

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 948 924**

21 Número de solicitud: 202330195

51 Int. Cl.:

G01N 21/31 (2006.01)

G01N 21/63 (2006.01)

G01J 3/10 (2006.01)

G01N 21/33 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

09.03.2023

43 Fecha de publicación de la solicitud:

21.09.2023

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

14.09.2023

Fecha de concesión:

08.01.2024

45 Fecha de publicación de la concesión:

15.01.2024

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA
(100.0%)
Plaza del Cronista Isidoro Valverde, Edif. La
Milagrosa
30202 Cartagena (Murcia) ES**

72 Inventor/es:

**CARRERES PRIETO, Daniel;
CERDÁN CARTAGENA, José Fernando;
GARCÍA BERMEJO, Juan Tomás y
SUARDIAZ MURO, Juan**

74 Agente/Representante:

LÓPEZ CAMBA, María Emilia

54 Título: **EQUIPO Y PROCEDIMIENTO PARA REALIZACIÓN DE ESPECTROFOTOMETRÍA Y FLUORIMETRÍA MOLECULAR MEDIANTE TECNOLOGÍA LED**

57 Resumen:

Equipo y procedimiento para realización de espectrofotometría y fluorimetría molecular mediante tecnología led.

El equipo comprende: Un bloque generador de longitudes de onda visible e infrarroja (6) conectado con un bloque de contención de muestras con longitud de trayectoria ajustable (7), al cual se conecta también un bloque de generación de longitudes de onda UV (41) y de análisis espectrofotométrico por medio de una fibra óptica, y el bloque de contención de muestras con longitud de trayectoria variable (7) está unido de forma solidaria con un bloque de análisis fluorimétrico (8), donde el bloque generador de longitudes de onda visible e infrarroja (8) comprende un disco rotatorio (37) que contiene múltiples diodos LED (35) y está provisto de un movimiento de rotación y un segundo movimiento de desplazamiento vertical; el bloque de contención de muestras con longitud de trayectoria variable (7) comprende un primer sensor (20) y unos medios de ajuste a la geometría de cada probeta y el bloque de análisis fluorimétrico (8) comprende, una serie de filtros (29) posicionales por acción de un tercer motor (23). Permite la realización de espectrofotometría y fluorimetría de manera simultánea, sin necesidad de una matriz CCD, e independientemente del tipo de probeta utilizada.

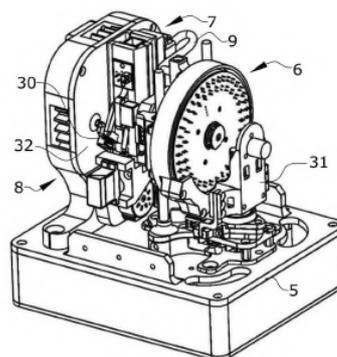


FIG.2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 948 924 B2

DESCRIPCIÓN

EQUIPO Y PROCEDIMIENTO PARA REALIZACIÓN DE ESPECTROFOTOMETRÍA Y FLUORIMETRÍA MOLECULAR MEDIANTE TECNOLOGÍA LED

5

OBJETO DE LA INVENCION

Es objeto de la presente invención, tal y como el título de la invención establece un
10 equipo y un procedimiento para la realización de un análisis espectrofluorimétrico de
forma simultánea con un mismo equipo.

Caracteriza a la presente invención el especial diseño y configuración de todos y
cada uno de los elementos con los que cuenta el equipo de manera que permite la
15 medición y análisis simultáneo con el mismo equipo de la respuesta
espectrofotométrica y fluorimétrica respecto de una luz recibida procedente de unos
LED, además de no quedar condicionado el equipo por la geometría de las probetas
de muestras empleadas.

20 El equipo además permite la posibilidad de variar la intensidad o nivel de brillo de
cada luz LED entrante o de excitación en función de la carga del agua. Es decir, en
función de la carga de la muestra podemos variar el nivel de brillo de referencia del
LED, para poder tener una mejor caracterización del parámetro de estudio de las
muestras.

25 Por lo tanto, la presente invención se circunscribe dentro del ámbito de los
dispositivos o equipos de caracterización espectrofotométrica y fluorimétrica sobre
muestras de agua, concretamente, en la presente invención, sobre muestras de
aguas residuales.

30

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La Espectrofotometría es una de las técnicas experimentales más utilizadas para la detección específica de moléculas. Se caracteriza por su precisión, sensibilidad y su aplicabilidad a moléculas de distinta naturaleza (contaminantes, biomoléculas, etc.) y estado de agregación (sólido, líquido, gas).

5

En el estado de la técnica es conocido el Modelo de Utilidad ES1273069U que divulga un equipo para la caracterización de la carga contaminante presente en aguas residuales que comprende un disco rotatorio selector de longitudes de onda que internamente comprende un disco con pluralidad de diodos, donde este disco
10 comprende un sistema de autoposicionamiento, además comprende un mecanismo de desplazamiento vertical, y una torre que comprende una cavidad vertical, un canal circular donde en uno de sus extremos dispone de una abertura coincidente con un agujero pasante del soporte circular que alberga un diodo.

15 La fluorimetría es un método de análisis utilizado para medir la intensidad de la radiación que emite un material al ser excitado principalmente con luz ultravioleta así como con otra cercana a la región ultravioleta ya incluida la luz visible.

Existen equipos que permiten la realización de espectrofotometría y fluorimetría, sin
20 embargo, para la realización de fluorimetría emplean una matriz CCD que es un dispositivo de carga acoplada (en inglés charge-coupled device, conocido también como CCD) que es un circuito integrado que contiene un número determinado de condensadores enlazados o acoplados. Bajo el control de un circuito interno, cada condensador puede transferir su carga eléctrica a uno o a varios de los
25 condensadores que estén a su lado en el circuito impreso, en definitiva se trata de un sensor con diminutas células fotoeléctricas que registran la imagen.

La forma de realización de la fluorimetría del estado de la técnica exige una electrónica más compleja y un mayor consumo eléctrico.

30

Además, por otro lado los equipos de espectrofotometría y fluorimetría del mercado solamente son válidos para un determinado tipo de geometría de probetas, por lo que quedan limitados en su funcionalidad.

Por lo tanto, es objeto de la presente invención superar los inconvenientes apuntados de realización de la fluorimetría con medios electrónicos, donde además dicho equipo pueda servir para una multiplicidad de diferentes geometrías de probetas, desarrollando un equipo como el que a continuación se describe y queda
5 recogido en su esencialidad en la reivindicación primera.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

10 El objeto de la presente invención queda recogido en su esencialidad en la reivindicación independiente y las diferentes realizaciones están recogidas en las reivindicaciones dependientes.

La presente invención tiene por objeto un equipo que analiza tanto la respuesta
15 espectral como fluorimétrica de las muestras introducidas de forma manual en el equipo pudiendo realizar ambos análisis de forma simultánea. El equipo trabaja en el rango de longitudes de onda conocidas como ultravioleta y visible UV-Vis.

El equipo es controlado por medio de un ordenador, a través de una conexión USB.
20

La muestra es introducida por el usuario por la parte superior del equipo, la cual es aislada de la luz exterior por medio de una tapa abatible negra, con el fin de evitar que produzca alteraciones en el análisis.

25 El equipo objeto de invención puede adaptarse a muestras de distinto longitud de trayectoria de forma automática, así como muestras de diferentes alturas. La longitud de trayectoria es entendida como la distancia que atraviesa la luz a través de la muestra para acabar emitiendo una intensidad de luz, directa o reflejada, y que es registrada. Es decir, la longitud de trayectoria es al ancho de la probeta de
30 muestra a atravesar.

El equipo objeto de la invención comprende:

- Un bloque generador de longitudes de onda visibles e infrarrojas.

- Un módulo independiente de generación de luz UV mediante tecnología LED
- Un bloque de contención de muestras y de análisis espectrofotométrico con capacidad para soportar cubetas de diferentes dimensiones o longitud de trayectoria. Este bloque alberga la electrónica necesaria para generar longitudes de onda pertenecientes a la región Ultravioleta, visible e infrarroja del espectro.
- Un bloque de análisis fluorimétrico.

Donde el bloque generador de longitudes de ondas visibles e infrarrojas comprende un disco rotatorio que contiene múltiples diodos LED de forma concéntrica, que se alinea con la muestra con la combinación de dos movimientos: un primer movimiento de rotación y un segundo movimiento de desplazamiento vertical. La luz generada por este bloque se transmite por medio de un cable de fibra óptica (forrado con anti reflectante y con una cobertura negra plástica) hasta el bloque de contención de las muestras, donde, tras atravesar la muestra, incide sobre un primer sensor, que se encuentra en la misma dirección del haz (180°).

Con esta configuración, es como se lleva a cabo el análisis espectrofotométrico, el cual se realiza alineando cada LED con la fibra, que a su vez se conecta al bloque de análisis fluorimétrico. Cada LED, emite múltiples longitudes de onda de forma simultánea, y mediante unos modelos matemáticos, podemos “seleccionar” una de las longitudes de onda concreta, lo que permite utilizar múltiples longitudes de onda con muy pocos LED.

Dado que las longitudes de onda pertenecientes a la región ultravioleta del espectro, en especial el UVc, no puede ser transportado mediante fibra óptica, el equipo objeto de invención dispone de un módulo independiente de generación de luz UV mediante tecnología LED, colocado de forma anexa a la entrada de fibra óptica, dispuesto de tal manera, que los LED UV rodean a la fibra de entrada sin obstaculizar el paso de las longitudes de onda visibles e infrarrojas, pudiendo así irradiar a las muestra objeto de estudio con longitudes de onda UV, Visibles e Infrarrojas.

Para llevar a cabo el análisis fluorimétrico, se debe captar la luz difusa o emitida a 90° del haz principal, con el fin de que la cantidad de luz captada sea la emitida por la propia muestra y no por el haz principal. Ese se realiza por medio de un segundo sensor.

5

Para ello, se hace uso del bloque de análisis fluorimétrico, el cual consta de un disco rotatorio conformado por un engranaje que alberga diversos filtros ópticos de distinto ancho espectral, que se alinean con el haz de luz a 90° y con el segundo sensor (con una ganancia adecuada como para captar adecuadamente la luz reflejada).

10

La fluorimetría consiste en grandes rasgos, en que cuando la muestra es irradiada por una determinada longitud de onda, por sus propiedades fisicoquímicas, esta muestra emite luz en otras longitudes de onda distintas. Esa luz emitida por la muestra se mide a 90° del haz principal, para evitar detectar las longitudes de onda irradiadas sobre la muestra, es decir, las procedentes del bloque generador de longitudes de onda.

15

Para llevar a cabo el análisis, se realiza un proceso diferente en función de si las longitudes de onda a irradiar pertenecen a la región ultravioleta del espectro o por el contrario a la región visible-infrarroja.

20

En el primer caso, dado que los LED UV están colocados de forma fija sobre un circuito impreso, dispuestos de forma concéntrica al haz de fibra óptica, de forma que no obstaculicen a este, el equipo objeto de la invención, enciende de manera aislada cada uno de los LED UV, a fin de que estos incidan sobre la muestra objeto de estudio. Permaneciendo el bloque de longitudes de onda visible e infrarroja inactivo durante el tiempo en el que el de UV funciona con el fin de no interferir en la medición.

25

En el caso de longitudes de onda visibles e infrarrojas, para cada LED del bloque generador de longitudes de onda visible e infrarroja, se alinean todos y cada uno de los distintos filtros ópticos del bloque de análisis fluorimétrico, con el fin de determinar, no sólo la cantidad de luz emitida por la muestra, sino también qué

30

longitudes de onda está emitiendo. Esto último se logra mediante los filtros ópticos. Si, por ejemplo, irradiamos sobre la muestra la longitud de onda de 500nm, y la muestra, por sus propiedades emite longitudes de 400 y 440nm, para saber la intensidad de emisión de cada una de ellas, alinearemos el filtro de 400nm, que hará
5 que las longitudes de onda de 440nm no lleguen al sensor, de forma que toda la luz recibida por éste, es a consecuencia de la longitud de onda de 400nm. De esta forma, se va probando con cada filtro óptico para saber qué longitudes de onda son emitidas, que serán aquellas que coincidan con la banda de paso del filtro, y de estas longitudes de onda que logren pasar, medimos la cantidad de luz que incide
10 sobre el segundo sensor.

El bloque generador de longitudes de onda visible e infrarroja comprende una placa de soporte de LEDs que tiene una forma circular y donde los LEDs se disponen preferentemente de manera concéntrica, quedando dicha placa alojada en una
15 rueda provista de una serie de perforaciones donde se alojan los LEDs y a través de las cuales se deja pasar la radiación luminosa emitida por cada LED una vez activado, quedando alojado el conjunto anterior en una pieza soporte.

