

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 583 414**

51 Int. Cl.:

G01M 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2012 E 12721215 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2016 EP 2844973**

54 Título: **Procedimiento para vigilar el deterioro de un eje**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.09.2016

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**HASCHKE, ARNO;
KLOS, HANS-HENNING;
SCHEIBNER, DIRK y
SCHIMMER, JÜRGEN**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 583 414 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).

PROCEDIMIENTO PARA VIGILAR EL DETERIORO DE UN EJE

DESCRIPCIÓN

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para vigilar el deterioro de un eje. Además se refiere la presente invención a un dispositivo para vigilar el deterioro de un eje.

10 Los ejes se utilizan para transmitir una fuerza o un par de giro y se utilizan usualmente en máquinas eléctricas, engranajes y sistemas de cojinetes. Para evitar que fallen estos aparatos, debe vigilarse el deterioro del eje, que puede presentarse por ejemplo como consecuencia de sollicitaciones mecánicas a las que está sometido el eje. De esta manera puede evitarse una sobrecarga del eje y con ello una potencial rotura del eje.

15 Para poder detectar la carga a la que está sometido el eje, se mide hoy en día usualmente el par de giro que actúa sobre el eje. Para este fin, se aplican o adhieren a la superficie exterior del eje cintas extensiométricas. La aportación de energía y la transmisión de los datos de medida relativos al eje que gira se realizan entonces bien a través de anillos rozantes o bien mediante telemetría. Pero una detección directa del daño en curso en el eje no se realiza normalmente. Un tal objeto se conoce por ejemplo ya por el documento JP 2009 243908 A.

20 Es objetivo de la presente invención que pueda vigilarse con más exactitud el deterioro de un eje de manera sencilla. Este objetivo se logra mediante un procedimiento según la reivindicación 1 y mediante un dispositivo según la reivindicación 8.

25 Ventajosos perfeccionamientos de la presente invención se indican en las reivindicaciones secundarias.

30 El procedimiento correspondiente a la invención para vigilar el deterioro de un eje incluye la colocación de al menos una cinta extensiométrica en una superficie exterior del eje, la captación de una deformación del eje en base a una señal de medida de la cinta extensiométrica, de las que al menos hay una y la detección de emisiones sonoras del eje mediante evaluación de la señal de medida en la gama de los ultrasonidos.

35 Primeramente se coloca o aplica al menos una cinta extensiométrica en el eje. Esto puede realizarse por ejemplo con el correspondiente adhesivo especial, que se deforma lo menos posible bajo cargas mecánicas. La cinta extensiométrica puede colocarse para ello a lo largo de la dirección perimetral del eje, a lo largo de la dirección axial del eje u oblicuamente al respecto. Como consecuencia de una deformación mecánica del eje, se deforma también la cinta extensiométrica, con lo que varía su resistencia eléctrica. La variación de la resistencia eléctrica puede detectarse por ejemplo con el correspondiente puente de medida.

40 Con la cinta extensiométrica pueden detectarse adicionalmente emisiones sonoras que se generan en el eje. La fuente de tales emisiones sonoras u ondas de tensiones son fenómenos de deterioro en el material del eje. Este fenómeno se conoce también bajo el concepto de Acoustic Emission (emisión acústica). Estas emisiones sonoras que se generan en el eje y que se forman en el material del eje son un indicador de un deterioro progresivo del material, por ejemplo microfisuras. Así pueden captarse con una cinta extensiométrica, que usualmente se utiliza para vigilar un par de giro que actúa sobre el eje, adicionalmente emisiones acústicas. Así puede detectarse de manera sencilla un deterioro progresivo del eje. Con ello no tiene que utilizarse ningún sensor adicional para detectar el deterioro del eje. Así puede detectarse por primera vez, adicionalmente a la carga por par de giro, también la destrucción de la estructura del material. Con al menos una cinta extensiométrica resulta posible así una detección directa de la formación de fisuras en el eje, resultando posible un aviso temprano. Así pueden evitarse paradas no planificadas.

