

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 616**

51 Int. Cl.:

G01J 3/02 (2006.01)

G01J 3/08 (2006.01)

G08C 15/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.03.2017 E 17162710 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.09.2018 EP 3239668**

54 Título: **Disposición de medición para el registro espacialmente distribuido de espectros**

30 Prioridad:

30.03.2016 DE 102016105800

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

26.10.2018

73 Titular/es:

NIR-ONLINE GMBH (100.0%)

Altrottstr. 31

69190 Walldorf, DE

72 Inventor/es:

QVARFORT, TOMAS y

ECKERT, MICHAEL

74 Agente/Representante:

CAÑADAS ARCAS, Dolores

ES 2 687 616 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

DISPOSICIÓN DE MEDICIÓN PARA EL REGISTRO ESPACIALMENTE DISTRIBUIDO DE ESPECTROS

5

La presente invención se refiere a una disposición de medición para el registro espacialmente distribuido de espectros, que comprende un espectrómetro con un espectroscopio, un control de procesos y al menos dos cabezales de medición dispuestos alejados del espectrómetro, que presentan respectivamente una fuente de luz, una ventanilla de observación que se puede cerrar y un punto de acoplamiento, tal que, cuando la ventanilla de observación está abierta, la luz emitida por la fuente de luz y reflejada por una corriente de producto incide sobre el punto de acoplamiento, y fibras ópticas que conectan la salida del cabezal de medición respectivo con el espectrómetro. Una disposición de medición de este tipo ya se conoce del documento WO 2006/003551 A1. De los documentos DE 600 03 186 T2 y US 2002/0039186 A1, así como US 4,888,714 A también se desprenden otras disposiciones de medición de este tipo básicamente similares.

10

15

Otra disposición de medición se conoce del documento DE 10 2011 054 841 A1. Allí se describe una máquina cosechadora, con cuya ayuda tiene lugar un análisis de la corriente de productos cosechados durante el funcionamiento utilizando un espectroscopio NIR. En la disposición completa está previsto un único espectroscopio NIR de este tipo, que registra una pluralidad de espectros con cabezales de medición orientados a la corriente de productos cosechados y distribuidos a lo largo de la disposición, estando cada cabezal de medición individual directamente conectado al espectroscopio con fibras ópticas propias. Con la ayuda de un multiplexor se consultan sucesivamente los varios cabezales de medición. Para ello, el multiplexor conecta las señales de las fibras ópticas individuales una tras otra a un espectroscopio asignado al espectrómetro, que crea un espectro para la señal luminosa de la fibra óptica conectada en cada caso mediante descomposición espectral.

20

25

Dado que la máquina cosechadora descrita en el estado de la técnica es una disposición muy clara que, además, permite una disposición central del espectroscopio, en este caso no resulta problemático llevar una fibra óptica hasta espectroscopio para cada cabezal de medición individual.

30

No obstante, este tipo de disposiciones también se utiliza frecuentemente en instalaciones industriales especiales y considerablemente más grandes, en las cuales las distancias entre los cabezales de medición individuales y un espectroscopio central son mayores. Por tanto, según la solución del estado de la técnica, los cabezales de medición dispuestos distribuidos en dichas instalaciones requieren enormes inversiones en las fibras ópticas relativamente costosas que, en las disposiciones conocidas, forma una red en forma de estrella.

35

En el documento CN 103308148 A se propone conectar varios cabezales de medición en serie mediante el uso de multiplexores ópticos, gracias a lo cual ya solo se requiere una fibra óptica.

40

Como fibras ópticas se utilizan cables de fibra de vidrio que son especialmente adecuados para la transmisión de señales luminosas y, por tanto, también para el análisis de espectros pero que, debido a los costes de fabricación relativamente elevados, no están disponibles de forma ilimitada.

45

En este contexto, la presente invención se basa en el objetivo de crear una disposición de medición para el registro espacialmente distribuido de espectros que, en particular para instalaciones industriales más grandes, conduzca a un ahorro de costes considerable en comparación con el estado de la técnica y a un uso más versátil.

