacenar dichas lecturas de temperatura correlacionadas con cada señal térmica capturada para utilizarlas en análisis, como se comenta con más detalle más adelante.

Debe observarse que el sistema 400 ilustrado en las figuras 4A-4E es simplemente uno de muchas realizaciones distintas. En esta divulgación se pueden usar y se contemplan otras configuraciones de sistema.

La figura 5A es un diagrama esquemático de una realización de un sistema 500a para detectar la presencia de un analito en una muestra. El sistema 500a o partes de este pueden ser idénticas o similares al sistema 400 o a partes de este. El sistema 500a puede incluir una fuente de luz 530, un lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540 y un sistema de control 550a. El sistema de control 550a puede conectarse de forma operativa a uno o ambos de la fuente de luz 530 o del lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540 a través de una o más conexiones 505. Las conexiones 505 pueden ser inalámbricas o pueden ser conexiones eléctricas físicas (por ejemplo, cables o circuitos).

En una realización, el sistema 500a es una fuente de luz o un sistema impulsado por un circuito eléctrico de control, en el que cada emisión de luz, o señal que ordena esta, inicia la captura de una señal térmica o señal que ordena esta correspondiente.

El sistema de control 550a incluye un circuito eléctrico de control 552, que puede acoplarse directa o indirectamente a uno o más de: la fuente de luz 530 o el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540 a través de una o más conexiones 505. El circuito eléctrico de control 552 puede incluir uno o más de: un relé de señales 554 o una compuerta de retardo 556, cada uno de los cuales también se configura como cualquiera de los circuitos eléctricos adecuados divulgados en el presente documento. El circuito eléctrico de control 552 se puede configurar para ordenar que el relé de señales 554 envíe una o más de una pluralidad de señales de emisión de luz 511 hacia la fuente de luz 530 y una o más de una pluralidad de señales de captura 512 al lector para ensayo de espectroscopía fototérmica. En una realización, el circuito eléctrico de control 552 está configurado para sincronizar el envío de un conjunto de señales de emisión 511 con un conjunto de señales de captura 512, estando cada señal de emisión de luz 511 sincronizada con una señal de captura 512 correspondiente. En una realización, el circuito eléctrico de control 552 está configurado para sincronizar el envío de cada señal de captura 512 posterior con un intervalo o retardo de tiempo compensado de forma progresiva o regresiva de cada señal de emisión de luz 511 correspondiente del conjunto de señales de emisión. Por ejemplo, el circuito eléctrico de control 552 puede configurarse para compensar la captura de cada señal térmica de un conjunto de señales térmicas con retardo con un retardo de tiempo fijo (por ejemplo, de aproximadamente 5 milisegundos (ms) o de aproximadamente 10 ms) en múltiplos de este (por ejemplo, el retardo de tiempo fijo, seguido de dos veces el retardo de tiempo fijo, seguido de tres veces el retardo de tiempo fijo, etc.). Por ejemplo, una señal de captura 512 se puede enviar desde el relé de señales 554 al mismo tiempo que la señal de emisión de luz 511 se envía desde el relé de señales 554, la señal de captura 512 inmediatamente posterior puede enviarse con un retardo de tiempo fijo después de enviar la señal de emisión de luz 511 hacia la fuente de luz 530, y la siguiente señal de captura 512 posterior se puede enviar con dos retardos de tiempo fijos después de que la señal de emisión de luz correspondiente sea enviada hacia la fuente de luz 530, y así sucesivamente. De manera similar, la compensación entre señales puede compensarse de forma regresiva con el retardo de tiempo fijo (por ejemplo, 30 ms, después 25 ms, después 20 ms, después 15 ms, etc.). Los retardos de tiempo fijos adecuados se pueden seleccionar en función de uno o más de: el presunto tipo de analito, las moléculas de captura, las partículas indicadoras de absorción óptica utilizadas, la fuente de luz o el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica. Un retardo de tiempo fijo adecuado puede ser de 1 segundo o menos, tal como de aproximadamente 500 ms o menos, aproximadamente 100 ms o menos, aproximadamente 50 ms o menos, aproximadamente 30 ms o menos, aproximadamente 20 ms o menos, aproximadamente 10 ms o menos, aproximadamente 9 ms o menos, aproximadamente 7 ms o menos, aproximadamente 5 ms o menos, aproximadamente 3 ms o menos o aproximadamente 1 ms. Un dominio de tiempo fijo puede ser de 3 ms o más, tal como de aproximadamente 5 ms a aproximadamente 20 ms, aproximadamente 5 ms o más, aproximadamente 7 ms o más, aproximadamente 10 ms o más, aproximadamente 15 ms o más, aproximadamente 20 ms o más o aproximadamente 30 ms o más.

En una realización, el circuito eléctrico de control 552 incluye una compuerta de retardo 556, configurada para recibir, opcionalmente compensar o retardar, y después transmitir una o más señales. La compuerta de retardo 556 se puede configurar para retardar de forma progresiva o regresiva el envío de cada señal posterior de un conjunto de señales con un retardo de tiempo fijo. La compuerta de retardo 556 se puede acoplar de forma operativa a y entre el relé de señales 554 y el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540. Por ejemplo, la compuerta de retardo de tiempo 556 se puede configurar para recibir un conjunto de señales de captura 512 (cada una enviada desde el relé de señales de forma simultánea con cada una de un conjunto de señales de emisión de luz) procedentes del relé de señales 554 y para compensar o retardar de forma progresiva el envío de cada señal de captura retardada 513 posterior de un conjunto de señales de captura retardadas por un múltiplo que aumenta progresivamente el retardo de tiempo fijo (por ejemplo, 5 ms, después 10 ms, después 15 ms, etc.).

El circuito eléctrico de control 552 o uno o más componentes de este, como la compuerta de retardo 556 o el relé de señales 554, puede incluir un cronómetro o contador (por ejemplo, uno o más circuitos monoestables) configurados para retardar la transmisión de señales a través de este durante un período de tiempo establecido. Los intervalos de tiempo o retardos de tiempo se pueden programar o alambrear en el circuito eléctrico de control 552, por ejemplo, disponiendo de uno o más circuitos monoestables en su interior. Como se detalla a continuación, la programación adecuada se puede realizar en una interfaz de usuario.

Como respuesta a la recepción de cada señal de emisión de luz 511 del conjunto de señales de emisión de luz, la fuente de luz 530 emite un pulso de luz 531 sobre la parte seleccionada del LFA 501, incluyendo sobre cualquier partícula indicadora de absorción óptica de su interior. Como respuesta a la recepción de cada señal de captura con retardo 513 del ahora conjunto de señales de captura con retardo progresivo, el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica captura una señal térmica con retardo de la parte seleccionada del LFA 501, que incluye cualquier partícula indicadora de absorción óptica en su interior. En una realización, un retardo de tiempo fijo puede ser de 10 milisegundos o más y se puede obtener un conjunto de señales térmicas, mediante lo que el tiempo de captura de cada señal térmica, en relación con la emisión de luz correspondiente, se compensa 10 milisegundos o más después de la señal térmica anterior. En una realización, se puede obtener o determinar un conjunto de temperaturas de la región irradiada, mediante lo que la señal térmica que muestra la temperatura, en relación con la emisión de luz correspondiente, se compensa 10 milisegundos o más después de la señal térmica anterior. En algunas realizaciones, se puede determinar la temperatura de la parte del ensayo de flujo irradiada con luz en cada señal térmica de un conjunto de señales térmicas, por ejemplo, analizando cada señal térmica con un programa informático, o se puede determinar directamente con el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica. Se puede elaborar y analizar un gráfico de cambio en la temperatura frente al tiempo (figura 3A) o de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente al tiempo (figura 3B) mediante el uso de los datos de temperatura del conjunto de señales térmicas con retardo progresivo o regresivo.

El sistema de control 550a o uno o más componentes de este se puede acoplar de forma operativa a la fuente de luz 530 y al lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540. En una realización, el circuito eléctrico de control 552 está acoplado de forma operativa a la fuente de luz 530 y al lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540.

En una realización, la fuente de luz 530 está configurada para emitir uno o más pulsos de luz como respuesta a la recepción de la señal de emisión de luz 511 desde el circuito eléctrico de control 552 o desde un componente de este (por ejemplo, el relé de señales). El sistema de control 550a o la fuente de luz 530 puede incluir un circuito eléctrico de control de la fuente de luz 532, configurado para controlar la fuente de luz 530, mediante el control, regulación, envío o recepción de señales y datos desde esta o hacia esta (por ejemplo, controlando o iniciando la emisión de luz, incluyendo una o más de: la intensidad, duración, anchura de haz o longitud de onda promedio de esta). Dicho control se puede realizar como respuesta a la recepción de una o más señales (por ejemplo, una de una pluralidad de señales de emisión de luz). En una realización, el circuito eléctrico de control de la fuente de luz 532 se puede disponer en la fuente de luz 530 (como se muestra en la figura 5A); en este sentido, también se puede decir que la fuente de luz 530 incluye el circuito eléctrico de control de la fuente de luz 532. En una realización (no mostrada), el circuito eléctrico de control de la fuente de luz 532 se puede disponer en una posición por fuera de la fuente de luz 530, tal como en una caja de control asociada o en el circuito eléctrico de control 532. Como se muestra, el circuito eléctrico de control de la fuente de luz 532 puede incluir un gatillo de emisión 534, configurado para controlar (por ejemplo, iniciar) la emisión de uno o más pulsos de luz, como respuesta a la recepción de una señal de emisión de luz 511 desde el circuito eléctrico de control 552 o desde un componente de este (por ejemplo, el relé de señales). El gatillo de emisión 534 se puede acoplar de forma operativa al circuito eléctrico de control 552 y a la fuente de luz 530, por ejemplo, a través del circuito eléctrico de control de la fuente de luz 532, para así comunicarse con estos (por ejemplo, para enviar o recibir señales).

En una realización, el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540 está configurado para capturar una o más señales térmicas como respuesta a la recepción de una señal de captura 512 o 513 desde el circuito eléctrico de control 552 o un componente de este (por ejemplo, el relé de señales o la compuerta de retardo). El sistema de control 550a o el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540 puede incluir un circuito eléctrico de control del detector 542, configurado para controlar el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540, tal como para controlar, enviar y recibir señales y datos desde o este o hacia este (por ejemplo, controlar o iniciar la captura de señales térmicas o de los datos de señales térmicas). Por ejemplo, el circuito eléctrico de control del detector 542 se puede configurar para controlar el intervalo de tiempo fijo repetitivo entre cada señal térmica sucesiva de la pluralidad de señales térmicas. El intervalo de tiempo fijo es el espacio fijo en el tiempo entre acciones similares, por ejemplo, entre capturas de las señales térmicas. En una realización, el circuito eléctrico de control del detector 542 se puede disponer en el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540 (como se muestra en la figura 5A); en este sentido, también se puede decir que el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540 incluye el circuito eléctrico de control del detector 542. En una realización (no mostrada), el circuito eléctrico de control del detector 542 se puede disponer en una posición por fuera del lector para ensayo de espectroscopía fototérmica, por ejemplo, en una caja de control asociada o en el circuito eléctrico de control 542. Como se muestra, el circuito eléctrico de control del detector 542 puede incluir un gatillo de emisión 544, configurado para controlar (por ejemplo, iniciar) la captura de una o más señales térmicas, como respuesta a la recepción de una señal de captura 512 o 513 procedente del circuito eléctrico de control 552 o de un componente de este. Por ejemplo, el gatillo de captura 544 también puede configurarse como

cualquiera de los circuitos eléctricos adecuados divulgados en el presente documento. El gatillo de captura 544 se puede acoplar de forma operativa al circuito eléctrico de control 552 y al lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540, por ejemplo, a través del circuito eléctrico de control del detector 542, para así comunicarse con estos (por ejemplo, para enviar o recibir señales). El circuito eléctrico de control del detector 542 se puede configurar para enviar cada señal térmica de una pluralidad de señales térmicas hacia el circuito eléctrico de control 552 o hacia la unidad de memoria 558.

En una realización, durante la operación, el circuito eléctrico de control 552 o un componente de este, como el relé de señales 554, puede enviar un conjunto de señales de emisión de luz a la fuente de luz 530 o a un componente de esta (por ejemplo, el circuito eléctrico de control de la fuente de luz 532 o el gatillo de emisión 534) a intervalos de tiempo fijos o igual espaciados en el tiempo. El circuito eléctrico de control 552 o un componente de este, tal como el relé de señales 554 o la compuerta de retardo 556, puede enviar un conjunto de señales de captura al lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540 o a un componente de este (por ejemplo, al circuito eléctrico de control del detector 542 o al gatillo de captura 544) a intervalos o retardos de tiempo compensados de forma progresiva o regresiva, separados de las señales de emisión de luz correspondientes.

En una realización, el circuito eléctrico de control 552 o un componente de este se puede configurar para enviar un conjunto de señales de emisión de luz a la fuente de luz 530 y un conjunto de señales de captura al circuito eléctrico de control del detector 542. Cada señal de emisión de luz tiene una señal de captura correspondiente que se envía con esta de forma sustancialmente simultánea. Cada señal de captura posterior del conjunto de señales de captura puede incluir con ella un retardo del tiempo progresivamente mayor o menor, que es efectivo en hacer que el circuito eléctrico de control del detector 542 o que el gatillo de captura compense la captura de una señal térmica con el espacio de tiempo indicado por el retardo de tiempo, de modo que la señal térmica correspondiente se captura a un intervalo de tiempo progresivamente mayor o menor que la señal térmica inmediatamente anterior.

En una realización, el sistema de control 550a puede incluir una unidad de memoria 558, configurada para almacenar las señales térmicas, las características de emisión de luz, los programas operativos u otros datos. La unidad de memoria 558 puede incluir un dispositivo de memoria no transitoria, como un disco duro, un dispositivo de memoria de estado sólido o cualquier otro medio electrónico adecuado capaz de permitir el almacenamiento y recuperación de datos en esta. La unidad de memoria 558 puede incluir uno o más tipos de muestra o programas operativos relacionados almacenados en ella. Los programas operativos pueden incluir instrucciones informáticas para llevar a cabo un conjunto específico de parámetros de proceso tras la ejecución del programa operativo. Los parámetros operativos incluyen programas de sincronización, que incluyen uno o más intervalos de tiempo fijos entre las señales de emisión de luz, el retardo de tiempo progresivo o regresivo, tal como entre las señales de captura posteriores correspondientes a cada una de las señales de emisión de luz; una o más de: la intensidad, duración o longitud de onda de la luz emitida desde la fuente de luz 530; las relaciones del supuesto analito o tipo de muestra con cualquiera de los parámetros anteriores, como en una tabla de consulta; o combinaciones de estas.

En una realización, durante la operación, el supuesto analito se puede correlacionar en una tabla de consulta con un conjunto de parámetros operativos que se pueden seleccionar, bien de manera manual o bien de forma automática, en función de un supuesto analito en particular (por ejemplo, en función de la introducción de un supuesto analito en particular en el sistema de control 550a). En una realización, el circuito eléctrico de control 552 está configurado para determinar o seleccionar un programa de sincronización, que incluye uno o más de: el intervalo de tiempo fijo deseado, el retardo de tiempo o el intervalo o retardo de tiempo compensado. El circuito eléctrico de control 552 puede seleccionar el programa de sincronización como respuesta al tipo de muestra seleccionado por el usuario, por ejemplo, comparando el tipo de muestra con la información de tiempo correspondiente a esta en una tabla de consulta almacenada en la unidad de memoria 558. En una realización, el circuito eléctrico de control 552 puede incluir un circuito de análisis comparativo, configurado para correlacionar el tipo de muestra seleccionado con uno o más programas de sincronización de la memoria y ejecutar dicho uno o más programas de sincronización correlacionados como respuesta.

En una realización, durante la operación, el tipo de LFA o estructura se puede correlacionar en una tabla de consulta con un conjunto de parámetros operativos que se pueden seleccionar, bien de manera manual o bien de forma automática, en función de un ensayo en particular (por ejemplo, en función de la introducción, en el sistema de control 550a, del número de modelo de ensayo en particular). En una realización, el circuito eléctrico de control 552 está configurado para determinar o seleccionar un programa de sincronización, que incluye uno o más de: el intervalo de tiempo fijo deseado, el retardo de tiempo o el intervalo o retardo de tiempo compensado. El circuito eléctrico de control 552 puede seleccionar el programa de sincronización como respuesta al tipo de ensayo seleccionado por el usuario, por ejemplo, comparando el tipo de ensayo con la información de tiempo correspondiente a este en una tabla de consulta almacenada en la unidad de memoria 558. En una realización, el circuito eléctrico de control 552 puede incluir un circuito de análisis comparativo, configurado para correlacionar el tipo de ensayo seleccionado con uno o más programas de sincronización de la memoria y ejecutar dicho uno o más programas de sincronización correlacionados como respuesta.

El sistema de control 550a puede incluir una interfaz de usuario 559 acoplada de forma operativa a este. La interfaz de usuario 559 puede acoplarse de forma operativa al circuito eléctrico de control 552 o a la unidad de memoria 558.

La interfaz de usuario 559 se puede fijar al sistema 500a, integrarse en la estructura de soporte 510, conectarse de manera inalámbrica a uno o más componentes del sistema 500a, o acoplarse a este de forma operativa de otra manera. En una realización, la interfaz de usuario 559 incluye una pantalla, configurada para poder visualizar una o más señales térmicas, gráficos basados en las señales térmicas o los resultados positivos/negativos del análisis de un analito. En una realización, la interfaz de usuario 559 puede incluir uno o más de: un teclado, una pantalla, un dispositivo informático personal (por ejemplo, un ordenador portátil o de sobremesa, una tablet, un teléfono móvil, etc.), un conmutador, un selector o un regulador de potencia. En una realización, durante su uso, un usuario puede introducir instrucciones, datos o programas operativos (por ejemplo, programas de sincronización o características de la luz) en el sistema de control 550a a través de la interfaz de usuario 559, en donde los datos se envían a la unidad de memoria 558 o al circuito eléctrico de control. En una realización, la interfaz de usuario 559 puede utilizarse para enviar o recuperar la información almacenada, como los datos de señal térmica, de la memoria 558. Como respuesta a la entrada de datos de un usuario, como el supuesto tipo de analito, el circuito eléctrico de control 558 puede correlacionar el supuesto tipo de analito con un programa operativo correspondiente que presenta parámetros operativos (por ejemplo, retardo de tiempo, intensidad de emisión de la luz, duración de la emisión de luz, número de pares correspondientes de señales de emisión de luz-térmicas, etc.) seleccionados para proporcionar un análisis satisfactorio del supuesto tipo de analito en particular. En una realización, como respuesta a la entrada de datos de un usuario, el sistema 500a puede iniciar la operación. En una realización, como respuesta a la entrada de datos de un usuario, el sistema 500a puede configurar o ajustar uno o más parámetros operativos.

En una realización, el circuito eléctrico de control 552 se puede configurar para analizar cada una de las señales térmicas o los datos de temperatura correspondientes a estas y elaborar un gráfico en función de un conjunto de señales térmicas con retardo, la temperatura y los datos de sincronización; presentando el gráfico una curva (por ejemplo, de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente a la curva temporal) que comprende puntos de datos que representan cada señal térmica con retardo de un conjunto de señales térmicas con retardo. En una realización, el circuito eléctrico de control 552 se puede configurar para analizar la curva y determinar el tiempo de detección ideal (por ejemplo, el tiempo en el que se produce el valor máximo del cambio en la temperatura por cambio en el tiempo) de un supuesto analito, tal como mediante la identificación del pico de la curva de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente a la curva temporal. En una realización, el circuito eléctrico de control 552 se puede configurar para analizar la curva y determinar el tiempo de detección ideal (por ejemplo, el tiempo en el que se produce el valor máximo del cambio en la temperatura por cambio en el tiempo) de una estructura específica, el tipo o modelo de LFA, tal como mediante la identificación del pico de la curva de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente a la curva temporal. El circuito eléctrico de control 552 puede enviar los datos correspondientes a las señales térmicas con retardo (por ejemplo, el gráfico, el tiempo de detección ideal o los resultados positivos/negativos de la prueba) a la interfaz de usuario 559 o a la unidad de memoria 558 o a ambas. En una realización, como respuesta a la determinación del tiempo de detección ideal, el circuito eléctrico de control 558 puede configurar automáticamente un tiempo de retardo de prueba fijo en el tiempo de detección ideal, de modo que cualquier número de muestras de prueba posterior solo se analizan en el tiempo de detección ideal para favorecer la sensibilidad y fiabilidad de los resultados de cada prueba.

El sistema 500a también puede incluir una fuente de alimentación (no mostrada), acoplada de forma operativa a uno o más componentes del sistema 500a. La fuente de alimentación puede acoplarse de forma operativa al sistema 500a o a cualquier componente de este, bien directa o indirectamente. La fuente de alimentación puede incluir un cable de alimentación, configurado para acoplarse a la salida de alimentación (por ejemplo, una salida de alimentación de montaje en pared) o una o más baterías.