Este bloque generador de longitudes de onda visible e infrarroja cuenta con dos
20 movimientos, un primer movimiento de rotación de la rueda donde se alojan los LEDs, realizado por medio de un primer motor colocado en la parte posterior de la rueda, y un segundo movimiento de elevación y descenso del conjunto realizado a lo largo de unas varillas cilíndricas empleándose un husillo accionado por un tren de engranajes accionado por un segundo motor.

25 La placa soporte de LEDs se conecta por medio de un Slip Ring que permite que los cables puedan rotar sin enredarse. Este disco se conecta al eje del motor principal y rota libremente por acción de cojinetes axiales. Para posicionar el disco durante el proceso de inicialización, el disco de soporte de los LED (representado como el
30 disco de color rojo), cuenta con unos medios de posicionamiento, que en una posible forma de realización no limitativa posee en su parte posterior dos imanes de neodimio situados a 90° entre sí, donde mediante una placa de circuito que analiza

las variaciones del campo magnético que producen los imanes, es posible el posicionamiento preciso del disco

5 Este bloque generador de longitudes de onda visible e infrarroja, tiene la posibilidad de variar la intensidad o nivel de brillo de cada luz LED entrante o de excitación en función de la carga del agua. Es decir, en función de la carga de la muestra podemos variar el nivel de brillo de referencia del LED. Esto se hace en base al valor inicial de la transmitancia registrada. A partir, por debajo, de un umbral de
10 caracterización del parámetro de estudio de las muestras. Al igual que para niveles bajos se hace a la inversa.

El bloque contenedor de muestras sirve para contener tanto la muestra objeto de análisis como el sensor de espectrofotometría o primer sensor y la fibra óptica por la
15 que se transmite las longitudes de onda de la región visible e infrarroja del espectro, así como el bloque de generación de longitudes de onda UV.

Este bloque se encuentra solidario al bloque de fluorimetría. La fibra óptica se une por medio de unos acoples que parten de la parte trasera del bloque generador de
20 longitudes de onda y se conectan con el bloque generador de muestras.

Este bloque permite introducir probetas de un ancho de paso de la luz de excitación variable para lo cual se adapta el túnel de paso de la luz. Esto supone una importante aportación dado que permite corregir el posible ocultamiento de
25 moléculas al paso de la luz en los casos donde haya un elevado número de moléculas.

Además, el bloque contenedor de muestras, posee un mecanismo que permite ajustarse a las muestras con diferente longitud de trayectoria o dimensiones, lo que
30 se traduce en la posibilidad de emplear recipientes de análisis de diferentes dimensiones, lo cual es crucial a la hora de llevar a cabo el análisis de las mismas.

Este mecanismo consta de dos movimientos, uno de desplazamiento horizontal de las paredes que rodea a la muestra, lo que permite acercar o alejar los sensores y la fibra/generador de longitudes de onda UV a la misma; y por otro lado, dispone de un movimiento vertical, que permite ajustar de forma automática la altura de la probeta introducida, con el fin de poder adaptarse a diferentes configuraciones.

El primer movimiento se logra mediante el giro de una rueda dentada de un cierto número de dientes, la cual posee en su interior, 4 acanaladuras curvas equidistantes entre sí, las cuales sirven de guía para unas garras rectangulares dispuestas en forma de cruceta, las cuales se desplazan gracias a un tetón cilíndrico que se desplaza por las distintas acanaladuras, convirtiendo el movimiento de rotación de la rueda dentada, en un desplazamiento horizontal de las paredes conectadas de forma solidarias a cada una de las garras. Cada una de las paredes, dispone de los elementos necesarios para albergar, el sensor principal, así como el bloque de generación de longitudes de onda UV y la toma de fibra óptica, respectivamente.

Esta rueda dentada, es accionada por medio de un servomotor mediante un tren de engranajes recto y cónico. El servomotor, permite controlar de forma precisa el grado de apertura o cierre del bloque contenedor de muestras, y por ende, la proximidad de cada las paredes (sensores/longitudes de onda de entrada) a la misma.

Dado que el desplazamiento de las paredes que componen el bloque contenedor de la muestra, generan huecos durante su desplazamiento que afectaría a las condiciones de aislamiento lumínico a la que debe someterse al muestra, el bloque dispone de cuatro bandas de color negro de un material flexible, que conectan cada una de las caras móviles entre sí. Estas bandas se deforman para ajustarse a la disposición de las paredes, permitiendo así aislar la muestra de las posibles interferencias lumínicas procedentes del interior del equipo.

Por otro lado, para controlar el desplazamiento vertical de la muestra introducida, el equipo objeto de la invención dispone de un segundo servomotor dispuesto de forma anexa a la pared móvil que alberga el sensor principal. Mediante una palanca

basculante, accionada por el servomotor mediante un conjunto de brazos articulados conectados entre sí, de forma que transforma la rotación del servomotor en un desplazamiento vertical de la muestra.

- 5 Finalmente el bloque de análisis fluorimétrico comprende una rueda dentada provista de una serie de perforaciones preferentemente circulares en disposición circular, donde en cada una de las perforaciones se aloja un filtro óptico donde cada uno de éstos filtros ópticos permite el paso de una porción muy reducida del espectro, donde estos filtros están asegurados por medio de una tapa circular, siendo
10 accionada la rueda dentada donde se alojan los filtros por medio de un piñón accionado por un motor.

Uno de los orificios del disco No posee ningún filtro, con el fin de ser usado para el proceso de calibración del equipo.

- 15 Para el correcto posicionamiento del disco durante la inicialización, cuenta con unos medios de posicionamiento, que en una posible forma de realización, la rueda contendora de los filtros dispone de un sistema de imanes colocados a 90° entre sí, similar al del bloque generador de longitudes de onda antes descrito, los cuales son
20 utilizados junto con una placa de circuito conectada a la pared principal, la cual detecta las alteraciones del campo magnético durante el desplazamiento del disco.

- El conjunto dispone de una carcasa protectora, que posee dos lengüetas en su base para conectarla al equipo y posee un soporte intercambiable para albergar el
25 segundo sensor utilizado para la fluorimetría.

El procedimiento para el análisis de espectrofotometría y fluorimetría con el equipo anteriormente descrito comprende las etapas de:

- Introducción de una muestra en el equipo por su parte superior y se cierra la
30 tapa para evitar que la luz exterior afecta al análisis.
- Control del equipo mediante una aplicación para PC, y por medio de una conexión USB.

- Ajuste automático de bloque contenedor de muestra según la longitud de trayectoria de la misma, así como la regulación automática de la altura de la muestra introducida.
- Comienzo de un proceso de inicialización que comprende
 - 5 o Inicialización del bloque de selección de longitudes de onda UV
 - o Inicialización del bloque de selección de longitudes de onda visible e infrarroja.
 - o Inicialización del bloque de análisis fluorimétrico
- Determinación del nivel de brillo
 - 10 o Determinación de brillo para el análisis espectrofotométrico
 - o Determinación de brillo para el análisis fluorimétrico
- Calibración del equipo
- Inicio del proceso de análisis espectrofotométrico y fluorimétrico:

15 El proceso de Inicialización del bloque contenedor de muestra:

Dado que el equipo objeto de la invención puede analizar muestras con distinta longitud de trayectoria, este debe ajustar el bloque que alberga la muestra a las dimensiones de la misma, con el fin de que tanto el sensor principal como la entrada de longitudes de onda (fibra óptica para visible e infrarrojo, y bloque de generación UV), se encuentren lo más cerca posible de la muestra, sin dejar huecos. El procedimiento es el siguiente:

- Se introduce una muestra de una cierta longitud de trayectoria por la parte superior del equipo.
- 25 - Mediante un servomotor situado en la parte inferior del bloque, se acciona mediante un tren de engranajes una rueda dentada, cuya rotación provoca el desplazamiento horizontal de 3 garras móviles de forma simultánea, las cuales tienen anexadas las tres paredes móviles del conjunto, donde solo dos de ellas, disponen del sensor principal y de la entrada de longitudes de onda.
- 30 - El servomotor reduce la distancia entre las paredes hasta que el equipo objeto de la invención detecta un cambio en la corriente demandada por el

servomotor, lo que indica que existe una oposición al desplazamiento del mismo, y, por ende, que ya se ha ajustado a las dimensiones de la muestra.

- En ese momento, se separa las paredes de la muestra una distancia suficiente como para permitir el desplazamiento vertical de la misma, pero asegurando la máxima proximidad de los componentes a la misma.
- Acto seguido, un segundo servomotor controla la posición vertical de la muestra de forma proporcionar al cierre de las paredes.

Donde el proceso de inicialización del bloque de selección de longitudes de onda visible e infrarroja comprende:

- El bloque generador de longitudes de onda debe posicionar el LED primero de forma precisa con la fibra óptica con el fin de que toda la luz emitida llegue hasta las muestras. Para ello, comienza rotando el disco en sentido horario hasta que los imanes de neodimio situados a 90° entre sí en la parte posterior del disco, se alineen perfectamente con los sensores de efecto hall situados también a 90°, que se encuentran en el cuerpo principal del soporte del disco.
- La forma de posicionarse varía dependiendo de en qué posición se encuentra el disco antes de iniciar su movimiento:

1. Si ninguno de los sensores de efecto hall detectan ninguno de los imanes, el disco gira en sentido horario hasta que ambos sensores de efecto hall detectan a su respectivo imán, que es aquel colocado en su misma posición. Tras eso, se realiza un ajuste automático para detectar la posición en la que el campo magnético detectado por cada uno de los sensores es más fuerte.

2. Si uno o ambos imanes son detectados, el disco rota en sentido horario hasta que ninguno de los sensores detecte. Tras ello, gira un poco más y acto seguido repite el proceso descrito en el paso anterior.

- Una vez ajustado el disco de forma radial, se procede a su posicionamiento vertical. Para ello, se hace descender el bloque por medio del tren de engranaje situado en la base, hasta alguno de los finales de carrera sean activados, lo cual indica que el bloque ha descendido completamente. Tras

ello, el bloque asciende una cierta distancia para colocarse perfectamente alineado con la fibra óptica.

- El bloque de generación de longitudes de onda UV no precisa de ningún proceso de inicialización al no disponer de partes móviles.

5

El proceso de Inicialización del bloque de análisis fluorimétrico comprende:

El disco rota sobre su eje por la acción del piñón hasta alinear el primer orificio del disco (el cual no posee filtro óptico) con la muestra. Para ello, al igual que el bloque generador de longitudes de onda, este dispone de dos imanes de neodimio situados a 90° entre sí, ubicados en su parte posterior, los cuales son detectados utilizando el mismo proceso descrito en el paso anterior.

10

El proceso de determinación de brillo para el análisis espectrofotométrico comprende

15 las etapas siguientes:

- b. Se introduce una muestra de agua destilada en el equipo
- c. Dado que la probeta puede tener diferentes dimensiones, el equipo la asegura mediante un sistema de pinzas retráctiles que se ajustan a la geometría de la probeta, asegurando que esta se quede alineada con el haz de luz, así como con los filtros y los sensores.
- d. Una vez alineada y asegurada la muestra, otro mecanismo ajusta la altura de la cubeta con el fin de que esta no sobresalga del equipo por su parte superior y que el análisis se realice en el centro de la misma (la mitad de su altura).
- e. Se conecta al ordenador por USB y se conecta a la red eléctrica mediante un transformador de tensión.
- f. Una vez el equipo se ha inicializado (posicionado todos sus elementos en las posiciones correctas), se procede a encender el primer LED al mínimo de su capacidad de brillo.
- g. El sensor principal (Sensor 1), espera 1.5 segundos antes de comenzar a medir, para que la cantidad de luz que logre atravesar la muestra sea homogénea.

20

25

30

- 5
- h. El sensor mide la cantidad de luz que logra atravesar la muestra de agua destilada, a diferentes intervalos de tiempo, con el fin de realizar un promedio.
 - i. Si el valor promedio de luz que logra atravesar la muestra es mayor igual a un cierto umbral predefinido, se considera que el nivel de brillo es adecuado, mostrándose en pantalla.
 - j. En caso contrario, se incrementa el brillo una cierta cantidad y se repite el proceso.
 - 10 k. El umbral es un valor empírico, el cual debe ser lo suficientemente alto como para aprovechar la resolución del sensor, pero no demasiado para evitar su saturación.
 - l. Una vez completado la determinación de brillo del LED, se rota y desplaza verticalmente el conjunto para alinear el siguiente LED, y se repite el proceso hasta completarlos todos.
 - 15 m. Para determinar el brillo de los LED UV presentes en el bloque de generación de longitudes de onda UV, se enciende cada LED de forma aislada, y se repiten los pasos f-i antes descritos.

