

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 599 397**

51 Int. Cl.:

H02K 11/00 (2006.01)

G01J 5/00 (2006.01)

G01J 5/08 (2006.01)

G01J 5/02 (2006.01)

G01J 5/52 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2011** **E 11180962 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.07.2016** **EP 2568583**

54 Título: **Dispositivo de vigilancia de temperatura para motor eléctrico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.02.2017

73 Titular/es:

ALSTOM RENEWABLE TECHNOLOGIES (100.0%)
82, Avenue Léon Blum
38100 Grenoble, FR

72 Inventor/es:

HAFFNER, KEN YVES y
SCHWERY, ALEXANDER

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 599 397 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 vigilancia de temperatura para motor eléctrico

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un dispositivo de vigilancia.

- 5 En particular el dispositivo de vigilancia puede ser utilizado para vigilar una máquina eléctrica tal como un generador hidráulico (es decir, un generador que ha de ser conectado a un motor hidráulico tal como una turbina hidráulica). Naturalmente el dispositivo de vigilancia puede ser también usado junto con otras máquinas eléctricas, tales como turbogeneradores (es decir, generadores que han de ser conectados a turbinas de gas o de vapor) o motores eléctricos. En lo que sigue se ha hecho referencia a un generador hidráulico.

10 ANTECEDENTES

Durante el desarrollo de nuevos generadores o también durante la vigilancia de generadores existentes (por ejemplo con vistas a una actualización de los mismos) deben comprobarse las temperaturas a las que el estator y el rotor están realmente sometidos.

- 15 De hecho, el aislamiento de la barra conductora del estator y rotor tiene una temperatura de funcionamiento máxima que no debe ser superada, debido a que en este caso las propiedades eléctricas del aislamiento disminuyen rápidamente.

La comprobación de la temperatura del rotor durante el funcionamiento es particularmente problemática, debido al movimiento relativo entre el rotor y los dispositivos de vigilancia (que están usualmente fijados al estator) y a la elevada velocidad del rotor.

Típicamente, con el fin de medir la temperatura del rotor, hay previstos sensores sobre la superficie del rotor.

- 20 Por ejemplo pueden ser utilizados sensores acústicos de superficie.

Éstos sensores acústicos de superficie tienen el inconveniente de que son capaces de medir solamente temperaturas localizadas en puntos fijos sobre el rotor (en particular la temperatura en la posición en la que están ubicados), de tal modo que existe el riesgo de que durante la medición se mida la temperatura en un punto caliente o frío; está claro que esta temperatura es diferente de la temperatura de otras partes del rotor.

- 25 Alternativamente, la temperatura del rotor puede ser calculada sobre la base de la tensión y corriente de excitación.

Sin embargo las mediciones de temperatura que pueden ser conseguidas de este modo no son exactas.

Por las razones anteriores, durante el diseño de una nueva máquina o cuando se está estudiando una actualización, se utilizan corrientemente grandes factores de seguridad, de tal manera que las máquinas eléctricas funcionan a una temperatura muy por debajo de la temperatura máxima que se puede conseguir.

- 30 Con el fin de aumentar la potencia de salida (especialmente para máquinas eléctricas de alta velocidad pero también para máquinas eléctricas tradicionales) y la eficiencia, la temperatura de funcionamiento de los generadores (en particular del rotor) necesita ser conocida de manera precisa.

- 35 De hecho, si la temperatura de funcionamiento del rotor es conocida de manera precisa, es posible diseñar un nuevo generador o máquina eléctrica o estudiar un reemplazamiento mediante actualización de un generador existente con un bajo margen de seguridad (en particular menor que el necesario actualmente) o es posible optimizar el sistema de refrigeración para aumentar su eficiencia en zonas en las que el rotor está más caliente. Otra posible medida es una optimización del sistema de refrigeración de tal modo que tenga menores pérdidas por ventilación (y consecuentemente mayores eficiencias).

- 40 El documento EP 0 898 158 describe un dispositivo para medir la temperatura sobre la base de una señal emitida por un componente de una turbina de gas. Este dispositivo tiene un colimador conectado a fibras ópticas para ser llevado a correspondencia del componente cuya temperatura ha de ser verificada. Una envolvente para proteger contra altas temperaturas está también prevista.

Este dispositivo no puede ser utilizado prácticamente en máquinas eléctricas, debido a sus grandes dimensiones (en particular de la envolvente y del colimador) que impiden su inserción en una posición próxima al rotor.