La figura 5A es un diagrama esquemático de un sistema 500b para detectar la presencia de un analito en una muestra. El sistema 500b puede incluir una fuente de luz 530, un lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540 y un sistema de control 550b. El sistema de control 550b puede conectarse de forma operativa a la fuente de luz 530 o al lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540, o a ambos, a través de una o más conexiones 505. Las conexiones 505 pueden ser inalámbricas o pueden ser conexiones eléctricas físicas (por ejemplo, cables o circuitos). Los componentes del sistema 500b que tienen distintos números de referencia, correspondientes a los componentes enumerados de manera idéntica del sistema 500a, pueden ser similares o idénticos a estos, incluyendo todos los componentes de su interior. Por ejemplo, la fuente de luz 530 del sistema 500b es idéntica o similar a la fuente de luz 530 descrita anteriormente, incluyendo el circuito eléctrico de control de la fuente de luz 532 o el gatillo de emisión 534.

En una realización, el sistema 500b es un sistema impulsado de lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540 en el que cada captura de una señal térmica inicia la emisión de luz relacionada.

El sistema de control 550b incluye un circuito eléctrico de control 552, que puede acoplarse directa o indirectamente a uno o más de: la fuente de luz 530 o el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540 a través de una o más conexiones 505. El sistema de control 550b puede incluir además una unidad de memoria 558 y una interfaz de usuario 559, sustancialmente como se ha descrito anteriormente. El circuito eléctrico de control 552 puede incluir o conectarse de manera operativa a uno o más de: un relé de señales 554, una compuerta de retardo 556, la unidad de memoria 558 o la interfaz de usuario 559. El circuito eléctrico de control 552 se puede configurar para ordenar que el relé de señales 554 envíe una o más de una pluralidad de señales de emisión 511 a la fuente de luz 530, enviar una o más

de una pluralidad de señales de captura 512 al lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540 y recibir una o más señales de sincronización 514.

En una realización, el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540 está configurado para capturar una o más señales térmicas como respuesta a la recepción de una señal de captura desde el circuito eléctrico de control 552 o un componente de este (por ejemplo, el relé de señales). El sistema de control 550b o el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540 puede incluir un circuito eléctrico de control del detector 542, configurado para controlar el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540, tal como para controlar, enviar y recibir señales y datos desde o este o hacia este (por ejemplo, controlar o iniciar la captura de señales térmicas o de los datos de señales térmicas, o controlar las señales de sincronización correspondientes a la captura de una señal térmica). En una realización, el circuito eléctrico de control del detector 542 se puede disponer en el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540 (como se muestra en la figura 5B), en este sentido, el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540 también puede decirse que incluye el circuito eléctrico de control del detector 542. En una realización (no mostrada), el circuito eléctrico de control del detector 542 se puede disponer en una posición por fuera del lector para ensayo de espectroscopía fototérmica, por ejemplo, en una caja de control asociada o en el circuito eléctrico de control 542. Como se muestra, el circuito eléctrico de control del detector 542 puede incluir un gatillo de emisión 544, configurado para controlar (por ejemplo, iniciar) la captura de una o más señales térmicas, como respuesta a la recepción de una señal de captura procedente del circuito de eléctrico de control 552 o de un componente de este. El gatillo de captura 544 se puede acoplar de forma operativa al circuito eléctrico de control 552 y al lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540, tal como a través del circuito eléctrico de control del detector 542. El circuito eléctrico de control 552 o el gatillo de captura 544 se pueden configurar para ordenar la captura de un conjunto de señales térmicas a intervalos de tiempo fijos separados uniformemente cada 100 ms o más, tal como de cada 110 ms a cada 500 ms, de cada 120 ms a cada 200 ms, cada 110 ms, cada 150 ms, cada 110 ms o más, cada 120 ms o más, cada 150 ms o más, cada 200 ms o más, cada 500 ms o más o cada 1 segundo o más.

El sistema de control 550b o el lector de espectroscopía fototérmica 540 puede incluir una unidad de sincronización de señales 546 acoplada de forma operativa a este, tal como en una parte del circuito eléctrico de control del detector 542. Por ejemplo, la unidad de señales de sincronización 546 también puede configurarse como cualquier circuito eléctrico adecuado divulgado en el presente documento. La unidad de señales de sincronización 546 se puede acoplar de forma operativa a uno o más de: el circuito eléctrico de control 552, el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540, el circuito eléctrico de control del detector 542 o el gatillo de captura 544, bien directa o indirectamente, tal como a través del circuito eléctrico de control del detector 542. La unidad de señales de sincronización 546 está configurada para enviar una o más señales de una pluralidad de señales de sincronización 514, tal como en conjunto, al circuito eléctrico de control 552 o a un componente de este. Cada señal de sincronización 514 indica cuando ocurre la captura o el tiempo de captura de una señal térmica. El circuito eléctrico de control del detector 542 o el gatillo de captura 544 puede programarse para ejecutar o recibir señales de captura separadas por una compensación de tiempo fija efectiva en desencadenar la captura de una pluralidad de señales térmicas a intervalos separados uniformemente. Tras la captura de cada señal térmica, la unidad de señales de sincronización 546 está configurada para enviar de forma sustancialmente simultánea una señal de sincronización 514, que indica la captura de la señal térmica, al circuito eléctrico de control 552.

En una realización, como se comenta con más detalle más adelante, el circuito eléctrico de control 552 está configurado para sincronizar el envío de un conjunto de señales de emisión de luz 511 hacia la fuente de luz 530, como respuesta a cada una de un conjunto de señales de sincronización 514, estando cada señal de emisión de luz 511 sincronizada con una señal de sincronización 514 correspondiente. En una realización, el circuito eléctrico de control 552 está configurado para sincronizar el envío de cada señal de emisión de luz con retardo 511' posterior con un retardo de tiempo compensado de forma progresiva o regresiva a partir de la señal de sincronización 514 correspondiente en el conjunto de señales de sincronización. Por ejemplo, el circuito eléctrico de control 552 se puede configurar para enviar de forma compensada cada señal de emisión de luz de un conjunto de señales de emisión de luz con un retardo de tiempo compensado de forma progresiva o regresiva (por ejemplo, aproximadamente 5 ms o aproximadamente 10 ms) en múltiplos de este. En una realización, el circuito eléctrico de control 552 puede incluir la compuerta de retardo 556, acoplada de forma operativa al relé de señales y a la fuente de luz 530 o a un componente de esta. La compuerta de retardo 556 se puede configurar para enviar de manera compensada cada señal de emisión de luz de un conjunto de señales de emisión de luz con un retardo de tiempo progresivamente compensado desde cada señal de sincronización sucesiva correspondiente.

El circuito eléctrico de control 552 se puede configurar para recibir cada una de la pluralidad de señales de sincronización procedentes de la unidad de señales de sincronización 546 y, como respuesta a esto, transmitir una señal de emisión de luz 511 correspondiente, de cada una de las señales de sincronización 514, a la fuente de luz 530. En una realización, el circuito eléctrico de control 552 puede incluir un relé de señales 554 configurado para recibir o enviar una o más señales desde este. El relé de señales 554 se puede configurar para recibir cada una de la pluralidad de señales de sincronización 514 procedentes de la unidad de señales de sincronización 546 y, como respuesta a esto, transmitir una señal de emisión de luz 511 correspondiente, de cada una de las señales de sincronización 514, a la fuente de luz 530.

En una realización, el sistema de control 550b puede incluir una compuerta de retardo 556. La compuerta de retardo

556 puede acoplarse de forma operativa a y entre el circuito eléctrico de control 552 y la fuente de luz 530. Por ejemplo, la compuerta de retardo 556 se puede colocar entre y acoplarse al relé de señales 556 y al circuito eléctrico de control de la fuente de luz 532 o al gatillo de emisión 534 de su interior. En una realización, la compuerta de retardo 556 está configurada para recibir un conjunto de señales de emisión de luz 511 desde el circuito eléctrico de control 552 (por ejemplo, el relé de señales) y transmitir un conjunto de señales de emisión de luz con retardo progresivo o regresivo 511', cada una después de que haya transcurrido un retardo de tiempo seleccionado. Por ejemplo, la compuerta de retardo 556 se puede configurar para recibir la señal de emisión de luz 511 desde el relé de señales 556 y enviar con retardo una señal de emisión de luz con retardo 511' correspondiente a un retardo de tiempo fijo, como de 10 ms o más, y tras recibir la señal de emisión de luz 511 posterior, retardar la señal de emisión de luz con retardo 511' correspondiente con un múltiplo posterior del retardo de tiempo fijo, por ejemplo, retardarla 20 ms, y así sucesivamente. La compuerta de retardo puede recibir órdenes o instrucciones de programa desde el circuito eléctrico de control 552, lo que ordena o programa el retardo de tiempo fijo seleccionado. Los retardos de tiempo fijos adecuados se pueden seleccionar en función de uno o más de: el analito, las moléculas de captura, las partículas indicadoras de absorción óptica utilizadas, la fuente de luz o el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica. Un retardo de tiempo fijo adecuado puede ser de 1 ms o más, tal como de aproximadamente 3 ms a aproximadamente 20 ms, aproximadamente 5 ms o más, aproximadamente 7 ms o más, aproximadamente 9 ms o más, aproximadamente 10 ms o más, aproximadamente 15 ms o más, aproximadamente 20 ms o más o aproximadamente 30 ms o más.

En una realización, la fuente de luz 530 está configurada de forma idéntica o similar a la fuente de luz 530 descrita anteriormente con respecto al sistema 500a. El sistema de control 550b o la fuente de luz 530 puede incluir el circuito eléctrico de control de la fuente de luz 532, configurado de forma idéntica o similar al circuito eléctrico de control de la fuente de luz 532 descrito anteriormente con respecto al sistema 500a. Como se muestra, el circuito eléctrico de control de la fuente de luz 532 puede incluir un gatillo de emisión 534, configurado de forma idéntica o similar al gatillo de emisión 534 descrito anteriormente con respecto al sistema 500a.

Como respuesta a la recepción de cada señal de emisión de luz con retardo 511' del ahora conjunto de señales de emisión de luz con retardo progresivo, la fuente de luz 530 irradia la parte seleccionada del LFA 501 con luz. Seguidamente, el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540 captura una señal térmica con retardo de la parte seleccionada del LFA 501, que incluye cualquier partícula indicadora de absorción óptica en su interior. En una realización, el retardo de tiempo fijo puede ser de 10 milisegundos o más y se puede obtener un conjunto de señales térmicas, mediante lo que el tiempo de captura de cada señal térmica, en relación con la emisión de luz correspondiente, se compensa 10 milisegundos después de la señal térmica anterior. En una realización, se puede obtener un conjunto de temperaturas de la región irradiada, mediante lo que la temperatura observada relacionada con la emisión de luz correspondiente se compensa 10 milisegundos más tarde que la temperatura observada en la medición anterior. Se puede elaborar y analizar un gráfico de cambio en la temperatura frente al tiempo (figura 3A) o de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente al tiempo (figura 3B) mediante el uso de los datos de temperatura del conjunto de señales térmicas con retardo progresivo o regresivo.

En una realización, el sistema de control 550b puede incluir una unidad de memoria 558, que puede ser similar o idéntica a la unidad de memoria 558 descrita con respecto al sistema 300a. La unidad de memoria 558 puede incluir uno o más programas operativos almacenados en su interior, que puede incluir adicionalmente el intervalo de tiempo fijo del lector para ensayo de espectroscopía fototérmica o el retardo de tiempo fijo del circuito eléctrico de control.

El sistema de control 550b puede incluir una interfaz de usuario 559 acoplada de forma operativa a este. La interfaz de usuario 559 puede ser idéntica o similar a la interfaz de usuario 559 descrita con respecto al sistema 500a. En una realización, como respuesta a la entrada de datos de un usuario, el sistema 500b puede iniciar la operación. En una realización, como respuesta a la entrada de datos de un usuario, el sistema 500b puede configurar o ajustar uno o más parámetros operativos.

En una realización, el circuito eléctrico de control 552 se puede configurar para analizar cada una de las señales térmicas o datos de temperatura correspondientes a estas; elaborar un gráfico en función de un conjunto de señales térmicas con retardo, la temperatura y los datos de sincronización; analizar el gráfico elaborado; o enviar los resultados o datos relacionados con estos de forma idéntica o similar a la descrita anteriormente.

El sistema 500b también puede incluir una fuente de alimentación (no mostrada), acoplada de forma operativa a uno o más componentes del sistema 500b. La fuente de alimentación puede acoplarse de forma operativa al sistema 500b o a cualquier componente de este, bien directa o indirectamente. La fuente de alimentación puede incluir un cable de alimentación, configurado para acoplarse a la salida de alimentación (por ejemplo, una salida de alimentación de montaje en pared) o una o más baterías.

La figura 6 es un diagrama de flujo de una realización de un método 600 para detectar la presencia de un analito en una muestra. El método 600 incluye la captura de las señales térmicas con retardo de tiempo de una parte de un LFA (que incluye cualquier partícula indicadora de absorción óptica en su interior) que se ha irradiado con luz por medio de un conjunto de emisiones de luz, para así determinar un tiempo ideal y determinar el tiempo más sensible y preciso de detección (en relación con el tiempo de irradiación) de un analito de una muestra, y después, determinar si hay un analito en la muestra en función de los datos recogidos a partir de las señales térmicas. El método 600 incluye una

etapa 610 que proporciona o fija un ensayo de flujo, que incluye una pluralidad de partículas indicadoras de absorción óptica en su interior, en una base móvil de un aparato de detección. En una realización, el aparato de detección puede ser cualquiera de los sistemas descritos en el presente documento. En una realización, el ensayo de flujo puede ser similar o idéntico a cualquier ensayo de flujo descrito en el presente documento, incluyendo el LFA. La fijación del ensayo de flujo a la base móvil puede incluir la inserción del ensayo de flujo en una ranura sobre la base móvil, tal como para colocar el ensayo de flujo en la posición de trabajo. La fijación del ensayo de flujo sobre la base móvil puede incluir uno o más de: pinzas de apriete, abrazaderas de apriete, adhesivos, sujeciones de apriete o el ajuste de la posición de la mesa de la base móvil.

El método 600 incluye una etapa 620 en la que se inicia la operación de un aparato de detección que incluye una fuente de luz y un lector para ensayo de espectroscopía fototérmica, configurado para capturar una pluralidad de señales térmicas del ensayo de flujo, incluyendo la pluralidad de partículas indicadoras de absorción óptica en su interior. En una realización, el inicio de la operación del aparato de detección puede incluir encender el aparato de detección (por ejemplo, el sistema 400, 500a o 500b) pulsando un botón de inicio o proporcionando instrucciones al usuario para iniciar el aparato de detección (por ejemplo, enviar comando de inicio en la interfaz de usuario). En una realización, el aparato de detección está configurado para iniciarse automáticamente como respuesta a la detección de un LFA en la posición de trabajo. En una realización, la fuente de luz puede ser similar o idéntica a cualquier fuente de luz descrita en el presente documento y el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica puede ser similar o idéntico a cualquier lector para ensayo de espectroscopía fototérmica de su interior.

El método 600 incluye una etapa 630 en la que se emite una pluralidad de pulsos de luz desde la fuente de luz sobre al menos una parte del ensayo de flujo. En una realización, la emisión de una pluralidad de pulsos de luz sobre al menos una parte del ensayo de flujo incluye emitir una pluralidad de pulsos de luz sobre el ensayo de flujo en o cerca de la tira de prueba. En una realización, la emisión de una pluralidad de pulsos de luz sobre al menos una parte del ensayo de flujo incluye emitir una pluralidad de pulsos de luz sobre el ensayo de flujo sobre el ensayo de flujo. En una realización, la emisión de una pluralidad de pulsos de luz sobre, al menos, una parte del ensayo de flujo incluye emitir un conjunto de pulsos de luz con retardo (en relación con un tiempo de captura de señal térmica o la señal de sincronización) sobre el ensayo de flujo. En una realización, la emisión de una pluralidad de pulsos de luz sobre, al menos, una parte del ensayo de flujo incluye emitir una pluralidad de pulsos de luz láser desde una fuente de luz láser, tal como una luz láser con una longitud de onda promedio en la región de luz visible verde o roja. La emisión de una pluralidad de pulsos de luz desde la fuente de luz sobre, al menos, una parte del ensayo de flujo puede incluir la emisión de una o más de: cualquiera de las longitudes de onda de la luz, las duraciones de la luz pulsada, las intensidades de la luz o las anchuras del haz de luz divulgadas en el presente documento.

El método 600 incluye una etapa 640 en la que se captura sustancialmente de forma sincronizada una pluralidad de señales térmicas a intervalos o retardos de tiempo progresivamente compensados, irradiándose la pluralidad de señales térmicas de dicha, al menos, una parte del ensayo de flujo con la pluralidad de pulsos de luz. En una realización, la captura sustancialmente sincronizada de una pluralidad de señales térmicas a intervalos de tiempo progresivamente compensados incluye el envío de una pluralidad de señales de emisión de luz desde el circuito eléctrico de control hasta la fuente de luz, siendo efectiva cada una de la pluralidad de señales de emisión de luz en desencadenar, al menos, un pulso de luz desde la fuente de luz como respuesta a esto. En una realización, la captura sustancialmente sincronizada de una pluralidad de señales térmicas a intervalos de tiempo progresivamente compensados incluye enviar una pluralidad de señales de captura, desde el circuito eléctrico de control hasta el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica, con un retardo de tiempo progresivamente compensado entre cada señal de emisión de luz sucesiva de la pluralidad de señales de emisión de luz y enviar (por ejemplo, transmitir) una señal de captura correspondiente a esta. Cada una de la pluralidad de señales de captura es eficaz en provocar, como respuesta a esto, que el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica mida la temperatura de o capture una señal térmica de la parte del ensayo de flujo.

En una realización, la captura sustancialmente sincronizada de una pluralidad de señales térmicas a intervalos o retardos de tiempo progresivamente compensados, la pluralidad de señales térmicas de dicha, al menos, una parte del ensayo de flujo irradiada con la pluralidad de pulsos de luz puede incluir el envío de una pluralidad de señales de sincronización desde el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica hasta el circuito eléctrico de control. Cada una de la pluralidad de señales de sincronización indica el tiempo de captura de una señal térmica correspondiente. La captura sustancialmente sincronizada de una pluralidad de señales térmicas a intervalos de tiempo progresivamente compensados puede incluir, como respuesta a cada una de la pluralidad de señales de sincronización, como respuesta a una o más señales de emisión de luz desde el circuito eléctrico de control hasta la fuente de luz. Cada una de la pluralidad de señales de emisión de luz se puede enviar en un intervalo de tiempo progresivamente compensado desde la señal de sincronización correspondiente y es eficaz en provocar la emisión de un pulso de luz desde la fuente de luz.

Las técnicas y sistemas para capturar de forma sustancialmente sincronizada una pluralidad de señales térmicas a intervalos o retardos de tiempo progresivamente compensados se describen adicionalmente en el presente documento con respecto a las figuras 4A-5B, 7A y 7B.

El método 600 incluye una etapa 650 en la que se captura una o más de la pluralidad de señales térmicas de dicha,

al menos, una parte del ensayo de flujo irradiada con la pluralidad de pulsos de luz. En una realización, la captura de una o más de la pluralidad de señales térmicas de dicha al menos una parte del ensayo de flujo irradiada con la pluralidad de pulsos de luz responde a la recepción de un conjunto de señales de captura, siendo eficaz cada señal de captura en provocar la captura de una señal térmica correspondiente. En una realización, la captura de una o más de la pluralidad de señales térmicas de dicha, al menos, una parte del ensayo de flujo irradiada con la pluralidad de pulsos de luz incluye el envío de una señal de sincronización 514 que informe de la captura de la señal térmica al circuito eléctrico de control 552.

En una realización, la captura de una o más de la pluralidad de señales térmicas de dicha al menos una parte del ensayo de flujo irradiada con la pluralidad de pulsos de luz incluye capturar un conjunto de señales térmicas a un intervalo o retardo de tiempo con una compensación progresivamente más larga de cada pulso sucesivo de un conjunto de pulsos de luz. Por ejemplo, el intervalo de tiempo compensado puede aumentar al menos 1 ms tras cada emisión de luz sucesiva de una pluralidad de pulsos de luz, tal como aproximadamente 3 ms, 5 ms, 10 ms, 15 ms, 20 ms o aproximadamente 30 ms.

En una realización, la captura de una o más de la pluralidad de señales térmicas de dicha al menos una parte del ensayo de flujo irradiada con la pluralidad de pulsos de luz incluye capturar un conjunto de señales térmicas a intervalos de tiempo con una compensación progresivamente menor (por ejemplo, regresiva) desde cada pulso de luz sucesivo de un conjunto de pulsos de luz. Por ejemplo, el intervalo de tiempo compensado puede reducirse al menos 1 ms tras cada emisión de luz sucesiva de una pluralidad de pulsos de luz, tal como aproximadamente 3 ms, 5 ms, 10 ms, 15 ms, 20 ms o aproximadamente 30 ms.