45 Con preferencia se filtra la señal de medida para la evaluación en una gama de frecuencia de 80 a 150 kHz con un filtro pasabanda. Las emisiones acústicas o señales de Acoustic Emission se encuentran usualmente en la gama de frecuencias de 80 a 150 kHz. Estas frecuencias dependen del material. Por ejemplo para el acero son típicas frecuencias de 110 kHz. Para extraer las componentes de señal de estas emisiones sonoras a partir de la señal de medida de la cinta extensiométrica, se prevé un filtrado pasabanda en la gama de la frecuencia característica del material del eje. Para el filtrado pasabanda de la señal de medida pueden utilizarse entonces filtros electrónicos o digitales. Así pueden captarse de manera sencilla las emisiones acústicas generadas en el eje.

50 En otra forma de ejecución se determina para evaluar la señal de medida una curva envolvente de la señal de medida. Una tal señal de curva envolvente puede determinarse por ejemplo rectificando y sometiendo a un filtrado pasabajo las señales de medida. Mediante la curva envolvente de la señal de medida resulta posible una evaluación sencilla de la señal de medida.

Con preferencia se detectan las emisiones acústicas en función del tiempo. En otras palabras se evalúa la señal de medida o bien las emisiones sonoras captadas en la señal de medida en función de los llamados fenómenos de deterioro o eventos. Un parámetro característico de la actividad de deterioro es el llamado Event-Rate (tasa de eventos), es decir, la cantidad de fenómenos de Acoustic Emission por unidad de tiempo. Así puede detectarse una formación progresiva de fisuras en el eje de manera sencilla y fiable.

Con preferencia se determina en base a la señal de medida adicionalmente un par de giro que actúa sobre el eje y se evalúan las emisiones sonoras captadas en función del par de giro que actúa sobre el eje. Cuando la fisura del eje es progresiva, depende la resistencia a la flexión del eje de la posición. Esto se observa de manera creciente en la evaluación del par de giro del eje. Las emisiones sonoras por unidad de tiempo se presentan entonces sobre todo para el par de giro máximo. De esta manera puede clasificarse la causa de las emisiones sonoras o fenómenos de Acoustic Emission. Cuando resulta una dependencia de las emisiones sonoras respecto al par de giro que actúa sobre el eje, entonces la causa probable es una fisura creciente en el eje. De esta manera puede detectarse con especial fiabilidad un deterioro, en particular una formación de fisuras en el eje.

En el marco de la invención se evalúa la señal de medida adicionalmente en función de una temperatura del eje. Las señales sonoras o Acoustic Emission pueden también resultar de una dilatación térmica del material debido a rozamiento interno. Por ello debe captarse adicionalmente la temperatura del eje, para asegurarse de que las señales de Acoustic Emission sólo indican en un estado térmicamente estable una sobrecarga del eje. Así puede detectarse con especial fiabilidad un deterioro del eje.

En otra forma de ejecución preferente se detecta en base a la señal de medida adicionalmente el daño de un cojinete acoplado mecánicamente con el eje, filtrándose la señal de medida para captar el daño del cojinete en una gama de frecuencias de 30 a 50 kHz con un filtro pasabanda. Adicionalmente a la detección de fisuras en el eje, pueden vigilarse mediante evaluación de la señal de medida de la cinta extensiométrica también ejes acoplados rígidamente, en particular el anillo interior del cojinete. Igualmente pueden captarse en base a la señal de medida un daño existente, cuando se evalúa la señal de medida en una gama de frecuencias que se encuentra por debajo de las frecuencias de las emisiones sonoras. Por ejemplo puede filtrar la señal de medida de la cinta extensiométrica para ello en la gama de 30 a 50 kHz, en particular en una gama de frecuencias alrededor de 40 kHz. Esta frecuencia depende del material y de las dimensiones del cojinete. Con ello puede detectarse de manera sencilla con una cinta extensiométrica dispuesta sobre el eje adicionalmente un daño en un cojinete acoplado mecánicamente con el eje. Con ello puede pensarse también en una vigilancia de daños de otros componentes que están unidos o acoplados mecánicamente con el eje.