- 45 Adicionalmente, el dispositivo del documento EP 0 898 158 está optimizado para funcionamiento a altas temperaturas (por ejemplo 200-1300 °C o más) debido a que estas temperaturas ocurren usualmente en una turbina de gas. Las temperaturas que pueden ocurrir en una máquina eléctrica son mucho menores (usualmente entre la temperatura ambiente y 150 °C); a estas temperaturas mucho menores el dispositivo del documento EP 0 898 158 no puede dar prácticamente ninguna medición exacta, debido a que las temperaturas de la máquina eléctrica están muy próximas a la

temperatura ambiente, de tal modo que se miden una gran cantidad de ruido y de energía perturbadora.

RESUMEN

5 Un aspecto de la presente exposición es así proporcionar un dispositivo de vigilancia para la temperatura, en particular para un rotor de una máquina eléctrica tal como un generador hidráulico o un turbogenerador o una máquina de imán permanente.

Este y otros aspectos son conseguidos mediante un dispositivo de vigilancia según ha sido definido por la reivindicación 1.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

10 Otras características y ventajas de la invención resultarán más evidentes a partir de la descripción de una realización preferida pero no exclusiva del dispositivo de vigilancia, ilustrado a modo de ejemplo no limitativo en los dibujos adjuntos, en los que:

La fig. 1 es una vista esquemática de una parte del dispositivo (esta es la "sonda", es decir la parte que durante el uso está insertada un canal de refrigeración de un estator);

15 La fig. 2 es una vista esquemática de otra parte del dispositivo (esta parte está conectada a la parte mostrada en la fig. 1 y está fuera del estator);

Las figs. 3 y 4 muestran esquemáticamente un detector;

La fig. 5 muestra esquemáticamente una señal eléctrica medida por el detector;

La fig. 6 muestra esquemáticamente la parte del dispositivo de la fig. 1 insertada en un canal de refrigeración de un generador hidráulico; y

20 La fig. 7 muestra esquemáticamente una realización diferente de un detector.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES DE LA INVENCIÓN

Con referencia a las figuras, estas muestran un dispositivo de vigilancia 1 en particular para la superficie de un rotor de una máquina eléctrica.

25 El dispositivo 1 comprende una o más primeras fibras ópticas 2, para transportar una primera señal óptica, conectadas a un primer detector 3, para convertir la primera señal óptica en una primera señal eléctrica. El primer detector 3 está a su vez conectado a una primera unidad de tratamiento 4 para tratar la primera señal eléctrica y verificar la temperatura de un componente que emite la primera señal óptica.

30 Además, el dispositivo 1 también comprende una o más segundas fibras ópticas 5 para transportar una segunda señal óptica conectadas a una unidad de tratamiento óptico 6 para verificar una tercera señal óptica indicativa de una distancia que ha de ser medida, un segundo detector 7 conectado a la unidad de tratamiento óptico 6 para convertir la tercera señal óptica a una segunda señal eléctrica y una segunda unidad de tratamiento 8 conectada al segundo detector 7 para tratar la segunda señal eléctrica y verificar una distancia de un componente que emite la segunda señal óptica. En este caso también se ha previsto preferiblemente una fuente luminosa tal como una fuente de láser.

Además, hay prevista una funda 10 que contiene las primeras fibras ópticas 2 y las segundas fibras ópticas 5.

35 El dispositivo también incluye un colimador 11 (tal como una lente) delante de extremidades 12 de las primeras y segundas fibras ópticas 2, 5, para dirigir la luz hacia ellas.

40 La primera unidad de tratamiento 4 y la segunda unidad de tratamiento 8 pueden ser definidas por un dispositivo electrónico que tienen circuitos que implementan las funciones tanto de la primera de la segunda unidad de tratamiento 4, 8 (por ejemplo puede ser un PC con un programa dedicado). La combinación de las señales procedentes de las primeras y segundas fibras ópticas 2, 5 permite tener al mismo tiempo una resolución de temperatura elevada con una posición exacta (resolución de espacio elevada).

En una realización preferida, las primeras fibras ópticas 2 incluye una pluralidad de fibras ópticas y las segundas fibras ópticas 10 incluyen una única fibra óptica.

45 Además, las primeras fibras ópticas 2 consisten preferiblemente de fibras multimodales (debido a que las fibras multimodales tienen una gran sección transversal y pueden transportar gran cantidad de energía) y las segundas fibras ópticas 5 consisten de fibras monomodales (debido a que incluso si las fibras monomodales tienen una sección transversal pequeña y así transportan poca energía, tal energía no es a menudo necesaria en el segundo detector 7 y en la unidad de tratamiento 8, pero puede ahorrarse espacio gracias al menor diámetro de las fibras ópticas monomodales

cuando se compara con las fibras ópticas multimodales).