50

Esto se consigue mediante una disposición de medición para el registro espacialmente distribuido de espectros según las características de la reivindicación 1. Esto también se consigue mediante una disposición de medición según las características de la reivindicación dependiente 7. Otras realizaciones razonables se describen en las reivindicaciones dependientes.

55

Según la invención, dos efectos esenciales son decisivos para la solución del objetivo. Por un lado, la invención prevé que varios cabezales de medición pueden conectarse en serie dispuestos uno tras otro, para lo cual la invención propone un diseño especial de los cabezales de medición. Por otro lado, la invención trabaja preferentemente con una coordinación del comportamiento de transmisión de los cabezales de medición individuales, para lo cual se requiere una transmisión de datos entre los cabezales de medición. De forma ventajosa, la invención prevé realizar esta transmisión de datos, además de la transmisión pura de la información de los espectros, también a través de las fibras ópticas.

60

Ambos aspectos de esta invención se pueden aplicar de forma alternativa o acumulativa y conducen a las mejoras deseadas.

65

En primer lugar, los cabezales de medición comprenden una fuente de luz que emite luz en dirección de una ventanilla de observación. De forma ventajosa, en este contexto se trata de luz en el rango infrarrojo cercano,

que es adecuado para una espectroscopia NIR. La luz atraviesa la ventanilla de observación y es reflejada por la corriente de producto que pasa detrás de la ventanilla de observación. La luz reflejada incide sobre un punto de acoplamiento que representa el comienzo de la transmisión de la fibra óptica. La invención prevé ahora que detrás del punto de acoplamiento esté dispuesto un multiplexor que conecta una señal de salida de un segundo cabezal de medición conectado en serie más atrás a una potencia de salida conjunta, lo que justamente haría posible este tipo de conexión en serie. Además, cada cabezal de medición, así como también el espectrómetro presentan respectivamente una unidad de comunicación de datos, a través de la cual se transmiten las señales de control. Un control de procesos asignado en caso necesario al espectrómetro transmite de este modo los comandos de control a los cabezales de medición para determinar cuál de las ventanillas de observación que se pueden cerrar debe cerrarse individualmente con un obturador. Mediante el cierre de una ventanilla de observación con un obturador, compuesto por un material de reflexión óptico de referencia, en el punto de acoplamiento afectado se ajusta una señal normalizada que es conocida para el espectrómetro y puede calcularse a partir de la transmisión. Debido al control central de los obturadores, los denominados *shutter*, el control de procesos determina qué cabezal de medición está transmitiendo actualmente una imagen, de forma que el control de procesos sabe qué espectro se está analizando actualmente en qué lugar, incluso sin un conductor propio para cada cabezal de medición individual.

De este modo es posible conectar varios cabezales de medición en una cadena uno tras otro sin que se requieran grandes cantidades de fibras ópticas debido a la creciente distancia respecto al espectrómetro, ya que basta con un único ramal de varias fibras ópticas continuo e interrumpido únicamente en los cabezales de medición para conectar varios cabezales de medición con el espectrómetro.

A modo de perfeccionamiento razonable de la invención, las señales de la salida de un segundo cabezal de medición y las señales del punto de acoplamiento del primer cabezal de medición se conectan de forma equivalente a la salida del primer cabezal de medición, de forma que, si se utilizan pocos cabezales de medición conectados en serie, solo se produce una atenuación reducida y esta no aumenta hasta los cabezales de medición más alejados. Aunque cada interrupción de una fibra óptica en forma de un acoplamiento significa una atenuación de la señal, no obstante, se puede realizar una transmisión adecuada y exitosa aunque con una señal significativamente atenuada. Es decir que es posible realizar fácilmente una conexión en cadena de algunos cabezales de medición.