El proceso para la determinación de brillo para el análisis fluorimétrico comprende:

- 20
- a. Se introduce una muestra de agua destilada en el equipo.
 - b. Dado que la probeta puede tener diferentes dimensiones, el equipo la asegura mediante un sistema de pinzas retráctiles que se ajustan a la geometría de la probeta, asegurando que esta se quede alineada con el haz de luz así como con los filtros y los sensores.
 - 25 c. Una vez alineada y asegurada la muestra, otro mecanismo ajusta la altura de la cubeta con el fin de que esta no sobresalga del equipo por su parte superior y que el análisis se realice en el centro de la misma (la mitad de su altura).
 - 30 d. Se conecta al ordenador por USB y se conecta a la red eléctrica mediante un transformador de tensión.

- 5
- 10
- 15
- 20
- e. Con el bloque de fluorimetría posicionado de forma que el orificio sin filtro se encuentre alineado con la muestra a 90° del haz principal, se comienza el proceso.
 - f. Una vez el equipo se ha inicializado (posicionado todos sus elementos en las posiciones correctas), se procede a encender el primer LED al mínimo de su capacidad de brillo.
 - g. El sensor secundario (Sensor 2), espera unos segundos antes de tomar datos.
 - h. Si el valor de luz captada seleccionado es mayor igual a un cierto umbral predefinido, se considera que el nivel de brillo es adecuado, mostrándose en pantalla.
 - i. En caso contrario, se incrementa el brillo del LED una cierta cantidad y se repite el proceso anterior.
 - j. Una vez completado la determinación de brillo del LED, se rota y desplaza verticalmente el conjunto del bloque 1 para alinear el siguiente LED, y se repite el proceso hasta completarlos todos los LED.
 - k. Para determinar el brillo de los LED UV presentes en el bloque de generación de longitudes de onda UV, se enciende cada LED de forma aislada, y se repiten los pasos g-i antes descritos.

Además, en función de las respuestas recibidas por parte de las muestras analizadas es posible variar la intensidad o nivel de brillo de cada luz LED entrante o de excitación en función de la carga del agua. Es decir, en función de la carga de la muestra podemos variar el nivel de brillo de referencia del LED. Esto se hace en base al valor inicial de la transmitancia registrada. A partir, por debajo, de un umbral de transmitancia se modifica el nivel de brillo aumentándolo, para poder tener una mejor caracterización del parámetro de estudio de las muestras. Al igual que para niveles bajos se hace a la inversa.

30 El proceso de calibración del equipo comprende las etapas de:

Este proceso se realiza una vez determinado el nivel de brillo óptimo tanto para la espectrofotometría como fluorimetría.

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- a. Se introduce la muestra en una cubeta por la parte superior del equipo.
 - b. Dado que la probeta puede tener diferentes dimensiones, el equipo la asegura mediante un sistema de pinzas retráctiles que se ajustan a la geometría de la probeta, asegurando que esta se quede alineada con el haz de luz así como con los filtros y los sensores.
 - c. Una vez alineada y asegurada la muestra, otro mecanismo ajusta la altura de la cubeta con el fin de que esta no sobresalga del equipo por su parte superior y que el análisis se realice en el centro de la misma (la mitad de su altura).
 - d. Una vez inicializado el equipo, se enciende el primer LED al nivel de brillo seleccionado, cuya luz viaja por la fibra óptica hasta llegar a la muestra objeto de estudio.
 - e. Según las propiedades fisicoquímicas de esta, pasará más o menos luz, la cual será captada por medio de un sensor situado en la misma dirección del haz (180°).
 - f. El sensor principal (Sensor 1), espera 1.5 segundos antes de comenzar a medir, para que la cantidad de luz que logre atravesar la muestra sea homogénea.
 - g. El sensor mide la cantidad de luz que logra atravesar la muestra de agua destilada, a diferentes intervalos de tiempo, con el fin de realizar un promedio.
 - h. Este valor promedio (I_0 , *espectrofotometría*), se almacena en la memoria interna del equipo (EEPROM) en una posición concreta determinada por el LED utilizado.
 - i. Acto seguido, se procede a almacenar el valor de luz difusa que logra captar el sensor 2, sin el uso de filtro óptico:
 - El sensor secundario (Sensor 2), espera unos segundos antes de tomar datos.
 - Se enciende el LED a brillo máximo.

– El valor captado (I_0 *fluorimetría*) se almacena en otra posición de la EEPROM para ese LED (distinta al otro valor de I_0 registrado anteriormente)

5

j. Tras el paso anterior, se alinea el siguiente LED y se repite el proceso.

k. Una vez completado el análisis de las longitudes de onda visible e infrarrojas dispuestas en el disco rotatorio, se procede a calibrar las longitudes de onda UV, mediante su encendido aislado, y siguiendo los pasos f-i antes descritos.

10

Tanto el proceso de calibración como de análisis realizan idénticos pasos, con la diferencia en que durante la calibración se hace uso de una muestra de agua destilada y la cantidad de luz detectada por el sensor que logra atravesar la muestra a cada longitud de onda (I_0), es almacenada en la memoria interna del equipo.

15

El proceso de análisis espectrofotométrico y fluorimétrico comprende las etapas de:

20

El equipo puede llevar a cabo sólo el análisis espectrofotométrico o realizarlo en conjunción con el fluorimétrico. A continuación, vamos a describir este último proceso, dado que lleva implícito el otro:

25

a. Se introduce la muestra en una cubeta por la parte superior del equipo.
b. Dado que la probeta puede tener diferentes dimensiones, el equipo la asegura mediante un sistema de pinzas retráctiles que se ajustan a la geometría de la probeta, asegurando que esta se quede alineada con el haz de luz así como con los filtros y los sensores.

30

c. Una vez alineada y asegurada la muestra, otro mecanismo ajusta la altura de la cubeta con el fin de que esta no sobresalga del equipo por su parte superior y que el análisis se realice en el centro de la misma (la mitad de su altura).
d. Una vez inicializado el equipo, se enciende el primer LED al nivel de brillo seleccionado, cuya luz viaja por la fibra óptica hasta llegar a la muestra objeto de estudio.

- e. Según las propiedades fisicoquímicas de esta, pasará más o menos luz, la cual será captada por medio de un sensor situado en la misma dirección del haz (180°).
- f. El sensor principal (Sensor 1), espera 1.5 segundos antes de comenzar a medir, para que la cantidad de luz que logre atravesar la muestra sea homogénea.
- g. El sensor mide la cantidad de luz que logra atravesar la muestra objeto de análisis, a diferentes intervalos de tiempo, con el fin de realizar un promedio.
- h. Ese valor promedio, representa en la expresión de Transmitancia $T = \frac{I}{I_0}$, el valor de "I", el cual es dividido por el valor de I_0 que el equipo almacenó para ese LED en el proceso de calibración, calcula dando así el valor de "transmitancia bruta".
Cada LED, emite múltiples longitudes de onda de forma simultáneas siguiendo una distribución normal de intensidades de brillo. El valor de transmitancia bruta, corresponde al valor registrado por efecto de todas esas longitudes de onda que de forma simultánea atraviesan las muestras. Esto hace que los valores detectados por el equipo, aunque tenga la misma forma que los registrados por un equipo comercial basado en lámparas incandescentes, sean más altos.
- i. Para eliminar este efecto de las longitudes de onda múltiples y poder aislar el efecto de una sola de ellas sin necesidad de elementos ópticos, se usan una serie de modelos matemáticos precargados en el equipo, que permiten modelizar, a partir del valor de transmitancia bruta, el valor de transmitancia que se obtendría si sólo actuada una de las longitudes de onda entre las múltiples emitidas. Esto, no sólo permite solventar el problema de desviación de los resultados, sino que permite extender el número de longitudes de ondas soportadas.
- j. Para cada LED, se muestran en pantalla de forma simultánea, los valores de transmitancia producido por cada una de las longitudes de onda que emite cada LED, lo que agiliza el análisis.
- k. Una vez analizada la respuesta espectral para la región de longitudes de onda emitidas por el LED en curso, se procede al análisis fluorimétrico.

- l. Para ello, se alinea el primer filtro óptico con la muestra, y se enciende el LED en curso a cortos intervalos de tiempo, al nivel de brillo seleccionado en el paso 4.
- 5 m. El sensor secundario (Sensor 2), espera unos segundos antes de tomar datos.
- n. Se registra la cantidad de luz captada por el sensor 2.
- o. Se repite este proceso varias veces para tomar un valor promedio.
- p. Ese valor de luz reflejada seleccionado, representa el valor de I en la relación $T = \frac{I}{I_0}$, el cual es dividido por el valor de I_0 (el registrado durante
- 10 la calibración de fluorescencia, no de espectrofotometría), almacenado para ese LED durante la fase de calibración. Esto permite obtener un valor de transmitancia bruta.
- q. Por medio de diversos modelos matemáticos, se calcula, a partir del valor de transmitancia medidos por cada LED (transmitancia bruta), los valores de transmitancia registrados a partir de la luz difusa (luz medida a 90°)
- 15 producidos por cada una de las longitudes de ondas emitidas por el LED.
- r. Cada uno de estos valores se envían al ordenador para ser graficados, indicándose, valor de transmitancia medido, longitud de onda de excitación y longitud de onda emitida por la muestra. De esta forma se
- 20 logra generar el mapa de calor que compone la respuesta fluorimétrica.
- s. Este proceso se repite con todos y cada uno de los filtros ópticos instalados.
- t. Cuando este proceso termina, se procede a volver a inicializar el bloque 3, para dejarlo preparado para el próximo análisis fluorimétrico con el
- 25 siguiente LED.
- u. Se alinea el siguiente LED con la muestra y se repite el proceso descrito hasta completar todos y cada uno de ellos.
- v. Una vez completado el análisis de las longitudes de onda visible e
- 30 infrarrojas dispuestas en el disco rotatorio, se procede a calibrar las longitudes de onda UV, mediante su encendido aislado, y siguiendo los pasos f-t antes descritos.

- w. Una vez finalizado el análisis espectrofotométrico y fluorimétrico, el equipo vuelve a posicionar el bloque 1 y 3, estando preparado para un próximo análisis.
- x. En ese momento, la aplicación de PC utilizada para controlar el equipo, notifica al usuario que el análisis ha sido completado y le indica si desea enviar a la nube los resultados, repetir el análisis o descartarlo.

Salvo que se indique lo contrario, todos los elementos técnicos y científicos usados en la presente memoria poseen el significado que habitualmente entiende un experto normal en la técnica a la que pertenece esta invención. En la práctica de la presente invención se pueden usar procedimientos y materiales similares o equivalentes a los descritos en la memoria.

A lo largo de la descripción y de las reivindicaciones la palabra “comprende” y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención.

20 **EXPLICACION DE LAS FIGURAS**

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente.

En la figura 1, podemos observar una representación en perspectiva del equipo objeto de la invención.

En la figura 2, podemos observar una primera representación en perspectiva del interior del equipo.

En la figura 3 se muestra una segunda representación en perspectiva del interior del equipo.

5 En la figura 4 se muestra de manera explosionada el bloque generador de longitudes de onda.

En la figura 5 se muestra una vista que permite apreciar los medios empleados para la elevación y descenso del bloque generador de longitudes de onda.

10 En la figura 6 se muestra una vista frontal del interior del bloque generador de longitudes de onda

En la figura 7 se muestra el interior del bloque de análisis fluorimétrico.

15 En la figura 8 se muestra la cara posterior de la rueda contenedora de filtros.

En la figura 9 se muestra de forma esquemática por donde circula la luz emitida por los LEDs, y el posicionamiento relativo de los sensores para llevar a cabo el análisis espectrofotométrico y fluorimétrico.

20

En la figura 10 se muestra una vista en detalle del bloque contenedor de muestras ajustable a distintas longitudes de trayectoria, así como del bloque de generación de longitudes de onda UV.

25 En la figura 11 se muestra una vista explosionada del bloque contenedor de muestras ajustable a distintas longitud de trayectoria, así como del bloque de generación de longitudes de onda UV, donde se aprecian todos sus elementos.

30 En la figura 12 se muestra una vista en detalle del mecanismo de variación de la longitud de trayectoria del bloque contenedor de muestras.

En la figura 13 se muestra una vista en detalle del bloque de generación de longitudes de onda UV así como su disposición respecto a la entrada de fibra óptica para longitudes de onda visible e infrarroja.

5 **REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION**

A la vista de las figuras se describe seguidamente un modo de realización preferente de la invención propuesta.

10 En la figura 1 podemos observar que el equipo comprende una carcasa (1) bajo la cual se dispone una base (3) apoyada sobre una pieza de suelo (4), quedando sobre la parte superior de la carcasa (1) una tapa (2).

15 En la figura 2 se observa que en el interior del equipo hay una plataforma (5) sobre la cual está fijado un bloque generador /selector de longitudes de onda (6) unido con un bloque de contención de muestras con longitud de trayectoria variable (7) y análisis espectrofotométrico por medio de una fibra óptica (9), donde el bloque de contención de muestras con longitud de trayectoria variable (7) está unido de forma solidaria con un bloque de análisis fluorimétrico (8).