La primera unidad de tratamiento 4 está prevista para verificar la temperatura de componentes situados en diferentes del colimador 11.

5 Como se ha mostrado en las figs. 3 y 4, el primer detector 3 incluye un componente 14 a una temperatura de referencia y un sensor 15 que recibe la primera señal óptica procedente de la primera fibra óptica 2 y una señal procedente del componente 14 a la temperatura de referencia y prevista para elaborar una señal indicativa de la temperatura diferencial entre la temperatura de una fuente de radiación detectada mediante las primeras fibras ópticas 2 y la temperatura del componente 14 a una temperatura de referencia. El sensor 15 puede ser por ejemplo un sensor de infrarrojos (preferiblemente un sensor de infrarrojos de rango medio).

10 En particular hay prevista una rueda 16 que tiene una pluralidad de espejos planos 17 en toda su circunferencia. En el ejemplo solamente se han mostrado ocho espejos, en realizaciones preferidas el número de espejos 17 es de cualquier forma mucho mayor, tal como por ejemplo treinta, treinta y dos o más. La rueda 16 está conectada a un motor 18 que la hace girar a una elevada velocidad para conseguir la resolución requerida.

15 La rueda 16 está situada en una posición tal que mira al componente 14, a las primeras fibras ópticas 2 (en particular sus extremidades 19 opuestas a dichas extremidades 12 en el colimador 11) y al sensor 15. Mientras la rueda 16 gira refleja la primera señal óptica (procedente de las primeras fibras ópticas 2) hacia el sensor 15 (fig. 4) o la señal procedente del componente 14 hacia el mismo sensor 15 (fig. 3). La señal eléctrica que es detectada en el sensor 15 está esquemáticamente mostrada en la fig. 5; en esta figura los puntos 30 corresponden a la señal emitida por el componente 14 y los puntos 31 corresponden a la señal recibida a través de las primeras fibras ópticas 2 (es decir la primera señal óptica); las posiciones entre ellas son debidas a la señal creciente y decreciente vista por el sensor 15 a causa de la rotación de la rueda 16. Además, la referencia 32 indica la señal indicativa de la temperatura diferencial.

20 Gracias a la señal modulada en el sensor 15 y al hecho de que la señal diferencial 32 es utilizada, el efecto de ruido y perturbaciones procedentes del entorno puede ser evitado.

25 En una alternativa a la invención (fig. 7), en lugar de la rueda 16, el sensor 15 puede incluir un dispositivo modulador electro-óptico como un modulador acústico-óptico o un dispositivo mecánico de tipo micro-máquina (MEMS).

Ventajosamente, el detector 3 tiene un alojamiento 33 que es mantenido a una temperatura constante (esta temperatura es la temperatura del componente 14).

La primera unidad de tratamiento 4 puede implementar tablas de búsqueda que asocian la señal indicativa de la temperatura diferencial temperatura del componente delante de las primeras extremidades 12 de fibras.

30 Alternativamente la primera unidad de tratamiento 4 puede estar prevista para calcular la temperatura de la fuente de la primera señal óptica en tiempo real. Esta solución es preferida debido a que a bajas temperaturas la tabla de búsqueda proporciona una gran discretización. Por ejemplo esto puede hacerse calculando la fórmula de Plank en tiempo real.

La segunda unidad de tratamiento 8 está prevista para medir una distancia.

35 A este respecto la fuente de láser, la unidad de tratamiento óptico 6, el segundo detector 7 y la segunda unidad de tratamiento 8 pueden ser similares a los descritos en el documento EP 1 588 123.

Además de la funda 10, las primeras fibras 2 y la segunda fibra 5 no incluyen ningún componente activo; esto es útil para evitar perturbaciones procedentes de los campos eléctricos y magnéticos usualmente presentes en una máquina eléctrica. Ventajosamente tampoco el colimador 11 (que es una lente) incluye ningún componente activo.

40 Para realizar mediciones a través de partes de la máquina a elevado potencial eléctrico, por ejemplo arrollamiento saliente, los materiales del colimador 11, de la funda 10 fibras ópticas 2 y 5 es preferiblemente un material no metálico; esto dificulta o reduce las influencias del campo electromagnético.

El funcionamiento del dispositivo de vigilancia es sustancialmente el siguiente; el dispositivo de vigilancia es utilizado para vigilar una máquina eléctrica.

