

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 563 176**

51 Int. Cl.:

G01P 5/26 (2006.01)

G01S 17/58 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2010 E 10781973 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.11.2015 EP 2486412**

54 Título: **Dispositivo de medición de la velocidad del viento**

30 Prioridad:

09.10.2009 FR 0957080

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

11.03.2016

73 Titular/es:

**EPSILINE (100.0%)
118 Route d'Espagne
31100 Toulouse, FR**

72 Inventor/es:

**LEPAYSAN, CHRISTOPHE y
TEYSSEYRE, RAPHAËL**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 563 176 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

Dispositivo de medición de la velocidad del viento

5 **Sector de la técnica**

La presente invención se refiere al campo de la medición del viento, de manera más particular utilizando luz láser.

10 **Estado de la técnica**

10 Ya se conoce en el estado de la técnica, en particular en el documento WO 2009/046717, un anemómetro que utiliza un sistema Lidar (*Light Detection And Ranging*). Este dispositivo es capaz de emitir un haz láser, focalizado por un sistema óptico a una distancia de focalización de varias decenas de metros, hacia un volumen de medición en el que unas partículas presentes en el aire se desplazan, bajo el efecto del viento. Estas partículas reflejan la luz recibida, emitiendo un haz en dirección al sistema óptico, llamado haz reflejado. El Lidar recibe el haz reflejado por las 15 partículas y procesa a continuación las interferencias que se producen entre el haz emitido y el haz reflejado, de modo que se deduzca de estas la velocidad de las partículas, dependiendo el desfase de las frecuencias entre el haz emitido y el haz reflejado de esta velocidad, por efecto Doppler.

20 Resulta que tal dispositivo de emisión de haz láser es especialmente caro de fabricar.

En el documento US 6 320 272 B1 se describe un dispositivo similar. El documento "Laser diode self-mixing technique for sensing applications" (Guido Giuliani y otros, Journal of Optics, A, Bristol, GB, vol. 4, n.º 6, 01/11/2002, páginas S283-S294) muestra unos dispositivos de determinación de velocidad que comprenden un diodo láser y que 25 utilizan la técnica de *self-mixing*.

Objeto de la invención

30 La presente invención tiene, en particular, como objetivo ofrecer un dispositivo de medición de la velocidad del viento menos caro.

Para ello, la invención tiene en particular como objeto un dispositivo y un procedimiento de medición de la velocidad del viento de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 12.

35 Al utilizar un diodo láser, se ofrece un dispositivo mucho más económico para medir la velocidad del viento. Además, la recepción del haz reflejado se realiza mediante *self-mixing*, lo que resulta especialmente interesante. Hay que señalar que el *self-mixing* también se conoce con el nombre de "retroinyección intracavidad" y corresponde a un dispositivo en el que el haz reflejado se reinyecta dentro de la misma cavidad que el haz emitido por el diodo láser. Por lo general, los medios de recepción del haz reflejado comprenden un fotodiodo, dispuesto justo detrás del diodo 40 láser, y las interferencias se crean directamente en el interior de la cavidad láser y a continuación las recibe el fotodiodo. Hay que señalar que los medios de recepción asociados al diodo láser mediante *self-mixing* permiten realizar, en particular, una amplificación óptica de la señal de interferencias. La utilización del *self-mixing* resulta ventajosa, por una parte, porque un diodo láser y un fotodiodo son poco caros, por otra parte, porque estas no necesitan prever un detector aparte, dispuesto en otra ubicación distinta que el láser y que recibe únicamente el haz 45 reflejado después de la desviación de este haz reflejado por un interferómetro. De este modo, se utiliza un fotodiodo que está situado justo detrás del diodo, y no es necesario gestionar los problemas de alineación de un interferómetro. Por otra parte, el dispositivo resulta especialmente compacto, puesto que el haz reflejado vuelve a la cavidad del diodo láser, lo que es muy diferente en el caso de que se utilice un interferómetro, que refleja el haz recibido, por ejemplo según un ángulo de 90° con respecto al haz emitido, lo que requiere situar el detector a una 50 cierta distancia del láser, y por lo tanto ocupa sitio. De este modo, el dispositivo propuesto puede tener un volumen cercano al de un cubo de 1 cm (centímetros) de arista, y de 10 a 20 cm de arista si se incluyen los medios de procesamiento de la señal dentro del dispositivo, mientras que un dispositivo provisto de un Lidar tiene, por lo general, un volumen cercano al de un cubo de 50 cm de arista, y pesa alrededor de 50 kg (kilogramos).