La etapa de capturar una o más de una pluralidad de señales térmicas puede incluir cualquiera de los detalles acerca de capturar las señales térmicas descritos en el presente documento.

El método 600 incluye una etapa 660 para determinar la presencia del analito en la muestra en función, al menos parcialmente, de la pluralidad de señales térmicas. Por ejemplo, la determinación de la presencia del analito puede incluir analizando una o más señales térmicas de una muestra y comparando la información de la temperatura de dicha una o más señales térmicas con un límite de detección determinado (por ejemplo, el nivel de ruido) para determinar si la información térmica de dicha una o más señales térmicas está por encima del límite de detección. En una realización, un usuario puede determinar la presencia de un analito en una muestra tomando un conjunto de señales térmicas con retardo de tiempo de una muestra irradiada con luz, tal y como se descrito en el presente documento, y elaborando una curva de cambio en la temperatura frente a cambio en el tiempo o una curva de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente a la curva temporal. Posteriormente y como se explica con mayor detalle más adelante con respecto a las figuras 8A y 8B, un usuario o un dispositivo informático puede determinar, a partir de la curva, el tiempo de detección ideal o el límite de ruido. Un usuario puede analizar la muestra o muestras adicionales en el tiempo de detección ideal para conseguir unos resultados con la mayor sensibilidad o precisión. Por ejemplo, si una prueba, muestreada en el tiempo de detección ideal determinado, presenta una temperatura, cambio en la temperatura o cambio en la temperatura por cambio en el tiempo por encima del límite de detección determinado, entonces la muestra se puede clasificar, con seguridad, como positiva. La absorción que realizan las partículas indicadoras de absorción óptica de la radiación procedente de la fuente de luz, como se muestra en las señales térmicas, demuestra una temperatura por encima de la determinada como ruido o calor de fondo. Si los datos de la prueba se encuentran por debajo del límite de ruido, entonces la muestra se puede clasificar, con seguridad, como negativa.

En una realización, la determinación de la presencia del analito en la muestra en función de, al menos parcialmente, la pluralidad de señales térmicas puede incluir la elaboración de una curva en función de un conjunto de señales térmicas de tiempo compensadas, y la comparación de la curva de la muestra con una curva estándar o conocida para determinar si existe una correspondencia que indique un resultado positivo entre ellas. Por ejemplo, la forma de las curvas (por ejemplo, que indican un cambio en la temperatura frente al tiempo o un cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente al tiempo) pueden diferenciarse entre una muestra positiva, con una o más partículas indicadoras de absorción óptica en su interior, y una muestra negativa, sin partículas indicadoras de absorción óptica o con cantidades residuales en su interior.

La figura 7A es una representación gráfica del retardo de tiempo que aumenta progresivamente entre señales procedentes de un sistema para detectar la presencia de un analito en una muestra, según una realización. En cuanto a la figura 7A y al sistema 500a de la figura 5A, en una realización, la señal de emisión de luz 511a se puede enviar desde el circuito eléctrico de control 552 hasta la fuente de luz 530 para desencadenar una emisión de luz 531 desde esta. Una señal de captura 512a correspondiente puede enviarse de forma sustancialmente simultánea desde el circuito eléctrico de control 552 hasta el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540 para desencadenar la captura de una señal térmica. A continuación, se envía una señal de emisión de luz 511b desde el circuito eléctrico de control 552 después de que haya transcurrido un intervalo de tiempo fijo (por ejemplo, de 100 ms), enviándose después de esto una señal de captura 512b correspondiente con un retardo de tiempo adicional. El retardo de tiempo puede ser cualquier retardo de tiempo divulgado en el presente documento, por ejemplo, de 10 ms o más. La señal térmica resultante se captura 10 ms después de la emisión de luz correspondiente o 110 ms después de capturar la señal térmica inicial. Seguidamente, se puede enviar una tercera señal de emisión de luz 511c después de que haya pasado

otro intervalo de tiempo fijo (por ejemplo, otros 100 ms), enviándose después de esto una señal de captura 512c correspondiente con un múltiplo posterior del retardo de tiempo, tal como de 20 ms (por ejemplo, dos veces el retardo de tiempo de 10 ms). La señal térmica resultante se captura 20 ms después de la emisión de luz correspondiente o 110 ms después de capturar la segunda señal térmica. Otra reiteración de la técnica anterior se puede llevar a cabo con el retardo de tiempo entre la señal de emisión de luz 511d y la señal de captura 512d, estando separadas de nuevo 30 ms de la captura de la señal térmica anterior, siendo 110 ms. De esta forma, se puede observar un intervalo o retardo de tiempo progresivamente compensado entre cada emisión de luz y la señal térmica correspondiente en un conjunto de señales térmicas, como se muestra en la compensación observada.

En una realización (no mostrada), la señal de emisión de luz 511a inicial se puede enviar desde el circuito eléctrico de control 552 hasta la fuente de luz 530 para desencadenar una emisión de luz 531 desde esta. Una señal de captura 512a correspondiente puede enviarse de forma sustancialmente simultánea desde el circuito eléctrico de control 552 hasta el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540 para desencadenar la captura de una señal térmica. Después, se envía una señal de emisión de luz 511b desde el circuito eléctrico de control 552 después de que haya transcurrido un intervalo de tiempo fijo (por ejemplo, de 250 ms), enviándose después de esto una señal de captura 512b correspondiente, separada un período adicional del intervalo de tiempo fijo menor que un retardo de tiempo. El retardo de tiempo puede ser cualquier retardo de tiempo divulgado en el presente documento, como 25 ms. La señal térmica resultante se captura 225 ms tras la primera señal de emisión de luz 511a o 25 ms antes de la segunda señal de emisión de luz 511b. Seguidamente, se puede enviar una tercera señal de emisión de luz 511c después de que haya pasado otro intervalo de tiempo fijo (por ejemplo, otros 250 ms) enviándose una señal de captura 512c correspondiente separada de la segunda señal de emisión de luz 511b el intervalo de tiempo fijo menos un múltiplo posterior del retardo de tiempo, tal como 50 ms (por ejemplo, dos veces el retardo de tiempo de 25 ms). La señal térmica resultante se captura 200 ms tras la primera señal de emisión de luz 511a o 50 ms antes de la señal de emisión de luz 511c. Otra reiteración de la técnica anterior se puede llevar a cabo con una separación de 175 ms entre la señal de emisión de luz 511c y la señal de captura 512d. La separación entre las señales de captura es de 225 ms, mientras que la separación entre la emisión de luz y el tiempo de captura de la señal térmica se reduce de forma reiterativa. De esta forma, se puede observar un intervalo o retardo de tiempo regresivamente compensado entre cada emisión de luz y la señal térmica correspondiente en un conjunto de señales térmicas.

La figura 7B es una representación gráfica del intervalo o retardo de tiempo progresivamente compensado entre señales procedentes de un sistema para detectar la presencia de un analito en una muestra dentro de un ensayo de flujo, según una realización. En cuanto a la figura 7B y al sistema 500b de la figura 5B, en una realización, la señal de sincronización 514a de un conjunto de señales de sincronización se puede enviar al circuito eléctrico de control 552, y una segunda señal de sincronización 514b se envía al circuito eléctrico de control 552, mediante lo que el circuito eléctrico de control 552 puede determinar el intervalo de tiempo fijo entre ellas o enviar una señal de emisión de luz 511a. Con los fines de esta divulgación, el uso del término "señal de emisión de luz" 511 puede incluir una señal de emisión de luz con retardo 511', según determine el contexto. Cada señal de sincronización 514a-d se corresponde con la captura de una señal térmica por parte del lector para ensayo de espectroscopía fototérmica. Como respuesta al intervalo de tiempo fijo determinado, el circuito eléctrico de control puede enviar una señal de emisión de luz 511a a la fuente de luz 530, que se puede producir sustancialmente de manera simultánea a la recepción de la segunda señal de sincronización 514b, para así demostrar una primera compensación observada igual al intervalo de tiempo fijo. Las señales de emisión de luz posteriores pueden compensarse de forma progresiva o regresiva un retardo de tiempo fijo desde la siguiente señal de sincronización, tal y como prevé o determina el circuito eléctrico de control 552 mediante el uso del intervalo de tiempo fijo determinado. Por ejemplo, el circuito eléctrico de control 552 está configurado para compensar el envío de la siguiente señal de emisión de luz 511b correspondiente con un retardo de tiempo progresiva o regresivamente compensado, tal como de 10 ms, de modo que el retardo de tiempo o compensación observados entre la emisión de luz 531, desencadenada por la señal de emisión de luz 511b, y la señal térmica de captura, observada por la posterior señal de sincronización 514c, es de aproximadamente 10 ms. Tras las reiteraciones adicionales de la misma técnica, el retardo de tiempo observado entre la señal de sincronización 511c y la siguiente señal de captura 514d correspondiente es de aproximadamente 20 ms, y así sucesivamente.

Dicho de otra forma, el retardo de tiempo compensado entre una señal de sincronización (por ejemplo, 514a) y la señal de emisión correspondiente (por ejemplo, 511a) es mayor que el retardo de tiempo compensado entre la posterior señal de sincronización (por ejemplo, 514b) y la señal de emisión correspondiente (por ejemplo, 511b) por el siguiente múltiplo del retardo de tiempo fijo, mientras que la compensación observada entre la señal de emisión de luz (por ejemplo, 511a-c) y la posterior señal de sincronización (por ejemplo, 514b-d) aumenta la misma cantidad. Mediante esta técnica, se puede capturar un conjunto de señales térmicas con retardo de tiempo, capturándose el conjunto de señales térmicas con una compensación o retardo de tiempo observado, que aumenta progresivamente entre las emisiones de luz y las señales térmicas correspondientes del conjunto de señales térmicas.

En una realización (no mostrada), un conjunto de señales de sincronización que indican capturas de señales térmicas correspondientes se envía desde la unidad de señales de sincronización 546 a intervalos de 110 ms. Las señales de sincronización 514a-514d de un conjunto de señales de sincronización se puede enviar al circuito eléctrico de control 552 con un intervalo de tiempo fijo entre cada señal de sincronización (por ejemplo, separadas equidistantemente 110 ms). Como respuesta a la señal de sincronización 514a, el circuito eléctrico de control 552 puede enviar una señal de emisión de luz 511a a la fuente de luz 530 tras un retardo de tiempo igual al intervalo de tiempo fijo de 110 ms, de

modo que la emisión de luz 511 coincide con la siguiente señal de sincronización 514d predicha. Como respuesta a la recepción de la señal de sincronización 514b inmediatamente posterior, el circuito eléctrico de control está configurado para compensar la correspondiente señal de emisión de luz 511b con un retardo de tiempo fijo (por ejemplo, de 10 ms) más el intervalo de tiempo fijo de 110 ms (por ejemplo, 10 ms después de la siguiente señal de sincronización 514c predicha). Como respuesta a la recepción de la señal de sincronización 514c inmediatamente posterior, el circuito eléctrico de control está configurado para compensar la correspondiente señal de emisión de luz 511 con un múltiplo del retardo de tiempo fijo (por ejemplo, un múltiplo de 2, resultando en 20 ms) más el intervalo de tiempo fijo de 110 ms (por ejemplo, 20 ms tras la siguiente señal de sincronización 514c predicha) de la siguiente señal de sincronización 514d predicha. Se pueden llevar a cabo más reiteraciones de las etapas anteriores hasta que se observa una compensación satisfactoria o retardo de tiempo entre las señales térmicas. Mediante esta técnica, se puede capturar un conjunto de señales térmicas con retardo de tiempo, capturándose el conjunto de señales térmicas con una compensación o retardo de tiempo observado, que se reduce progresivamente entre las emisiones de luz y las señales térmicas correspondientes del conjunto de señales térmicas.

En una realización, el envío de una pluralidad de señales de captura 512 desde el circuito eléctrico de control 552 hasta el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica 540 con un retardo de tiempo progresivamente compensado entre cada señal de emisión de luz 511 posterior y la señal de captura 512 correspondiente puede incluir enviar cada señal de captura 512 con un retardo de tiempo compensado de, al menos aproximadamente, 110 ms.

En una realización, el sistema 400, 500a o 500b puede configurarse para operar de una o más de las maneras descritas en el presente documento (por ejemplo, controlando los retardos de tiempo compensados de forma progresiva o regresiva, impulsado por el circuito eléctrico de control, como en la figura 5A, o impulsado por el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica, como en la figura 5B). En cualquiera de las realizaciones del presente documento, el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica puede determinar directamente la temperatura de una parte del ensayo de flujo o puede capturar un conjunto de señales térmicas de la parte del ensayo de flujo y el sistema de control puede incluir un programa ejecutable, configurado para determinar la temperatura en cada uno del conjunto de señales térmicas.

Cualquiera de las técnicas descritas en el presente documento se puede reiterar las veces que se desee o sea necesario, por ejemplo, para elaborar un gráfico con una curva de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente al tiempo usando cada punto distinto de tiempo como punto sobre la curva. Por ejemplo, un usuario puede utilizar 5 o más reiteraciones, tal como 10 reiteraciones, 20 reiteraciones o 30 reiteraciones. El intervalo de tiempo fijo puede ser de 100 ms o más, tal como de aproximadamente 110 ms o más, aproximadamente 150 ms, aproximadamente 200 ms, aproximadamente 250 ms, aproximadamente 300 ms, aproximadamente 500 ms, aproximadamente 1 s o aproximadamente 1 o más minutos. Aunque en el presente documento se contemplan intervalos de tiempo fijo más pequeños, los intervalos de tiempo que tienen una separación de aproximadamente 110 ms o más son particularmente útiles para los objetivos de esta solicitud. El retardo de tiempo o retardo de tiempo fijo puede ser de aproximadamente 1 ms o más, tal como de aproximadamente 3 ms, aproximadamente 5 ms, aproximadamente 10 ms, aproximadamente 15 ms, aproximadamente 25 ms, aproximadamente 50 ms, aproximadamente 100 ms, aproximadamente 1 segundo o más o aproximadamente 1 minuto o más.

Aunque los intervalos de tiempo entre las posteriores señales térmicas permanecen constantes (por ejemplo, en 110 ms) en las realizaciones anteriores, algunas realizaciones pueden incluir intervalos de tiempo que aumentan o se reducen progresivamente entre las posteriores señales térmicas de un conjunto de señales térmicas. Por ejemplo, el retardo de tiempo entre las señales térmicas de un conjunto de señales térmicas puede aumentar progresivamente 5 ms o más tras cada señal térmica posterior del conjunto de señales térmicas, como primero 110 ms, después 115 ms, luego 120 ms, etc. Los intervalos de tiempo pueden compensarse de forma progresiva con 5 ms o más, tal como de aproximadamente 5 ms a aproximadamente 1 s, de aproximadamente 10 ms a aproximadamente 500 ms, de aproximadamente 20 ms a aproximadamente 100 ms, aproximadamente 5 ms, aproximadamente 10 ms o aproximadamente 20 ms.

Aunque los intervalos de tiempo, retardos e intervalos de tiempo compensados del presente documento se han descrito como progresivamente compensados, en algunas realizaciones, los intervalos de tiempo o intervalos con retardo de tiempo pueden compensarse de forma aleatoria siempre y cuando se conozca o registre la relación entre la emisión de la fuente de luz y la posterior captura de la señal térmica. Por ejemplo, se puede ordenar y capturar un conjunto de señales térmicas con compensación de tiempo aleatoria (por ejemplo, señales térmicas con retardos de tiempo compensados y separados aleatoriamente entre la emisión de la fuente de luz y la captura de la señal térmica) y, posteriormente, las señales térmicas se pueden colocar en orden del retardo de tiempo compensado de cada señal térmica, por ejemplo, lo puede hacer un usuario o el sistema de control de los sistemas descritos en el presente documento lo puede hacer automáticamente. Se puede elaborar un gráfico del cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente al tiempo o del cambio en la temperatura frente al tiempo mediante el uso de cada punto distinto de tiempo como punto sobre la curva.

La figura 8A es un gráfico de una curva del cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente a la curva temporal, estando las curvas comparativas elaboradas con puntos de medición separados una cantidad arbitraria. El gráfico muestra una curva de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo con un índice de fotogramas elevado

tras las mediciones tomadas a intervalos muy por debajo de los 110 ms. El gráfico muestra una curva elaborada en función de las mediciones del cambio en la temperatura por cambio en el tiempo tomadas en momentos separados por una compensación arbitraria de aproximadamente 100 ms. El gráfico muestra una curva elaborada en función de las mediciones del cambio en la temperatura por cambio en el tiempo tomadas en momentos separados por una compensación arbitraria de aproximadamente 100 ms, pero en distintos puntos a lo largo del eje temporal. Como se muestra, ambas curvas elaboradas pierden el punto temporal de detección ideal verdadero en el pico de la curva con índice de fotogramas elevado. Además, a medida que pasa el tiempo, todas las curvas convergen en los niveles de fondo o ruido de manera parecida a las curvas de concentración de nanopartículas alta y baja mostradas en la figura 3B, por encima de las cuales no puede ser posible una detección precisa. Por este motivo, una cantidad suficiente de reiteraciones de las técnicas divulgadas en el presente documento, que muestren compensaciones de tiempo lo suficientemente cercanas entre sí, permiten la elaboración de un gráfico que muestre o, al menos, casi se aproxime al pico de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente al tiempo (por ejemplo, el tiempo de detección ideal).

La figura 8B es un conjunto de gráficos de distintos puntos temporales con retardo según se usan para crear una curva de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente a la curva temporal. Cada gráfico individual de la figura 8B representa un punto distinto de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo, dispuesto sobre una curva real de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente al tiempo para las concentraciones de nanopartículas altas y bajas. Cada gráfico tiene una compensación de tiempo de 9 ms. Como se muestra, una compensación de 9 ms permite una elaboración precisa, o aproximación, de la verdadera curva. Como se muestra, el tiempo de detección ideal o pico está a aproximadamente 84 ms entre la emisión de luz y la captura de la señal térmica. Los ensayos de flujo se pueden probar en este punto para conseguir los picos más fiables por encima de los niveles de ruido o fondo y proporcionar el pico más alto para, incluso, una concentración baja de nanopartículas. El análisis de la forma anterior permite la detección de una baja concentración (por ejemplo, una enfermedad leve o en fase inicial) por encima de los niveles de ruido o fondo. Después de determinar el tiempo de detección ideal, un usuario puede programar el sistema o el sistema puede analizar automáticamente las muestras posteriores con este retardo de tiempo compensado para conseguir los resultados más sensibles y precisos.

En una realización, un usuario puede ejecutar las suficientes reiteraciones para determinar el tiempo de detección ideal y el nivel de ruido, por encima de los cuales no puede ser posible una detección precisa. El nivel de ruido puede ser aquel donde el LFA con una concentración baja, concentración alta o que no tenga concentración de nanopartículas, presente niveles de radiación térmica de referencia que puedan distinguirse entre sí (mostrados en el lado derecho de las figuras 3B y 8A. Dicho punto de ruido se puede determinar analizando dónde convergen las respectivas curvas de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente al tiempo de una muestra con una concentración alta y una muestra con una concentración baja. Este punto muestra el límite de detección (por ejemplo, el punto por debajo del cual no se debería confiar en que los datos de la prueba indiquen un resultado positivo). En algunas realizaciones, la determinación de la presencia de un analito en una muestra en función de una pluralidad de señales térmicas incluye capturar una señal de prueba de analito en el tiempo de detección ideal y determinar si la firma térmica (por ejemplo, las características de temperatura, tales como la temperatura, el cambio en la temperatura en un momento determinado o el cambio en la temperatura por cambio en el tiempo en un momento determinado) están por encima del límite de detección indicado por el nivel de ruido determinado.

Los métodos y sistemas descritos en el presente documento se pueden utilizar para determinar si una prueba ha funcionado de manera adecuada mediante el análisis de las firmas térmicas en o cerca de la tira de control, de una forma similar o idéntica a la que se describe en el presente documento con respecto a la tira de prueba.

El lector reconocerá que el estado de la técnica ha avanzado hasta el punto en el que hay poca diferencia entre las implementaciones de *hardware* y *software* de los aspectos de los sistemas; el uso del *hardware* y *software* suele ser (aunque no siempre, porque en determinados contextos la elección entre *hardware* y *software* puede ser significativa) una elección de diseño que representa el equilibrio entre el coste y la eficiencia. El lector apreciará que existen varios medios mediante los cuales se pueden realizar los procesos y/o sistemas y/u otras tecnologías descritas en el presente documento (por ejemplo, *hardware*, *software* y/o *firmware*), y que el medio preferido variará con el contexto en el que se desarrollan los procesos y/o sistemas y/u otras tecnologías. Por ejemplo, si quien lo implemente determina que la velocidad y precisión son imprescindibles, este o esta puede optar por un medio principalmente de *hardware* y/o *firmware*; como alternativa, si es la flexibilidad lo imprescindible, este o esta puede optar por una implementación principalmente de *software*; o de nuevo de forma alternativa, este o esta puede optar por alguna combinación de *hardware*, *software* y/o *firmware*. Por consiguiente, existen varios medios posibles mediante los que se pueden efectuar los procesos y/o dispositivos y/u otras tecnologías descritas en el presente documento, ninguno de los cuales es inherentemente superior al otro, ya que cualquier medio que se vaya a utilizar es una elección que depende del contexto en el que se desplegará el medio y de los intereses de la persona que lo implemente (por ejemplo, la velocidad, flexibilidad o previsibilidad); pudiendo variar cualquiera de estos. El lector reconocerá que los aspectos ópticos de las implementaciones normalmente emplearán un *hardware*, *software* y/o *firmware* con orientación óptica.