Una conexión equivalente de la señal de salida del segundo cabezal de medición y de la señal de salida del punto de acoplamiento del primer cabezal de medición se puede realizar de diferentes formas. De este modo, en primer lugar es posible una distribución de las fases individuales de la fibra óptica en los diferentes puntos de acoplamiento, de forma que, por ejemplo, a la señal de salida del segundo cabezal de medición se le asigna un primer haz de fibras, mientras para la señal de salida del punto de acoplamiento del primer cabezal de medición está dispuesto un segundo haz de fibras. Alternativamente también es posible conectar ambas señales a través de un combinador óptico como conjunto a todas las fases de la fibra óptica.

La conexión de datos entre los cabezales de medición y el espectrómetro, que tiene lugar a través de unidades de comunicación de datos, puede realizarse o bien por cable o bien de forma inalámbrica. No obstante, la invención también prevé una realización especialmente preferente que se describe a continuación.

Preferentemente, las unidades de comunicación de datos, tanto de los cabezales de medición como también del espectrómetro, presentan entradas y salidas ópticas, a través de las cuales pueden comunicarse las unidades de comunicación de datos utilizando señales luminosas. En este sentido, las unidades de comunicación de datos pueden conectarse adicionalmente a fibras ópticas, por lo que no se debe prever un conductor separado para ello. Mientras en los cabezales de medición puede utilizarse, en lugar de un multiplexor 2:1, un multiplexor 3:1, cuya tercera entrada puede conectarse a la unidad de comunicación de datos del cabezal de medición, en esta realización se utiliza un demultiplexor 1:2 en el espectrómetro, que distribuye la señal entrante, por un lado, al espectroscopio y, por el otro lado, a la unidad de comunicación de datos. En este caso, el multiplexor trabaja en dirección contraria también como demultiplexor y viceversa.

En una realización preferente, la disposición completa presenta preferentemente un control de procesos en la zona del espectrómetro, que está conectada a la unidad de comunicación de datos del espectrómetro. A través de esta unidad de comunicación de datos del espectrómetro, el control de procesos recibe avisos de estado de las unidades de comunicación de datos de los cabezales de medición y puede transferir comandos de control. De este modo, todo el control de procesos tiene lugar de forma centralizada en la zona del espectrómetro, tal que las señales luminosas incidentes pueden analizarse en el sentido de comandos de control emitidos.

De forma complementaria, al demultiplexor puro en la entrada del espectrómetro se le puede asignar adicionalmente un multiplexor que permite conectar más de una conexión en serie de cabezales de medición al espectrómetro. De este modo pueden configurarse cadenas de cabezales de medición en varias direcciones simultáneamente para aumentar aún más la zona supervisada en la zona de entrada de un espectrómetro individual y mejorar aún más la eficiencia del material utilizado. Además, en los cabezales de medición también es posible utilizar multiplexores de mayor grado que los multiplexores 3:1 para crear una ramificación detrás de

un cabezal de medición. En este caso, lo esencial es únicamente que la topología de la red creada sea conocida para el control de procesos y que su control tenga lugar de forma correspondiente.

5 En una realización concreta, el multiplexor asignado directamente al espectrómetro puede mantener disponible una entrada para un cabezal de medición realizado estructuralmente integrado al espectrómetro, para que también en el espectrómetro pueda realizarse directamente un registro de espectros.

10 De forma ventajosa, esta entrada del multiplexor no se conecta luego a ambas salidas del demultiplexor, ya que la comunicación de datos con el cabezal de medición realizado estructuralmente integrado al espectrómetro puede tener lugar directamente y, por lo tanto, no es necesario un acoplamiento de la señal del punto de acoplamiento del cabezal de medición realizado en una única estructura con el espectrómetro a la unidad de comunicación de datos del espectrómetro. Por lo tanto, solo aquellas entradas del multiplexor del espectrómetro que están conectadas a cabezales de medición dispuestos alejados, están conectadas a través del demultiplexor del espectrómetro a la unidad de comunicación de datos del espectrómetro y el espectroscopio, mientras la
15 entrada del multiplexor del espectrómetro que está conectada al cabezal de medición estructuralmente integrado y asignado al espectrómetro está conectada exclusivamente con el espectroscopio.