45 Uno o más dispositivos son aplicados sobre una máquina eléctrica (por ejemplo generadores hidráulicos, pero también son posibles turbogeneradores, motores eléctricos u otras máquinas). En particular cuando se utilizan más dispositivos, son aplicados preferiblemente en posiciones axiales y/o circunferenciales diferentes. De modo similar, cuando se utiliza un dispositivo, es aplicado preferiblemente en diferentes posiciones axial y/o circunferencial. Cada dispositivo puede dar una medida de la circunferencia completa del rotor.

50 Con el fin de aplicar un dispositivo, el colimador 11 y la funda 10 son introducidos en un canal de refrigeración 20 de un estator 21 de una máquina eléctrica, llevando el colimador 11 en la extremidad del canal de refrigeración 20 en una posición que mira a un rotor 22 y próxima a él, pero no en contacto con él.

Con el fin de encontrar la posición correcta para el colimador 11, unas primeras fibras ópticas 2 y unas segundas fibras ópticas 5 sin ningún riesgo de hacer que el colimador 11 toque el rotor 22 (son llevados a cabo ensayos durante el funcionamiento y esta situación sería así muy problemática) pueden preverse separadores 23 para definir previamente el posicionamiento de la funda 10.

- 5 Los separadores 23 pueden ser elementos que pueden deslizar sobre la funda 10 y pueden ser fijados a ella (por ejemplo mediante tornillos), de tal modo que son correctamente ubicados sobre la funda 10 y la funda 10 es a continuación introducida en un canal de refrigeración 20 hasta que el separador 23 descansa sobre la pared exterior 24 del estator. Naturalmente también pueden preverse separadores fijados a la funda 10 en una posición dada de la misma.

A continuación la máquina eléctrica es activada y el dispositivo verifica:

- 10 - la temperatura de la superficie del rotor que mira al colimador 11; esta medición es conseguida a través de la primera unidad de tratamiento 4 o del circuito que la implementa, y
- la distancia entre el colimador 11 y la superficie del motor, así en otras palabras (como la posición del colimador 11 es conocida por ejemplo gracias al separador 23) la anchura del espacio 25 entre el estator 21 y el rotor 22 puede ser medida; esta medida es conseguida a través de la segunda unidad de tratamiento 8 o de los circuitos
- 15 que la implementan.

Ambas mediciones dan indicación de medidas para contrarrestar el incremento de temperatura o controlar la temperatura en máquinas eléctricas. En particular, la combinación de las señales procedentes de las primeras y segundas fibras ópticas permite tener al mismo tiempo una resolución de temperatura elevada con una posición exacta (resolución de espacio elevada).

- 20 Aunque las indicaciones que pueden ser obtenidas a partir de una medición de temperatura son claras, en lo que sigue se dan algunos detalles sobre las indicaciones que pueden ser obtenidas a partir de la anchura del espacio.

La anchura del espacio influye en la circulación del fluido de refrigeración y por ello influye de manera indirecta en la temperatura del estator y de la parte del rotor próxima al mismo. Típicamente un gran espacio permite una gran circulación fluido de refrigeración y así menores temperaturas del estator y de la parte del rotor próxima a él.

- 25 En la práctica los materiales utilizados y las dimensiones pueden ser elegidos de acuerdo con los requisitos y el estado de la técnica.

NÚMEROS DE REFERENCIA

- 1 dispositivo
- 2 primeras fibras ópticas
- 30 3 primer detector
- 4 primera unidad de tratamiento
- 5 segundas fibras ópticas
- 6 unidad de tratamiento óptico
- 7 segundo detector
- 35 8 segunda unidad de tratamiento
- 10 funda
- 11 colimador
- 12 boca
- 14 componente a una temperatura de referencia
- 40 15 sensor
- 16 rueda
- 17 espejo
- 18 motor

	19	boca
	20	canal de refrigeración
	21	estator
	22	rotor
5	23	separador
	24	pared exterior
	25	espacio
	30	punto de señal
	31	punto de señal
10	32	señal indicativa de la temperatura diferencial
	33	alojamiento