20 En las figuras 3 y 4 se puede observar que el bloque generador de longitudes de onda (6) comprende una rueda (37) provista de una serie de perforaciones (38) donde se alojan unos LEDs (35) montados en una placa de soporte (11) de los LEDs (35), donde dicha rueda (37) queda montada en un soporte de rueda (12). En este
25 soporte de rueda (12) queda fijado un primer motor (10) para el giro de la rueda (37).

Este bloque generador de longitudes de onda visible e infrarroja (6) cuenta con un movimiento de elevación y descenso a lo largo de unas guías verticales (14) contando para ello con un soporte anti retorcimiento de cables (31) provisto de un
30 anillo rodante o "slip ring" (19); con un segundo motor (15) para elevación y descenso de bloque, y que transmite dicho accionamiento por medio de un tren de engranajes (16) (figura 5) donde en el último engranaje (17) está unido un husillo (13) que rosca sobre el soporte anti retorcimiento de cables (31) y que transforma un

movimiento circular en un movimiento de elevación y descenso. Además, cuenta con unos topes o finales de carrera (18).

- 5 En la figura 6 se pueden apreciar una realización de los medios para el correcto alineamiento de la rueda (37) que consiste en la disposición de unos imanes (34), preferentemente a 90°, y una placa de soporte de un sensor de efecto hall (33) que analiza las variaciones del campo magnético que producen los imanes, es posible el posicionamiento preciso del disco
- 10 El bloque de análisis fluorimétrico (8) comprende, según se puede apreciar en las figuras 3 y 7, una serie de filtros (29) alojados dentro de un contenedor de filtros (25) y cubiertos por una tapa (26), quedando alojado el conjunto anterior dentro de una carcasa formada por una pieza soporte (21) y una tapa (22) (figura 3).
- 15 El contenedor de filtros (25) adopta la forma de una rueda dentada y engrana con un piñón (24) movido por un tercer motor (23). Además, el bloque de análisis fluorimétrico (8) cuenta con un soporte sensor de fluorescencia (27) sobre el que hay montado un fotodiodo (28).
- 20 En la figura 8 se muestran los medios empleados para el correcto posicionamiento del contenedor de filtros (25) que al igual en que el bloque generador de longitudes de onda cuenta con unos imanes (36) y una placa de soporte de un sensor de efecto hall (30) que analiza las variaciones del campo magnético que producen los imanes, es posible el posicionamiento preciso del disco.
- 25 El bloque de contención la muestras con longitud de trayectoria ajustable (7) comprende unos medios para alojar un primer sensor (20) encargado de la medición de espectrofotometría, así como con unos medios para la regulación de la altura (32) de las probetas introducidas, y medios necesarios para variar la disposición de las
- 30 paredes del contenedor para acercarlas o alejarlas a la muestra en función de sus dimensiones, y por ende, ajustando la posición del primer sensor (20), así como un bloque de generación de longitudes de onda UV (41) y de la entrada de fibra óptica. Dichos medios de variación de las paredes permiten del contenedor con longitud de

trayectoria variable (7) permite que el contenedor se ajuste a la geometría de la probeta, asegurando que esta se quede alineada con el haz de luz, así como con los filtros y los sensores sin dejar huecos.

- 5 En la figura 9 se puede observar de forma detallada el discurrir de la luz generada por el bloque de generación de longitudes de onda (6) que es conducida por la fibra óptica (9) hasta el bloque de contención de muestras con longitud de trayectoria variable (7) donde se dispone el primer sensor alineado 180° con la luz emitida y que atraviesa la muestra, mientras que la luz emitida perpendicularmente al discurrir del haz por la fibra óptica es recibida por el bloque de análisis de fluorimetría (8) donde se aloja el segundo sensor.

En esta figura 9 se observa que la fibra óptica (9) se conecta con el bloque generador de longitudes de onda visible e infrarrojo (6) mediante un soporte de fibra (39), y con el bloque de contención de muestras (7) mediante una pieza de acoplamiento (40) de la fibra óptica. Entre la fibra óptica (9) y el bloque de contención de muestras con longitud de trayectoria variables (7), se emplaza el bloque de generación de longitudes de onda UV (41).

- 20 Tal y como se observa en la figura 10 y en la figura 11 el contenedor de muestras con longitud de trayectoria variable (7) comprende cuatro paredes (42, 43, 44 y 45) de las cuales las paredes (42, 43 y 44) son paredes móviles que se mueven de forma simultánea y están separadas entre sí por medio de unos elementos elásticos (46) los cuales se estiran y/o contraen durante el desplazamiento de las paredes, aislando una muestra alojada en el receptáculo (47) de cualquier fuente de luz no deseada

Además, el contenedor de muestras con longitud de trayectoria variables (7) cuenta con unos medios para modificar el posicionamiento de la altura (32) de la muestra introducida de forma automática y así proporcionar su longitud de trayectoria.

Sobre la pared (44) se encuentra dispuesto el bloque de generación de longitudes de onda UV (41), mientras que sobre la pared enfrentada (42) se encuentra dispuesto el primer sensor (20).

- 5 La pared restante (45), que es una pared fija, se emplea para sujetar el conjunto con el contenedor de filtros (25).

10 Para realizar el desplazamiento horizontal de las paredes móviles (42, 43 y 44), el bloque dispone de una primera rueda dentada (48) provista de unas acanaladuras curvas (49) por cuyo interior se mueven unos tetones (50) vinculados con unas garras rectangulares (51) a las que las paredes móviles (42,43 y 44) se encuentran conectadas de forma solidaria.

15 La primera rueda dentada (48) es accionada mediante un servomotor (52), cuyo movimiento es transmitido mediante un tren de engranajes rectos y cónicos (53) y (54) respectivamente lo que permite controlar el grado de apertura o cierre del conjunto.

20 Los medios de regulación de la altura (32) de la muestra introducida en la cavidad (47) comprenden un sistema de brazos articulados (55) y (56) accionados a través de una palanca pivotante (57) por un segundo servomotor (58)

25 El bloque de generación de longitudes de onda UV (41) el cual, de acuerdo con la Figura 13, consta de una tarjea de circuito impreso (59) que posee un orificio (60) por el que discurre la fibra óptica (9) sin obstáculo, la cual está rodeada por LEDs UV (61) dispuestos de forma radial , de forma que la muestra objeto de estudio puede ser irradiada tanto por las longitudes de onda generadas por el bloque de generación de longitudes de onda visible e infrarrojo (6) que ingresan en el bloque de contención de muestra con longitud de trayectoria variable (7) a través de la fibra
30 óptica (9), así como por parte del bloque de generación de longitudes de onda UV (41) de forma directa sin necesidad de viajar por la fibra óptica.

Descrita suficientemente la naturaleza de la presente invención, así como la manera de ponerla en práctica, se hace constar que, dentro de su esencialidad, podrá ser llevada a la práctica en otras formas de realización que difieran en detalle de la indicada a título de ejemplo, y a las cuales alcanzará igualmente la protección que se recaba, siempre que no altere, cambie o modifique su principio fundamental.

5

REIVINDICACIONES

1.- Equipo para la realización de espectrofotometría y fluorimetría caracterizado porque comprende:

- 5 - Un bloque generador de longitudes de onda visible e infrarroja (6)
- Un bloque de generación de longitudes de onda UV (41)
- Un bloque de contención de muestras con longitud de trayectoria variable (7), y de análisis.
- Un bloque de análisis fluorimétrico (8).
- 10 Donde el bloque generador de longitudes de onda visible e infrarroja (6) está unido con el bloque de generación de longitudes de onda UV (41) por medio de una fibra óptica (9), y el bloque de generación de longitudes de onda UV (41) está montado sobre el bloque de contención de muestras con longitud de trayectoria variable (7) y éste está unido de forma solidaria con un bloque de análisis fluorimétrico (8),
- 15 donde el bloque generador de longitudes de onda visible e infrarroja (6) comprende un disco rotatorio (37) que contiene múltiples diodos LED (35) dispuestos de forma concéntrica, que se alinea con la muestra con la combinación de dos movimientos: un primer movimiento de rotación mediante un primer motor (10) y un segundo movimiento de desplazamiento vertical mediante un segundo motor (15), además
- 20 cuenta con unos medios para el correcto posicionamiento del disco rotatorio (37), donde el bloque de contención de muestras con longitud de trayectoria variable (7) comprende unos medios para alojar un primer sensor (20) encargado de la medición de espectrofotometría,
- donde el bloque de contención de muestras con longitud de trayectoria variable (7)
- 25 comprende
- unos medios para alojar un primer sensor (20) encargado de la medición de espectrofotometría
- unas paredes móviles (42, 43 y 44) desplazables de forma simultánea
- unos medios de regulación de la altura (32) de la muestra
- 30 donde el bloque de análisis fluorimétrico (8) comprende, una serie de filtros (29) alojados dentro de un contenedor de filtros (25) que pueden girar por acción de un

tercer motor (23), además cuenta con unos medios para el correcto posicionamiento del contenedor de filtros (25) y con medios para el soporte de un segundo sensor.

5 2.- Equipo para la realización de espectrofotometría y fluorimetría según la reivindicación 1 caracterizado porque el bloque generador de longitudes de onda visible e infrarroja (6) para la realización del movimiento vertical de elevación y descenso comprende unas guías verticales (14), un segundo motor (15) para elevación y descenso de bloque, y que transmite dicho accionamiento por medio de un tren de engranajes (16) donde en el último engranaje (17) está unido un husillo
10 (13) que rosca sobre un soporte anti retorcimiento de cables (31) y que transforma un movimiento circular en un movimiento de elevación y descenso, además, cuenta con un unos topes o finales de carrera (18).

15 3.- Equipo para la realización de espectrofotometría y fluorimetría según la reivindicación 1 ó 2 caracterizado porque bloque generador de longitudes de onda (6) cuenta con un soporte anti retorcimiento de cables (31) provisto de un anillo rodante o "slip ring" (19)

20 4.- Equipo para la realización de espectrofotometría y fluorimetría según la reivindicación 1 ó 2 ó 3 caracterizado porque los medios para el correcto alineamiento de la rueda (37) consiste en la disposición de unos imanes (34), y una placa de soporte de un sensor de efecto hall (33) que analiza las variaciones del campo magnético que producen los imanes.

25 5.- Equipo para la realización de espectrofotometría y fluorimetría según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque los medios para la regulación de la altura (32) de las probetas introducidas consiste en un sistema de pinzas retráctiles.

30 6.- Equipo para la realización de espectrofotometría y fluorimetría según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque el contenedor de filtros (25) está cubierto por una tapa (26), quedando alojado el conjunto anterior dentro de una carcasa formada por una pieza soporte (21) y una tapa (22).

7.- Equipo para la realización de espectrofotometría y fluorimetría según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque los medios empleados para el correcto posicionamiento del contenedor de filtros (25) son unos imanes (36) y una
5 placa de soporte de un sensor de efecto hall (30) que analiza las variaciones del campo magnético que producen los imanes.

8.- Equipo para la realización de espectrofotometría y fluorimetría según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque las paredes móviles (42, 43 y
10 44) son desplazables de forma simultánea gracias una primera rueda dentada (48) provista de unas acanaladuras curvas (49) por cuyo interior se mueven unos tetones (50) vinculados con unas garras rectangulares (51) a las que las paredes móviles (42,43 y 44) se encuentran conectadas de forma solidaria, donde la primera rueda dentada (48) es accionada mediante un servomotor (52),

15 9.- Equipo para la realización de espectrofotometría y fluorimetría según la reivindicación 8 caracterizado porque el accionamiento del servomotor (52) es transmitido mediante un tren de engranajes rectos y cónicos (53) y (54) respectivamente lo que permite controlar el grado de apertura o cierre del conjunto.

20 10.- Equipo para la realización de espectrofotometría y fluorimetría según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque para la regulación de la altura (32) de la muestra introducida en la cavidad (47) el equipo comprende un sistema de brazos articulados (55) y (56) accionados a través de una palanca
25 pivotante (57) por un segundo servomotor (58)

11.- Equipo para la realización de espectrofotometría y fluorimetría según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque el bloque de generación de longitudes de onda UV (41) consta de una tarjea de circuito impreso (59) que posee
30 un orificio (60) por el que discurre la fibra óptica (9) sin obstáculo, la cual está rodeada por LEDs UV (61) dispuestos de forma radial , de forma que la muestra objeto de estudio puede ser irradiada tanto por las longitudes de onda generadas por el bloque de generación de longitudes de onda visible e infrarrojo (6) que ingresan

en el bloque de contención de muestra con longitud de trayectoria variable (7) a través de la fibra óptica (9), así como por parte del bloque de generación de longitudes de onda UV (41) de forma directa sin necesidad de viajar por la fibra óptica.