La invención anteriormente descrita se explica a continuación en detalle en base a un ejemplo de realización.

20 Muestran

La figura 1, una disposición de medición compuesta por un espectrómetro y al menos dos cabezales de medición conectados en serie, en un esquema de conexiones de principio,

25 La figura 2, la disposición de medición según la figura 1, en la que la comunicación de datos tiene lugar a través de fibras ópticas, en un esquema de conexiones de principio, y

30 La figura 3, una disposición de medición compuesta por un espectrómetro con un cabezal de medición estructuralmente integrado y conectado y tres filas de cabezales de medición, también en un esquema de conexiones de principio.

35 La figura 1 muestra en un esquema de conexiones de principio un espectrómetro -10- que comprende un espectroscopio -11- para analizar los espectros suministrados, así como una unidad de comunicación de datos -12- y un control de procesos -16- con conexión de datos a la misma. A través de una entrada -13-, al espectrómetro -10- está conectada una conexión en serie de al menos dos cabezales -20-, -20'- que están montados en lugares alejados del espectrómetro -10- para registrar allí datos en las corrientes de producto respectivas de una instalación de producción y transferirlos al espectrómetro -10-. Para ello, en primer lugar, el cabezal de medición -20- está conectado a la entrada -13- del espectrómetro -10- a través de una fibra óptica -40-. La fibra óptica -40- es alimentada por una salida -21- del cabezal de medición -20-, a la cual está conectado un multiplexor -24-. Este conecta una de dos posibles señales a la salida -21- del cabezal de medición -20-, a saber, o bien una señal de un punto de acoplamiento -25- del cabezal de medición -20-, o bien una señal de un cabezal de medición -20'- más alejado.

45 La generación de la señal tiene lugar a través de una fuente de luz -28- que está orientada a una ventanilla de observación -26-. La luz NIR emitida y devuelta por la corriente de producto que se encuentra detrás de la ventanilla de observación -26- incide sobre el punto de acoplamiento -25- y es alimentada al espectroscopio -11- del espectrómetro -10-. Los cabezales de medición -20-, -20'- presentan una unidad de comunicación de datos aquí no representada, que está conectada para datos con la unidad de comunicación de datos -12- del espectrómetro -10-. Esto puede tener lugar mediante conexión por cable o de forma inalámbrica. A través de esta conexión de datos, el control de procesos -16- del espectrómetro -10- transmite comandos de regulación, en particular a un *shutter* -27- que puede desviar el recorrido de la luz al punto de acoplamiento -25-. El control de procesos -16- elige de qué cabezal de medición -20-, -20'- deben recibirse señales y transmite entonces señales de regulación para los *shutter* -27-, -27'- a través de las unidades de comunicación de datos respectivas y elige de este modo en cuál de los puntos de acoplamiento -25-, -25'- se acopla la reflexión de la corriente de producto. Aquellos puntos de acoplamiento -25-, -25'- en los cuales el *shutter* -27-, -27'- fue llevado a una posición de cierre, emiten únicamente una señal neutra que se puede calcular al final del recorrido de transmisión en el espectrómetro -10-. Respectivamente un único *shutter* -27-, -27'- se encuentra en un momento definido en una posición abierta, de forma que el espectrómetro -10- y su control de procesos -16- siempre saben exactamente de qué cabezal de medición -20-, -20'- provienen las señales de medición leídas.

60 El cabezal de medición -20'- está conectado por su parte con la entrada -23- del cabezal de medición -20- con la ayuda de una fibra óptica -40'- y presenta por su parte una entrada -23'- a la que podría conectarse otro cabezal de medición en serie. Por lo demás, los cabezales de medición utilizados son idénticos.

