

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 570 527**

51 Int. Cl.:

H02K 11/00 (2006.01)

G01H 1/00 (2006.01)

H02K 3/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.01.2013 E 13701591 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.03.2016 EP 2786471**

54 Título: **Procedimiento para hacer funcionar una máquina eléctrica**

30 Prioridad:

01.03.2012 EP 12157620

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

18.05.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

STRACK, SEBASTIAN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 570 527 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

Procedimiento para hacer funcionar una máquina eléctrica

La invención se refiere a un procedimiento para hacer funcionar una máquina eléctrica.

5 En una central eléctrica de gas o una central eléctrica de ciclo combinado de gas y vapor se acciona un generador eléctrico para generar energía eléctrica por medio de una turbina de gas o una turbina de vapor. El calor residual que se produce en la turbina de gas se usa en una central eléctrica de ciclo combinado para accionar una turbina de vapor, que puede accionar un generador eléctrico adicional. Los generadores presentan en cada caso un estator y un rotor, estando acoplado el rotor con un árbol de la respectiva turbina y presentando un arrollamiento de excitación o imanes permanentes. El estator presenta un arrollamiento de conductores eléctricos, que presenta en ambos extremos axiales del estator en cada caso una cabeza de bobina.

10 Debido a la utilización reforzada de fuentes de energía renovables, tales como por ejemplo energía eólica o energía solar, cada vez más es necesario que la central eléctrica compense las fluctuaciones de energía de las fuentes de energía renovables. Para ello, la central eléctrica cambia a menudo su estado de funcionamiento, para proporcionar en diferentes momentos potencias de diferente magnitud. Esto tiene como consecuencia que los componentes de la central eléctrica están expuestos a una carga elevada y por consiguiente a un desgaste elevado. En particular, las cabezas de bobina de los generadores están expuestas a diferentes procesos de desgaste, tal como por ejemplo a una vibración por las fuerzas de corriente que aparecen en el generador o por una vibración del rotor.

15 El documento US 5 469 745 da a conocer un procedimiento para registrar vibraciones en una cabeza de bobina y determinar estados de funcionamiento críticos por medio de análisis de Fourier. Las vibraciones se reducen en la máquina mediante una gestión de cargas correspondiente.

20 El objetivo de la invención es crear un procedimiento para hacer funcionar una máquina eléctrica con un estator y un rotor, en el que las cabezas de bobina del estator tengan una vida útil larga.

25 El procedimiento según la invención para hacer funcionar una máquina eléctrica que presenta un estator con un arrollamiento de conductores eléctricos, que presenta dos cabezas de bobina opuestas, debe realizarse tal como sigue: registrar al mismo tiempo magnitudes de medición de vibraciones con las que pueden determinarse los modos de vibración en elipse de ambas cabezas de bobina en función del tiempo; determinar las inclinaciones de las elipses y las posiciones de fase de los modos de vibración en elipse de ambas cabezas de bobina; detectar estados de funcionamiento críticos de la máquina eléctrica, en los que las inclinaciones de las elipses y las posiciones de fase de los modos de vibración en elipse de ambas cabezas de bobina son esencialmente iguales; hacer funcionar la máquina eléctrica de tal manera que se evitan los estados de funcionamiento críticos por medio de una variación de la potencia reactiva de la máquina eléctrica.