55 Hay que señalar que las partículas que reflejan la luz del dispositivo son partículas que se encuentran en el aire, a menudo llamadas aerosoles. Estas partículas tienen, por lo general, un diámetro comprendido entre 0,1 µm (micrómetro) y 10 µm. Igualmente, la difusión realizada durante la reflexión del haz emitido es una difusión de Mie, implementada a la escala de la partícula, y es diferente de una difusión de Rayleigh, implementada a la escala de una molécula. Las partículas pueden ser, por ejemplo, unas partículas que comprenden carbono o iones.

60 La densidad de estas partículas en el aire es una densidad muy particular, debido a que es muy baja y que, por lo tanto, es difícil obtener una señal continua para analizar las interferencias. Por otra parte, por lo general, cuanto más grande es la distancia focal, mejor es la medición, ya que el movimiento del aire no se ve obstaculizado por la presencia del dispositivo.

65 Igualmente, mientras que los anemómetros que comprenden un láser focalizan, por lo general, a una distancia de

varias decenas de metros, el inventor ha tenido la idea de focalizar en una distancia más pequeña y ha comprobado que, para una distancia focal comprendida entre 5 cm y 2 m, se obtiene una señal lo suficientemente periódica y con intensidad suficiente para ser procesada a continuación con el fin de proporcionar la velocidad del viento. Sin embargo, hay que señalar que esta señal es episódica.

De este modo, previendo una distancia de focalización comprendida entre 5 cm y 2 m, se hace un uso adecuado del fenómeno de *self-mixing* para la medición de la velocidad del viento. En efecto, al focalizar en una distancia más pequeña, se recoge más luz tras reflexión sobre la partícula. De este modo, la potencia de la señal recibida puede ser superior a la generada por el ruido del diodo láser y el dispositivo proporciona unos resultados satisfactorios. Por otra parte, se prevé una distancia de focalización superior a 5 cm, con lo que los movimientos del aire en la zona de focalización no se ven obstaculizados por el volumen del dispositivo.

Hay que señalar que los medios de focalización del haz emitido focalizan la luz hacia un volumen de focalización predeterminado. Este volumen es lo suficientemente grande para que se pueda tener una señal reflejada por una o varias partículas al menos cada segundo, y lo suficientemente pequeño para que la iluminación del haz láser esté lo suficientemente concentrada. El dispositivo está adaptado para procesar un haz reflejado por unas partículas que tienen un diámetro comprendido entre 0,1 y 10 μm , por ejemplo una partícula que comprende carbono o un ion.

El dispositivo puede, además, constar de una o varias de las siguientes características:

- Los medios de transmisión de la señal son electrónicos. Comprenden una placa de transmisión que consta de un circuito impreso en el que están soldados unos componentes electrónicos, de modo que sirva como interfaz entre los medios de recepción del dispositivo y los medios de procesamiento de la señal. Hay que señalar que esta placa de transmisión está configurada de forma específica, de modo que pueda transmitir de forma aprovechable la señal de interferencias que se produce entre el haz emitido y el haz reflejado. En particular, la placa está configurada para proporcionar un ruido especialmente débil, dado que la señal reflejada por las partículas es intermitente y relativamente débil.
- Los medios de transmisión de la señal comprenden unos medios de amplificación electrónica, de modo que se realice una amplificación electrónica de la señal de interferencias. Esta amplificación resulta especialmente interesante, ya que la señal es intermitente y relativamente débil.
- El diodo láser es un diodo que emite en modo longitudinal único. De este modo, la señal es más fácil de procesar que en el caso en el que el diodo tiene una potencia superior y emite en múltiples modos. El diodo láser es, por ejemplo, de tipo Fabry-Perot.
- Los medios de procesamiento de la señal están configurados para seleccionar una parte de la señal recibida, esto es, la parte cuya amplitud o potencia es superior a un umbral, correspondiendo este umbral a la amplitud o a la potencia de una señal obtenida mediante una medición en un lugar sin viento. Resulta especialmente interesante seleccionar solo una parte de la señal recibida. En efecto, la señal de interferencias generada por una partícula es episódica, resulta por lo tanto ventajoso seleccionar solo la parte de la señal que tiene una cierta amplitud o potencia, que corresponde a unas interferencias efectivas. De este modo, más que utilizar toda la señal recibida, sin llevar a cabo una clasificación, se propone procesar solo la parte de la señal que corresponde a un pico, y deducir la velocidad del viento únicamente a partir de esta parte. Hay que señalar que la selección llevada a cabo por los medios de procesamiento de la señal se puede llevar a cabo eventualmente después de un procesamiento previo de la señal recibida. Por ejemplo, se puede aplicar en primer lugar una transformada de Fourier en la señal recibida, y a continuación llevar a cabo una selección en la señal resultante de esta transformada, a lo largo de la cual se selecciona la parte de la transformada cuya amplitud o potencia es superior a un umbral, correspondiendo este umbral a la amplitud o a la potencia de la transformada de Fourier de una señal obtenida mediante una medición en un lugar sin viento.
- Los medios de procesamiento de la señal comprenden unos medios de detección de un pico, unos medios de grabación de la señal en un intervalo de tiempo alrededor de este pico y unos medios de aplicación de una transformada de Fourier en esta señal. En efecto, al ser episódica la señal, la aplicación de una transformada de Fourier en toda la señal es más difícil de aprovechar. Al aplicar la transformada solo en una parte dada de la señal, los resultados son especialmente satisfactorios para determinar la velocidad del viento.
- El intervalo de tiempo en el que se graba la señal está comprendido entre 50 y 300 μs (microsegundos) alrededor del pico.
- La transformada de Fourier se lleva a cabo en una gama de frecuencias comprendida entre 0 y 1 GHz.
- La longitud de onda de la luz emitida por diodo láser es cercana a 780 nm (nanómetros). Sin embargo, se pueden considerar otras longitudes de onda.
- La potencia del diodo láser está comprendida entre 0 y 50 mW (milivatios), de preferencia entre 0 y 30 mW.
- La transformada de Fourier se lleva a cabo en un intervalo de tiempo inferior a 200 μs (microsegundos).
- El dispositivo se alimenta con energía fotovoltaica. En efecto, al requerir el dispositivo presentado con anterioridad poca energía, del orden de algunos W (vatios) únicamente, se puede utilizar una célula fotovoltaica, que tenga por ejemplo una potencia de 10 W, para hacer que funcione el dispositivo. Este tiempo de alimentación resulta especialmente interesante, debido a que el anemómetro está dispuesto en el exterior, por lo tanto expuesto a la energía solar, y debido a que esto evita tener que prever llevar energía hasta el dispositivo. Hay que señalar que los medios de alimentación no forman parte necesariamente del dispositivo. Por otra parte, el dispositivo puede por supuesto alimentarse mediante otros medios de alimentación, por ejemplo una batería.

- Los medios de procesamiento de la señal son capaces de proporcionar, además de la velocidad de la partícula, la cantidad de partículas en el aire. De este modo, se puede en particular cuantificar la contaminación del aire.
- El dispositivo comprende tres diodos láser, dispuestos de modo que se emitan tres haces láser no coplanarios. De este modo, se obtiene una medición muy precisa de la velocidad del viento en el espacio, debido a que cada diodo láser permite obtener la componente del viento en una dirección, y que las tres direcciones no son coplanarias. Dicho de otro modo, como un diodo láser permite medir la velocidad en una dirección, se puede medir a elección la velocidad del viento según una dirección (un único diodo), en un plano (dos diodos), o en el espacio (tres diodos).
- El dispositivo comprende los medios de procesamiento de la señal de interferencias que se produce entre el haz emitido y el haz reflejado. En este caso, los medios de procesamiento forman parte del dispositivo.