65 La figura 2 amplía el esquema de conexiones de principio previo en el sentido de que ahora en los cabezales de medición -20-, -20'- se muestra respectivamente una unidad de comunicación de datos -22-, -22'- que también

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60

está conectada al multiplexor -24-, -24'- respectivo. La unidad de comunicación de datos -12- del espectrómetro -10- también está conectada ahora con la entrada -13- a través de un demultiplexor -15-, de forma que las señales entrantes se distribuyen tanto a la unidad de comunicación de datos -12- como también al espectroscopio -11-. Esto permite ahorrar medios de comunicación adicionales para la comunicación entre la unidad de comunicación de datos -12- y las unidades de comunicación de datos -22-, -22'- que se encuentran alejadas. Mientras las intensidades de las señales, tanto de la señal que llega respectivamente a un cabezal de medición -20-, -20'- como también de la señal propia del punto de acoplamiento -25-, -25'-, son acopladas preferentemente de forma equivalente, los datos de control de las unidades de comunicación de datos -22-, -22'- llegan a la fibra óptica -40- o -40'- con una intensidad considerablemente inferior, por ejemplo, únicamente con un 5 % de la intensidad de la señal. No obstante, esto es suficiente para una comunicación de datos y para la transmisión de los comandos de regulación.

La figura 3 muestra un espectrómetro -10-, en el que al demultiplexor -15- está asignado adicionalmente un multiplexor -14- que ahora, además de la entrada -13-, puede conectar dos entradas adicionales. Además, al espectrómetro -10- está asignado otro cabezal de medición estructuralmente integrado, que está formado por un punto de acoplamiento -35-, una fuente de luz -38- correspondiente, un *shutter* -37- y una ventanilla de observación -36-. No obstante, en este caso, la señal del punto de acoplamiento -35- se trata de un modo diferente en relación al demultiplexor -15- que las otras señales que llegan, ya que la señal del punto de acoplamiento -35- no se pone a disposición de la unidad de comunicación de datos -12- sino que, más bien, se conecta directamente al espectroscopio -11-. Esto se debe a que el control del *shutter* -37- puede tener lugar directamente en el control de procesos -16- sin que para ello deban emitirse señales de control hacia el exterior a través de la unidad de comunicación de datos -12-.

Al igual que en la entrada -13- están conectados una fibra óptica -40-, a esta a su vez un cabezal de medición -20-, otra fibra óptica -40'- y un segundo cabezal de medición -20'-, una conexión en serie correspondiente también puede conectarse a las otras entradas agregadas del espectrómetro -10-, de forma que, mediante esta forma de realización, se amplían las posibilidades de uso del espectrómetro -10- en el marco de la disposición de medición completa. De este modo, el espectrómetro -10- no solo puede instalarse al final de una cadena, sino también disponerse en el medio entre dos o tres conexiones en serie de cabezales de medición.