30 En el caso de la máquina eléctrica puede tratarse tanto de un motor síncrono como de un generador. En el caso de la vibración de las cabezas de bobina se trata de una vibración provocada, que se produce por una excitación periódica. Los movimientos que realizan las cabezas de bobina se denominan formas de vibración en funcionamiento. Debido a la excitación periódica, las formas de vibración en funcionamiento no son necesariamente formas propias de las cabezas de bobina. Las formas de vibración en funcionamiento de las cabezas de bobina resultan de una superposición de diferentes modos de vibración en funcionamiento. Según la invención, las magnitudes de medición de vibraciones se procesan de tal manera que de los diferentes modos de vibración en funcionamiento se extraen los modos de vibración en elipse. En un generador bipolar, el modo de vibración en elipse es el modo de vibración en funcionamiento dominante, es decir el modo de vibración en funcionamiento que más contribuye al desgaste de las cabezas de bobina. Los modos de vibración en elipse se caracterizan en cada caso por una frecuencia de vibración y por las inclinaciones de las elipses, es decir la posición de los ejes de las elipses en el espacio. En el caso de los generadores bipolares, la frecuencia de vibración del modo de vibración en elipse asciende al doble de la frecuencia de la red, de manera correspondiente en particular a 100 Hz en el caso de generadores de 50 Hz o a 120 Hz en el caso de generadores de 60 Hz. Si los ejes correspondientes de las elipses de ambas cabezas de bobina están desplazados 90° uno respecto a otro, entonces la vibración no es crítica. En algunos estados de funcionamiento, los dos modos de vibración en elipse presentan esencialmente la misma inclinación de elipse y la misma posición de fase. Si este es el caso, entonces las cabezas de bobina están sujetas a una elevada carga mecánica por la superposición de vectores de fuerzas de excitación de dos mecanismos de excitación diferentes, concretamente una vibración en elipse del paquete de chapas de la máquina eléctrica y de fuerzas de corriente, que actúan sobre las cabezas de bobina. Al identificar los estados de funcionamiento críticos, pueden evitarse mediante la variación de la potencia reactiva, con lo que la máquina eléctrica tiene una vida útil larga.

35 40 45 50 55 La variación de la potencia reactiva puede implementarse mediante un aumento o mediante una reducción de la corriente de excitación. La corriente de excitación atraviesa un arrollamiento de excitación y genera en la máquina

eléctrica un campo magnético constante en el tiempo. Si en el caso de la máquina eléctrica se trata de un generador, entonces el operador del generador puede igualmente coordinar con el distribuidor de carga una variación de la absorción de potencia reactiva o de la descarga de potencia reactiva. Por ejemplo, una disminución de la potencia reactiva podría compensarse mediante un aumento de la potencia reactiva por parte de otro generador.

Preferiblemente, las magnitudes de medición de vibraciones de las cabezas de bobina se registran en al menos ocho y como máximo doce puntos de medición distribuidos uniformemente por el perímetro de cada una de las cabezas de bobina y dispuestos en cada caso en la misma posición axial.

Preferiblemente, el estator presenta un paquete de chapas y el procedimiento las siguientes etapas: registrar magnitudes de medición de vibraciones, con las que puede determinarse el modo de vibración en elipse del paquete de chapas en función del tiempo y al mismo tiempo con el registro de las magnitudes de medición de vibraciones, con las que pueden determinarse los modos de vibración en elipse de ambas cabezas de bobina; detectar estados de funcionamiento críticos adicionales de la máquina eléctrica, en los que las inclinaciones de las elipses y las posiciones de fase de los modos de vibración en elipse del paquete de chapas y de al menos una de las cabezas de bobina son esencialmente iguales; hacer funcionar la máquina eléctrica de tal manera que los estados de funcionamiento críticos adicionales se evitan por medio de una variación de la potencia reactiva. La vibración de las cabezas de bobina es un resultado de diferentes mecanismos de excitación. Al absorberse la vibración tanto de las cabezas de bobina como del núcleo de arrollamiento, de manera ventajosa es posible un análisis en cuanto a los diferentes mecanismos de excitación. Los diferentes mecanismos de excitación pueden ser fuerzas de corriente que actúan sobre las cabezas de bobina y una vibración en elipse del núcleo de arrollamiento. Los estados de funcionamiento críticos adicionales resultan porque estos dos mecanismos de excitación transcurren de manera sincrónica y se evitan ventajosamente mediante la forma de realización preferida del procedimiento.