5

a. El sensor principal (Sensor 1), espera 1.5 segundos antes de comenzar a medir, para que la cantidad de luz que logre atravesar la muestra sea homogénea.

10

b. El sensor mide la cantidad de luz que logra atravesar la muestra objeto de análisis, a diferentes intervalos de tiempo, con el fin de realizar un promedio.

15

c. Ese valor promedio, representa en la expresión de Transmitancia $T = \frac{I}{I_0}$, el valor de "I", el cual es dividido por el valor de I_0 que el equipo almacenó para ese LED en el proceso de calibración, calcula dando así el valor de transmitancia bruta.

20

Cada LED, emite múltiples longitudes de onda de forma simultáneas siguiendo una distribución normal de intensidades de brillo. El valor de transmitancia bruta, corresponde al valor registrado por efecto de todas esas longitudes de onda que de forma simultánea atraviesan las muestras. Esto hace que los valores detectados por el equipo, aunque tenga la misma forma que los registrados por un equipo comercial basado en lámparas incandescentes, sean más altos.

25

d. Para eliminar este efecto de las longitudes de onda múltiples y poder aislar el efecto de una sola de ellas sin necesidad de elementos ópticos, se usan una serie de modelos matemáticos precargados en el equipo, que permiten modelizar, a partir del valor de transmitancia bruta, el valor de transmitancia que se obtendría si sólo actuada una de las longitudes de onda entre las múltiples emitidas. Esto, no sólo permite solventar el problema de desviación de los resultados, sino que permite extender el número de longitudes de ondas soportadas.

30

e. Para cada LED, se muestran en pantalla de forma simultánea, los valores de transmitancia producido por cada una de las longitudes de onda que emite cada LED, lo que agiliza el análisis.

- f. Una vez analizada la respuesta espectral para la región de longitudes de onda emitidas por el LED en curso, se procede al análisis fluorimétrico.
- g. Para ello, se alinea el primer filtro óptico con la muestra, y se enciende el LED en curso a cortos intervalos de tiempo, al nivel de brillo seleccionado en el paso 4.
- 5 h. El sensor secundario (Sensor 2), espera unos segundos antes de tomar datos.
- i. Se registra la cantidad de luz captada por el sensor 2.
- j. Se repite este proceso varias veces para tomar un valor promedio.
- 10 k. Ese valor de luz reflejada seleccionado, representa el valor de I en la relación $T = \frac{I}{I_0}$, el cual es dividido por el valor de I_0 (el registrado durante la calibración de fluorescencia, no de espectrofotometría), almacenado para ese LED durante la fase de calibración. Esto permite obtener un valor de transmitancia bruta.
- 15 l. Por medio de diversos modelos matemáticos, se calcula, a partir del valor de transmitancia medidos por cada LED (transmitancia bruta), los valores de transmitancia registrados a partir de la luz difusa (luz medida a 90°) producidos por cada una de las longitudes de ondas emitidas por el LED.
- m. Cada uno de estos valores se envían al ordenador para ser graficados, indicándose, valor de transmitancia medido, longitud de onda de excitación y longitud de onda emitida por la muestra. De esta forma se logra generar el mapa de calor que compone la respuesta fluorimétrica.
- 20 n. Este proceso se repite con todos y cada uno de los filtros ópticos instalados.
- 25 o. Cuando este proceso termina, se procede a volver a inicializar el bloque 3, para dejarlo preparado para el próximo análisis fluorimétrico con el siguiente LED.
- p. Se alinea el siguiente LED con la muestra y se repite el proceso descrito hasta completar todos y cada uno de ellos.
- 30 q. Una vez completado el análisis de las longitudes de onda visible e infrarrojas dispuestas en el disco rotatorio, se procede a calibrar las longitudes de onda UV, mediante su encendido aislado, y siguiendo los pasos f-t antes descritos.

- 5
- r. Una vez finalizado el análisis espectrofotométrico y fluorimétrico, el equipo vuelve a posicionar el bloque 1 y 3, estando preparado para un próximo análisis.
 - s. En ese momento, la aplicación de PC utilizada para controlar el equipo, notifica al usuario que el análisis ha sido completado y le indica si desea enviar a la nube los resultados, repetir el análisis o descartarlo.