La descripción detallada anterior ha expuesto varias realizaciones de los dispositivos y/o procesos a través del uso de diagramas de bloque, flujogramas y/o ejemplos. En la medida en que dichos diagramas de bloque, flujogramas y/o ejemplos contienen una o más funciones y/u operaciones, los expertos en la técnica entenderán que cada función y/u

operación dentro de dichos diagramas de bloque, flujogramas o ejemplos se pueden implementar, de forma individual y/o colectiva, por una gran gama de *hardware*, *software*, *firmware* o, prácticamente, cualquier combinación de estos. En una realización, varias partes de la materia objeto descrita en el presente documento pueden implementarse a través de circuitos integrados para aplicaciones específicas (ASIC), matrices de compuertas programables por campo (FPGA), procesadores digitales de señal (DSP) u otros formatos integrados. Sin embargo, los expertos en la materia reconocerán que algunos aspectos de las realizaciones descritas en el presente documento, en su totalidad o en parte, pueden implementarse de forma equivalente en circuitos integrados, como uno o más programas informáticos que se ejecutan en uno o más ordenadores (por ejemplo, como uno o más programas que se ejecutan en uno o más sistemas informáticos), como uno o más programas que se ejecutan en uno o más procesadores (por ejemplo, como uno o más programas que se ejecutan en uno o más microprocesadores), como *firmware* o como prácticamente cualquier combinación de estos, y que el diseño de los circuitos y/o la escritura del código del *software* y/o *firmware* está dentro de las competencias del experto en la materia a la luz de esta divulgación. Además, el lector apreciará que los mecanismos de la materia objeto descrita en el presente documento son capaces de distribuirse como un producto informático de varias maneras, y que una realización ilustrativa de la materia objeto descrita en el presente documento es aplicable independientemente del tipo particular de medio portador de señales utilizado para llevar a cabo realmente la distribución. Los ejemplos de un medio portador de señales incluyen, pero no se limitan a lo siguiente: un medio de tipo grabable, como un disquete, un disco duro, un disco compacto (CD), un disco de vídeo digital (DVD), una cinta digital, una memoria informática, etc.; y un medio de tipo transmisión, como un medio de comunicación digital y/o analógico (por ejemplo, un cable de fibra óptica, una guía de ondas, un enlace de comunicaciones alámbricas, un enlace de comunicaciones inalámbricas, etc.).

En un sentido general, las diversas realizaciones descritas en el presente documento se pueden implementar, de forma individual y/o colectiva, gracias a los diversos tipos de sistemas electromecánicos que tienen un gran abanico de componentes eléctricos, como *hardware*, *software*, *firmware* o, prácticamente, cualquier combinación de estos; y un gran abanico de componentes que pueden ejercer una fuerza o movimiento mecánico, como cuerpos rígidos, resortes o cuerpos de torsión, hidráulicos y dispositivos accionados electromagnéticamente, o prácticamente cualquier combinación de estos. Por consiguiente, como se utiliza en el presente documento, "sistema electromecánico" incluye, aunque no se limita a un circuito eléctrico, acoplado de forma operativa a un transductor (por ejemplo, un accionador, un motor, un cristal piezoeléctrico, etc.), circuitos eléctricos con al menos un circuito eléctrico distinto, circuitos eléctricos con al menos un circuito integrado, circuitos eléctricos con al menos un circuito integrado específico de la aplicación, un circuito eléctrico que forma un dispositivo informático con fines generales, configurado por un programa informático (por ejemplo, un ordenador con fines generales configurado por un programa informático que lleva a cabo, al menos parcialmente, los procesos y/o los dispositivos descritos en el presente documento, o un microprocesador, configurado por un programa informático que lleva a cabo, al menos parcialmente, los procesos y/o los dispositivos descritos en el presente documento), un circuito eléctrico que forma un dispositivo de memoria (por ejemplo, forma una memoria de acceso aleatorio, un circuito eléctrico que forma un dispositivo de comunicaciones (por ejemplo, un módem, un conmutador de comunicaciones o un equipo óptico-eléctrico) y cualquier análogo no eléctrico de estos, como un análogo óptico u otros. Los expertos en la materia apreciarán que los ejemplos de los sistemas electromecánicos incluyen, pero no se limitan a, una variedad de sistemas de electrónica de consumo, así como otros sistemas, por ejemplo, sistemas de transporte motorizado, sistemas de automatización de fábricas, sistemas de seguridad y sistemas de comunicación/informáticos. Los expertos en la materia reconocerán que la electromecánica, tal y como se utiliza en el presente documento, no se limita necesariamente a un sistema que tiene un accionamiento eléctrico y mecánico, exceptuando que el contexto indique lo contrario.

En un sentido general, los diversos aspectos descritos en el presente documento pueden implementarse, de forma individual y/o colectiva, con un gran abanico de *hardware*, *software*, *firmware*, o se puede observar que cualquier combinación de estos se compone de varios tipos de "circuitos eléctricos". Por consiguiente, como se utiliza en el presente documento, "circuitos eléctricos" incluyen, aunque no se limitan a, circuitos eléctricos con al menos un circuito eléctrico distinto, circuitos eléctricos con al menos un circuito integrado, circuitos eléctricos con al menos un circuito integrado específico de la aplicación, un circuito eléctrico que forma un dispositivo informático con fines generales, configurado por un programa informático (por ejemplo, un ordenador con fines generales configurado por un programa informático que lleva a cabo, al menos parcialmente, los procesos y/o los dispositivos descritos en el presente documento, o un microprocesador, configurado por un programa informático que lleva a cabo, al menos parcialmente, los procesos y/o los dispositivos descritos en el presente documento), un circuito eléctrico que forma un dispositivo de memoria (por ejemplo, formas de memoria de acceso aleatorio) y/o un circuito eléctrico que forma un dispositivo de comunicaciones (por ejemplo, un módem, un conmutador de comunicaciones o equipo óptico-eléctrico). La materia objeto descrita en el presente documento se puede implementar de manera analógica o digital, o mediante alguna combinación de estas.

Los componentes descritos en el presente documento (por ejemplo, las etapas), los dispositivos y objetos y el análisis que los acompaña se utilizan como ejemplos con el fin de proporcionar claridad conceptual. Por consiguiente, tal y como se utilizan en el presente documento, los ejemplos específicos expuestos y el análisis adjunto están pensados para representar sus clases más generales. En general, el uso de cualquier ejemplo específico del presente documento también está pensado para representar su clase, y la no inclusión de dichos componentes específicos (por ejemplo, las etapas), dispositivos y objetos del presente documento no deberían interpretarse como que indiquen que se desea dicha limitación.

Con respecto al uso de sustancialmente cualquier término en plural y/o singular del presente documento, el lector puede pasar del plural al singular y/o del singular al plural según sea apropiado por el contexto y/o aplicación. Los diversos cambios entre singular/plural no se exponen expresamente en el presente documento por motivos de claridad.

La materia objeto descrita en el presente documento ilustra en ocasiones distintos componentes contenidos dentro de o conectados a los otros distintos componentes. Debe entenderse que dichas estructuras ilustradas son solo de ejemplo y que, de hecho, se pueden implementar muchas otras estructuras que consigan la misma funcionalidad. En un sentido conceptual, cualquier disposición de los componentes para conseguir la misma funcionalidad se "asocia" de forma eficaz, de modo que se consigue la funcionalidad deseada. Por consiguiente, se puede observar que cualquiera de los dos componentes del presente documento, combinados para conseguir una funcionalidad en particular, están "asociados con" el otro, de modo que se consigue la funcionalidad deseada, independientemente de las estructuras o componentes intermedios. Igualmente, también puede observarse que cualesquiera de los dos componentes asociados de esta manera estén "conectados de forma operativa" o "acoplados de forma operativa" entre sí, para así conseguir la funcionalidad deseada, y también puede observarse que cualesquiera de los dos componentes capaces de asociarse de esa manera se pueden "acoplar de forma operativa" entre sí, para así conseguir la funcionalidad deseada. Los ejemplos específicos de "acoplable de forma operativa" incluyen, aunque no se limitan a: componentes que se pueden conectar de forma física y/o que interactúan físicamente y/o componentes que interactúan de forma inalámbrica y/o que pueden interactuar de forma inalámbrica y/o componentes que pueden interactuar de forma lógica y/o componentes que interactúan de forma lógica.

En algunos casos, en el presente documento se puede decir que uno o más componentes están "configurados para". El lector reconocerá que "configurado para" puede abarcar, en general, los componentes en estado activo y/o los componentes en estado inactivo y/o los componentes en estado de reposo, a no ser que el contexto requiera lo contrario.

Aunque en el presente documento se han mostrado y descrito los aspectos particulares de la presente materia objeto, será evidente para los expertos en la materia que, en función de las enseñanzas de este documento, se pueden realizar cambios y modificaciones que solo estarán limitados por las reivindicaciones adjuntas. Asimismo, debe entenderse que la invención se define en las reivindicaciones adjuntas. En general, los términos utilizados en el presente documento y, en especial, en las reivindicaciones adjuntas (por ejemplo, el cuerpo de las reivindicaciones adjuntas) están pensados, en general, como términos "abiertos (por ejemplo, la expresión "que incluye" debería interpretarse como que "incluye pero no se limita a", la expresión "que tiene" debería interpretarse como "que tiene al menos", la expresión "incluye" debería interpretarse como "incluye pero no se limita a", etc.). Los expertos en la materia entenderán adicionalmente que si se pretende introducir un número específico de enumeraciones de reivindicación, dicho intento se enumerará explícitamente en la reivindicación, y en ausencia de dicha enumeración, no habrá intento. Por ejemplo, como ayuda para entenderlo, las siguientes reivindicaciones adjuntas pueden contener el uso de las frases preliminares "al menos una/o" y "uno/a o más de" para introducir dichas enumeraciones de reivindicación. Sin embargo, no debería interpretarse que el uso de dichas frases suponga que la introducción de una enumeración de reivindicación mediante los artículos indefinidos "un" o "una" limite cualquier reivindicación en particular que contenga dicha enumeración de reivindicación introducida en las invenciones que contienen solo una enumeración de ese tipo, incluso cuando la misma reivindicación incluye las frases preliminares "uno/a o más" o "al menos uno/a" y artículos indefinidos como "un" o "una" (por ejemplo, debería interpretarse que "un" y/o "una" normalmente significan "al menos uno/a" o "uno/a o más"); lo mismo se aplica para el uso de los artículos definidos utilizados para introducir las enumeraciones de reivindicación. Además, incluso si se enumera un número específico de enumeraciones de reivindicación introducidas, dicha enumeración debería interpretarse normalmente como que significa, al menos, el número enumerado (por ejemplo, la enumeración a secas de "dos enumeraciones", sin otros modificadores, suele significar al menos dos enumeraciones o dos o más enumeraciones). Asimismo, en dichos ejemplos donde se utiliza un análogo de convención de "al menos uno/a de A, B y C, etc.", en general, dicha estructura está pensada en el sentido de la convención (por ejemplo, "un sistema que tiene al menos uno/a de A, B y C" incluiría, aunque no se limitaría a los sistemas que tienen solo la A, solo la B, solo la C, la A y B juntas, la A y C juntas, la B y C juntas, y/o la A, B y C juntas, etc.). En dichos ejemplos en los que se utiliza un análogo de convención de "al menos uno/a de A, B o C, etc.", en general, dicha estructura está pensada en el sentido de la convención (por ejemplo, "un sistema que tiene al menos uno/a de A, B o C" incluiría, aunque no se limitaría a los sistemas que tienen solo la A, solo la B, solo la C, la A y B juntas, la A y C juntas, la B y C juntas, y/o la A, B y C juntas, etc.). Prácticamente, cualquier palabra y/o frase disyuntiva que presente dos o más términos alternativos, ya sea bien en la descripción, reivindicaciones o dibujos, debe entenderse que contempla las posibilidades de incluir uno de los términos, cualquiera de los términos o ambos términos. Por ejemplo, la frase "A o B" se entenderá que incluye las posibilidades de "A" o "B" o "A y B".

Con respecto a las reivindicaciones adjuntas, las operaciones enumeradas en ellas pueden llevarse a cabo, en general, en cualquier orden. Los ejemplos de dichos órdenes alternos pueden incluir órdenes solapados, intercalados, interrumpidos, reordenados, aumentados, preparatorios, complementarios, simultáneos, inversos u otros órdenes variables, a no ser que el contexto indique lo contrario. Con respecto al contexto, incluso las expresiones como "como respuesta a", "relacionado/a con" u otras, no están pensadas para excluir dichas variantes, a no ser que el contexto indique lo contrario.

En las siguientes disposiciones numeradas se exponen los aspectos de la materia objeto descrita en el presente documento:

5 1. Un sistema para detectar la presencia de un analito en una muestra dispuesta en un ensayo de flujo, que tiene en su interior partículas indicadoras de absorción óptica, comprendiendo el sistema:

10 una fuente de luz, colocada y configurada para irradiar, al menos, una parte del ensayo de flujo y de las partículas indicadoras de absorción óptica de su interior; un lector para ensayo de espectroscopía fototérmica, configurado para capturar una pluralidad de señales térmicas del ensayo de flujo, incluyendo las partículas indicadoras de absorción óptica; y

15 un sistema de control, que incluye un circuito eléctrico de control acoplado de forma operativa a la fuente de luz y al lector para ensayo de espectroscopía fototérmica, estando configurado el circuito eléctrico de control para sincronizar la operación de la fuente de luz y el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica a intervalos de tiempo progresivamente compensados.

2. El sistema de la disposición 1, que incluye además:

20 una estructura de soporte que soporta la fuente de luz, el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica y una base móvil; y

en donde la base móvil está configurada para retener el ensayo de flujo en una posición de trabajo para permitir la irradiación de las partículas indicadoras de absorción óptica en un aparte del ensayo de flujo, y para que la parte del ensayo de flujo se encuentre dentro de un campo de visión del lector para ensayo de espectroscopía fototérmica, de modo que se pueda capturar la pluralidad de señales térmicas de la parte del ensayo de flujo.

25 3. El sistema de la disposición 2, en donde la base móvil está configurada para retener de forma repetida un conjunto de ensayos de flujo en la posición de trabajo.

4. El sistema de la disposición 1, en donde las partículas indicadoras de absorción óptica incluyen nanopartículas de oro.

5. El sistema de la disposición 1, en donde la fuente de luz incluye un láser.

30 6. El sistema de la disposición 5, en donde el láser está configurado para emitir una pluralidad de pulsos de luz.

7. El sistema de la disposición 5, en donde el láser está configurado para emitir luz con una longitud de onda promedio en el espectro de luz verde.

8. El sistema de la disposición 5, en donde el láser está configurado para emitir luz con una longitud de onda promedio en el espectro de luz roja.

35 9. El sistema de la disposición 1, en donde el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica incluye una cámara infrarroja.

10. El sistema de la disposición 1, en donde:

40 el circuito eléctrico de control está configurado para enviar una pluralidad de señales de emisión de luz hacia la fuente de luz y una pluralidad de señales de captura al lector para ensayo de espectroscopía fototérmica; la fuente de luz está configurada para emitir una pluralidad de pulsos de luz como respuesta a la recepción de una o más de la pluralidad de señales de emisión de luz desde el circuito eléctrico de control; y

45 el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica está configurado para capturar una o más de la pluralidad de señales térmicas del ensayo de flujo como respuesta a la recepción de una o más de la pluralidad de señales de captura desde el circuito eléctrico de control.

11. El sistema de la disposición 10, en donde:

50 la fuente de luz incluye un gatillo de emisión acoplado de forma operativa a ella, estando el gatillo de emisión configurado para provocar la emisión de uno o más de una pluralidad de pulsos de luz desde la fuente de luz como respuesta a la recepción de una o más de la pluralidad de señales de emisión de luz; y

55 el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica incluye un gatillo de captura acoplado de forma operativa a este, estando el gatillo de captura configurado para provocar que el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica capture una o más de la pluralidad de señales térmicas como respuesta a la recepción de una o más de la pluralidad de señales de captura.

12. El sistema de la disposición 10, en donde el circuito eléctrico de control está configurado para compensar de forma progresiva, en un dominio de tiempo, el envío de una o más de la pluralidad de señales de captura a intervalos de tiempo más cortos desde cada una de la pluralidad de señales de emisión de luz.

60 13. El sistema de la disposición 10, en donde el circuito eléctrico de control está configurado para compensar de forma progresiva, en un dominio de tiempo, el envío de una o más de la pluralidad de señales de captura a intervalos de tiempo más largos desde cada una de la pluralidad de señales de emisión de luz.

14. El sistema de la disposición 1, en donde:

65 el sistema de control incluye:

un gatillo de emisión acoplado de forma operativa a la fuente de luz, estando el gatillo de emisión configurado

- para provocar la emisión de una pluralidad de pulsos de luz desde la fuente de luz como respuesta a la recepción de una pluralidad de señales de emisión de luz desde el circuito eléctrico de control; un gatillo de captura acoplado de forma operativa al lector para ensayo de espectroscopía fototérmica, estando el gatillo de captura configurado para provocar que el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica capture una o más de la pluralidad de señales térmicas como respuesta a la recepción de una o más de la pluralidad de señales de captura; y el circuito eléctrico de control está configurado para enviar:
- una pluralidad de señales de emisión de luz hacia el gatillo de emisión, cada una de las cuales puede desencadenar la emisión de uno o más de una pluralidad de pulsos de luz desde la fuente de luz; y una pluralidad de señales de captura hacia el gatillo de captura, cada una de las cuales puede provocar que el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica capture una o más de la pluralidad de señales térmicas; y el circuito eléctrico de control incluye una compuerta de retardo, configurada para compensar el envío de una o más de la pluralidad de señales de captura, correspondientes a cada una de la pluralidad de señales de emisión, en intervalos de tiempo con una compensación progresivamente más larga para capturar una pluralidad de señales térmicas con retardo consecutivo del ensayo de flujo.
15. El sistema de la disposición 14, en donde el circuito eléctrico de control incluye un relé de señales, configurado para enviar una o más de la pluralidad de señales de captura y una o más de la pluralidad de señales de emisión de luz.
16. El sistema de la disposición 14, en donde el circuito eléctrico de control está acoplado de forma inalámbrica a uno o más del gatillo de captura, el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica, el gatillo de emisión o la fuente de luz.
17. El sistema de la disposición 14, en donde el circuito eléctrico de control está conectado de forma alámbrica a uno o más del gatillo de captura, el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica, el gatillo de emisión o la fuente de luz.
18. El sistema de la disposición 14, en donde:
- el sistema de control incluye una memoria acoplada de forma operativa al circuito eléctrico de control; y el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica está configurado para enviar cada una de la pluralidad de señales térmicas a la memoria, para almacenarlas ahí.
19. El sistema de la disposición 18, que incluye además:
- una interfaz de usuario, conectada de forma operativa al sistema de control, estando configurada la interfaz de usuario para enseñar a un usuario la pluralidad de señales térmicas, permitir la entrada de instrucciones de usuario, permitir la entrada de programas operativos o la emisión de los datos de señal térmica.
20. El sistema de la disposición 19, en donde la interfaz de usuario incluye un dispositivo informático personal.
21. El sistema de la disposición 14, en donde el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica incluye un circuito eléctrico de control del detector, configurado para transmitir cada una de la pluralidad de señales térmicas al sistema de control.
22. El sistema de la disposición 21, en donde el circuito eléctrico de control del detector está configurado para enviar cada una de la pluralidad de señales térmicas a la memoria, acoplada de forma operativa al circuito eléctrico de control para almacenarlos en su interior.
23. El sistema de la disposición 21, en donde la fuente de luz incluye un circuito eléctrico de control de la fuente de luz, configurado para regular y controlar una o más de la intensidad, duración, anchura o espectro de color promedio de la luz emitida desde la fuente de luz, como respuesta a la recepción de una de la pluralidad de señales de emisión de luz.
24. El sistema de la disposición 1, en donde:
- el sistema de control incluye un circuito eléctrico de control del detector, acoplado de forma operativa al lector para ensayo de espectroscopía fototérmica y al circuito eléctrico de control, estando el circuito eléctrico de control del detector configurado para generar una pluralidad de señales de sincronización, cada una de las cuales indica el momento de captura de una o más de la pluralidad de señales térmicas; estando el circuito eléctrico de control configurado para enviar una pluralidad de señales de emisión de luz a la fuente de luz como respuesta a la recepción de cada una de la pluralidad de señales de sincronización; y la fuente de luz está configurada para emitir una pluralidad de pulsos de luz como respuesta a la recepción de una o más de la pluralidad de señales de emisión de luz desde el circuito eléctrico de control.
25. El sistema de la disposición 24, en donde el circuito eléctrico de control está configurado para enviar, con una compensación progresiva de un dominio de tiempo, una de la pluralidad de señales de emisión a intervalos más cortos desde cada señal de sincronización sucesiva de la pluralidad de señales de sincronización.
26. El sistema de la disposición 24, en donde el circuito eléctrico de control está configurado para compensar de forma progresiva, en un dominio de tiempo, enviar una de la pluralidad de señales de emisión de luz a intervalos más largos desde cada señal de sincronización sucesiva de la pluralidad de señales de sincronización.
27. El sistema de la disposición 24, en donde:

el circuito eléctrico de control del detector incluye una unidad de señales de sincronización, configurada para enviar cada una de la pluralidad de señales de sincronización al circuito eléctrico de control;  
 el circuito eléctrico de control incluye un relé de señales, configurado para recibir cada una de la pluralidad de  
 5 señales de sincronización y, como respuesta a esto, enviar una o más de la pluralidad de señales de emisión de luz a la fuente de luz; y  
 la fuente de luz incluye un gatillo de emisión acoplado de forma operativa a ella, estando el gatillo de emisión configurado para provocar la emisión de una pluralidad de pulsos de luz desde la fuente de luz como respuesta a la recepción de una o más de la pluralidad de señales de emisión de luz.