La invención también tiene como objeto un sistema de medición de la velocidad del viento, que consta del dispositivo descrito con anterioridad y los medios de procesamiento de la señal de interferencias que se produce entre el haz emitido y el haz reflejado. En este caso, los medios de procesamiento están alejados del dispositivo.

Descripción de las figuras

Se entenderá mejor la invención con la lectura de la descripción que viene a continuación, dada únicamente a título de ejemplo, realizada con referencia a los dibujos, en los que:

- la figura 1 es una representación esquemática de un ejemplo de dispositivo de medición de la velocidad del viento; y
- la figura 2 es un diagrama que ilustra un ejemplo de granulometría de las partículas del aire que reflejan la luz láser.

Descripción detallada de la invención

En la figura 1 se ha representado un dispositivo 10 de medición de la velocidad del viento.

Este dispositivo 10 consta de unos medios 12 de emisión de un haz láser. Los medios 12 comprenden un diodo láser, por ejemplo un diodo de tipo Fabry-Perot, que emite en modo longitudinal único, en una longitud de onda de 785 nm en este ejemplo. Se podrían utilizar otras longitudes de ondas. En este mismo ejemplo, la potencia del diodo láser 12 está comprendida entre 0 y 30 mW. Este diodo láser 12 consta de una cavidad óptica 14 para amplificar la luz láser emitida. El dispositivo 10 consta, por otra parte, de unos medios de focalización 16, capaces de focalizar el haz emitido por el fotodiodo 12 hacia un espacio de focalización 18. El volumen de focalización 18, o volumen eficaz, está dispuesto a una distancia D de los medios de focalización 16, correspondiendo esta distancia D a la distancia de focalización del dispositivo. La distancia de focalización D está comprendida entre 5 cm y 2 m.

El dispositivo 10 consta, por otra parte, de unos medios 20 de recepción de un haz reflejado. De manera más precisa, los medios 20 están configurados para recibir un haz emitido por el diodo 12, tras reflexión de este haz por una partícula presente en el aire y que se encuentra en el volumen de focalización 18, por ejemplo una partícula compuesta por carbono o un ion. Como se puede ver en la figura 2, el tamaño de las partículas es, en este ejemplo, del orden de algunas décimas de μm , comprendido entre 0,1 y 5 μm .

Los medios de recepción 20 comprenden un fotodiodo, dispuesto justo detrás del diodo láser 12, y están asociados al diodo láser 12 mediante *self-mixing*, es decir que el haz reflejado pasa a la cavidad óptica 14 de modo que se produzcan unas interferencias entre el haz emitido y el haz reflejado.

El dispositivo 10 consta, por otra parte, de unos medios 22 de transmisión de la señal de interferencias a unos medios 24 de procesamiento de esta señal, permitiendo deducir la velocidad de la o de las partículas que han reflejado el haz emitido. Los medios de transmisión 22 son electrónicos. Comprenden, en particular, unos medios de amplificación electrónica, de modo que se realice una amplificación electrónica de la señal de interferencias. Los medios de transmisión están compuestos, por ejemplo, por una placa de transmisión, que comprende un circuito impreso en el cual están soldados unos componentes electrónicos, entre los cuales unos amplificadores operacionales. Los medios 24 de procesamiento de la señal están configurados para poder aplicar una o varias transformadas de Fourier a la señal recibida, con el fin de proporcionar información relativa a la velocidad del viento. En este ejemplo, los medios 24 están alejados del dispositivo 10, sin embargo también podrían estar integrados en el dispositivo 10.

De manera más precisa, los medios 24 de procesamiento de la señal están configurados para seleccionar una parte de la señal recibida por los medios de transmisión 22, correspondiendo esta parte a la parte de la señal cuya amplitud o potencia es superior a un umbral predeterminado. Este umbral predeterminado corresponde a la amplitud o la potencia de la señal recibida por los medios de transmisión 22 tras una medición realizada en un lugar sin viento. Dicho de otro modo, este umbral predeterminado es característico del ruido medio del dispositivo 10, que se suprime de la señal recibida cuando se desea medir el viento. Los medios 24 de procesamiento de la señal constan, por otra parte, de unos medios de detección de un pico y de unos medios de grabación de la señal recibida. Estos

medios de grabación están configurados para grabar la señal en un intervalo de tiempo alrededor del pico detectado. Este intervalo de tiempo está comprendido entre 50 y 300 μ s alrededor del pico, por ejemplo 90 μ s, es decir que este comienza 45 μ s antes del pico detectado y se detiene 45 μ s después del pico detectado. En efecto, el paso de una partícula por el haz produce una señal sinusoidal temporal cuya duración viene determinada por el tiempo de interacción entre la partícula y el haz. Esta duración está, por lo general, comprendida entre 50 μ s y 300 μ s.