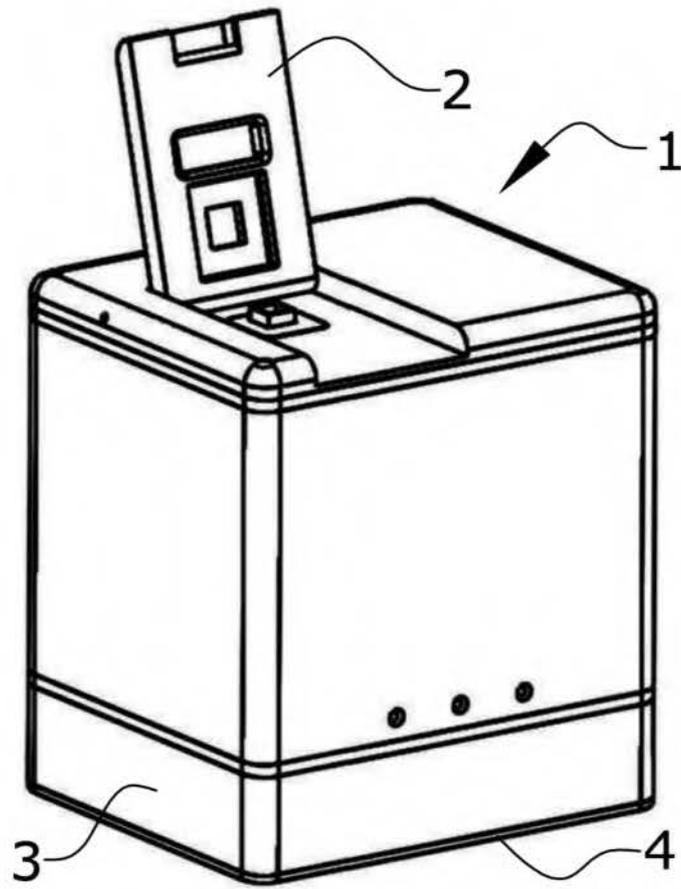


FIG. 1

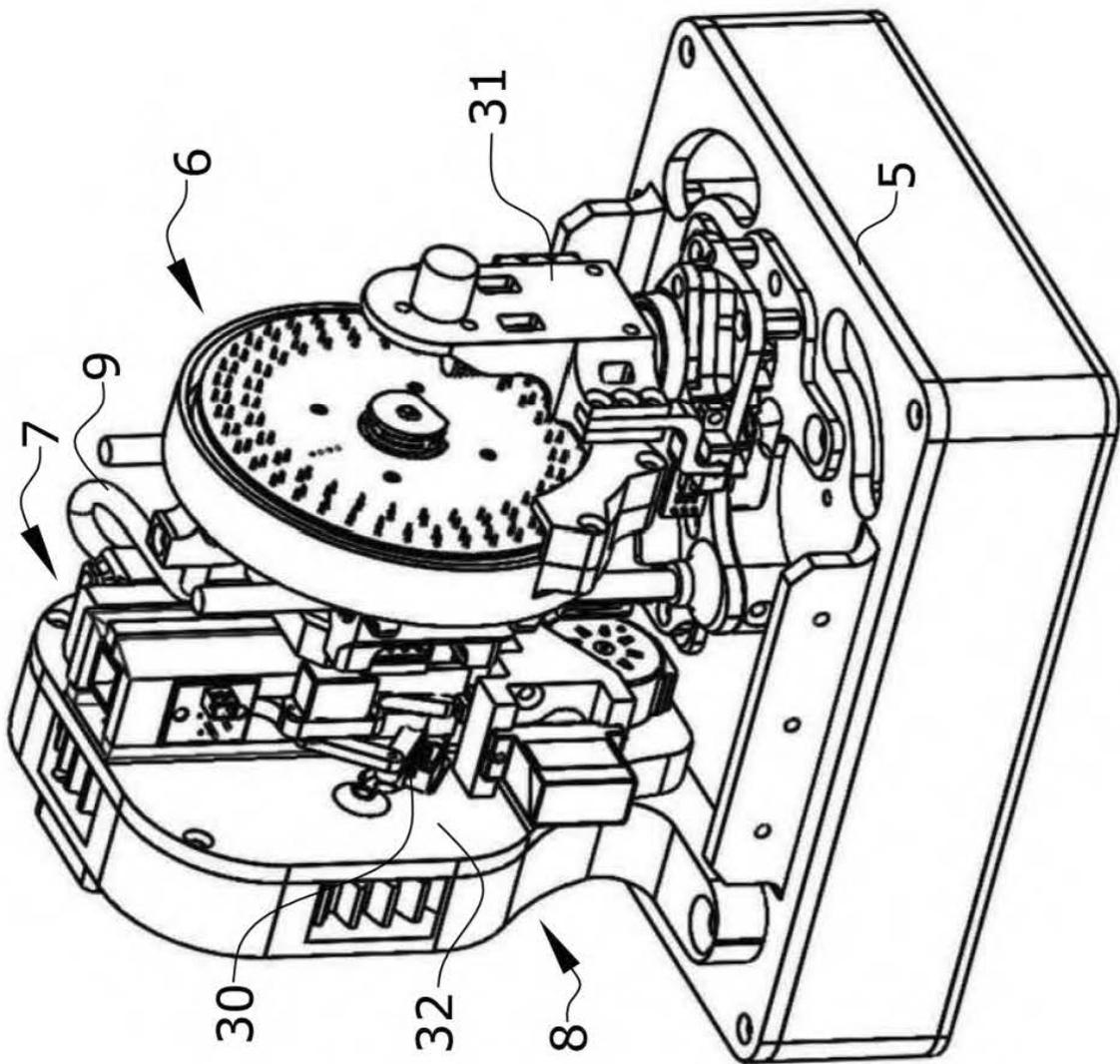


FIG.2

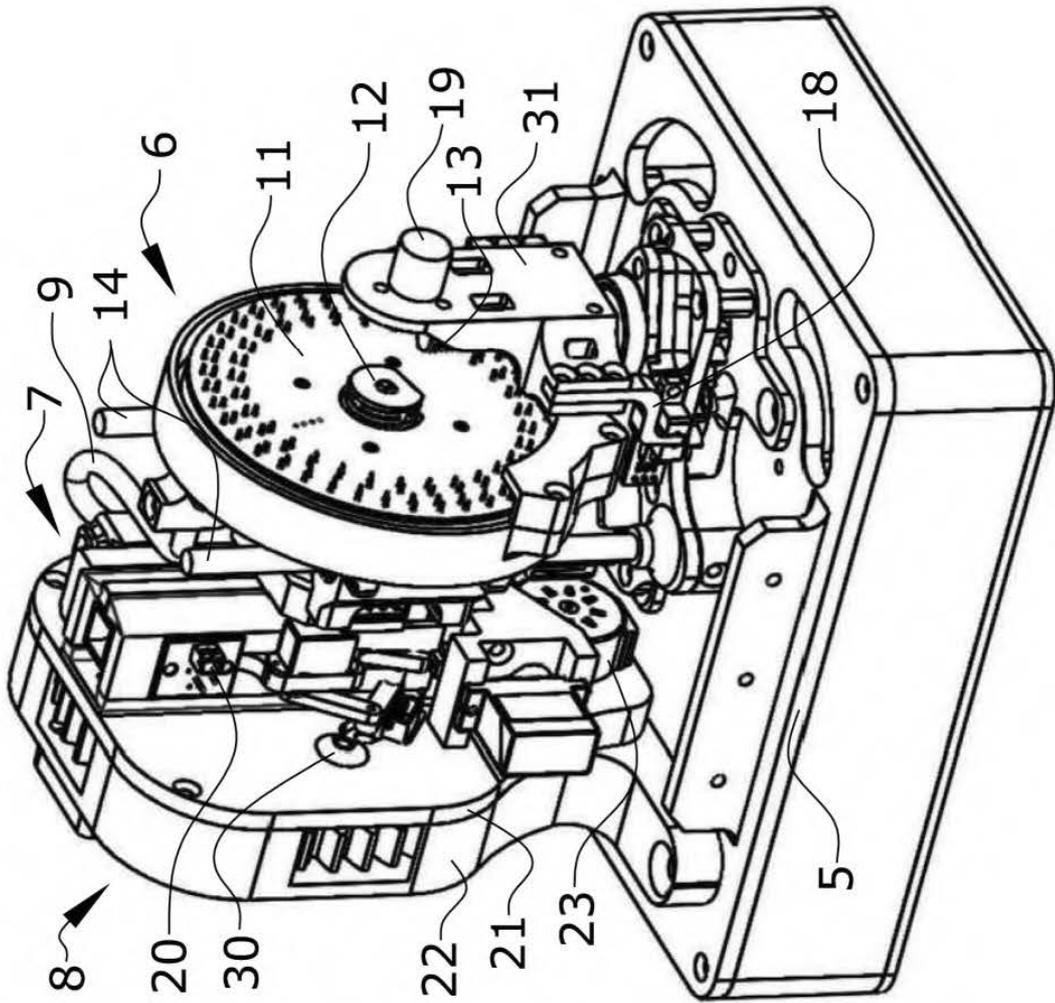


FIG.3

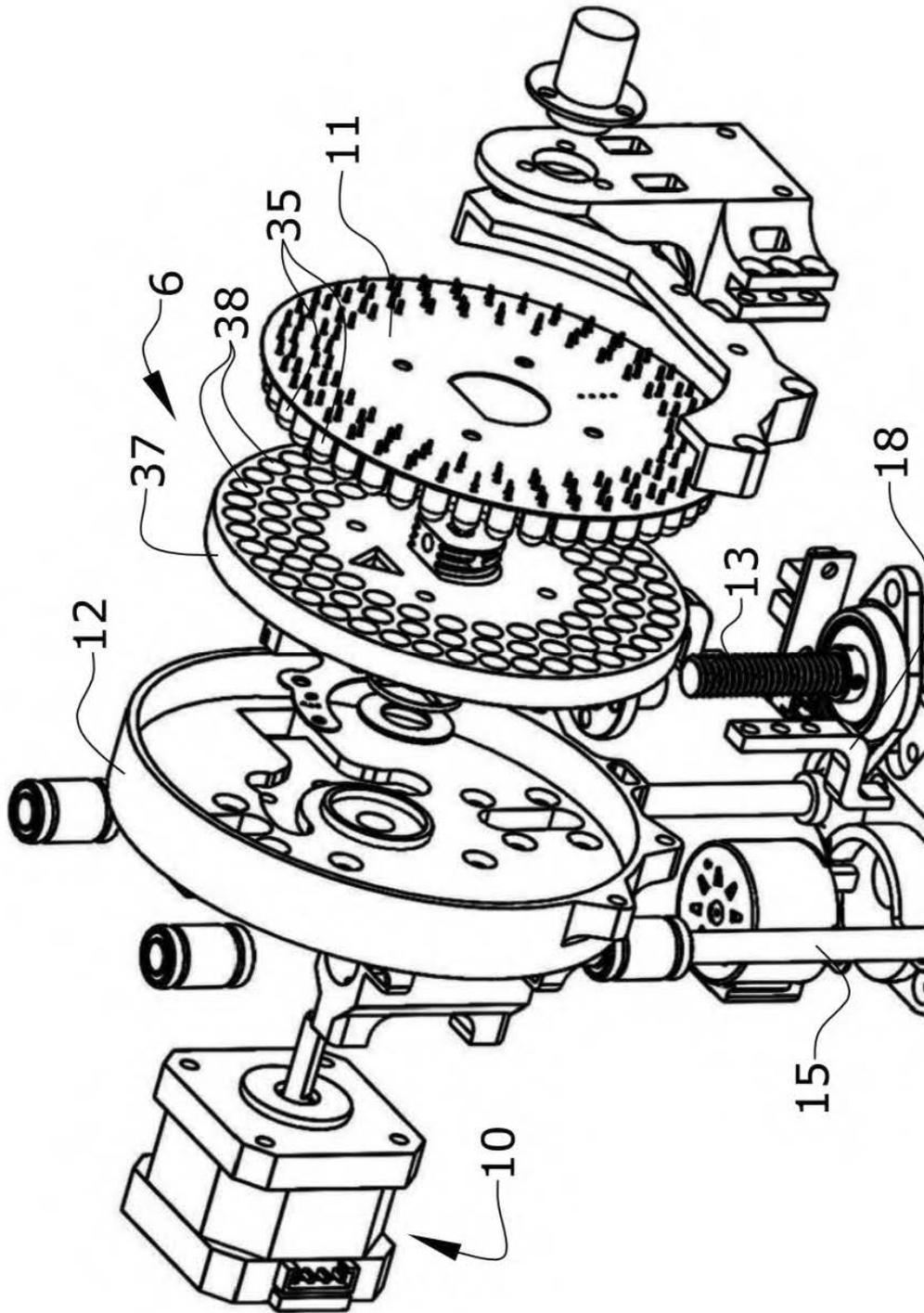


FIG.4

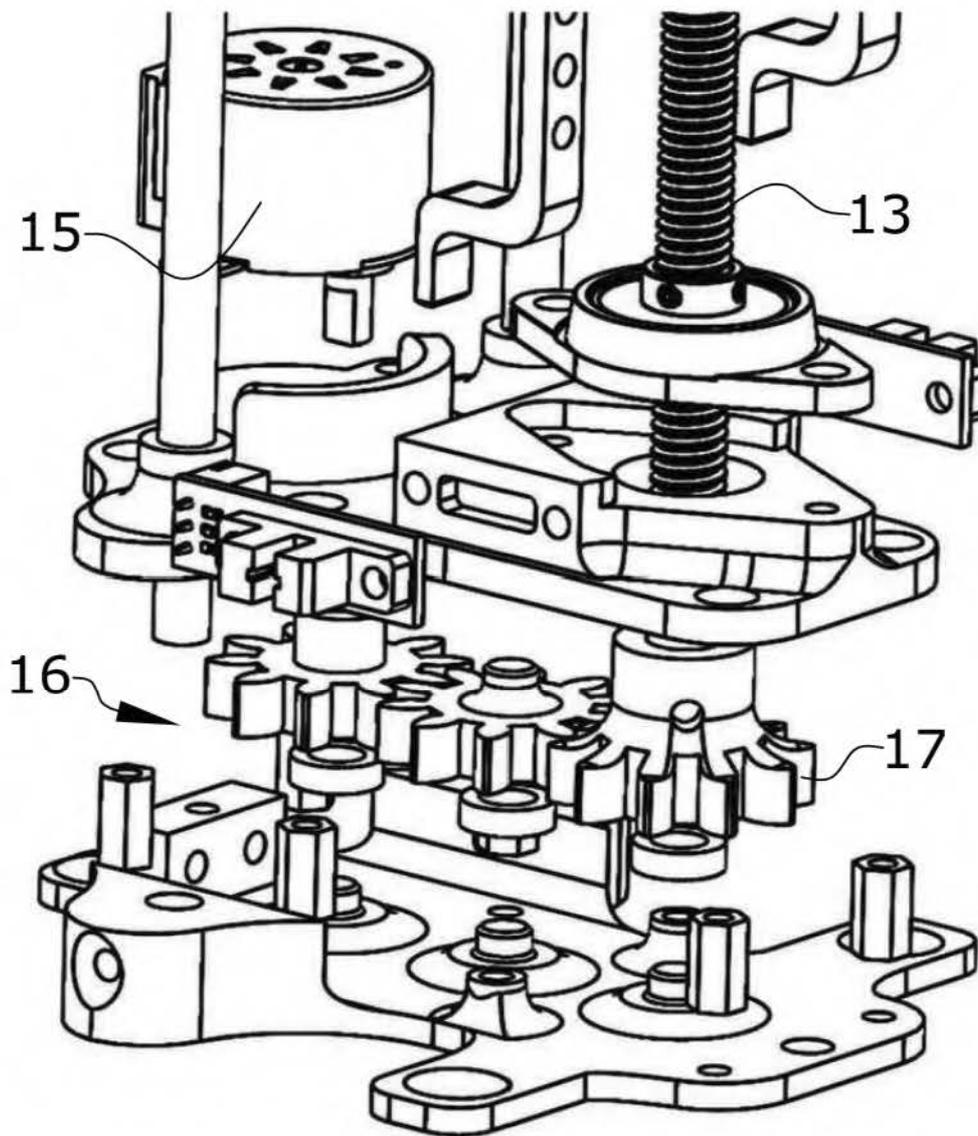