28. El sistema de la disposición 27, en donde el sistema de control incluye un circuito eléctrico de control de la fuente de luz, acoplado de manera operativa al gatillo de emisión de luz de la fuente de luz y al circuito eléctrico de control, estando el circuito eléctrico de control de la fuente de luz configurado para regular y controlar uno o más valores de: la intensidad, duración, anchura o espectro de color promedio de uno o más de la pluralidad de  
 15 pulsos de luz emitidos desde este como respuesta a la recepción de una o más de la pluralidad de señales de emisión de luz.

29. El sistema de la disposición 27, en donde:

el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica está configurado para capturar un conjunto de señales  
 20 térmicas a un intervalo de dominio de tiempo repetitivo;  
 estando la unidad de señales de sincronización configurada para enviar una señal de sincronización al circuito eléctrico de control al intervalo de dominio de tiempo repetitivo correspondiente a cada señal térmica del conjunto de señales térmicas; y  
 incluyendo el circuito eléctrico de control una compuerta de retardo, acoplada de forma operativa al relé de  
 25 señales y configurada para compensar el envío de cada señal de emisión de luz correspondiente a cada señal de sincronización sucesiva del conjunto de señales de sincronización a intervalos de tiempo progresivamente compensados, para así capturar un conjunto de señales térmicas del ensayo de flujo con retardos de tiempo progresivamente compensados entre medias.

30. El sistema de la disposición 29, en donde los intervalos de tiempo progresivamente compensados son intervalos de tiempo progresivamente más largos.

31. El sistema de la disposición 29, en donde el circuito eléctrico de control del detector está configurado para controlar el intervalo de tiempo repetitivo entre cada una de la pluralidad de señales térmicas.

32. El sistema de la disposición 31, en donde el circuito eléctrico de control del detector incluye la unidad de señales  
 35 de sincronización en su interior.

33. El sistema de la disposición 29, en donde el sistema de control incluye una memoria acoplada de forma operativa al circuito eléctrico de control, estando la memoria configurada para almacenar uno o más programas de sincronización y una o más de la pluralidad de señales térmicas en su interior.

34. El sistema de la disposición 33, en donde el circuito eléctrico de control del detector está configurado para  
 40 enviar cada una de la pluralidad de señales térmicas a la memoria.

35. El sistema de la disposición 29, que incluye además:

una interfaz de usuario, conectada de forma operativa al sistema de control, estando la interfaz de usuario  
 45 configurada para enseñar a un usuario una o más de la pluralidad de señales térmicas, permitir la entrada de instrucciones de usuario, permitir la entrada de programas de sincronización o la emisión de los datos de señal térmica.

36. El sistema de la disposición 35, en donde la interfaz de usuario incluye un dispositivo informático personal.

37. Un método para detectar la presencia de un analito en una muestra, comprendiendo el método:

proporcionar un ensayo de flujo que incluya en su interior una pluralidad de partículas indicadoras de absorción  
 50 óptica en una base móvil de un aparato de detección;  
 iniciar la operación de un aparato de detección que incluye una fuente de luz; y  
 un lector para ensayo de espectroscopía fototérmica, configurado para capturar una pluralidad de señales  
 55 térmicas del ensayo de flujo, incluyendo la pluralidad de partículas indicadoras de absorción óptica en su interior;  
 emitir una pluralidad de pulsos de luz desde la fuente de luz sobre al menos una parte del ensayo de flujo;  
 sincronizar sustancialmente la captura de una pluralidad de señales térmicas a intervalos de tiempo  
 progresivamente compensados, irradiándose la pluralidad de señales térmicas de, al menos, una parte del  
 ensayo de flujo con la pluralidad de pulsos de luz;  
 60 capturar una o más de la pluralidad de señales térmicas de dicha al menos una parte del ensayo de flujo irradiada con la pluralidad de pulsos de luz; y determinar la presencia del analito en la muestra en función, al menos parcialmente, de la pluralidad de señales térmicas.

38. El método de la disposición 37, en donde:

la pluralidad de pulsos de luz incluye un conjunto de pulsos de luz; y

la captura de una o más de la pluralidad de señales térmicas incluye capturar un conjunto de señales térmicas a intervalos de tiempo progresivamente más cortos de cada pulso de luz sucesivo del conjunto de pulsos de luz.

- 5 39. El método de la disposición 38, que incluye además reducir el intervalo de tiempo compensado 20 milisegundos o menos tras cada pulso de luz sucesivo del conjunto de pulsos de luz.  
 40. El método de la disposición 39, que incluye además reducir el intervalo de tiempo compensado 10 milisegundos o menos tras cada pulso de luz sucesivo del conjunto de pulsos de luz.  
 41. El método de la disposición 37, en donde:

10 la pluralidad de pulsos de luz incluye un conjunto de pulsos de luz; y  
 la captura de una o más de la pluralidad de señales térmicas incluye capturar cada señal térmica de un conjunto de señales térmicas a intervalos de tiempo con una compensación progresivamente más larga de cada pulso de luz sucesivo del conjunto de pulsos de luz.

- 15 42. El método de la disposición 41, que incluye además aumentar el intervalo de tiempo compensado 3 milisegundos o menos tras cada pulso de luz sucesivo del conjunto de pulsos de luz.  
 43. El método de la disposición 42, que incluye además aumentar el intervalo de tiempo compensado 10 milisegundos o menos tras cada pulso de luz sucesivo del conjunto de pulsos de luz.  
 20 44. El método de la disposición 37, que incluye además:

determinar una temperatura de dicha al menos una parte del ensayo de flujo en cada una de la pluralidad de señales térmicas;  
 25 elaborar un gráfico de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente al tiempo de captura en función, al menos parcialmente, de la pluralidad de señales térmicas; y  
 determinar un tiempo de detección ideal mediante la identificación de un tiempo de captura, correspondiente al mayor valor de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo del gráfico.

- 30 45. El método de la disposición 44, en donde la determinación de la presencia de un analito en una muestra en función de, al menos parcialmente, la pluralidad de señales térmicas, incluye capturar una señal de prueba del analito con el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica en el momento de detección ideal y determinar si la firma térmica de la señal de prueba del analito está por encima de un límite de detección.  
 46. El método de la disposición 37, en donde:

35 el aparato de detección incluye además un circuito eléctrico de control acoplado de forma operativa a la fuente de luz y al lector para ensayo de espectroscopía fototérmica; y  
 sincronizar sustancialmente la captura de una pluralidad de señales térmicas a intervalos de tiempo progresivamente compensados, la pluralidad de señales térmicas de, al menos, una parte del ensayo de flujo,  
 40 irradiada con la pluralidad de pulsos de luz, incluye enviar una pluralidad de señales de emisión de luz desde el circuito eléctrico de control hasta la fuente de luz, siendo eficaz cada una de la pluralidad de señales de emisión de luz en desencadenar, al menos, un pulso de luz desde la fuente de luz como respuesta a esto; y  
 enviar una pluralidad de señales de captura desde el circuito eléctrico de control al lector para ensayo de espectroscopía fototérmica con un retardo de tiempo progresivamente compensado entre cada señal de emisión de luz sucesiva de la pluralidad de señales de emisión de luz y una señal de captura correspondiente  
 45 a esta, en donde cada una de la pluralidad de señales de captura es eficaz en provocar que el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica capture una señal térmica de la parte del ensayo de flujo como respuesta a esto.

- 50 47. El método de la disposición 46, que incluye además:

en donde la fuente de luz incluye un circuito eléctrico de control de la fuente de luz que tiene un gatillo de emisión, configurado para provocar la emisión de uno o más de una pluralidad de pulsos de luz desde la fuente de luz, como respuesta a la recepción de dicha una o más de la pluralidad de señales de emisión de luz;  
 55 en donde el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica incluye un circuito eléctrico de control del detector, que tiene un gatillo de captura configurado para provocar que el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica capture una o más de dicha pluralidad de señales térmicas como respuesta a la recepción de dicha una o más de la pluralidad de señales de captura; y recibir, con el gatillo de emisión, cada una de la pluralidad de señales de emisión de luz; y  
 recibir, con el gatillo de captura, cada una de la pluralidad de señales de captura.

- 60 48. El método de la disposición 47, en donde la captura de una o más de la pluralidad de señales térmicas de dicha al menos una parte del ensayo de flujo irradiada con la pluralidad de pulsos de luz incluye capturar cada señal térmica de un conjunto de señales térmicas en intervalos de tiempo con una compensación relativamente más larga de cada pulso sucesivo de un conjunto de pulsos de luz.

- 65 49. El método de la disposición 47, en donde el envío de una pluralidad de señales de captura desde el circuito eléctrico de control hasta el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica, con un retardo de tiempo

progresivamente compensado entre cada señal de emisión de luz posterior y la señal de captura correspondiente, incluye enviar cada señal de captura de la pluralidad de señales de captura a intervalos de tiempo compensados de, al menos aproximadamente, 110 milisegundos.

50. El método de la disposición 47, que incluye además el aumento del intervalo de tiempo compensado entre cada señal de emisión de luz sucesiva y la señal de captura correspondiente en 3 o más milisegundos.

51. El método de la disposición 47, que incluye además el aumento del intervalo de tiempo compensado entre cada señal de emisión de luz sucesiva y la señal de captura correspondiente en 10 milisegundos o más.

52. El método de la disposición 47, que incluye además el aumento del intervalo de tiempo compensado entre cada señal de emisión de luz sucesiva y la señal de captura correspondiente en 5 o más milisegundos.

53. El método de la disposición 37, en donde:

el aparato de detección incluye un sistema de control, que incluye un circuito eléctrico de control acoplado de forma operativa a la fuente de luz y al lector para ensayo de espectroscopía fototérmica; y sincronizar sustancialmente la captura de una pluralidad de señales térmicas a intervalos de tiempo progresivamente compensados, incluyendo la pluralidad de señales térmicas de dicha, al menos, una parte del ensayo de flujo irradiada con la pluralidad de pulsos de luz, se envía una pluralidad de señales de sincronización desde el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica hasta el circuito eléctrico de control, indicando cada una de la pluralidad de señales de sincronización un tiempo de captura de una señal térmica correspondiente; como respuesta a cada una de la pluralidad de señales de sincronización, se envían una o más señales de emisión de luz desde el circuito eléctrico de control hasta la fuente de luz, enviándose cada una de la pluralidad de señales de emisión de luz en un intervalo de tiempo progresivamente compensado desde la señal de sincronización correspondiente y siendo eficaz en provocar la emisión de un pulso de luz desde la fuente de luz.

54. El método de la disposición 53, en donde cada una de la pluralidad de señales de sincronización está separada aproximadamente con el mismo intervalo de tiempo de, al menos, aproximadamente 110 milisegundos.

55. El método de la disposición 53, en donde el circuito eléctrico de control incluye una compuerta de retardo, configurada para compensar el envío de cada una de dicha una o más señales de emisión de luz, correspondiente a cada una de la pluralidad de señales de sincronización a intervalos de tiempo progresivamente más largos, para así capturar las señales térmicas con retardo secuencial del ensayo de flujo.

56. El método de la disposición 53, que incluye además aumentar 3 milisegundos o más el intervalo de tiempo compensado entre cada señal sucesiva de dicha una o más señales de emisión de luz y la señal de captura correspondiente.

57. El método de la disposición 53, que incluye además aumentar 10 milisegundos o más el intervalo de tiempo compensado entre cada señal sucesiva de dicha una o más señales de emisión de luz de la pluralidad de señales de emisión de luz y la señal correspondiente de la pluralidad de señales de captura.

58. El método de la disposición 53, que incluye además aumentar 5 milisegundos o más el intervalo de tiempo compensado entre cada señal sucesiva de dicha una o más señales de emisión de luz y la señal correspondiente de la pluralidad de señales de captura.

59. El método de la disposición 53, en donde el circuito eléctrico de control incluye una compuerta de retardo, configurada para compensar el envío de cada una de dicha una o más señales de emisión de luz, correspondiente a cada una de la pluralidad de señales de sincronización a intervalos de tiempo progresivamente más cortos, para así capturar las señales térmicas con retardo secuencial del ensayo de flujo.

60. El método de la disposición 53, que incluye además reducir 3 milisegundos o más el intervalo de tiempo compensado entre cada señal sucesiva de dicha una o más señales de emisión de luz y la señal de captura correspondiente.

61. El método de la disposición 53, que incluye además aumentar 10 milisegundos o más el intervalo de tiempo compensado entre cada señal sucesiva de dicha una o más señales de emisión de luz y la señal correspondiente de la pluralidad de señales de captura.

62. El método de la disposición 53, que incluye además aumentar 5 milisegundos o más el intervalo de tiempo compensado entre cada señal sucesiva de dicha una o más señales de emisión de luz y la señal correspondiente de la pluralidad de señales de captura.

63. El método de la disposición 53, que incluye además:

determinar una temperatura de dicha al menos una parte del ensayo de flujo en cada una de la pluralidad de señales térmicas;  
elaborar un gráfico de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo frente al tiempo de captura en función de la pluralidad de señales térmicas; y  
determinar un tiempo de detección ideal mediante la identificación de un tiempo de captura, correspondiente al mayor valor de cambio en la temperatura por cambio en el tiempo del gráfico.

64. El método de la disposición 63, en donde la determinación de la presencia de un analito en una muestra en función de, al menos parcialmente, la pluralidad de señales térmicas, incluye capturar una señal de prueba del analito con el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica en el momento de detección ideal y determinar si la firma térmica de la señal de prueba del analito está por encima de un límite de detección.

65. El método de la disposición 53:

en donde el sistema de control incluye:

un circuito eléctrico de control de la fuente de luz, acoplado de forma operativa al circuito eléctrico de control y a la fuente de luz, teniendo el circuito eléctrico de control de la fuente de luz un gatillo de emisión, configurado para provocar la emisión de uno o más de una pluralidad de pulsos de luz desde la fuente de luz, como respuesta a la recepción de dicha una o más de la pluralidad de señales de emisión de luz;  
 una unidad de señales de sincronización acoplada al circuito eléctrico de control y configurada para enviar una pluralidad de señales de sincronización al circuito eléctrico de control;  
 un relé de señales, acoplado de forma operativa al circuito eléctrico de control y a la unidad de señales de sincronización; y  
 recibir, con el relé de señales, cada una de la pluralidad de señales de sincronización y, como respuesta a esto, enviar una o más de dicha pluralidad de señales de emisión de luz a la fuente de luz; y recibir, con el gatillo de emisión, cada una de la pluralidad de señales de emisión de luz.

66. Un sistema para detectar un analito en una muestra dispuesta en un ensayo de flujo, que tiene en su interior partículas indicadoras de absorción óptica, comprendiendo el sistema:

una fuente de luz láser, configurada para emitir luz láser; una cámara infrarroja, configurada para capturar una pluralidad de señales térmicas del ensayo de flujo, incluyendo las partículas indicadoras de absorción óptica;  
 un sistema de control que tiene un circuito eléctrico de control acoplado de forma operativa a la fuente de luz láser y a la cámara infrarroja, incluyendo el sistema de control,  
 el circuito eléctrico de control del detector, acoplado de forma operativa al circuito eléctrico de control y a la cámara infrarroja;  
 un circuito eléctrico de control de la fuente de luz, acoplado de forma operativa al circuito eléctrico de control y a la fuente de luz láser;  
 un relé de señales, acoplado de forma operativa al circuito eléctrico de control, a la fuente de luz láser y al circuito eléctrico de control del detector, estando el relé de señales configurado para enviar una pluralidad de señales de emisión de luz al circuito eléctrico de control de la fuente de luz, cada una de las cuales es eficaz en provocar que la fuente de luz láser emita un pulso de luz láser, estando el relé de señales configurado para enviar una pluralidad de señales de captura a la cámara infrarroja para capturar una pluralidad de señales térmicas del ensayo de flujo a intervalos de tiempo progresivamente compensados tras cada pulso sucesivo de los pulsos de luz láser emitidos por la fuente de luz láser; y  
 una memoria, configurada para almacenar en su interior una o más de la pluralidad de señales térmicas; y  
 una estructura de soporte que soporta la fuente de luz láser, la cámara infrarroja y una base móvil, estando configurada la base móvil para retener el ensayo de flujo en una posición de trabajo que permita que la luz láser emitida desde la fuente de luz láser, que está sobre el ensayo de flujo, esté dentro de un campo de visión de la cámara infrarroja.

67. El sistema de la disposición 66, en donde la base móvil está configurada para retener de forma repetida uno o más ensayos de flujo en una posición de trabajo, para así permitir la irradiación de las partículas indicadoras de absorción óptica y para que la cámara capture la pluralidad de señales térmicas de uno o más ensayos de flujo y las partículas indicadoras de absorción óptica de su interior.

68. El sistema de la disposición 66, en donde el circuito eléctrico de control incluye una compuerta de retardo, configurada para compensar de forma progresiva el envío de la señal de captura a la cámara infrarroja a intervalos de tiempo progresivamente compensados.

69. El sistema de la disposición 66, en donde el sistema de control incluye una interfaz de usuario, a través de la cual se selecciona el intervalo de retardo de tiempo.

70. El sistema de la disposición 66, en donde el sistema de control incluye una interfaz de usuario, a través de la cual se selecciona un tipo de muestra, y en donde el circuito eléctrico de control está configurado para determinar uno o más intervalos de tiempo en función del tipo de muestra seleccionado.

71. El sistema de la disposición 70, en donde:

la memoria incluye uno o más programas de sincronización almacenados en su interior; y  
 el circuito eléctrico de control incluye un circuito de análisis comparativo, configurado para correlacionar el tipo de muestra seleccionado con uno o más programas de sincronización de la memoria y ejecutar dicho uno o más programas de sincronización correlacionados como respuesta.

Aunque en el presente documento se han divulgado varios aspectos y realizaciones, los diversos aspectos y realizaciones divulgados en el presente documento tienen un fin ilustrativo y no están destinados a ser limitantes, en donde la materia objeto para la que se solicita protección está limitada por lo que se define en las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema (400) para detectar la presencia de un analito en una muestra dispuesta en un ensayo de flujo que presenta partículas indicadoras de absorción óptica en su interior, comprendiendo el sistema:

5 una base móvil (420);  
 una fuente de luz (430), colocada y configurada para irradiar, al menos, una parte del ensayo de flujo y de las partículas indicadoras de absorción óptica de su interior;  
 un lector para ensayo de espectroscopía fototérmica (440), configurado para capturar una pluralidad de señales térmicas del ensayo de flujo, incluyendo las partículas indicadoras de absorción óptica; y  
 10 un sistema de control (450), que incluye un circuito eléctrico de control (452) acoplado de forma operativa a la fuente de luz y al lector para ensayo de espectroscopía fototérmica, estando configurado el circuito eléctrico de control para sincronizar la operación de la fuente de luz y el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica a intervalos de tiempo progresivamente compensados, y generar el índice de cambio en la temperatura en función  
 15 de los datos de tiempo de una pluralidad de datos de tiempo basados al menos en una pluralidad de lecturas de temperatura, tomadas cada una en uno de los intervalos de tiempo progresivamente compensados.

2. El sistema de la reivindicación 1, en donde la fuente de luz incluye un láser, configurado para emitir una pluralidad de pulsos de luz.

20 3. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica incluye una cámara infrarroja.

4. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde:

25 el circuito eléctrico de control está configurado para enviar una pluralidad de señales de emisión de luz hacia la fuente de luz y una pluralidad de señales de captura al lector para ensayo de espectroscopía fototérmica;  
 la fuente de luz está configurada para emitir una pluralidad de pulsos de luz como respuesta a la recepción de una o más de la pluralidad de señales de emisión de luz desde el circuito eléctrico de control; y  
 30 el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica está configurado para capturar una o más de la pluralidad de señales térmicas del ensayo de flujo como respuesta a la recepción de una o más de la pluralidad de señales de captura desde el circuito eléctrico de control.

5. El sistema de la reivindicación 4, en donde:

35 la fuente de luz incluye un gatillo de emisión acoplado de forma operativa a ella, estando el gatillo de emisión configurado para provocar la emisión de uno o más de una pluralidad de pulsos de luz desde la fuente de luz como respuesta a la recepción de una o más de la pluralidad de señales de emisión de luz; y  
 40 el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica incluye un gatillo de captura acoplado de forma operativa a este, estando el gatillo de captura configurado para provocar que el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica capture una o más de la pluralidad de señales térmicas como respuesta a la recepción de una o más de la pluralidad de señales de captura.

6. El sistema de la reivindicación 4 o la reivindicación 5, en donde el circuito eléctrico de control está configurado para compensar de forma progresiva, en un dominio de tiempo, el envío de una o más de la pluralidad de señales de captura a intervalos de tiempo más cortos o más largos desde cada una de la pluralidad de señales de emisión de luz.

7. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde: el sistema de control incluye:

50 un gatillo de emisión acoplado de forma operativa a la fuente de luz, estando el gatillo de emisión configurado para provocar la emisión de una pluralidad de pulsos de luz desde la fuente de luz como respuesta a la recepción de una pluralidad de señales de emisión de luz desde el circuito eléctrico de control;  
 un gatillo de captura acoplado de forma operativa al lector para ensayo de espectroscopía fototérmica, estando el gatillo de captura configurado para provocar que el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica capture una  
 55 o más de la pluralidad de señales térmicas como respuesta a la recepción de una o más de la pluralidad de señales de captura; y  
 el circuito eléctrico de control está configurado para enviar:

60 una pluralidad de señales de emisión de luz hacia el gatillo de emisión, cada una de las cuales puede desencadenar la emisión de uno o más de una pluralidad de pulsos de luz desde la fuente de luz; y  
 una pluralidad de señales de captura hacia el gatillo de captura, cada una de las cuales puede provocar que el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica capture una o más de la pluralidad de señales térmicas; y  
 el circuito eléctrico de control incluye una compuerta de retardo, configurada para compensar el envío de una o más de la pluralidad de señales de captura, correspondientes a cada una de la pluralidad de señales de  
 65 emisión, en intervalos de tiempo con una compensación progresivamente más larga para capturar una pluralidad de señales térmicas con retardo consecutivo del ensayo de flujo.

8. El sistema de la reivindicación 7, en donde el circuito eléctrico de control incluye un relé de señales, configurado para enviar una o más de la pluralidad de señales de captura y una o más de la pluralidad de señales de emisión de luz.

5  
9. El sistema de la reivindicación 7 o la reivindicación 8, en donde:  
el sistema de control incluye una memoria acoplada de forma operativa al circuito eléctrico de control; y  
el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica está configurado para enviar cada una de la pluralidad de  
10 señales térmicas a la memoria, para almacenarlas ahí.

10. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en donde el lector para ensayo de espectroscopía fototérmica incluye un circuito eléctrico de control del detector, configurado para transmitir cada una de la pluralidad de señales térmicas al sistema de control.

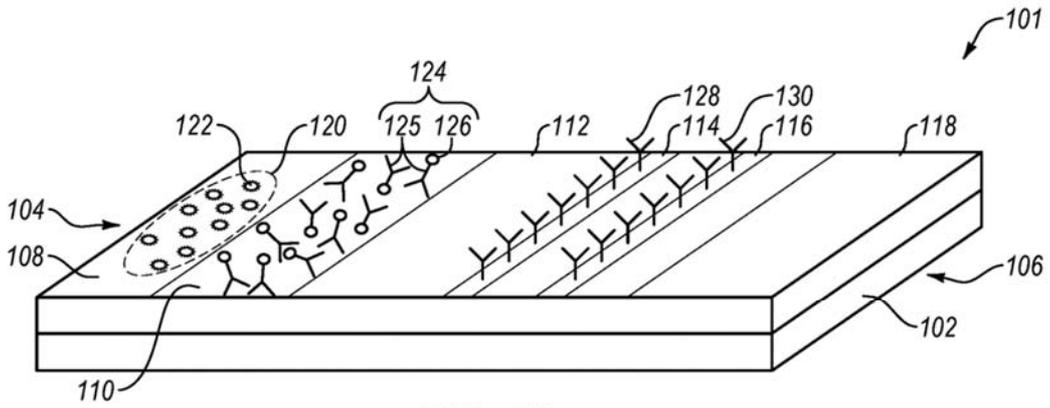
15  
11. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde:  
el sistema de control incluye un circuito eléctrico de control del detector, acoplado de forma operativa al lector para  
ensayo de espectroscopía fototérmica y al circuito eléctrico de control, estando el circuito eléctrico de control del  
20 detector configurado para generar una pluralidad de señales de sincronización, cada una de las cuales indica el  
momento de captura de una o más de la pluralidad de señales térmicas;  
estando el circuito eléctrico de control configurado para enviar una pluralidad de señales de emisión de luz a la  
fuente de luz como respuesta a la recepción de cada una de la pluralidad de señales de sincronización; y  
la fuente de luz está configurada para emitir una pluralidad de pulsos de luz como respuesta a la recepción de una  
25 o más de la pluralidad de señales de emisión de luz desde el circuito eléctrico de control.

12. El sistema de la reivindicación 11, en donde el circuito eléctrico de control está configurado para compensar de forma progresiva, en un dominio de tiempo, el envío de una de la pluralidad de señales de emisión de luz a intervalos más cortos o más largos desde cada señal de sincronización sucesiva de la pluralidad de señales de sincronización.

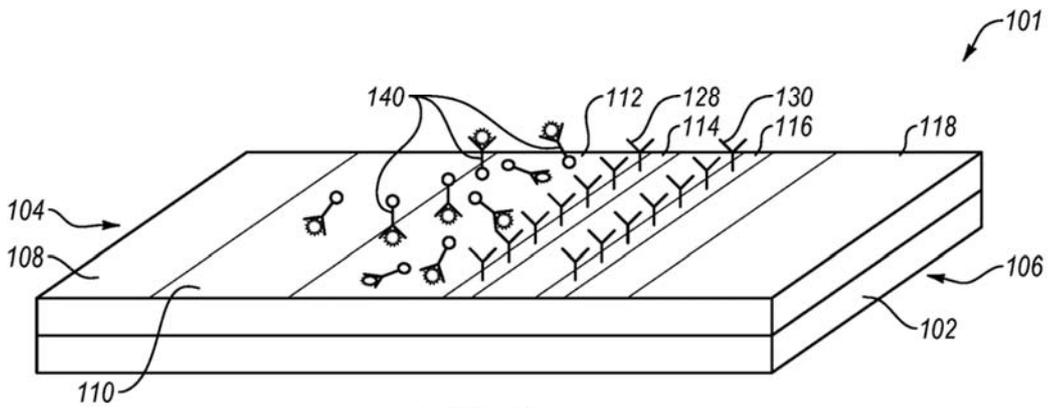
30  
13. El sistema de la reivindicación 11, en donde:  
el circuito eléctrico de control del detector incluye una unidad de señales de sincronización, configurada para enviar  
cada una de la pluralidad de señales de sincronización al circuito eléctrico de control;  
35 el circuito eléctrico de control incluye un relé de señales, configurado para recibir cada una de la pluralidad de  
señales de sincronización y, como respuesta a esto, enviar una o más de la pluralidad de señales de emisión de  
luz a la fuente de luz; y  
la fuente de luz incluye un gatillo de emisión acoplado de forma operativa a ella, estando el gatillo de emisión  
configurado para provocar la emisión de una pluralidad de pulsos de luz desde la fuente de luz como respuesta a  
40 la recepción de una o más de la pluralidad de señales de emisión de luz.

14. Un método (600) para detectar la presencia de un analito en una muestra, comprendiendo el método:  
la provisión de un sistema (400) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores;  
45 la provisión (610) de un ensayo de flujo que incluye en su interior una pluralidad de partículas indicadoras de  
absorción óptica en la base móvil (420) del sistema (400);  
iniciar (620) la operación del sistema (400);  
emitir (630) una pluralidad de pulsos de luz desde la fuente de luz (430) sobre al menos una parte del ensayo de  
flujo;  
50 sincronizar (640) la captura de una pluralidad de señales térmicas a intervalos de tiempo progresivamente  
compensados, irradiándose la pluralidad de señales térmicas de, al menos, una parte del ensayo de flujo con la  
pluralidad de pulsos de luz;  
capturar (650) una o más de la pluralidad de señales térmicas de dicha al menos una parte del ensayo de flujo  
irradiada con la pluralidad de pulsos de luz;  
55 generar el índice de cambio en la temperatura en función de los datos de tiempo de una pluralidad de datos de  
tiempo basados al menos en una pluralidad de lecturas de temperatura, tomadas cada una en uno de los intervalos  
de tiempo progresivamente compensados; y  
determinar (660) la presencia del analito en la muestra en función, al menos parcialmente, de la pluralidad de  
señales térmicas.

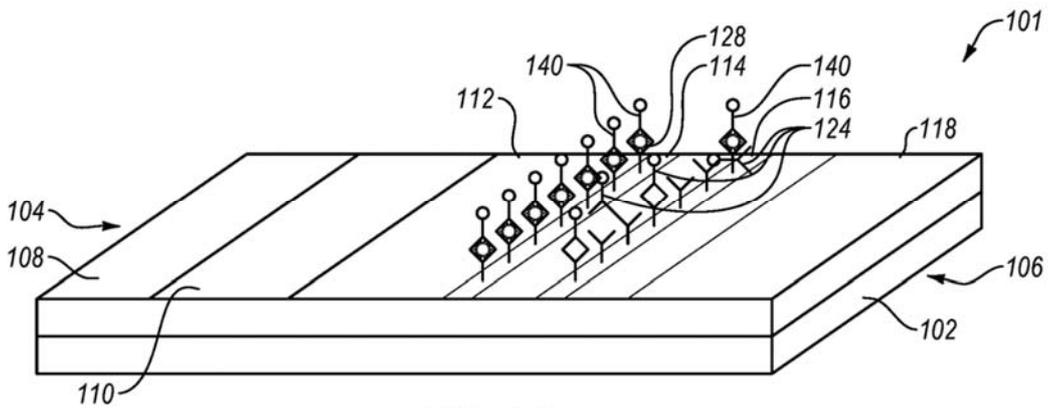
60



**FIG. 1A**



**FIG. 1B**



**FIG. 1C**

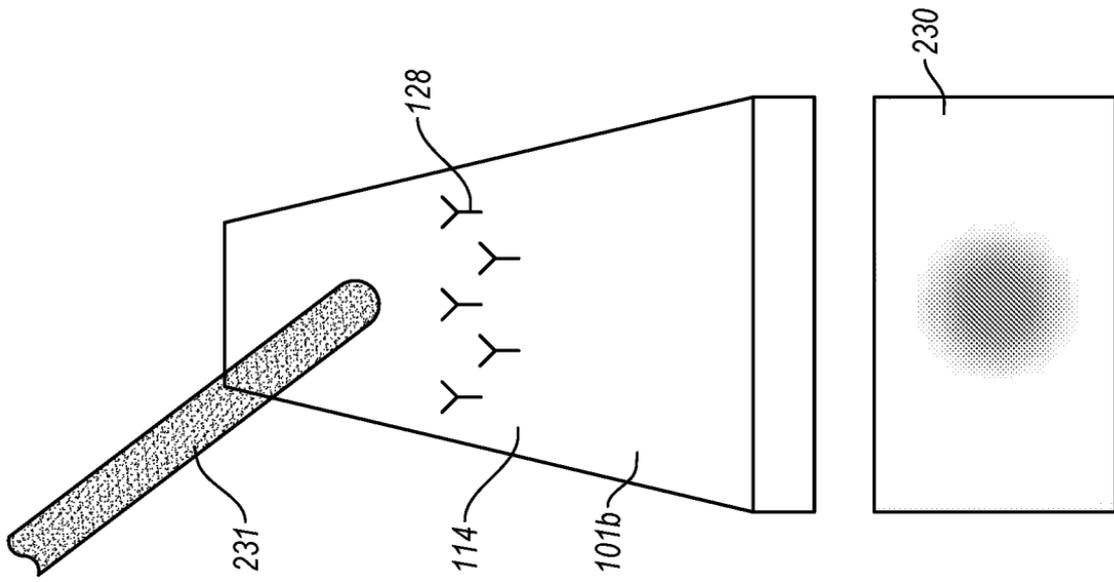


FIG. 2B

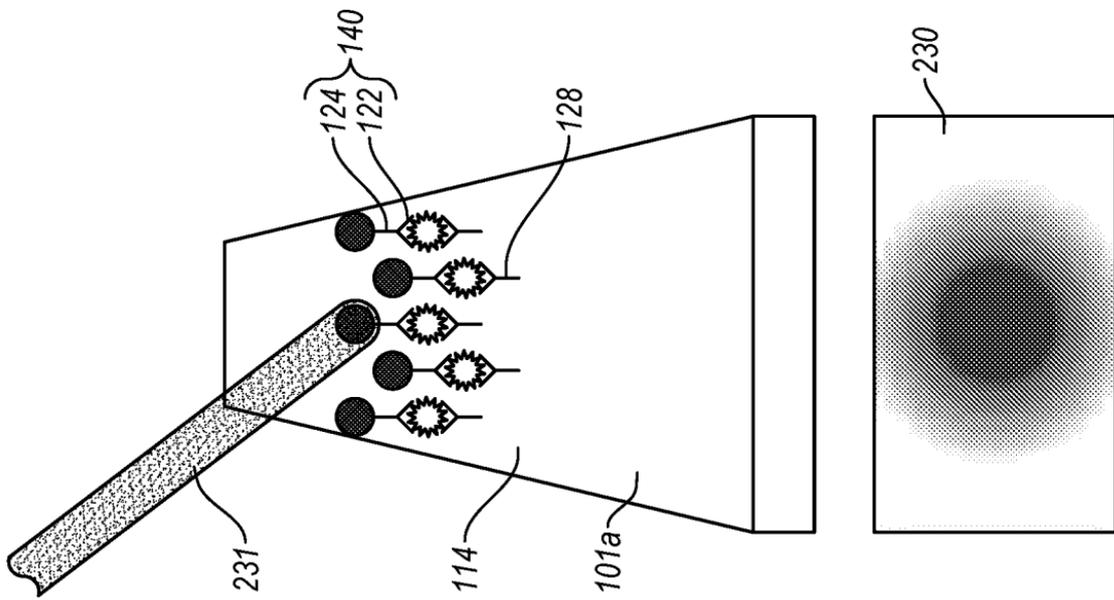
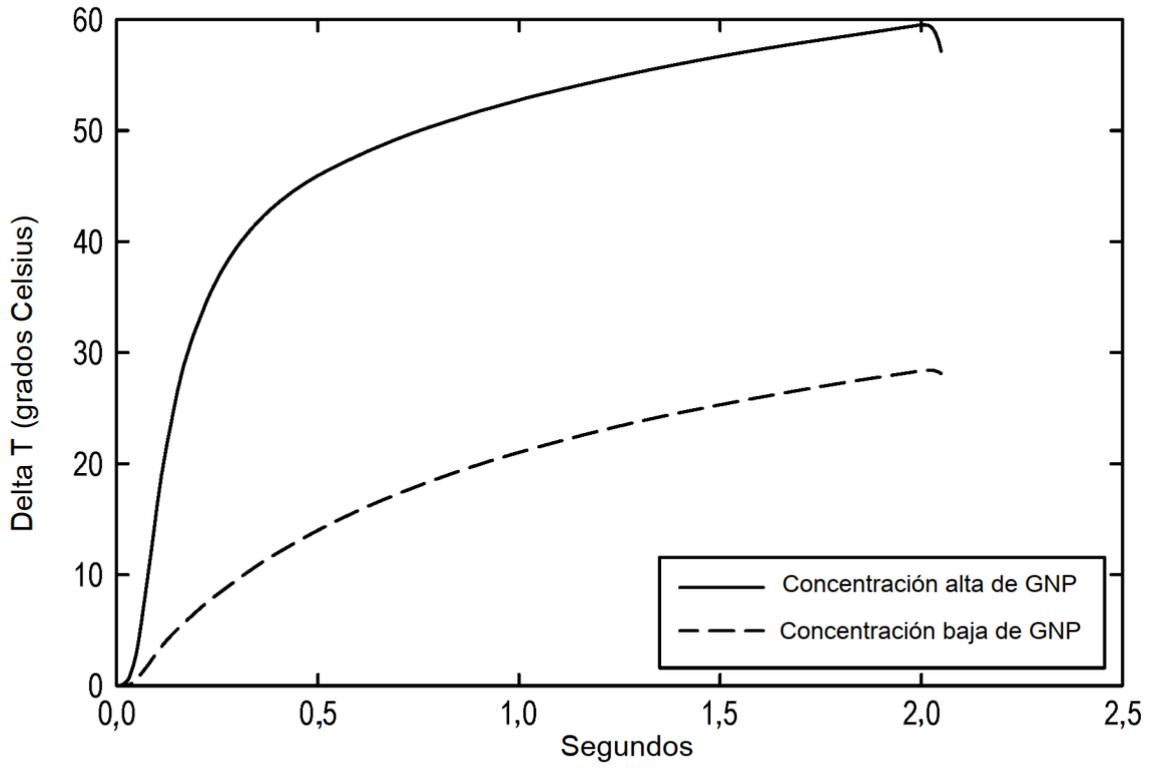
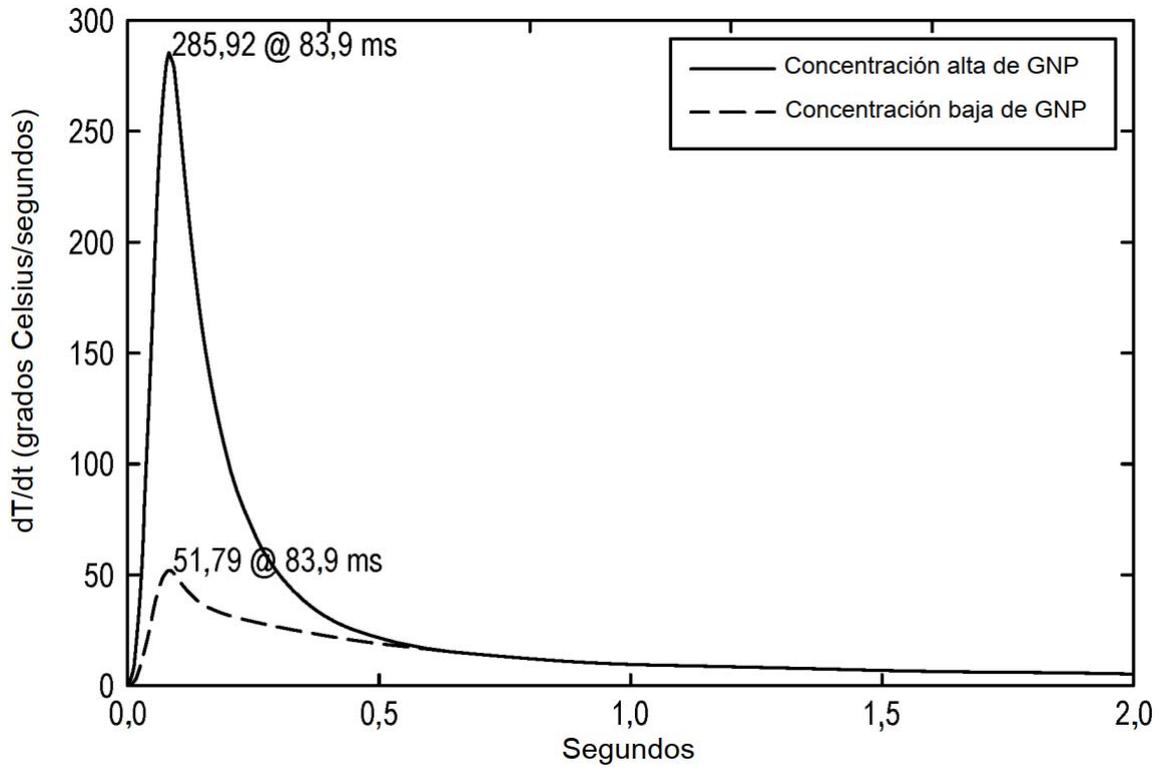