Por otra parte, los medios de procesamiento de la señal 24 comprenden unos medios de aplicación de una o varias transformadas de Fourier en la señal grabada. La transformada de Fourier se lleva a cabo en una gama de frecuencias comprendida entre 0 y 1 GHz, durante un intervalo de tiempo inferior a 200 μ s.

Los medios 24 de procesamiento de la señal son, por otra parte, capaces, en este ejemplo, de proporcionar la cantidad de partículas en el aire, que permite deducir de esta la contaminación del aire cerca del volumen de focalización 18.

El dispositivo 10 consta, por otra parte, de una fuente de alimentación 26, que puede adoptar la forma de una célula fotovoltaica o de cualquier otro tipo de alimentación que permita hacer que funcione el diodo láser 12.

Se va a describir a continuación el funcionamiento del dispositivo 10.

Con el fin de medir la velocidad del viento, el diodo láser 12 emite un haz, llamado haz emitido, que sale de la cavidad 14, pasa por el sistema óptico 16 y a continuación se focaliza hacia el volumen de focalización 18. En este volumen de focalización 18, circula aire, por lo tanto, en particular, partículas. En efecto, el volumen de focalización 18 tiene las dimensiones suficientes para garantizar que al menos una partícula se encuentra en el interior de este volumen de forma intermitente, por ejemplo al menos cada segundo y es capaz de reflejar el haz láser emitido. Tras reflexión por al menos una de las partículas, el haz reflejado pasa de nuevo a través del sistema óptico 16, a continuación atraviesa la cavidad 14, hasta que lo recibe el fotodiodo 20. De este modo, la cavidad óptica 14 es un lugar en el que pueden producirse las interferencias entre el haz emitido por el diodo 12 y el haz reflejado por la partícula. Igualmente, el fotodiodo 20 recibe una señal de interferencia que a continuación se transmite a los medios de procesamiento 24 gracias a los medios 22. Hay que señalar que la señal se amplifica electrónicamente antes de transmitirse a los medios de procesamiento 24. A partir de esta señal recibida, los medios 24 llevan a cabo un procesamiento de modo que se deduzca de ello la velocidad de la o de las partículas que han reflejado el haz. En efecto, bajo el efecto del viento, una partícula que se encuentra dentro del volumen 18 se encuentra en desplazamiento con respecto al receptor 20, con lo que la frecuencia del haz reflejado se desfasa con respecto a la frecuencia del haz emitido, por efecto Doppler. Igualmente, a partir de la señal de interferencias, se puede deducir el desfase de frecuencias y, por lo tanto, la componente de la velocidad de la partícula con respecto al receptor 20 en la dirección X.

De manera más precisa, a partir de la señal de interferencias, se lleva a cabo en primer lugar una selección, suprimiendo de la señal recibida toda la parte cuya amplitud o potencia es inferior al umbral correspondiente al ruido del dispositivo 10, determinado mediante medición en un lugar sin viento. Seguidamente, a partir de la señal seleccionada, se detecta un pico y se graba la señal en un intervalo de tiempo comprendido, por ejemplo, entre 45 μ s antes del pico y 45 μ s después del pico. A continuación se aplica una o varias transformadas de Fourier en esta señal, en un intervalo de tiempo inferior a 200 μ s. A partir de esta transformada de Fourier, se puede deducir el desfase de frecuencias entre el haz emitido y el haz reflejado, por lo tanto la componente de la velocidad en la dirección X.