Al respecto se evalúa la señal de medida para detectar el daño del cojinete con referencia en función de una velocidad de giro del eje. Si existe una relación de dependencia entre la componente de señal de la señal de medida que indica un daño del cojinete y la velocidad de giro del eje, esto puede indicar que está dañado el cojinete. Así puede determinarse fiablemente un daño en el cojinete.

El dispositivo correspondiente a la invención para vigilar el deterioro de un eje incluye al menos una cinta extensiométrica, que puede aplicarse a una superficie exterior del eje, pudiendo detectarse una deformación del eje en base a la señal de medida de al menos una cinta extensiométrica y un dispositivo de medida, configurado para detectar emisiones sonoras del eje mediante evaluación de la señal de medida en la gama de los ultrasonidos.

Las ventajas y perfeccionamientos descritos en relación con el procedimiento correspondiente a la invención son válidos de la misma forma para el dispositivo correspondiente a la invención.

La presente invención se describirá ahora más en detalle en base a los dibujos adjuntos. Al respecto muestran:

- figura 1 una representación esquemática de un dispositivo para vigilar el deterioro de un eje;
- figura 2 una señal de medida de una cinta extensiométrica en función del tiempo;
- figura 3 una señal de medida filtrada en pasabanda según la figura 2 y
- figura 4 una señal de curva envolvente de la señal de medida según la figura 3.

Los ejemplos de ejecución descritos a continuación más en detalle representan formas de ejecución preferentes de la presente invención.

La figura 1 muestra un dispositivo 10 para vigilar un deterioro de un eje. El dispositivo 10 incluye una cinta extensiométrica R_s , representada en el presente caso como resistencia eléctrica. La cinta extensiométrica R_s está conectada junto con otras tres resistencias eléctricas R_1 , R_2 y R_3 según un puente de Wheatstone. La conexión en puente se alimenta desde la fuente de alimentación 12 con una tensión de

alimentación U_s . La señal de medida U_b de la cinta extensiométrica R_s puede tomarse como tensión del puente correspondiente al puente de medida.

5 En el eje no representado aquí pueden estar dispuestas igualmente varias cintas extensiométricas R_s . La cinta extensiométrica R_s puede estar configurada por ejemplo como hilo de resistencia sobre una lámina. La cinta extensiométrica R_s puede estar fabricada a partir de un metal o de un semiconductor. La cinta extensiométrica R_s está adosada con preferencia mediante un adhesivo especial a la superficie exterior del eje. Como consecuencia de una deformación mecánica del eje, se deforma mecánicamente también la cinta extensiométrica R_s . Debido a la deformación mecánica, varía la resistencia eléctrica de la cinta extensiométrica R_s . La variación de la resistencia eléctrica de la cinta extensiométrica R_s provoca una modificación de la señal de medida U_b .

10 En el caso presente se divide la señal de medida U_b . Esto se indica mediante las flechas 14 y 16. Mediante un filtro pasobajo 18 se atenúan las componentes de señal de alta frecuencia de la señal de medida U_b . La señal de medida U_b filtrada en pasobajo se conduce a un dispositivo detector 22. El dispositivo detector 22 está configurado para captar el momento de giro que actúa sobre el eje en función de la señal de medida U_b filtrada en pasobajo. Además se filtra en pasabanda la señal de medida U_b con un filtro pasabanda 20. Al respecto se filtra la señal de medida U_b con preferencia en una gama de frecuencias de 80 a 150 KHz con un filtro pasabanda 20. Mediante el filtrado pasabanda de la señal de medida U_b en esta gama de frecuencias pueden captarse emisiones sonoras en el eje, que también se conocen bajo la denominación de Acoustic Emission. La señal de medida U_b filtrada en pasabanda se lleva a un segundo dispositivo detector 24, con el que pueden evaluarse señales de Acoustic Emission. Los dispositivos detectores 22 y 24 pueden estar configurados igualmente como un dispositivo detector común.