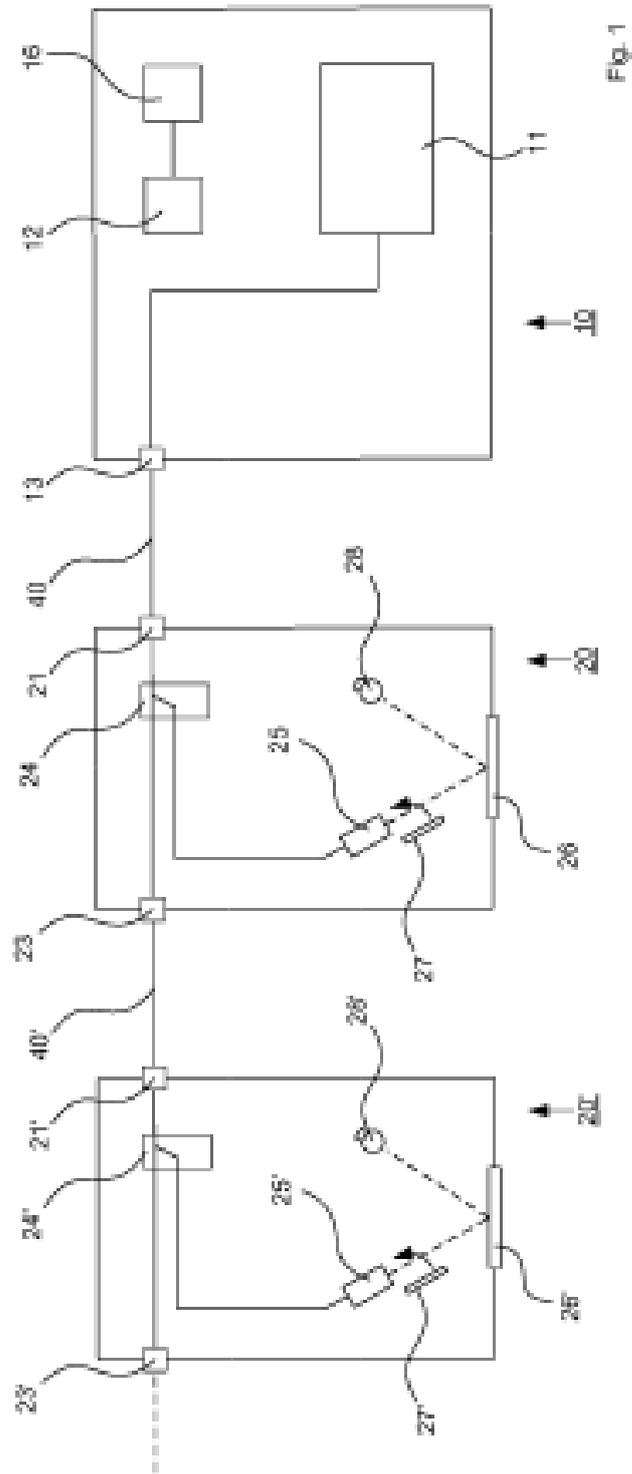
Por lo tanto, anteriormente se ha descrito una disposición de medición para el registro espacialmente distribuido de espectros, a través del cual se hace posible una conexión en serie de cabezales de medición a través de cables de fibra óptica, cuya consecuencia es que se puede prescindir de una conexión individual de cabezales de medición al espectrómetro y, por tanto, de un gran despliegue de fibras ópticas. Además, una solución de este tipo permite una disposición extremadamente flexible de cabezales de medición en una planta de producción a supervisar con un espectroscopio.

LISTADO DE NÚMEROS DE REFERENCIA

- 40 10 espectrómetro
11 espectroscopio
12 unidad de comunicación de datos
13 entrada
14 multiplexor
45 15 demultiplexor
16 control de procesos
20, 20' cabezal de medición
21, 21' salida
22, 22' unidad de comunicación de datos
50 23, 23' entrada
24, 24' multiplexor
25, 25' punto de acoplamiento
26, 26' ventanilla de observación
27, 27' *shutter*
55 28, 28' fuente de luz
35 punto de acoplamiento
36 ventanilla de observación
37 *shutter*
38 fuente de luz
60 40, 40' fibra óptica