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de vigilancia (1) para una máquina eléctrica que comprende un rotor, comprendiendo el dispositivo de vigilancia (1):
- al menos una primera fibra óptica (2) para transportar una primera señal óptica,
- 5 un primer detector (3) conectado al menos a una primera fibra óptica (2) para convertir la primera señal óptica a una primera señal eléctrica,
- una primera unidad de tratamiento (4) conectada al primer detector (3) para tratar la primera señal eléctrica y verificar la temperatura del rotor que emite la primera señal óptica,
- el primer detector (3) incluye:
- 10 un componente (14) a una temperatura de referencia,
- un sensor (15) que decide la primera señal óptica procedente de la primera fibra óptica y una señal procedente del componente (14) a la temperatura de referencia y previsto para elaborar una señal indicativa de la temperatura diferencial entre la temperatura del rotor y la temperatura del componente (14) a una temperatura de referencia,
- caracterizado por que
- 15 el dispositivo comprende además
- al menos una segunda fibra óptica (5) para transportar una segunda señal óptica,
- una unidad de tratamiento óptico (6) conectada al menos a una segunda fibra óptica (5) para verificar una tercera señal óptica indicativa de una distancia al rotor que ha de ser medida,
- 20 un segundo detector (7) conectado a la unidad de tratamiento óptico (6) para convertir la tercera señal óptica a una segunda señal eléctrica,
- una segunda unidad de tratamiento (8) conectada al segundo detector (7) para tratar la segunda señal eléctrica y verificar la distancia del rotor,
- una funda (10) está prevista, que contiene al menos una primera fibra óptica (2) y al menos una segunda fibra óptica (5), un colimador (11) está previsto delante de las extremidades (12) de al menos la primera fibra óptica (2) y la segunda fibra óptica (5) para dirigir la luz desde el rotor a ellas, separadores (23) están previstos que comprende elementos que pueden deslizar sobre la funda (10) y pueden ser fijados a ella para predefinir el posicionamiento de al menos una primera fibra óptica (2) y de la segunda fibra óptica (5) en un canal de refrigeración (20) de la máquina eléctrica cuando los separadores (23) están fijados sobre la funda (10),
- 25 el primer detector (3) incluye adicionalmente una rueda (16) que tiene una pluralidad de espejos (17) sobre su circunferencia, estando conectada la rueda (16) a un motor (18) que la hace girar, estando ubicada la rueda (16) en una posición enfrentada al componente (14) a la temperatura de referencia y a las primeras fibras ópticas (2) y al sensor (15), la rueda refleja la primera señal óptica que procede de las primeras fibras ópticas (2) hacia el sensor (15) o la señal procedente del componente (14) hacia el mismo sensor (15).
- 30 2. Dispositivo (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que la primera unidad de tratamiento (4) y la segunda unidad de tratamiento (8) están definidas por circuitos de una unidad electrónica.
3. Dispositivo (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que al menos una primera fibra óptica (2) incluye una pluralidad de fibras ópticas y al menos una segunda fibra óptica (5) incluye una fibra óptica.
4. Dispositivo (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que al menos una primera fibra óptica (2) consiste de fibras multimodales.
- 40 5. Dispositivo (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que al menos una segunda fibra óptica (5) consiste de fibras monomodales.
6. Dispositivo (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que la primera unidad de tratamiento (4) implementa tablas de búsqueda.
7. Dispositivo (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que la primera unidad de tratamiento (4) está prevista para calcular la temperatura de la fuente de la primera señal óptica en tiempo real.
- 45 8. Dispositivo (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que la funda (10), al menos una primera fibra (2) y al menos una segunda fibra (5) no incluyen ningún componente activo.

9. Dispositivo (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que el dispositivo está configurado para vigilar una máquina eléctrica.

10. Dispositivo (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que el sensor (15) incluye un modulador acústico-óptico o un dispositivo mecánico de tipo micro-máquina.