Preferiblemente, las magnitudes de medición de vibraciones del paquete de chapas se registran en una posición axial, que se encuentra en el centro entre las dos cabezas de bobina. En este punto, la vibración del paquete de chapas ventajosamente está poco influido por el mecanismo de excitación, que procede de las fuerzas de corriente que actúan sobre las cabezas de bobina y refleja con ello esencialmente la vibración en elipse del paquete de chapas. Las magnitudes de medición de vibraciones del paquete de chapas se registran preferiblemente en al menos ocho y como máximo doce puntos de medición distribuidos uniformemente por el perímetro del núcleo de arrollamiento y dispuestos en la misma posición axial.

El procedimiento presenta preferiblemente las siguientes etapas: registrar el ángulo de rueda polar y el ángulo de fase de la máquina eléctrica; crear un diagrama característico, en el que están representados los estados de funcionamiento críticos y los críticos adicionales de la máquina eléctrica en función del ángulo de rueda polar y del ángulo de fase, y evitar estos estados de funcionamiento mediante el diagrama característico. Un estado de funcionamiento de la máquina eléctrica se caracteriza en particular por el ángulo de rueda polar y el ángulo de fase. A este respecto, el ángulo de rueda polar es una medida del estado de carga de la máquina eléctrica, el ángulo de fase indica la diferencia de fase de la tensión eléctrica y de la corriente eléctrica de la máquina eléctrica y es una medida de la potencia reactiva.

Para determinar los modos de vibración en elipse, el procedimiento presenta preferiblemente la etapa de: transformar las magnitudes de medición de vibraciones en un espectro de frecuencias. En este sentido se trata de una transformación de Fourier. Tras la transformación de Fourier pueden separarse los modos de vibración en elipse de manera ventajosamente sencilla de los modos de vibración que quedan.

Preferiblemente, las magnitudes de medición de vibraciones son desviaciones, velocidades y/o aceleraciones de los puntos de medición. Las aceleraciones pueden registrarse, por ejemplo, con acelerómetros de fibra óptica. Las aceleraciones también pueden medirse con ayuda de cristales piezoeléctricos. Sin embargo, también son concebibles otros métodos de medición, tales como por ejemplo métodos de medición basados en ultrasonidos o radar o por medio de sensores de distancia inductivos.

Preferiblemente se registran las desviaciones que aparecen en dirección radial, las velocidades que aparecen en dirección radial y/o las aceleraciones que aparecen en dirección radial. Las fuerzas que provocan las vibraciones aparecen principalmente en dirección radial, de modo que aparece una deformación del estator principalmente también en dirección radial.

Los estados de funcionamiento críticos y/o los estados de funcionamiento críticos adicionales se evitan preferiblemente mediante una variación de la potencia activa. Por consiguiente, además de la potencia reactiva se obtiene ventajosamente un segundo grado de libertad, que puede variarse de tal manera que se evitan los estados de funcionamiento críticos. En consecuencia, al hacer funcionar la máquina eléctrica se obtiene como resultado una mayor flexibilidad.

A continuación se explicará más detalladamente el procedimiento según la invención mediante los dibujos esquemáticos adjuntos. Muestran:

la figura 1 una sección longitudinal de un estator de una máquina eléctrica y

5 las figuras 2 a 4 en cada caso un estado de funcionamiento de la máquina eléctrica mediante en cada caso un diagrama de vectores en el plano de números complejos y en cada caso dos secciones transversales a través del estator.

10 Como resulta evidente a partir de la figura 1, una máquina eléctrica presenta un estator 1. La máquina eléctrica presenta igualmente un eje 4 de máquina y un rotor (no representado en la figura 1), que durante el funcionamiento de la máquina eléctrica rota alrededor del eje 4 de máquina. El estator 1 está dispuesto radialmente fuera del rotor e igualmente de manera simétrica con respecto al eje 4 de máquina. El estator 1 presenta un arrollamiento de conductores eléctricos alrededor de un paquete 3 de chapas, presentando el arrollamiento en ambos lados 16 frontales del estator 1 en cada caso una cabeza 2 de bobina.