REIVINDICACIONES

- 5 1. Disposición de medición para el registro espacialmente distribuido de espectros, que comprende un espectrómetro (10) con un espectroscopio (11), un control de procesos (16) y al menos dos cabezales de medición (20, 20') dispuestos alejados del espectrómetro (10), que presentan respectivamente una fuente de luz (28, 28'), una ventanilla de observación (26, 26') que se puede cerrar y un punto de acoplamiento (25, 25'), tal que, cuando la ventanilla de observación (26, 26') está abierta, la luz emitida por la fuente de luz (28, 28') y reflejada por una corriente de producto incide sobre el punto de acoplamiento (25, 25'), y fibras ópticas (40, 40') que conectan la salida del cabezal de medición (20, 20') respectivo al espectrómetro (10), **caracterizada por que**
- 10 los cabezales de medición están dispuestos en serie uno tras otro, estando dispuesto entre la salida (21) y el punto de acoplamiento (25) de un primer cabezal de medición (20) un multiplexor (24) óptico que, del lado de la entrada, está conectado con el punto de acoplamiento (25) del primer cabezal de medición (20) y a través de una entrada (23) del primer cabezal de medición (20), mediante fibras ópticas (40'), a la salida (21) de un segundo
- 15 cabezal de medición (20') y conecta sus dos señales a la salida (21) del primer cabezal de medición (20), a los cabezales de medición (20, 20') y el espectrómetro (10) está asignada respectivamente una unidad de comunicación de datos (12, 22, 22') con entradas y salidas ópticas para la transmisión de señales de control, tal que el control de proceso (16) transmite comandos de control a los cabezales de medición a través de las unidades de comunicación de datos (12, 22, 22') del espectrómetro (10), sobre cuál de las ventanillas de observación (26, 26') que pueden cerrarse debe cerrarse individualmente con un obturador, el segundo cabezal
- 20 de medición (20') presenta un multiplexor (24') óptico, a los multiplexores (24, 24') ópticos de los cabezales de medición (20, 20') se les conectan, del lado de la entrada, señales adicionales de las salidas ópticas de sus unidades de comunicación de datos (22, 22'), y al espectrómetro (10) está asignado en una entrada óptica (13) un demultiplexor (15) óptico que está conectado al espectroscopio (11) del espectrómetro (10) y a la unidad de comunicación de datos (12) del espectrómetro (10) para distribuir señales entrantes tanto a la unidad de
- 25 comunicación de datos (12) como también al espectroscopio (11), y el control de procesos (16) abre en un momento definido respectivamente una única ventanilla de observación (26, 26') en los cabezales de medición (20, 20'), tal que en el espectrómetro (10) se calculan las señales neutras de los cabezales de medición (20, 20') con ventanillas de observación (26, 26') no cerradas.
- 30 2. Disposición de medición, según la reivindicación 1, **caracterizada por que** al espectrómetro (10) está asignado del lado de la entrada un multiplexor (14) óptico con varias entradas (13), que permite la conexión directa y en paralelo de múltiples cabezales de medición (20, 20') al espectrómetro (10).
- 35 3. Disposición de medición, según la reivindicación 2, **caracterizada por que** al espectrómetro (10) está asignado un cabezal de medición adicional estructuralmente integrado, que está conectado a una de las entradas del multiplexor (14) óptico del espectrómetro (10).
- 40 4. Disposición de medición, según la reivindicación 3, **caracterizada por que** solo aquellas entradas del multiplexor (14) del espectrómetro (10) que están conectadas a cabezales de medición (20, 20') dispuestos alejados, están conectadas a través del demultiplexor (15) del espectrómetro (10) a la unidad de comunicación de datos (12) del espectrómetro (10) y el espectroscopio (11), mientras la entrada del multiplexor (14) del espectrómetro (10) que está conectada al cabezal de medición estructuralmente integrado y asignado al espectrómetro (10) está conectada únicamente al espectroscopio (11).