De este modo, se dispone de un dispositivo 10 poco caro y que ocupa muy poco sitio para medir la velocidad del viento. Además, este dispositivo 10 es fácil de utilizar, ya que no es necesario prever alineación con un interferómetro.

Hay que señalar que la invención no está limitada a las formas de realización anteriormente descritas.

En particular, con el fin de tener una mejor precisión en la velocidad del viento, se puede prever que el dispositivo 10 comprenda tres diodos láser 12, emitiendo cada uno en una dirección no coplanaria.

Por otra parte, en el ejemplo descrito, los medios de procesamiento 24 están dispuestos alejados del dispositivo 10. Sin embargo, se puede considerar totalmente que los medios de procesamiento 24 formen parte del dispositivo 10, por ejemplo en forma de un microprocesador electrónico integrado en el dispositivo 10, configurado para transmitir la información a un grabador dispuesto alejado del dispositivo 10.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (10) de medición de la velocidad del viento, que consta de:

- 5 - unos medios (12) de emisión de un haz láser, llamado haz emitido,
- unos medios (16) de focalización del haz emitido, a una distancia de focalización (D) predeterminada,
- unos medios (20) de recepción del haz emitido tras reflexión por una partícula presente en el aire (18), llamado haz reflejado,
- 10 - unos medios (32) de transmisión de la señal de interferencias que se produce entre el haz emitido y el haz reflejado a unos medios (24) de procesamiento de la señal para deducir de esta la velocidad de la partícula,

caracterizado por que

los medios (24) de procesamiento de la señal están configurados para seleccionar una parte de la señal recibida, esto es, la parte cuya amplitud o potencia es superior a un umbral, correspondiendo este umbral a la amplitud o la potencia de la señal obtenida mediante una medición en un lugar sin viento,

15 los medios de emisión comprenden un diodo láser (12) y los medios de recepción (20) están asociados al diodo láser mediante *self-mixing*, estando la distancia de focalización (D) comprendida entre 5 cm y 2 m.

2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación anterior en el que el diodo láser (12) es un diodo que emite en modo longitudinal único.

20

3. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la selección llevada a cabo por los medios (24) de procesamiento de la señal se lleva a cabo después de un procesamiento previo de la señal recibida, por ejemplo después de la aplicación de una transformada de Fourier en la señal recibida.

25

4. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios (24) de transmisión de la señal son electrónicos y comprenden una placa de transmisión.

5. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación anterior en el que los medios (24) de transmisión de la señal comprenden unos medios de amplificación electrónica, de modo que se realice una amplificación electrónica de la señal de interferencias.

30

6. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios (24) de procesamiento de la señal comprenden unos medios (24) de detección de un pico, unos medios (24) de grabación de la señal en un intervalo de tiempo alrededor de este pico y unos medios (24) de aplicación de una transformada de Fourier en esta señal.

35

7. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que el intervalo de tiempo en el que se graba la señal está comprendido entre 50 y 300 μ s alrededor del pico.

40

8. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la potencia del diodo láser 12 está comprendida entre 0 y 50 mW, de preferencia entre 0 y 30 mW.

9. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, alimentado con energía fotovoltaica (26).

45

10. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios (24) de procesamiento de la señal son capaces de proporcionar, además de la velocidad de la partícula, la cantidad de partículas en el aire (18).

50

11. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende tres diodos láser (12), que están dispuestos de modo que se emitan tres haces láser no coplanarios.

12. Procedimiento de medición de la velocidad del viento, que consta de las siguientes etapas:

55

- emisión de un haz láser, llamado haz emitido,
- focalización del haz emitido, a una distancia de focalización (D) predeterminada,
- recepción del haz emitido tras reflexión por una partícula presente en el aire (18), llamado haz reflejado,
- transmisión de la señal de interferencias que se produce entre el haz emitido y el haz reflejado,
- 60 - procesamiento de la señal de interferencias para deducir de esta la velocidad de la partícula,

caracterizado por que

el procesamiento de la señal selecciona una parte de la señal recibida, esto es, la parte cuya amplitud o potencia es superior a un umbral, correspondiendo este umbral a la amplitud o la potencia de la señal obtenida mediante una medición en un lugar sin viento,

65

por que la emisión del haz láser se realiza mediante un diodo láser (12) y

por que los medios de recepción (20) están asociados al diodo láser mediante *self-mixing*, estando la distancia de focalización (D) comprendida entre 5 cm y 2 m.