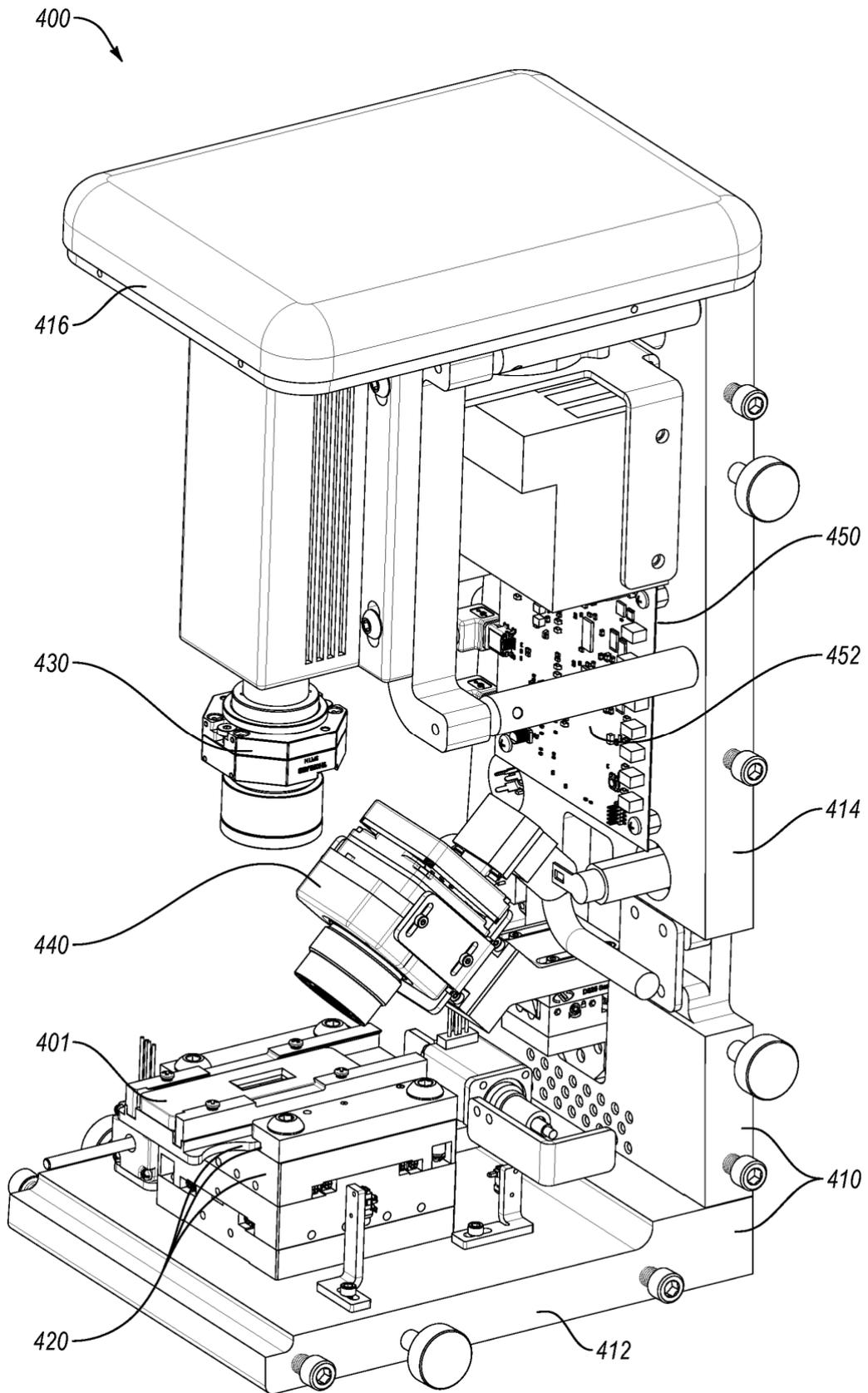
FIG. 2A



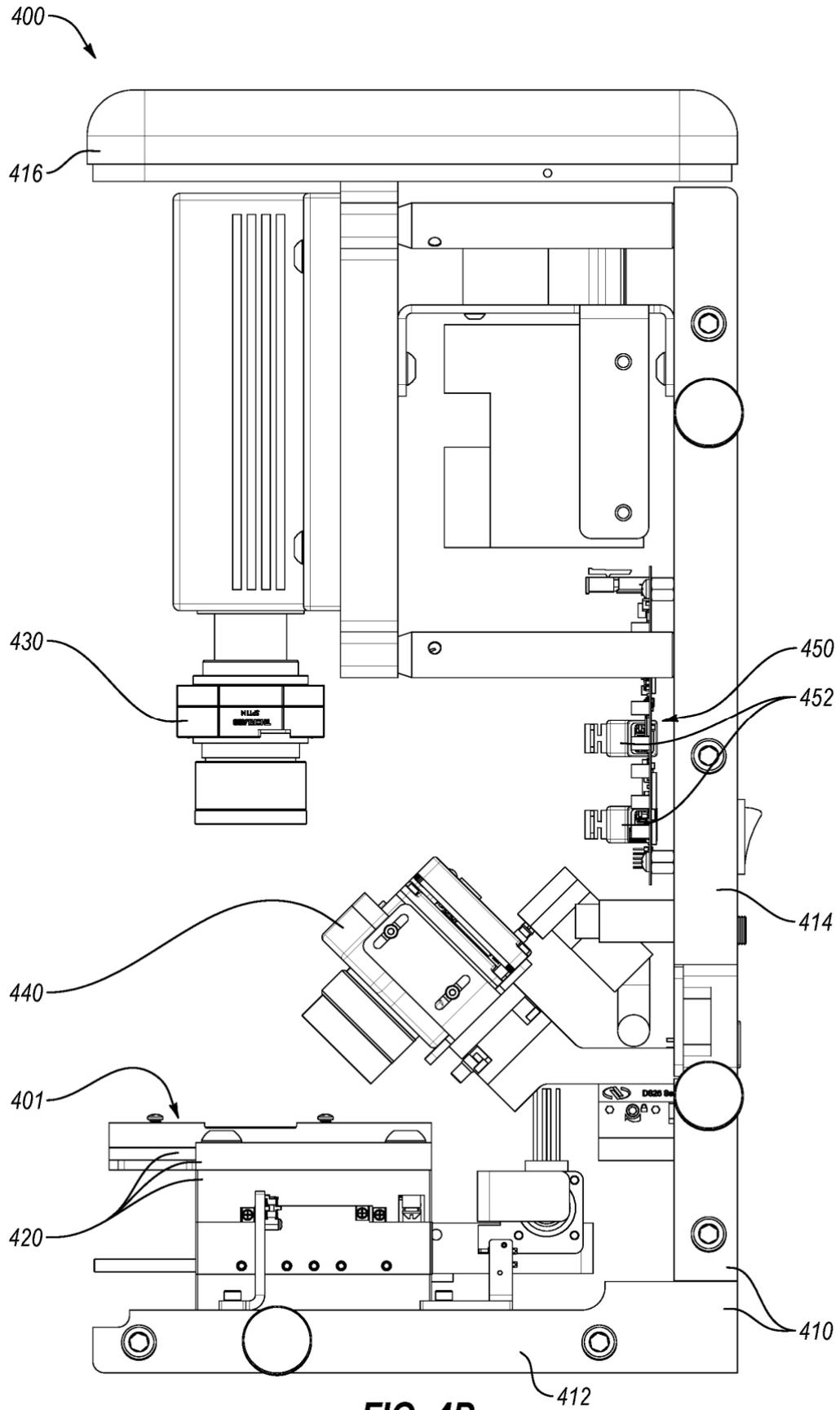
**FIG. 3A**



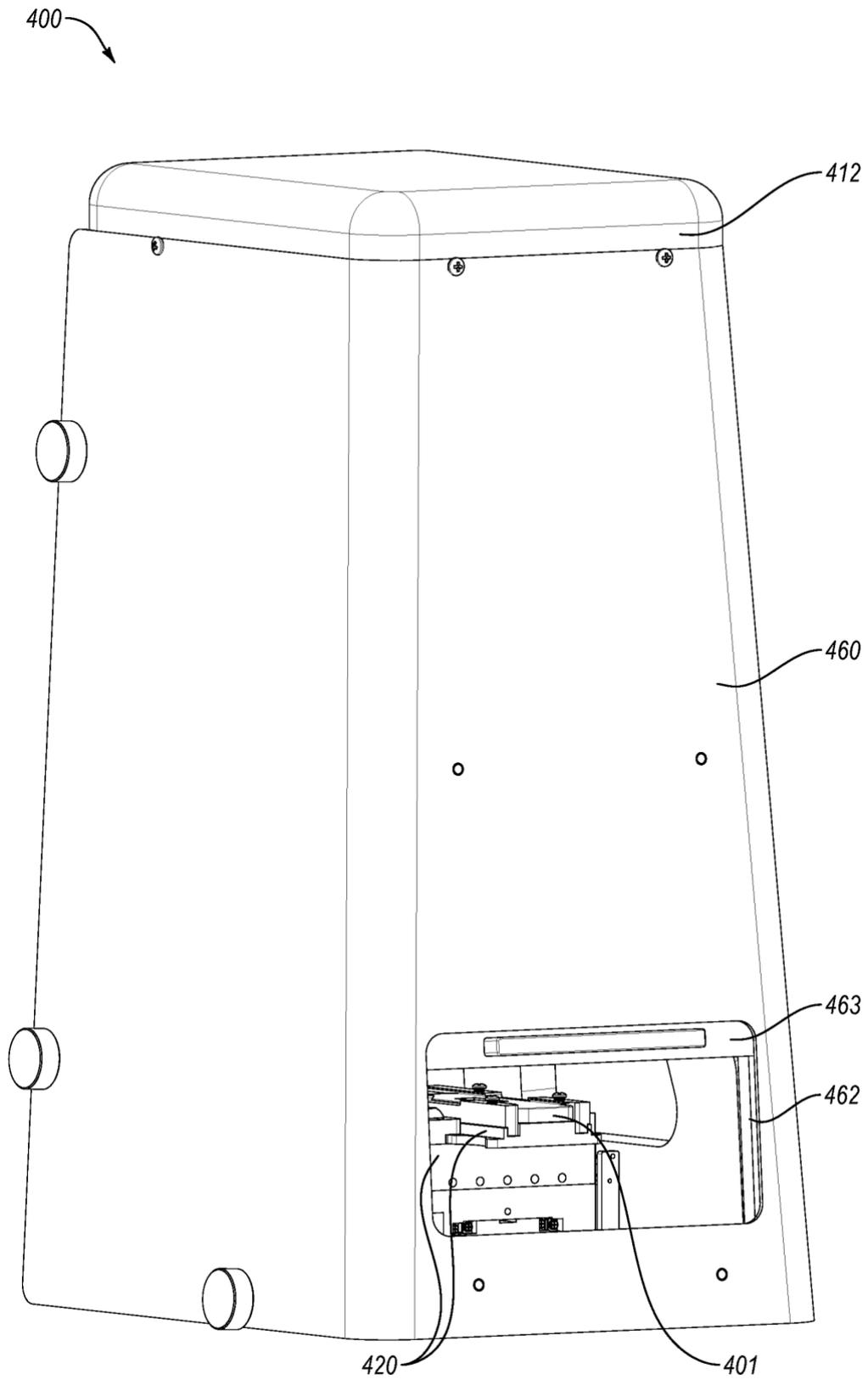
**FIG. 3B**



**FIG. 4A**



**FIG. 4B**



**FIG. 4C**

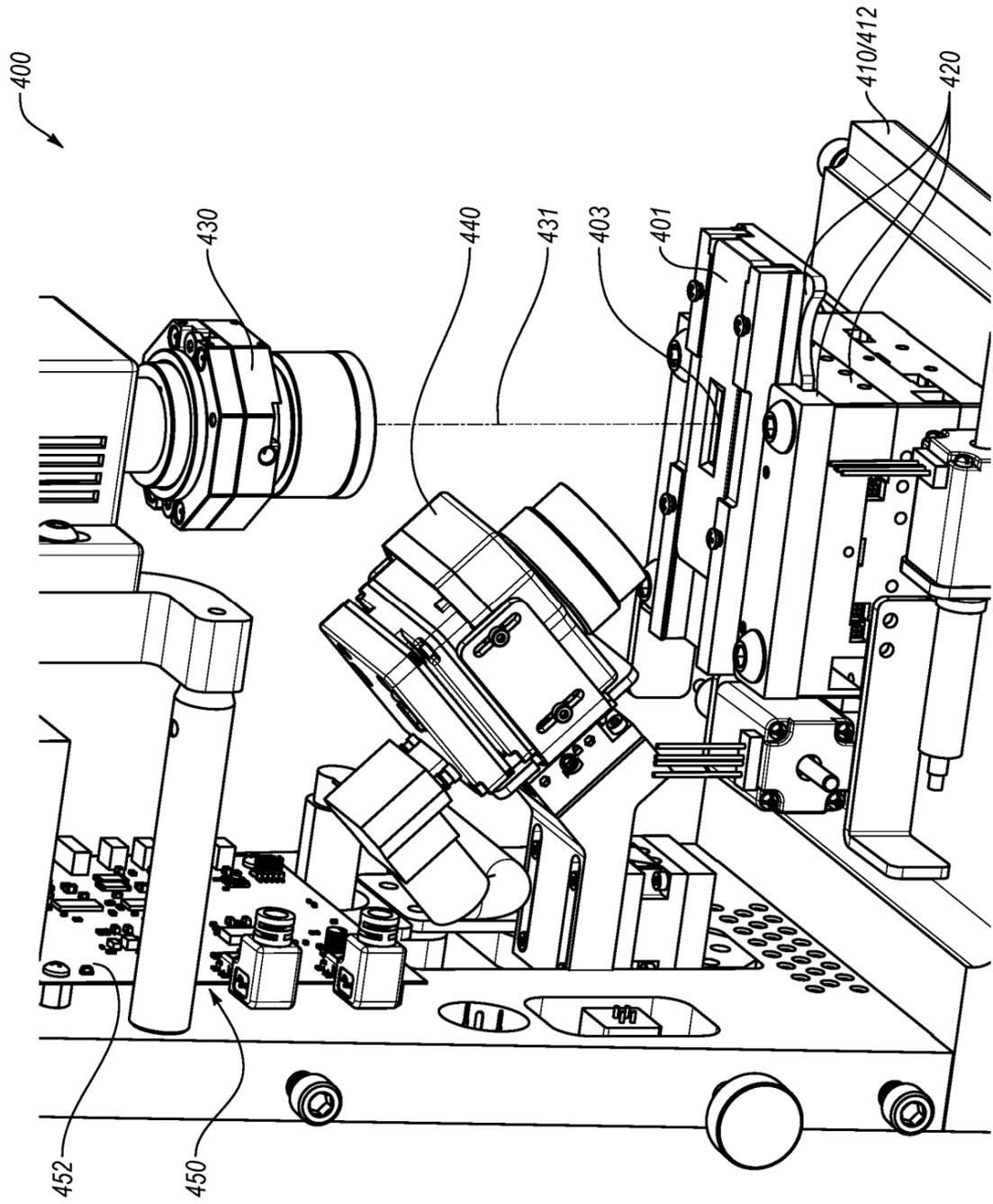


FIG. 4D

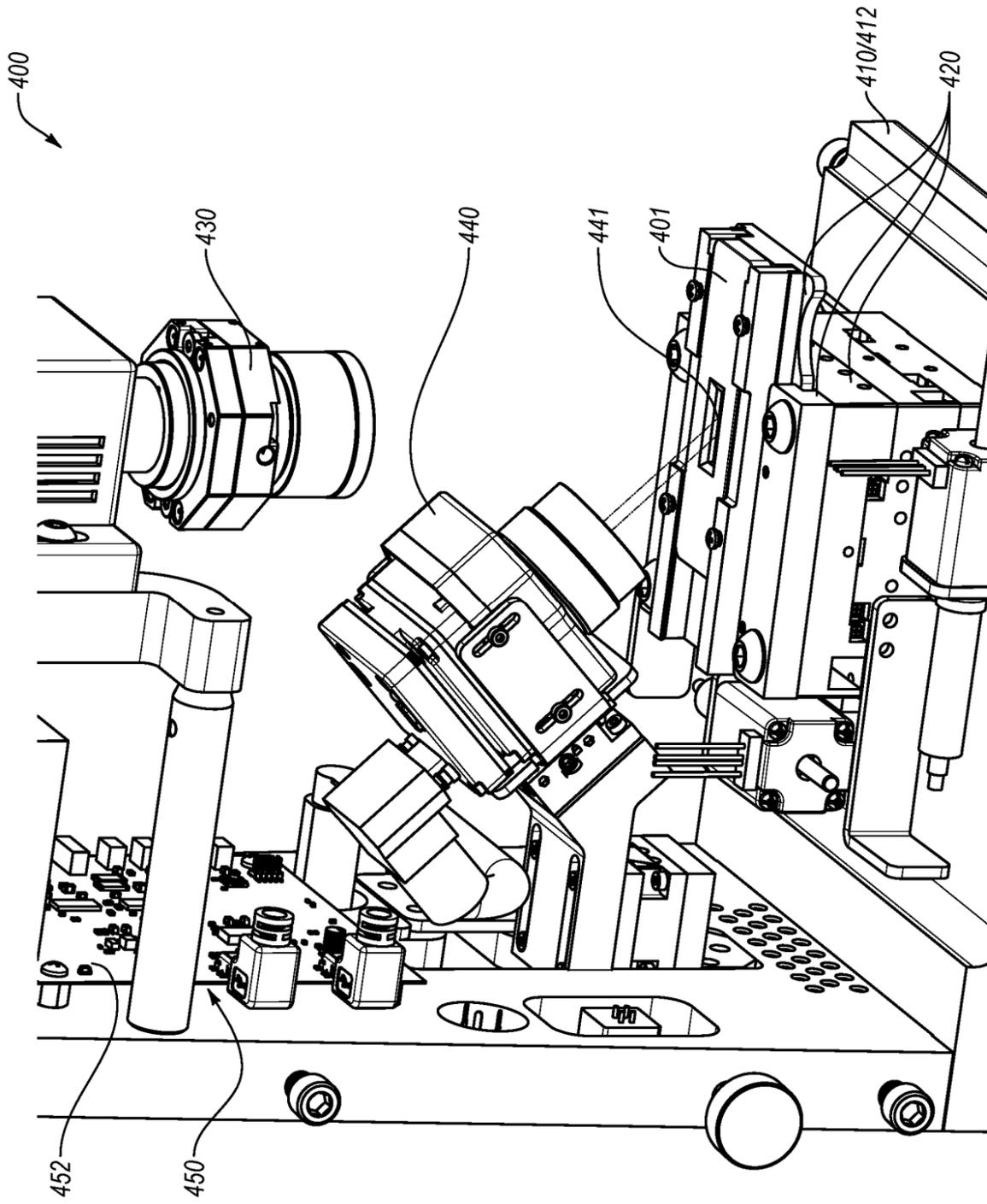


FIG. 4E

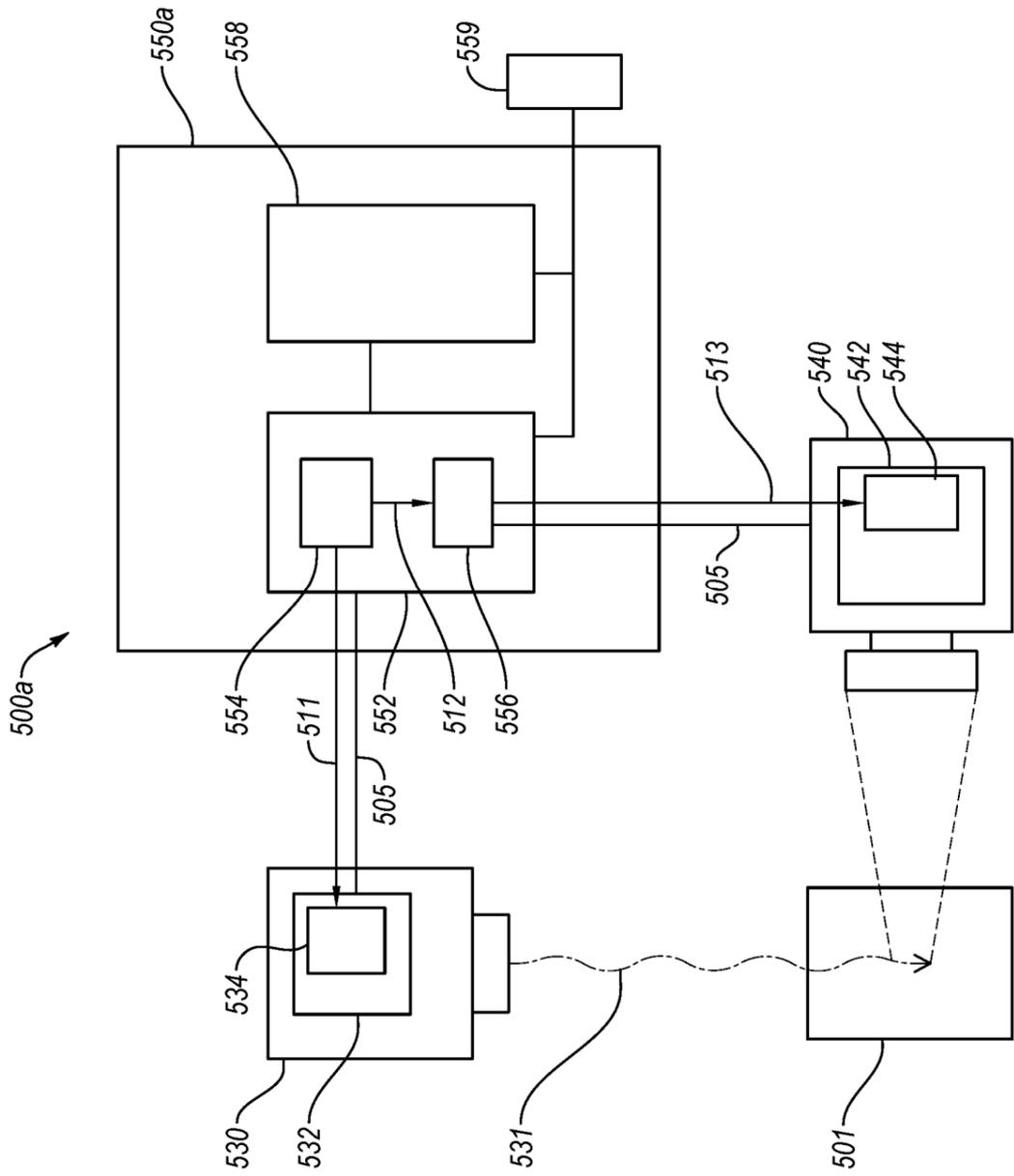