FIG.5

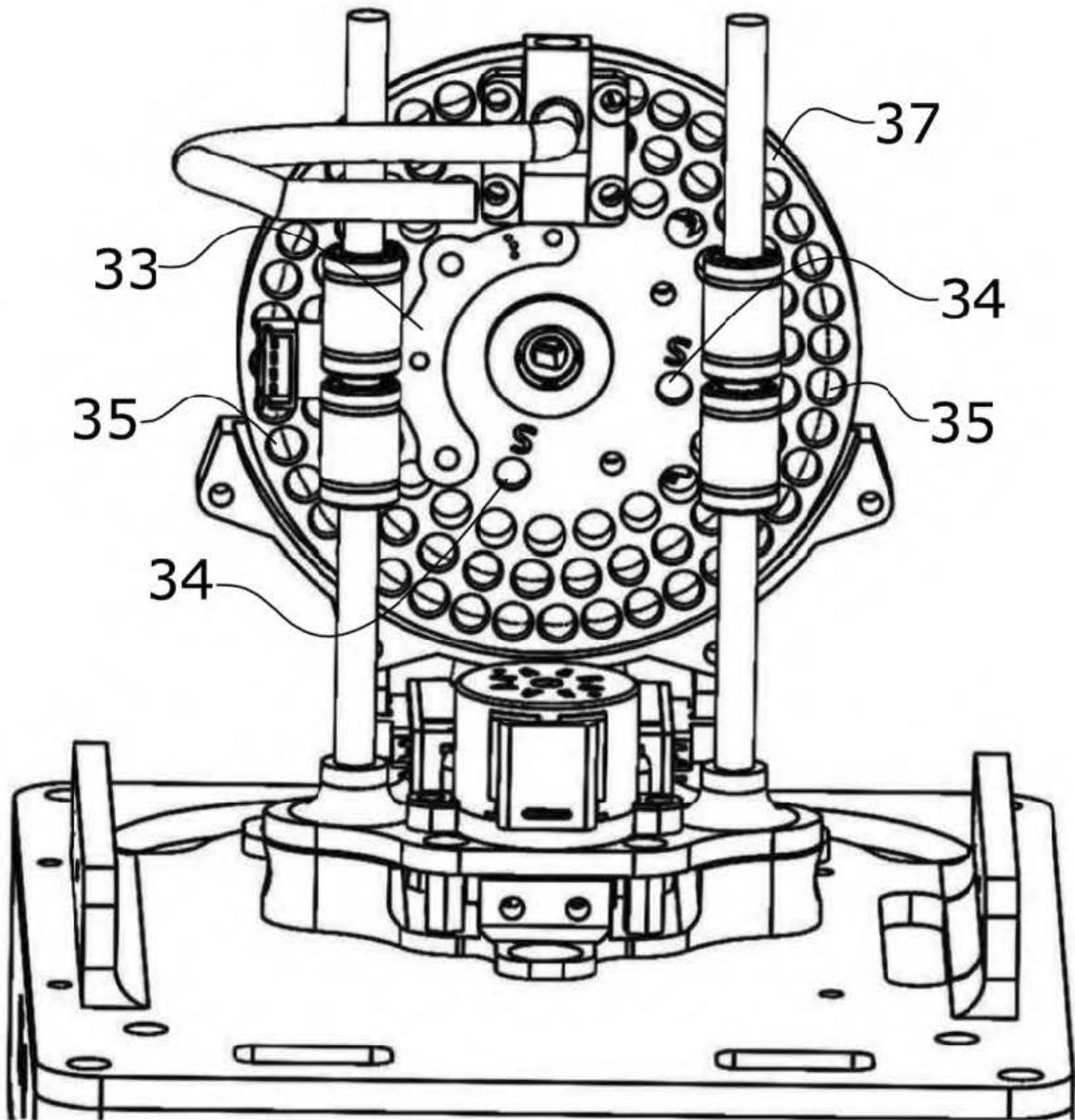


FIG. 6

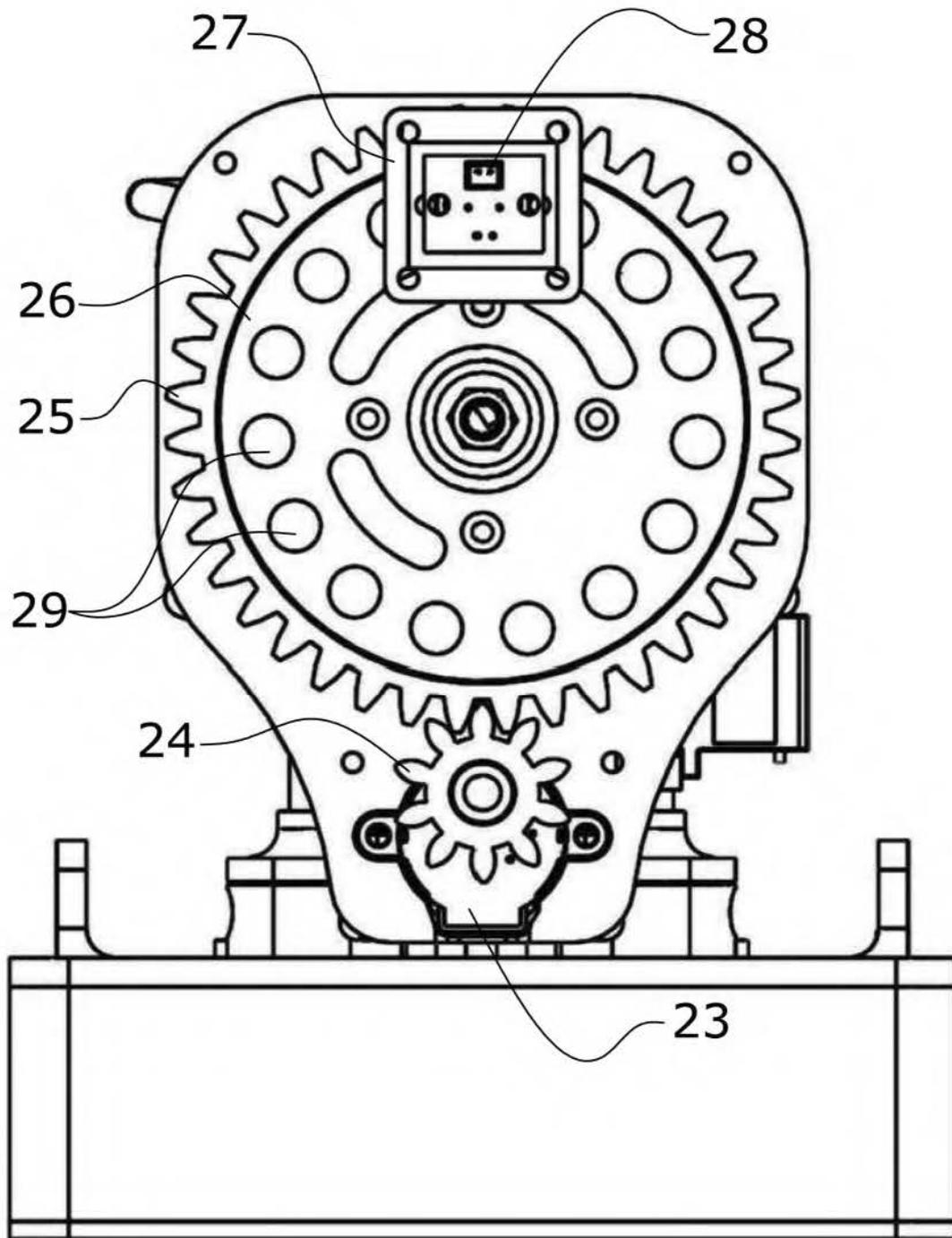


FIG. 7

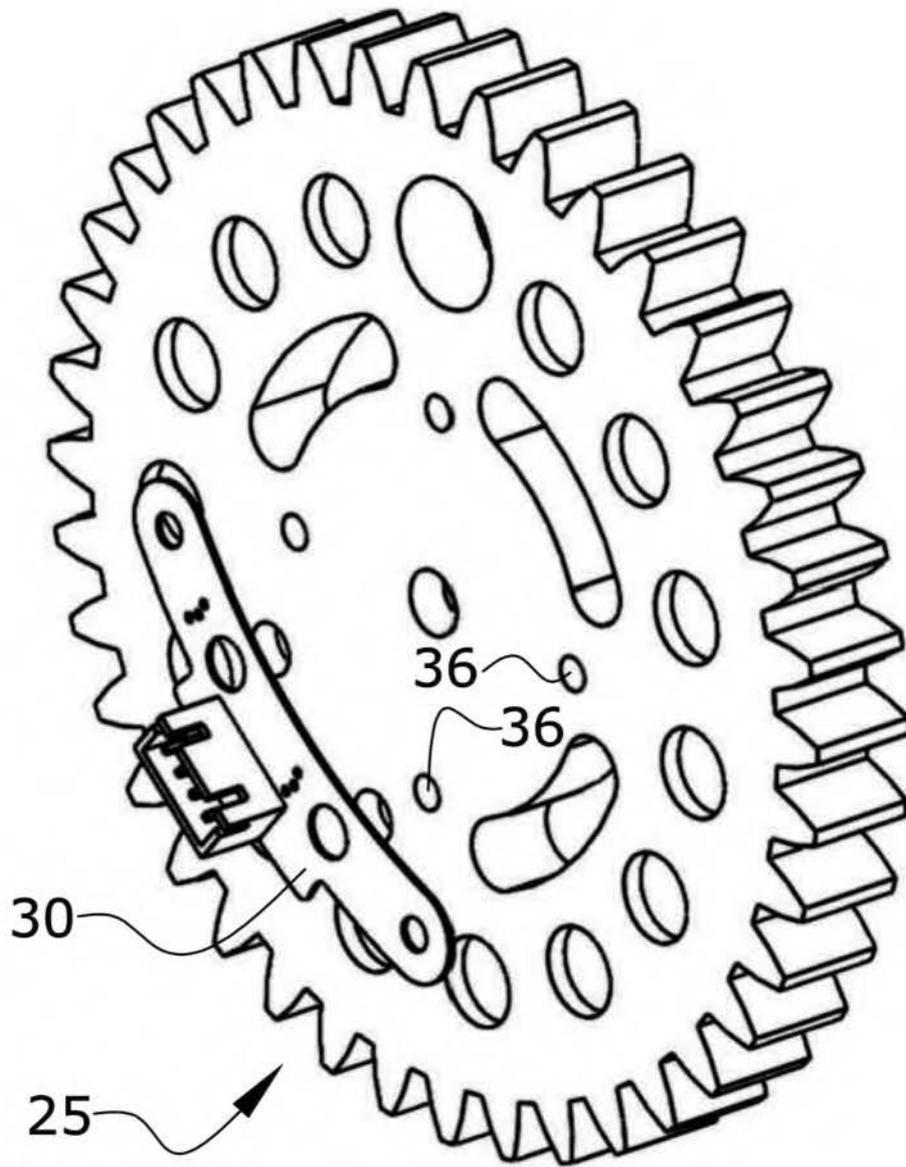


FIG.8

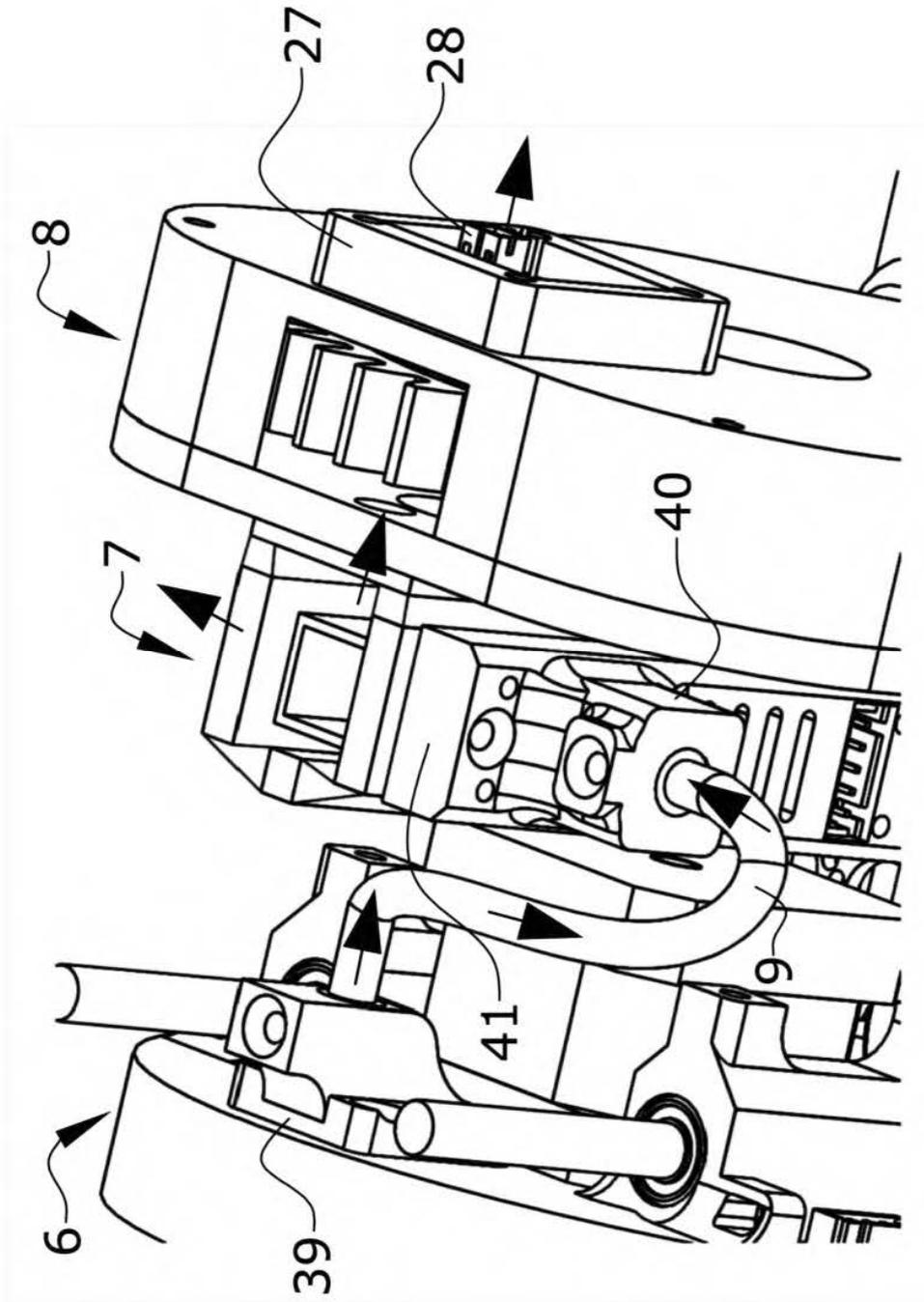


FIG. 9