15 Durante el funcionamiento de la máquina eléctrica aparecen en el estator 1 fuerzas, que pueden provocar vibraciones del estator 1. En la figura 1 están representados a modo de ejemplo diferentes vectores 7 de fuerza, que actúan en diferentes puntos del estator 1. En cada una de las dos cabezas 2 de bobina están representados dos vectores 7 de fuerza dispuestos de manera opuesta, que son iguales en cuanto al valor y están dirigidos en cada caso radialmente hacia fuera. Sin embargo, también es concebible que los vectores 7 de fuerza de una cabeza 2 de bobina estén dirigidos radialmente hacia fuera y los vectores 7 de fuerza de la otra cabeza 2 de bobina estén dirigidos radialmente hacia dentro. En el paquete 3 de chapas y en el centro entre las dos cabezas 2 de bobina también están representados dos vectores 7 de fuerza dispuestos de manera opuesta, que son iguales en cuanto al valor y están dirigidos radialmente hacia fuera. En este caso también es posible que los vectores de fuerza estén dirigidos radialmente hacia dentro.

25 Para absorber las vibraciones del estator 1, en las cabezas 2 de bobina están dispuestos al menos ocho sensores 5 de vibración de cabeza de bobina distribuidos uniformemente por el perímetro. Además en el lado 17 radialmente externo del paquete 3 de chapas, en el centro entre las dos cabezas 2 de bobina están dispuestos igualmente al menos ocho sensores 6 de vibración de paquete de chapas dispuestos uniformemente por el perímetro del paquete 3 de chapas. Al prever en cada caso ocho sensores 5, 6 de vibración puede registrarse la forma propia de la vibración en la respectiva posición axial del estator 1 con una exactitud suficiente. En principio también es posible disponer sensores de vibración de paquete de chapas en posiciones axiales adicionales. Los sensores 5, 6 de vibración pueden registrar desviaciones, velocidades y/o aceleraciones en función del tiempo. Es según la invención que los sensores 5, 6 de vibración registren las magnitudes de medición de vibraciones al mismo tiempo. Preferiblemente, en cada caso se registran las desviaciones, velocidades y/o aceleraciones que aparecen en dirección radial. A partir de estos datos pueden reconstruirse entonces las formas de vibración en funcionamiento y las frecuencias para las vibraciones de ambas cabezas 2 de bobina y del paquete 3 de chapas en la posición axial, en el que están dispuestos los sensores 6 de vibración de paquete de chapas.

40 En las figuras 2 a 4 están representadas las vibraciones del estator 1 en tres estados de funcionamiento diferentes de la máquina eléctrica. Las vibraciones se caracterizan porque en el transcurso de las vibraciones las secciones transversales originariamente redondas del estator 1 se ovalizan para dar una elipse. Las figuras 2 a 4 muestran en cada caso una sección 14 transversal de cabeza de bobina a través de una de las cabezas 2 de bobina y una sección 15 transversal de paquete de chapas en la posición axial, en la que en la figura 1 están dispuestos los sensores 6 de vibración de paquete de chapas. Las secciones 14, 15 transversales se registran en un momento de las vibraciones, en el que las secciones 14, 15 transversales en las figuras 2 a 4 son elípticas. Las secciones 14, 15 transversales elípticas presentan en cada caso un eje 18 principal y un punto central, que se encuentra sobre el eje 4 de máquina.

45 Cada uno de los tres estados de funcionamiento de las figuras 2 a 4 se describe en cada caso mediante un diagrama 19 de vectores. Cada uno de los tres estados de funcionamiento se caracteriza por un vector 8 de tensión de rueda polar, un vector 9 de tensión de estator y un vector 10 de corriente, que se encuentran en cada caso en un plano 20 de números complejos y parten del origen 21 del plano 20 de números complejos. En los diagramas 19 de vectores está representado igualmente en cada caso un vector 13 de producto de corriente de reactancia, que une entre sí las puntas del vector 8 de tensión de rueda polar y del vector 9 de tensión de estator. El vector 13 de producto de corriente de reactancia es el producto de la reactancia (reactancia efectiva) y la corriente.