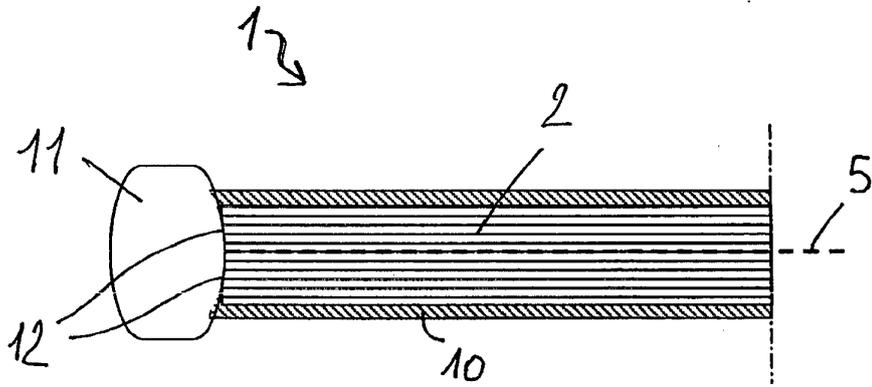


Fig. 1

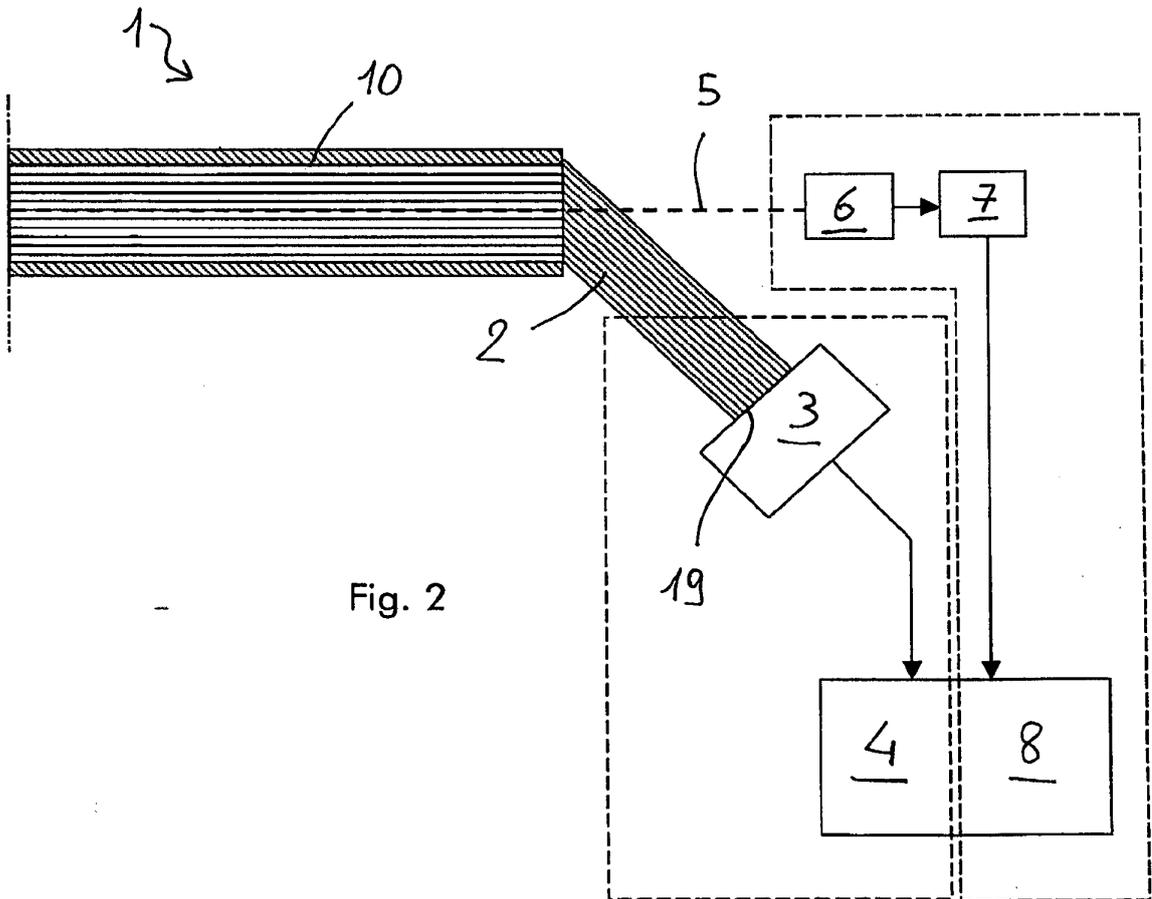


Fig. 2