15 La figura 2 muestra un primer gráfico, en el que se representan amplitudes de la señal de medida U_b en función del tiempo t . Mediante la evolución en el tiempo de la señal de medida U_b pueden detectarse componentes de señal de alta frecuencia, por ejemplo en las gamas 26 y componentes de señal de alta frecuencia, por ejemplo en las gamas 28. Las componentes de señal de alta frecuencia en las gamas 28 se forman como consecuencia de emisiones sonoras del eje o bien señales de Acoustic Emission en el eje.

20 Para poder detectar componentes de señal de alta frecuencia, se filtra la señal de medida U_b mediante el filtro pasabanda 20. Por ejemplo se filtra en pasabanda la señal de medida U_b en la gama de frecuencias entre 90 y 150 kHz. La señal de medida U'_b filtrada en pasabanda se representa en la figura 3. En la señal de medida U'_b filtrada en pasabanda sólo pueden detectarse las componentes de señal de alta frecuencia en las gamas 28. Con la señal de medida U'_b filtrada en pasabanda pueden detectarse fácilmente las emisiones sonoras generadas en el eje. Estas emisiones sonoras o señales de Acoustic Emission pueden ser un signo de una formación progresiva de grietas del eje.

25 La figura 4 muestra una curva envolvente U''_b de la señal de medida U'_b filtrada en pasabanda según la figura 3. En base a la curva envolvente U''_b de la señal de medida U_b o bien de la señal de medida U'_b filtrada en pasabanda, pueden detectarse fácilmente fenómenos de deterioro como consecuencia de emisiones sonoras. Además puede captarse de manera sencilla la llamada Event-Rate, es decir, la cantidad de fenómenos de Acoustic Emission por unidad de tiempo. Estos fenómenos de deterioro pueden detectarse fácilmente en la señal de la curva envolvente U''_b . Esto se muestra en la figura 4 mediante las flechas 30.

30 La señal de medida U_b , la señal de medida U'_b filtrada en pasobajo y la curva envolvente U''_b pueden evaluarse también en función del par de giro que resulta de la señal de medida U_b filtrada en pasobajo. Así pueden detectarse fisuras en el eje de forma especialmente fiable. Adicionalmente a ello se tiene en cuenta la temperatura del eje en la evaluación de la señal de medida U_b . Para este fin puede colocarse por ejemplo el correspondiente sensor de temperatura en el eje.

35 Adicionalmente a ello, puede evaluarse la señal de medida U_b en una tercera gama de frecuencias, por ejemplo en una gama de frecuencias entre 30 y 50 KHz. En base a una señal de medida U_b filtrada en pasabanda en esta gama de frecuencias puede detectarse por ejemplo un daño de un cojinete acoplado mecánicamente con el eje. Así pueden detectarse con una cinta extensiométrica R_s el par de giro que actúa sobre el eje, emisiones acústicas del eje y deterioros de un elemento acoplado mecánicamente con el eje.

Lista de referencias

- 65 10 dispositivo
12 fuente de alimentación
14, 16 flecha
18 filtro pasobajo

	20	filtrado pasabanda
	22, 24	dispositivo detector
	26	gama
	28	gama
5	30	flecha
	R_1, R_2, R_3	resistencia
	R_s	cinta extensiométrica R_s
	U_b	señal de medida
10	U'_b	señal de medida filtrada en pasabanda
	U''_b	curva envolvente
	t	tiempo