FIG. 5A

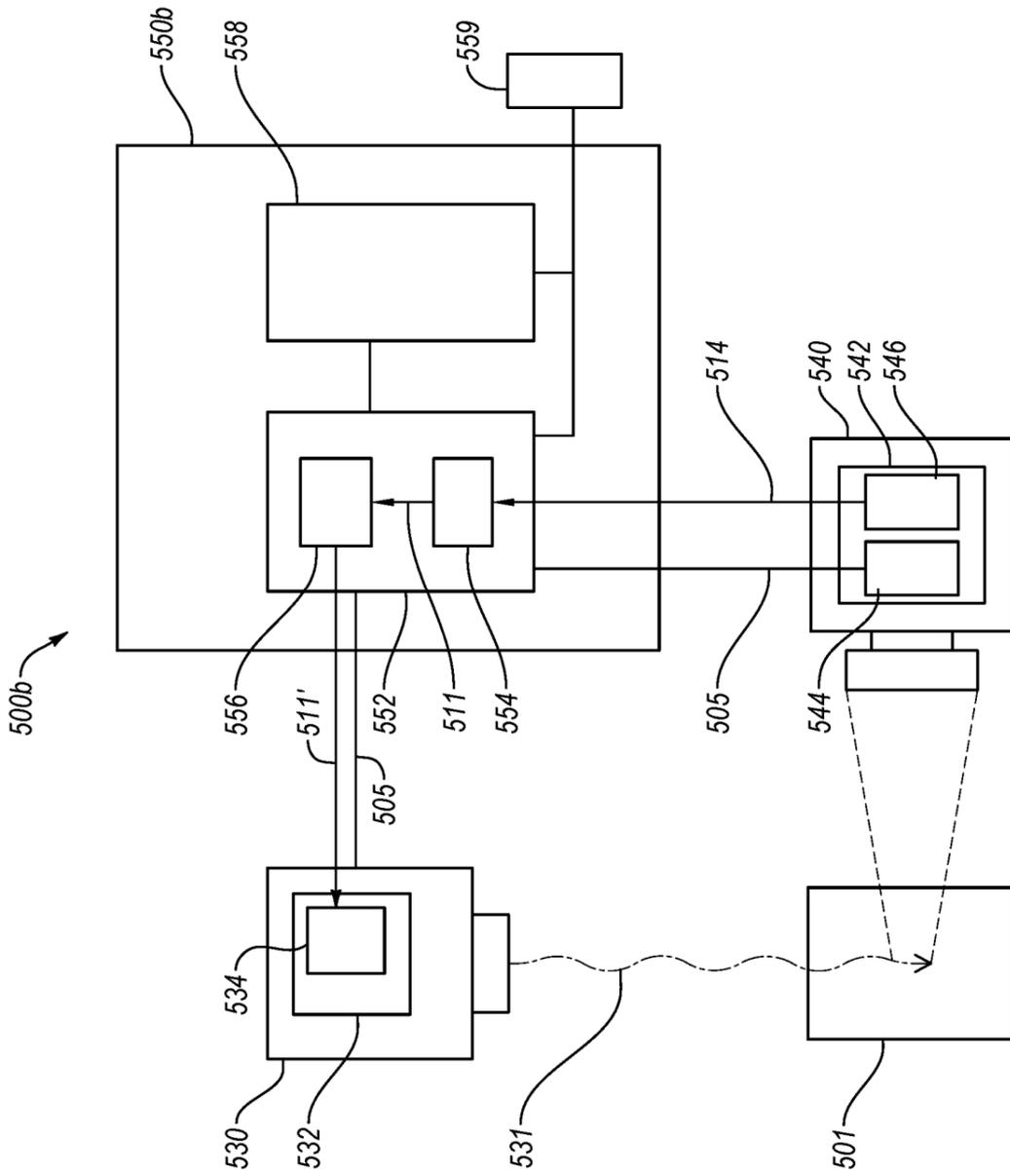
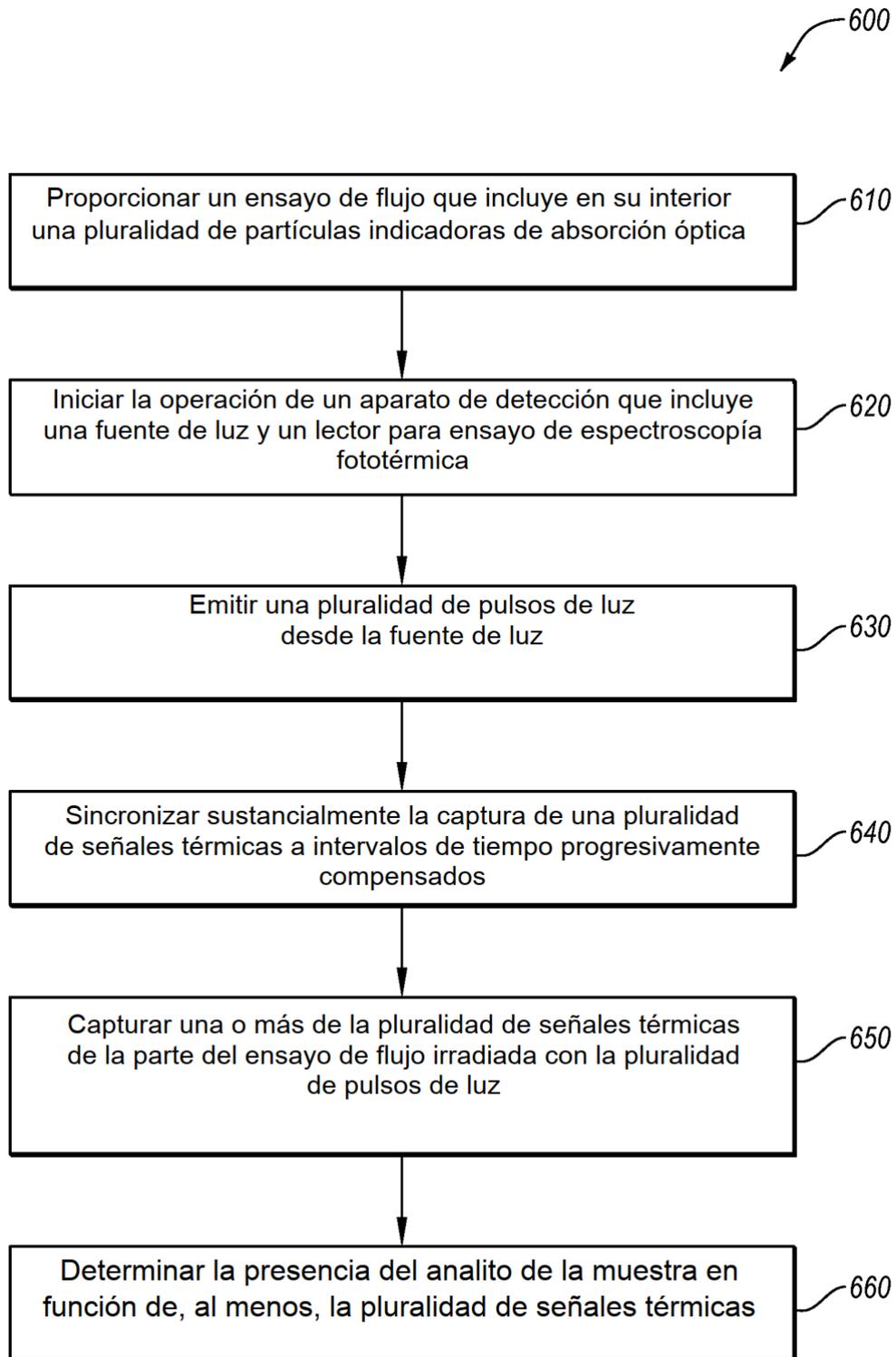


FIG. 5B



**FIG. 6**

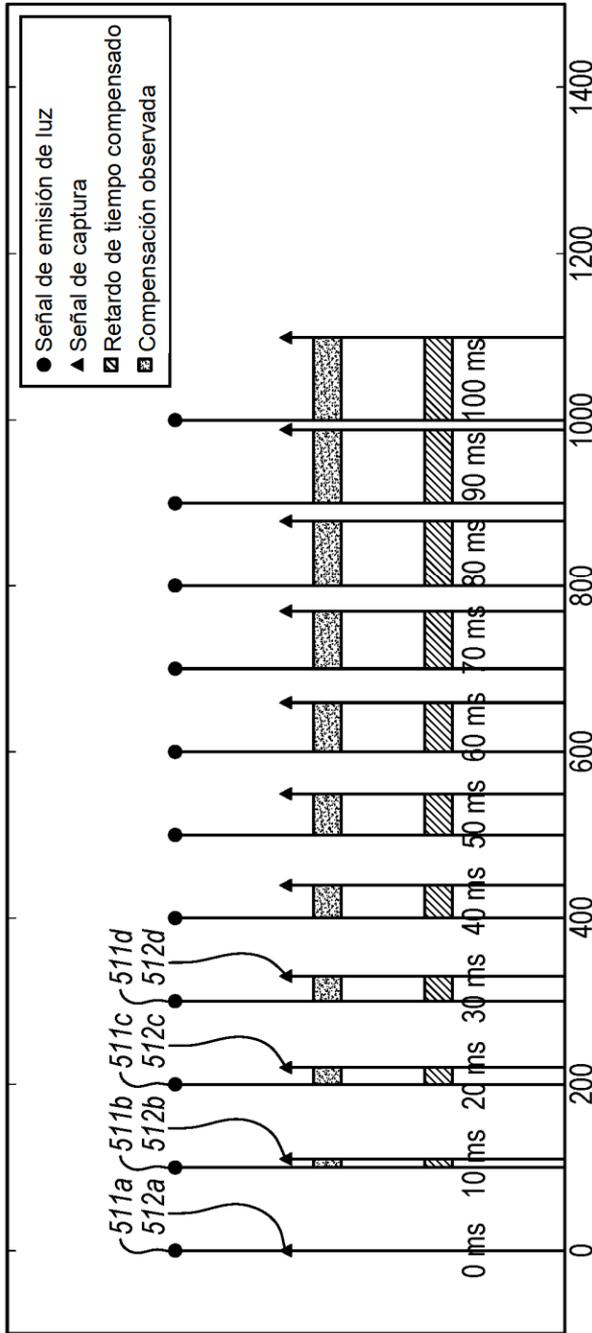


FIG. 7A

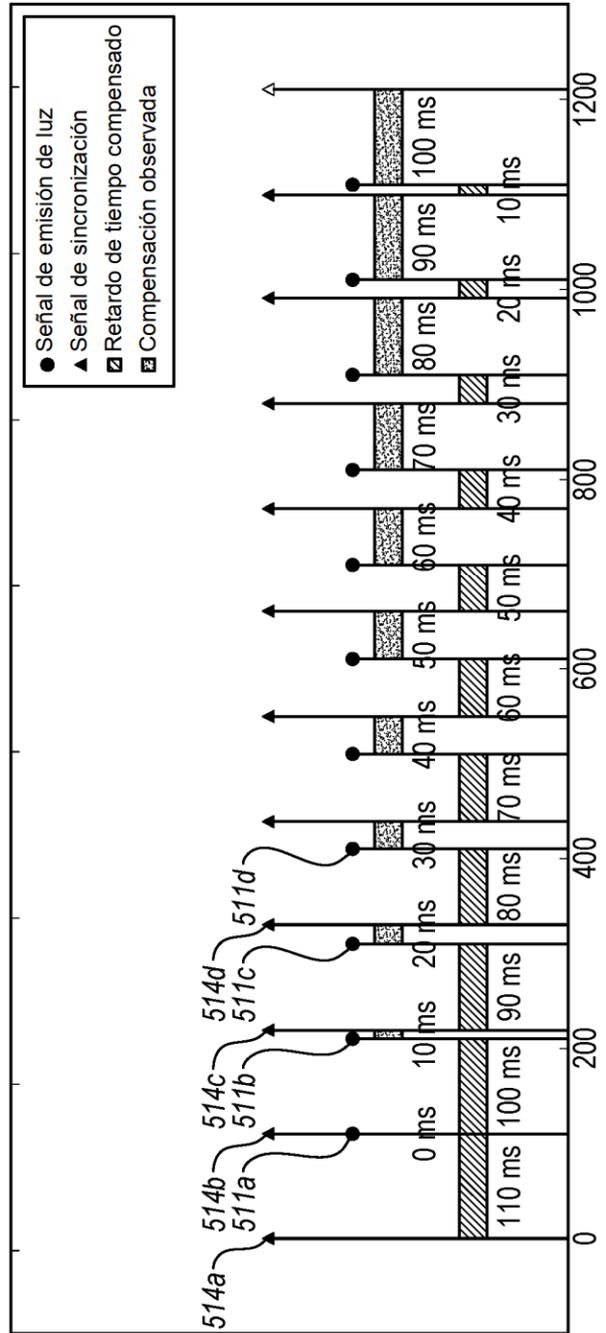


FIG. 7B

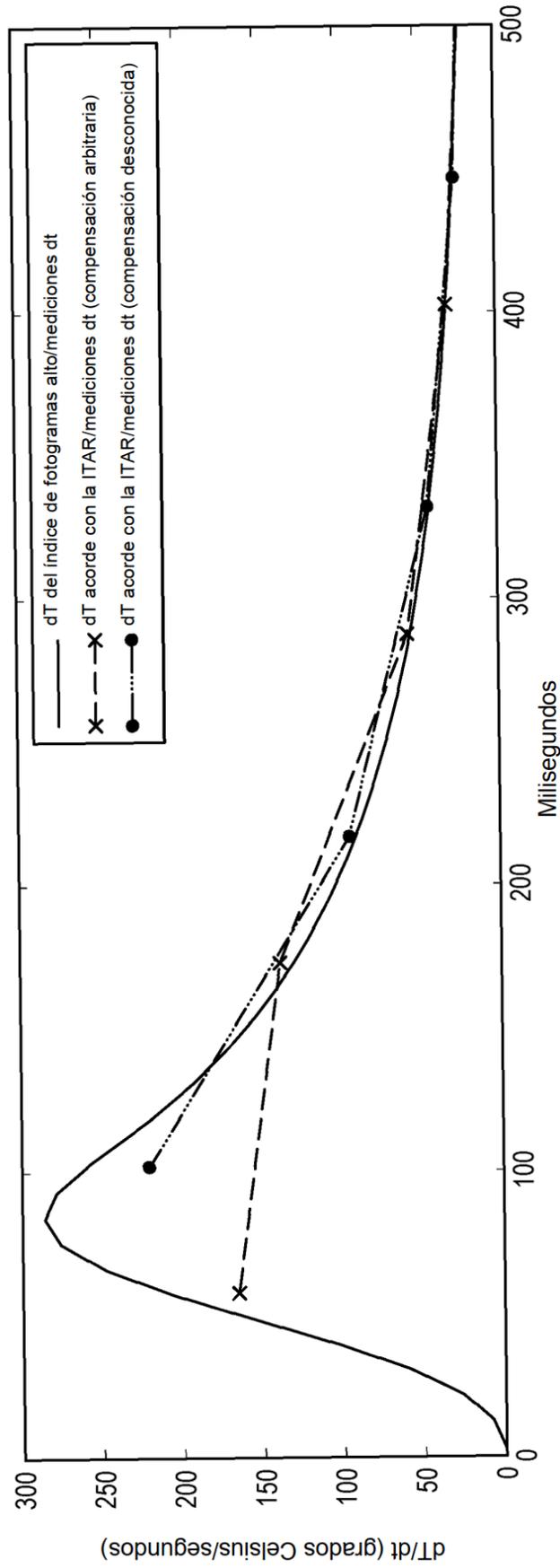
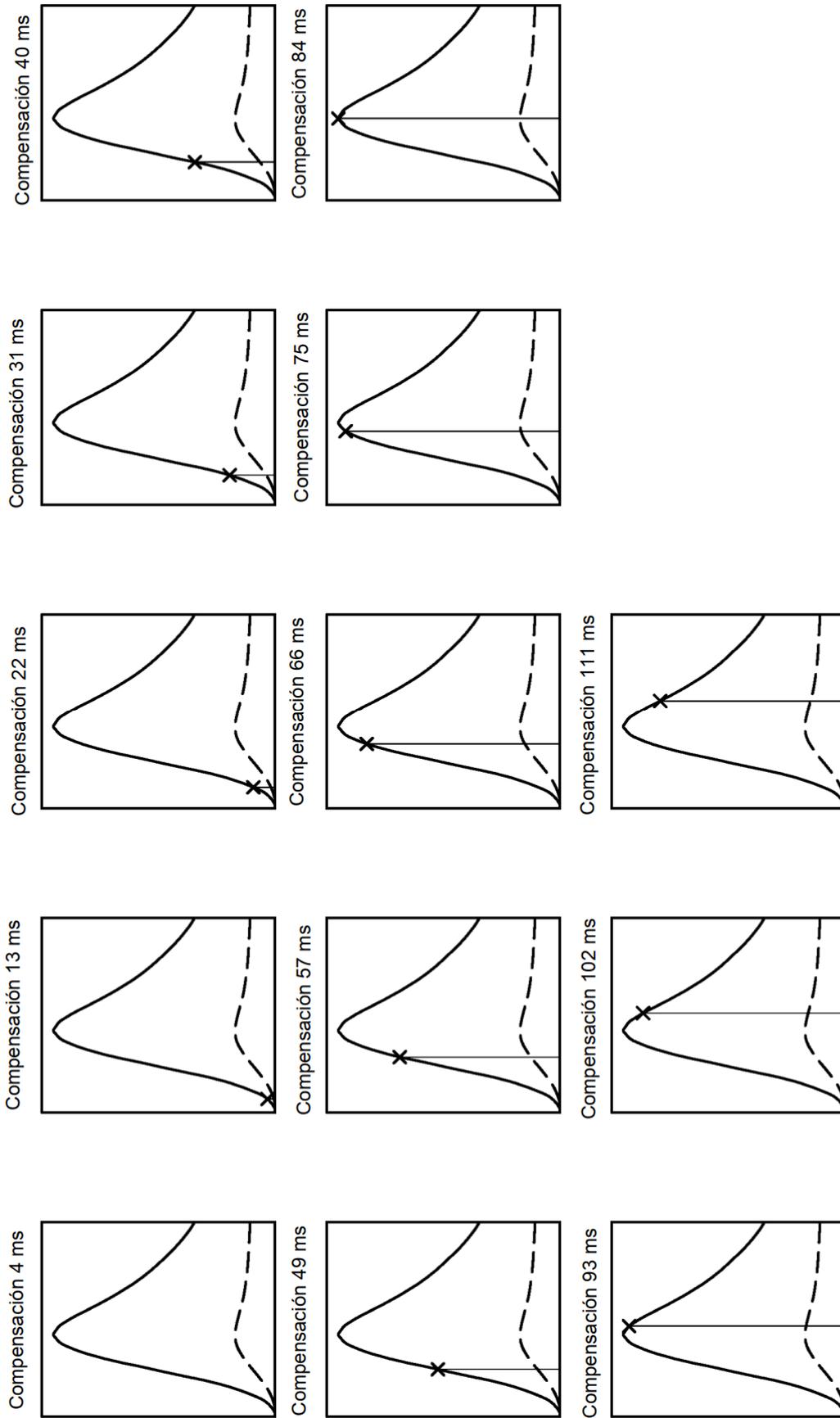


FIG. 8A



**FIG. 8B**