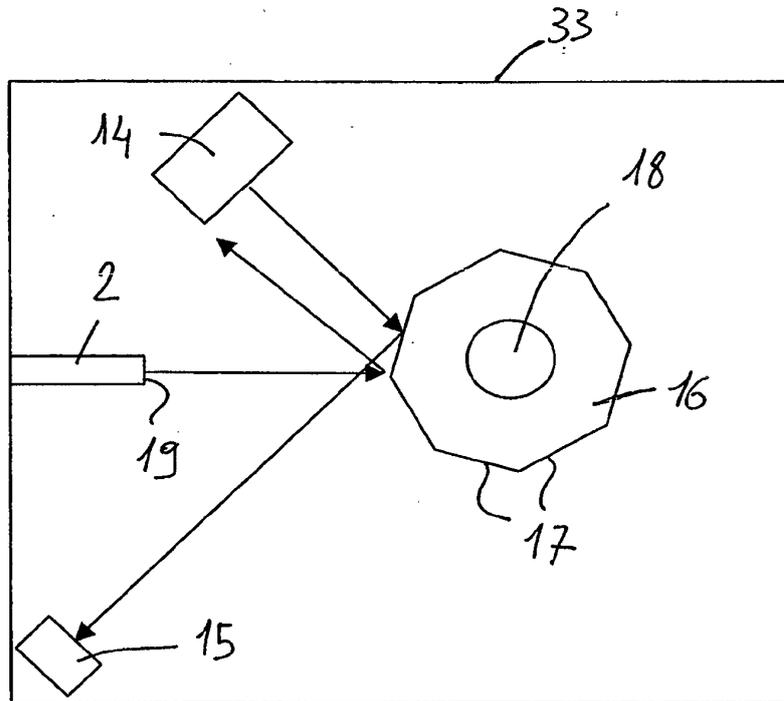


Fig. 3

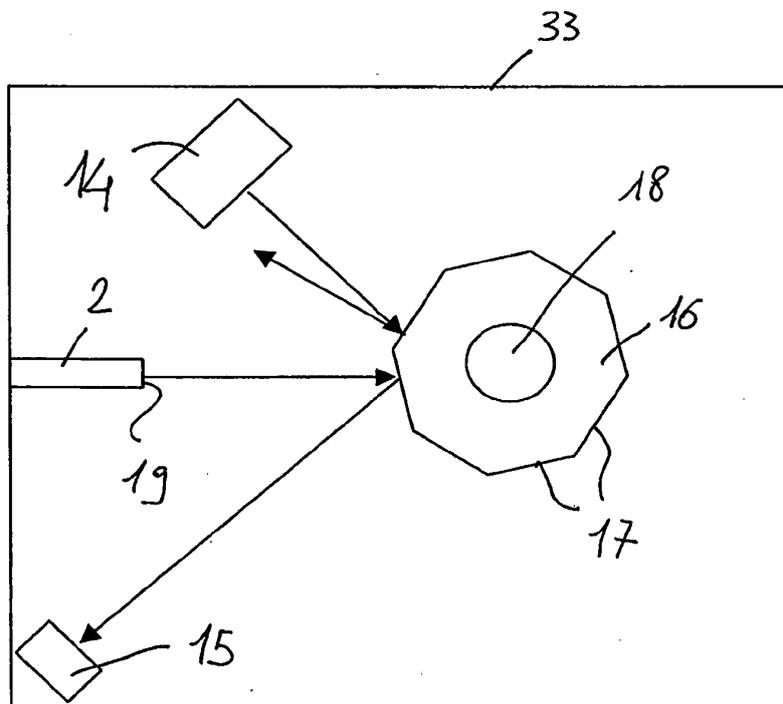


Fig. 4

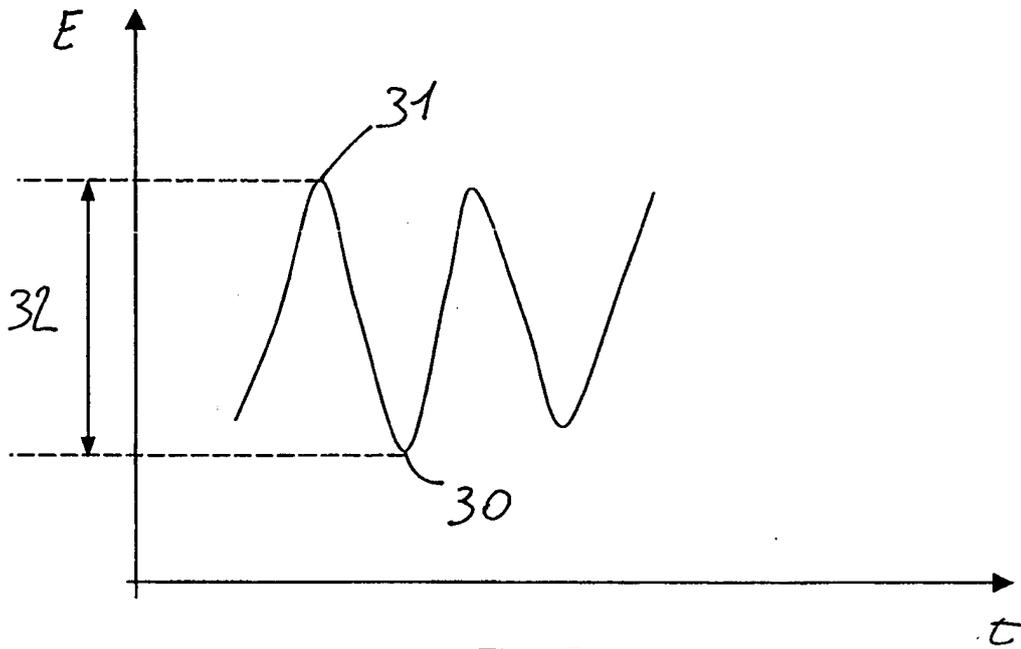