5 13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado por que** la emisión del haz emitido se realiza en modo longitudinal único.

10 14. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 o 13, **caracterizado por que** la etapa de selección de una parte de la señal recibida viene precedida de una etapa de procesamiento previo de la señal recibida, por ejemplo una etapa de aplicación de una transformada de Fourier.

15. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 14, **caracterizado por que** consta de una etapa de amplificación electrónica de la señal de interferencias.

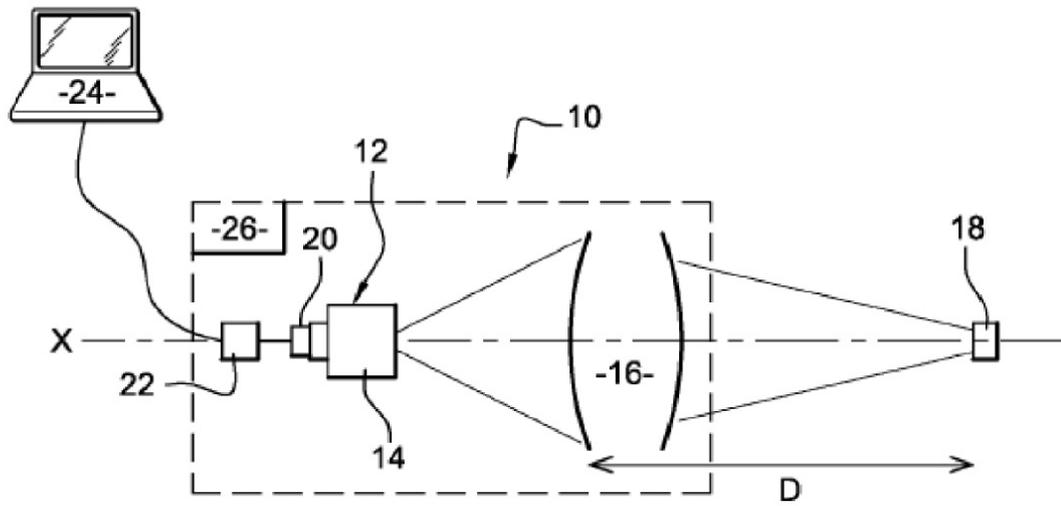


Fig. 1

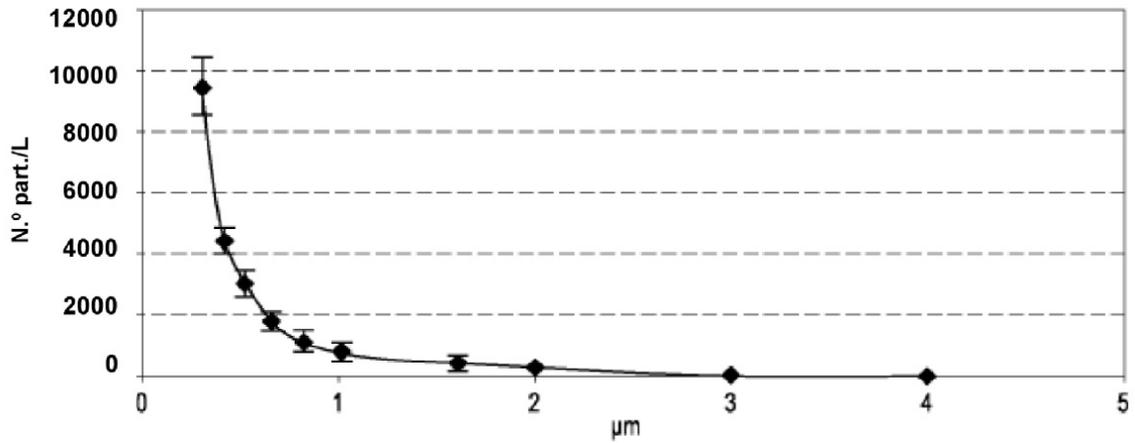


Fig. 2