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para vigilar el deterioro de un eje mediante
 - colocación de al menos una cinta extensiométrica (R_s) en una superficie exterior del eje,
 - detección de una deformación del eje en base a una señal de medida (U_b) de la cinta extensiométrica (R_s), de las que al menos hay una,
 - detección de la temperatura del eje,
 - detección de emisiones sonoras del eje, que son un indicador de un deterioro del eje, mediante evaluación de la señal de medida (U_b) en la gama de los ultrasonidos,
 evaluándose la señal de medida (U_b) adicionalmente en función de la temperatura del eje.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la señal de medida (U_b) para la evaluación se filtra en una gama de frecuencias de 80 a 150 kHz con un filtro pasabanda.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** para evaluar la señal de medida (U_b) se determina una curva envolvente (U''_b) de la señal de medida (U_b).
4. Procedimiento según una de las la reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** las emisiones sonoras se captan en función del tiempo (t).
5. Procedimiento según una de las la reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** en base a la señal de medida (U_b) se determina adicionalmente un par de giro que actúa sobre el eje y se evalúan las emisiones acústicas captadas en función del par de giro que actúa sobre el eje.
6. Procedimiento según una de las la reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** en base a la señal de medida (U_b) se detecta adicionalmente un daño de un cojinete acoplado mecánicamente con el eje, filtrándose la señal de medida (U_b) para captar el daño del cojinete en una gama de frecuencias de 30 a 50 kHz con un filtro pasabanda.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado porque** la señal de medida (U_b) para detectar el daño del cojinete se evalúa en función de una velocidad de giro del eje.
8. Dispositivo (10) para vigilar el deterioro de un eje con
 - al menos una cinta extensiométrica (R_s) que puede adosarse a una superficie exterior del eje,
 - la captación de una deformación del eje que puede realizarse en base a una señal de medida (U_b) de una cinta extensiométrica (R_s), de las que al menos hay una y con
 - un dispositivo detector (22, 24) configurado para detectar emisiones sonoras del eje en la gama de los ultrasonidos, que son un indicador de un deterioro del eje, mediante evaluación de la señal de medida (U_b),
 pudiendo captarse la temperatura del eje y evaluándose la señal de medida (U_b) adicionalmente en función de la temperatura del eje.