Fig. 5

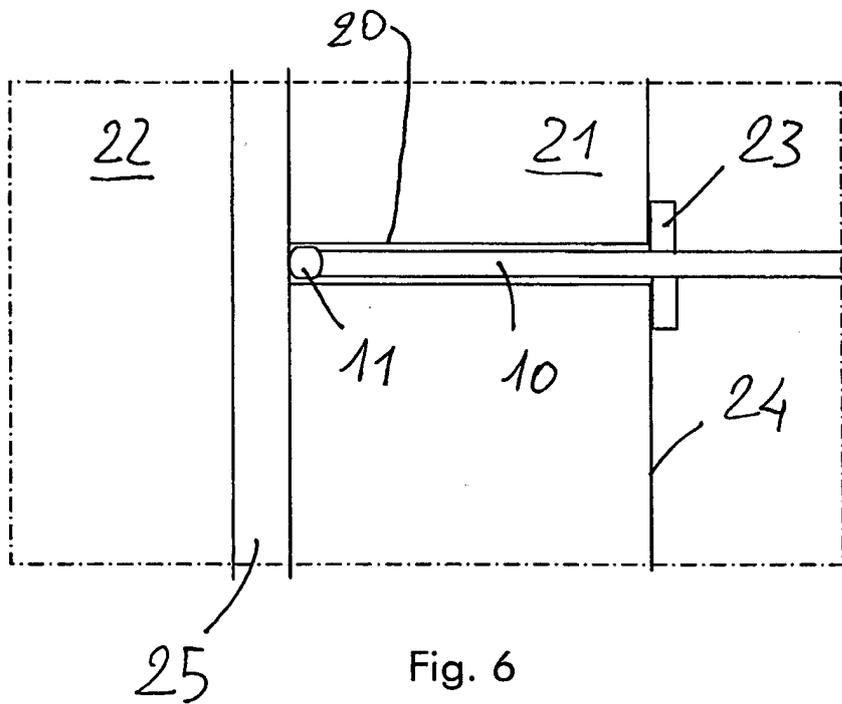


Fig. 6

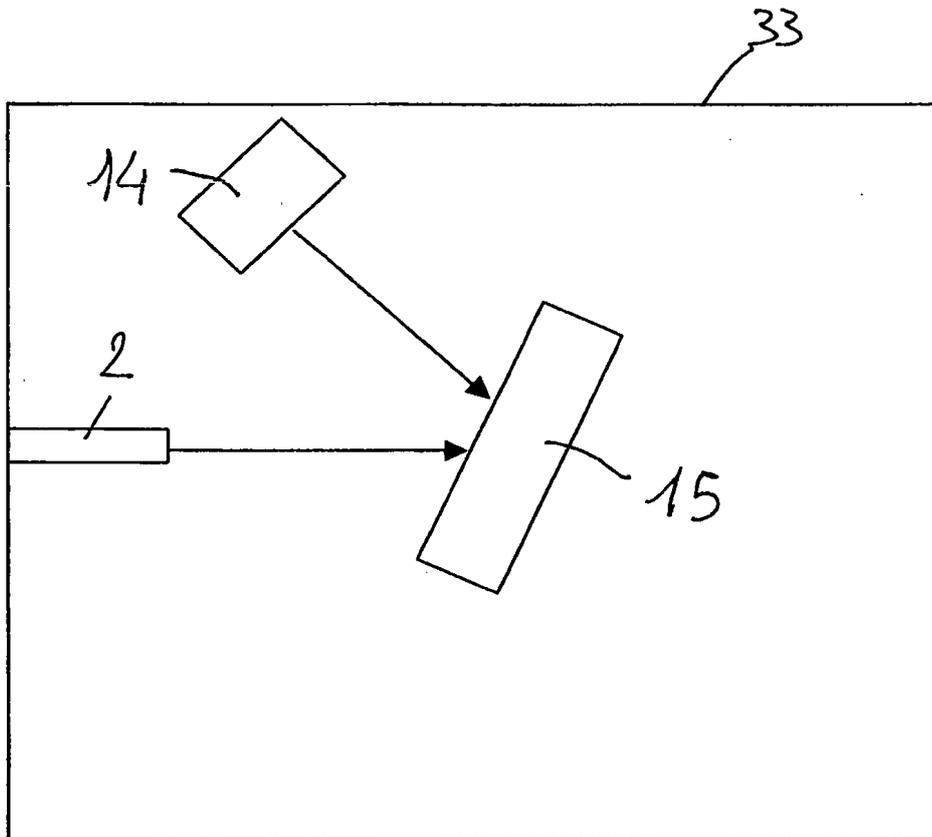


Fig. 7