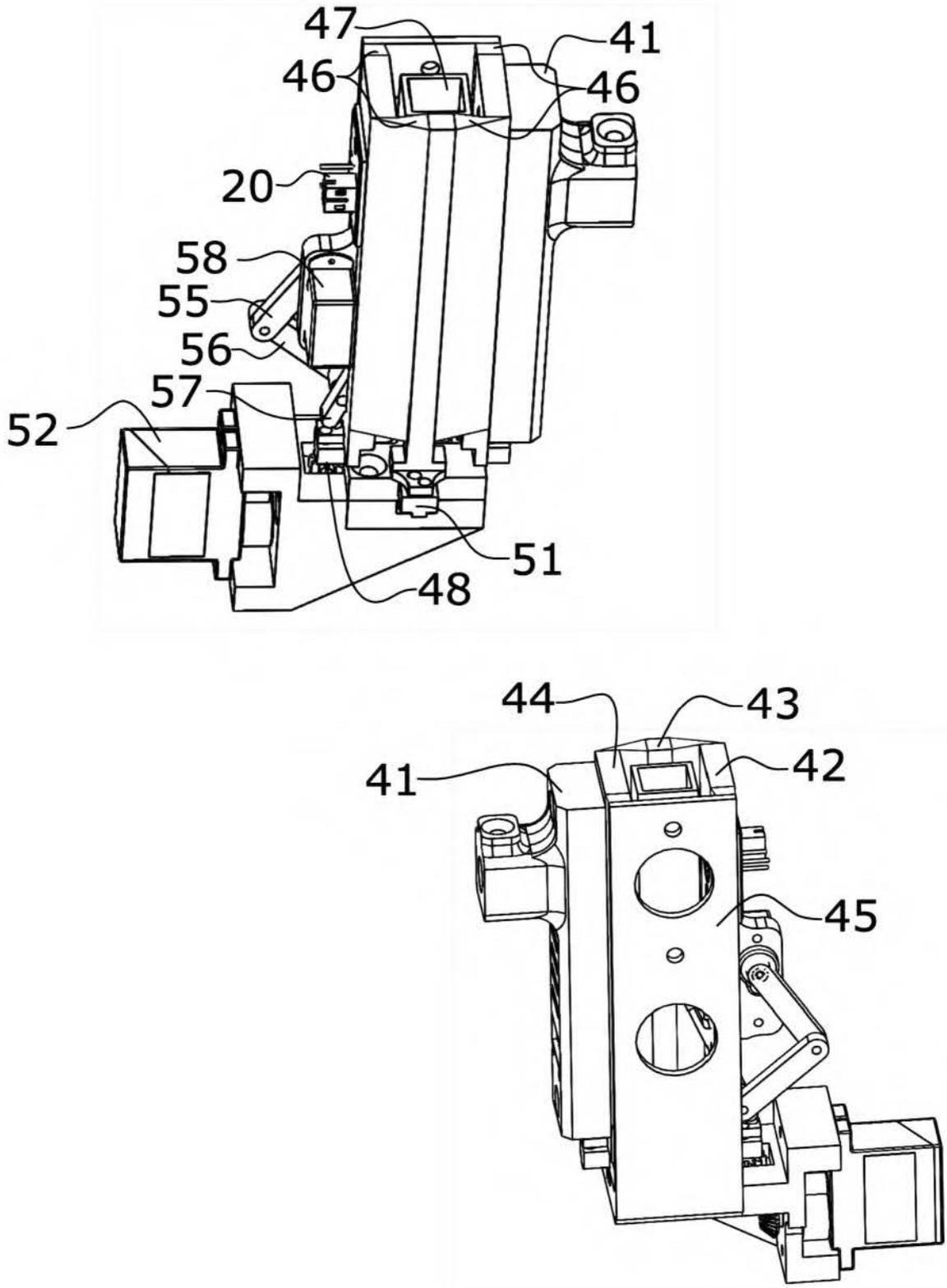


FIG.10

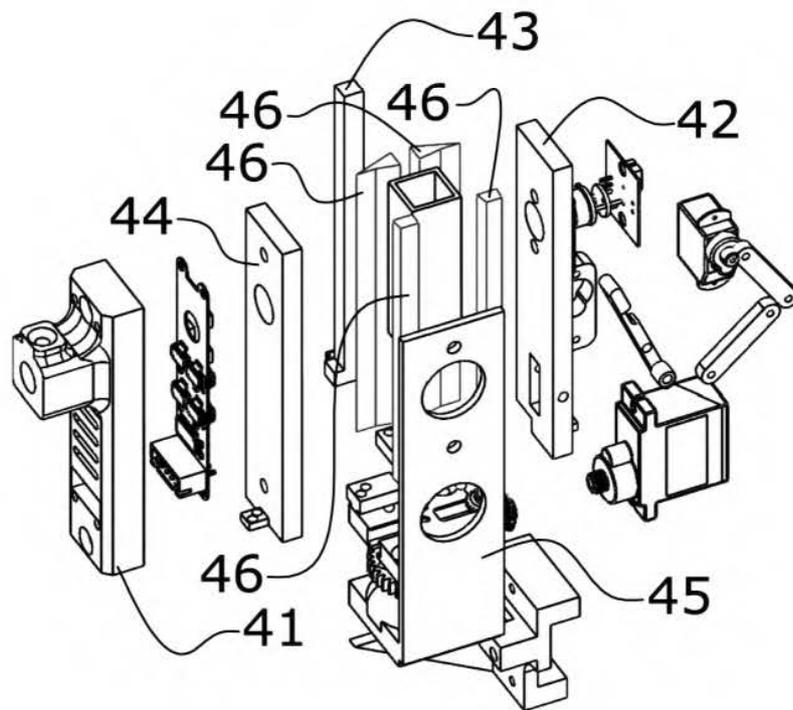
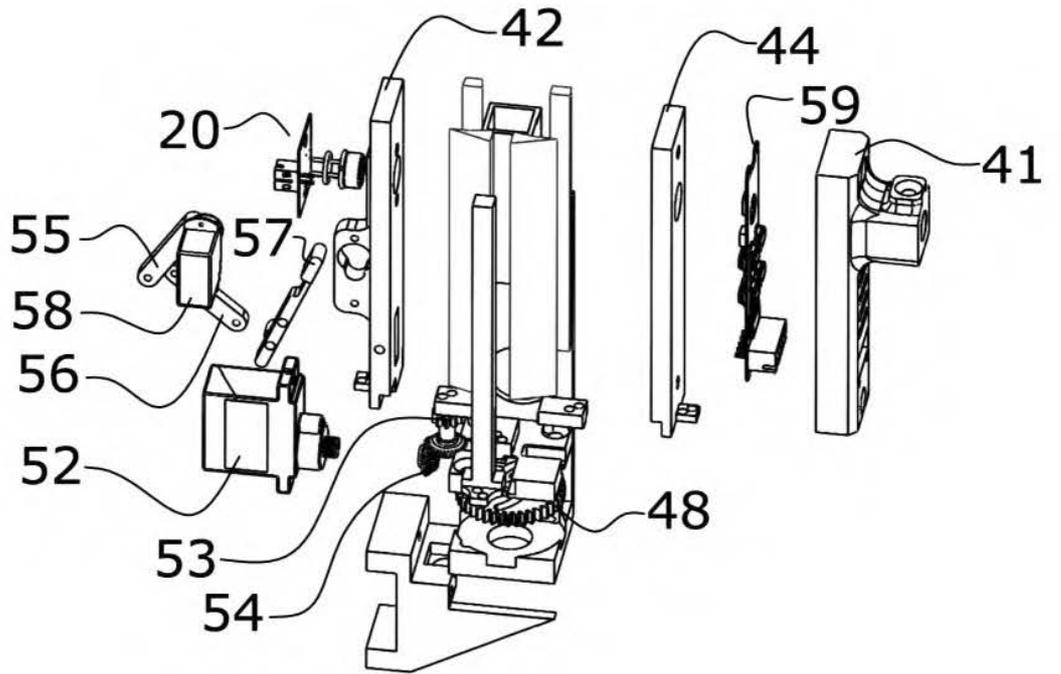


FIG.11

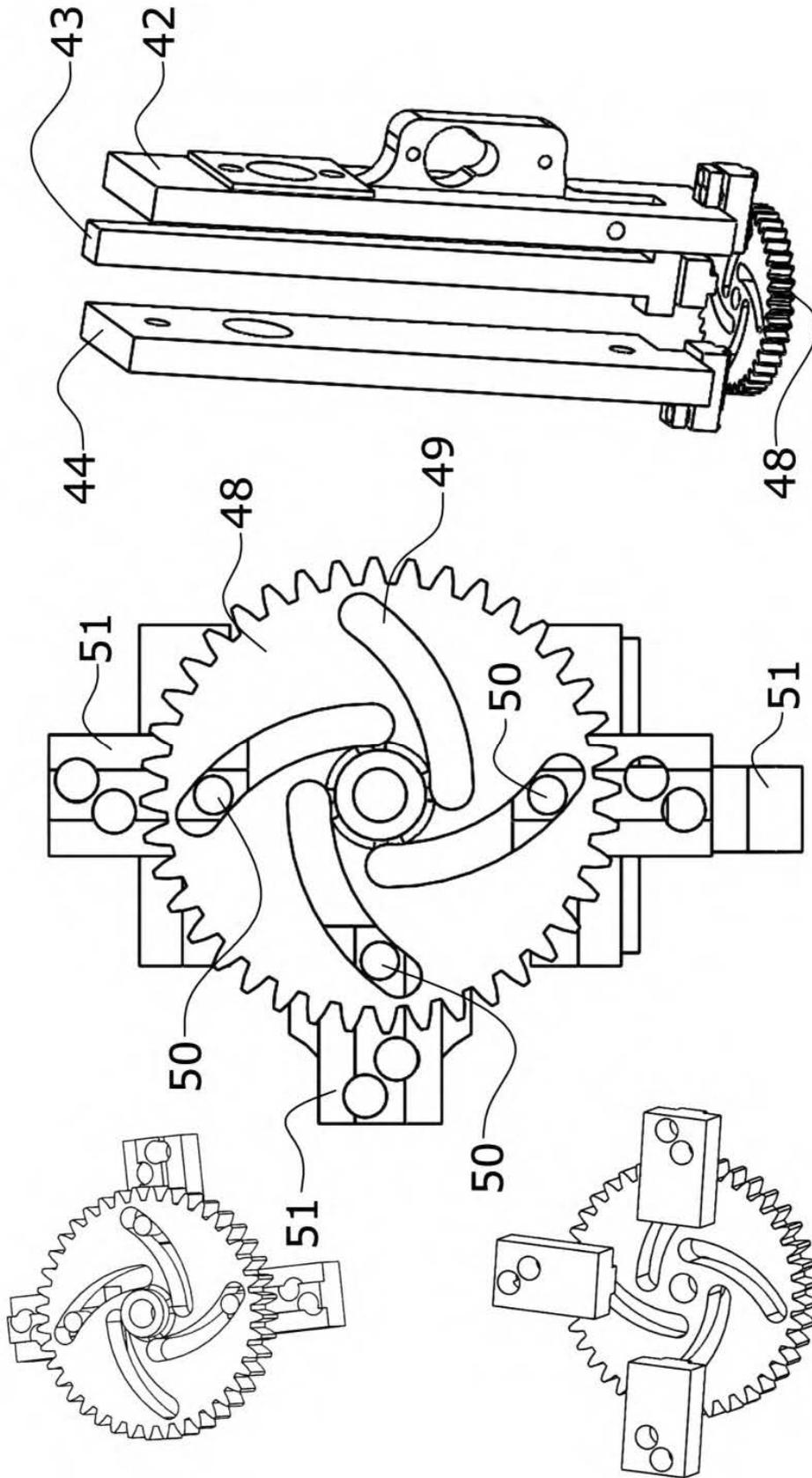


FIG.12

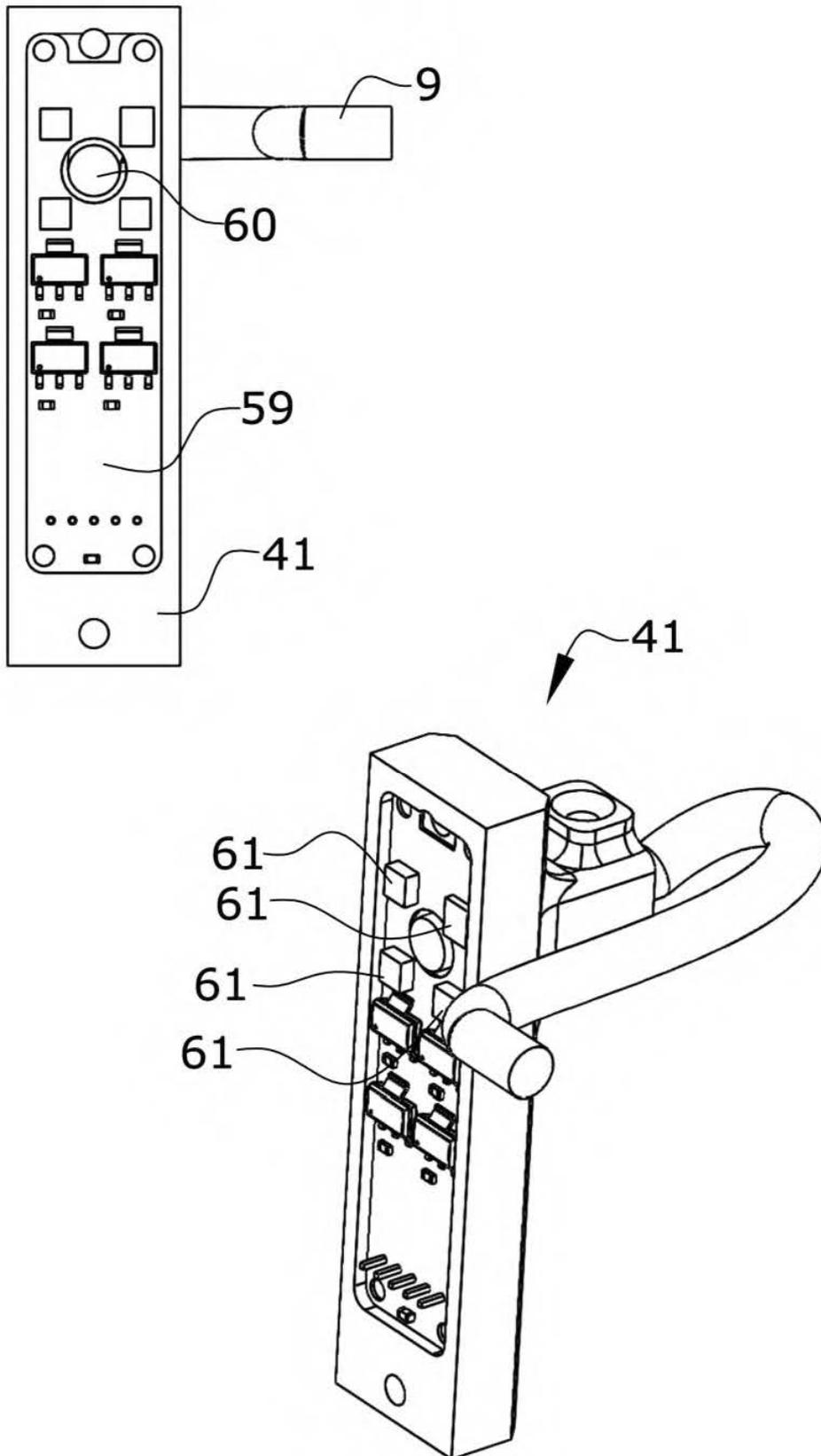


FIG. 13