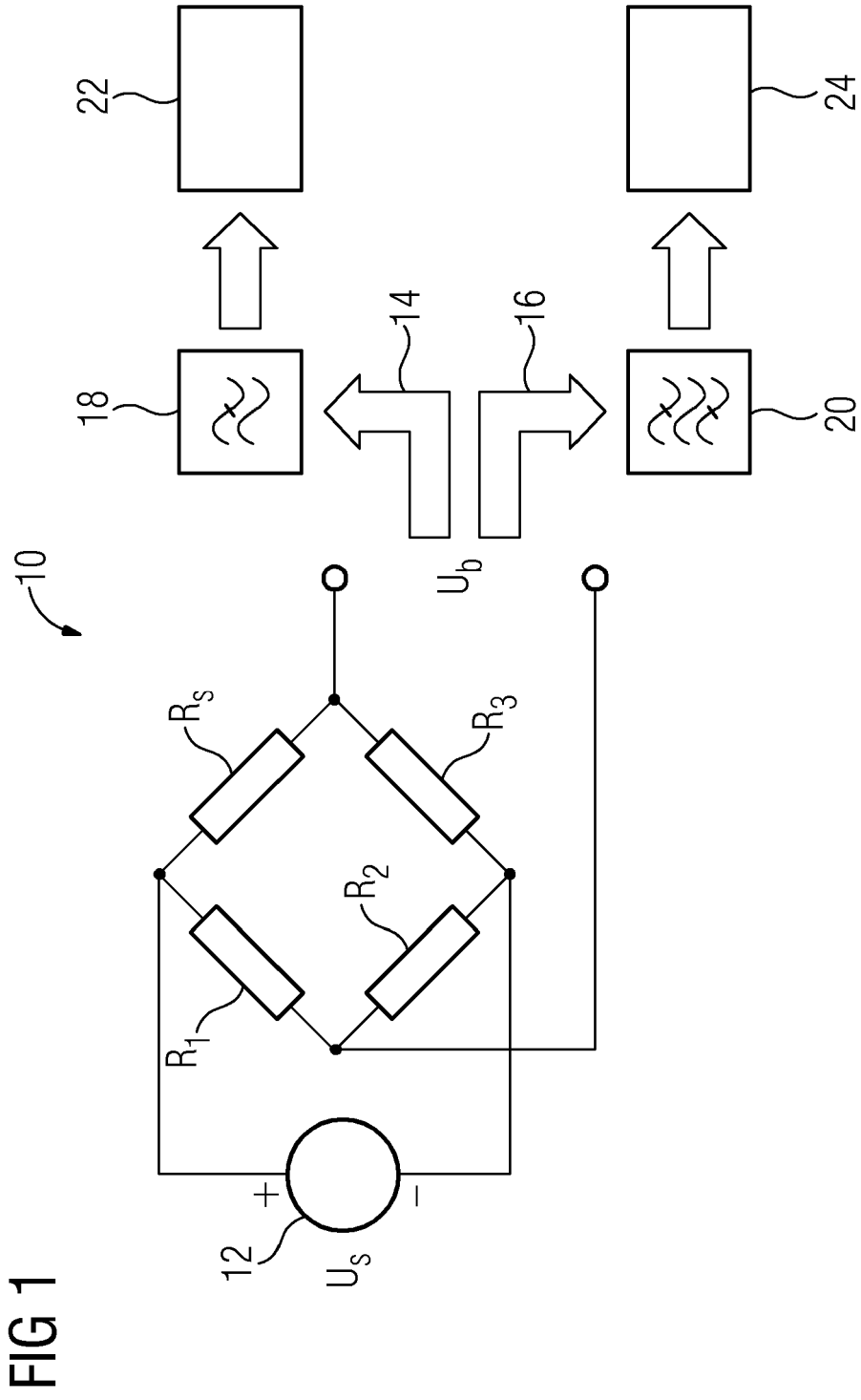


FIG 2

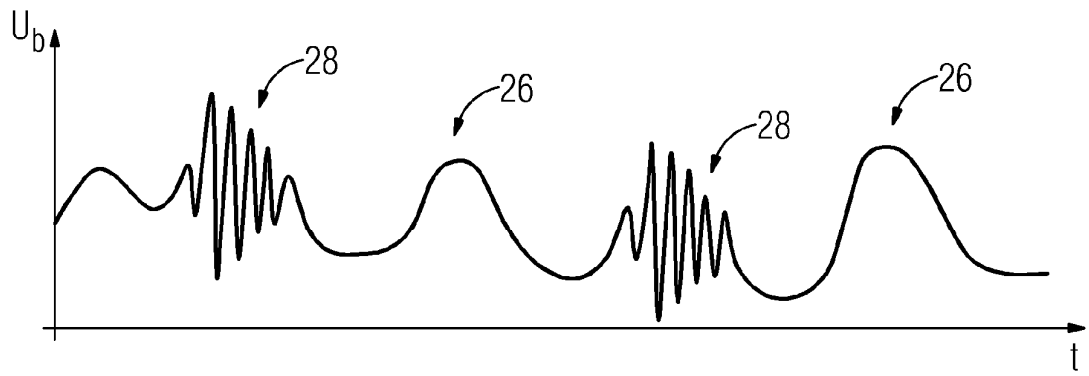


FIG 3

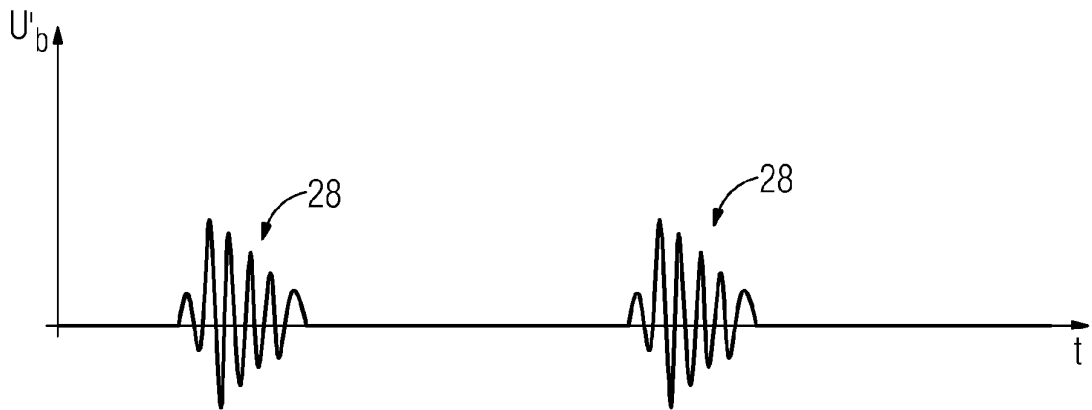


FIG 4