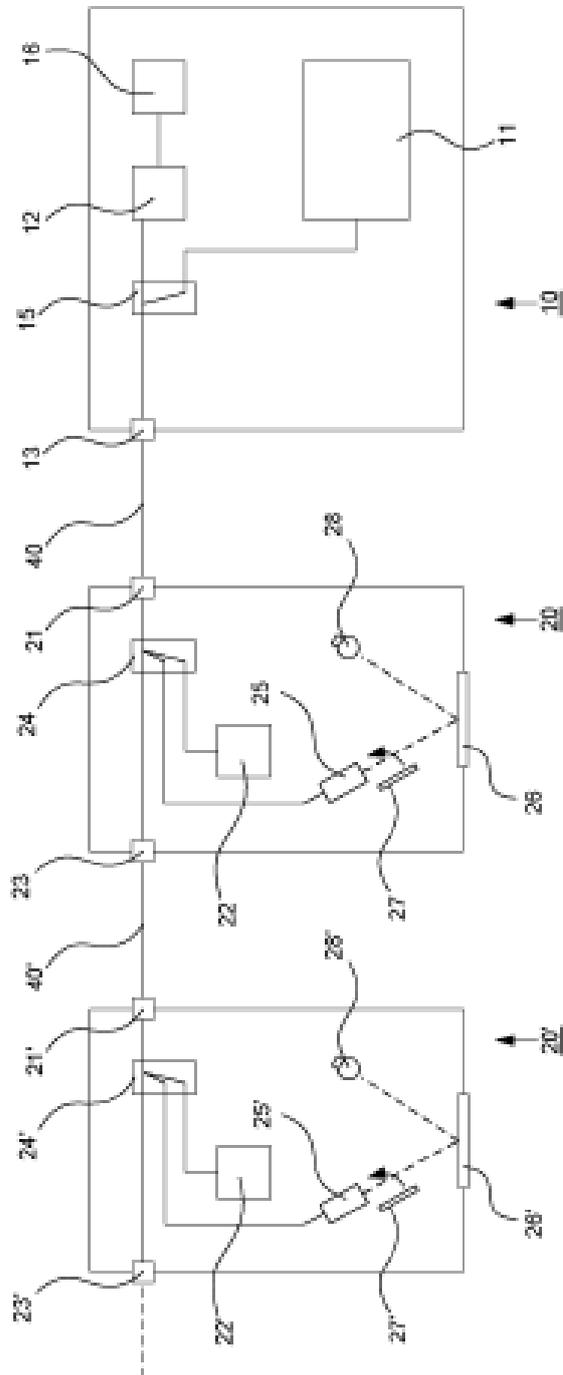


Fig. 2

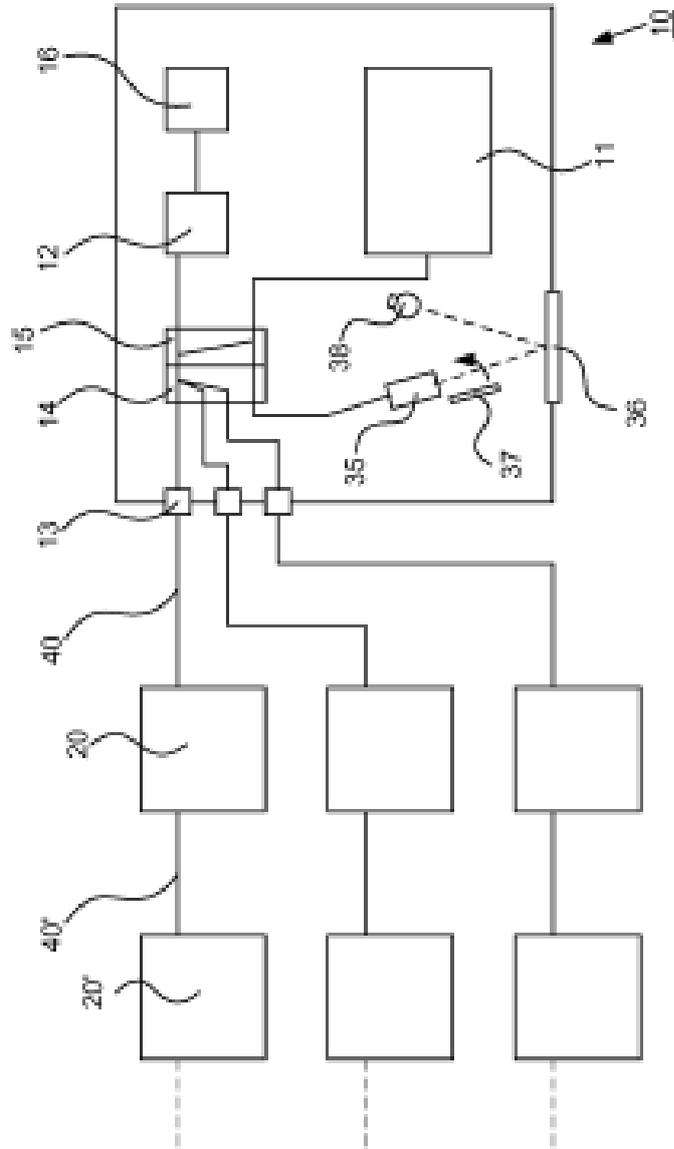


Fig. 3