55 Entre el vector 8 de tensión de rueda polar y el vector 9 de tensión de estator está formado un ángulo 11 de rueda polar y entre el vector 9 de tensión de estator y el vector de corriente está formado un ángulo 12 de fase. En el caso en el que la máquina eléctrica se encuentre en marcha en vacío, el ángulo de rueda polar es cero. En el caso en el que la máquina eléctrica se encuentra en funcionamiento como generador, el vector 8 de tensión de rueda polar gira delante del vector 9 de tensión de estator, en el caso en el que la máquina eléctrica se encuentra en funcionamiento como motor, el vector 8 de tensión de rueda polar gira detrás del vector 9 de tensión de estator. En las figuras 2 a 4

5 está representado el caso del funcionamiento como generador, con el vector 8 de tensión de rueda polar, que en comparación con el vector 9 de tensión de estator está girado en sentido horario y con un ángulo 11 de rueda polar con forma aguda. El ángulo 11 de rueda polar es una medida de la potencia activa de la máquina eléctrica. En el caso en el que la máquina eléctrica proporciona corriente a consumidores inductivos o capacitivos, el ángulo 12 de fase adopta valores distintos de cero. Esto significa que la corriente eléctrica y la tensión eléctrica presentan fases desplazadas una respecto a otra. El ángulo 12 de fase es una medida de la potencia reactiva de la máquina eléctrica.

10 Los tres estados de funcionamiento de las figuras 2 a 4 se caracterizan en cada caso por diferentes ángulos 11 de rueda polar y ángulos 12 de fase. A este respecto, los tres estados de funcionamiento representan estados de funcionamiento, por los que se pasa al arrancar la máquina eléctrica. En el primer estado de funcionamiento de la figura 2, los ejes 18 principales de ambas secciones 14, 15 transversales elípticas forman un ángulo recto. En el segundo estado de funcionamiento de la figura 3, las dos secciones 14, 15 transversales elípticas forman un ángulo agudo. En el tercer estado de funcionamiento de la figura 4, los ejes principales de las dos secciones 14, 15 transversales elípticas se encuentran uno encima de otro. Este tercer estado de funcionamiento se caracteriza porque la vibración del núcleo 3 de arrollamiento y la vibración de la cabeza de bobina presentan esencialmente la misma inclinación de elipse y están en la misma fase. Por tanto, este tercer estado de funcionamiento es un estado de funcionamiento crítico y se evita mediante el procedimiento según la invención mediante una variación de la potencia reactiva. También se obtiene como resultado estados de funcionamiento críticos cuando las vibraciones de ambas cabezas 2 de bobina presentan esencialmente la misma inclinación de elipse y están en la misma fase.

20 Preferiblemente, el procedimiento según la invención para hacer funcionar una máquina eléctrica que presenta un estator 1 con un arrollamiento de conductores eléctricos, que presenta dos cabezas 2 de bobina opuestas, debe realizarse de la siguiente manera: registrar al mismo tiempo magnitudes de medición de vibraciones por medio de doce puntos de medición distribuidos uniformemente por el perímetro de cada una de las cabezas de bobina y dispuestos en cada caso en la misma posición axial, con las que pueden determinarse los modos de vibración en elipse de ambas cabezas 2 de bobina en función del tiempo; registrar al mismo tiempo magnitudes de medición de vibraciones por medio de doce puntos de medición distribuidos uniformemente por el perímetro del paquete de chapas y dispuestos en el centro entre las dos cabezas 2 de bobina, con las que puede determinarse el modo de vibración en elipse del paquete 3 de chapas en función del tiempo; determinar las inclinaciones de las elipses y de las posiciones de fase de los modos de vibración en elipse de ambas cabezas 2 de bobina y del paquete 3 de chapas; - detectar estados de funcionamiento críticos de la máquina eléctrica, en los que las inclinaciones de las elipses y las posiciones de fase de los modos de vibración en elipse de ambas cabezas 2 de bobina o del paquete 3 de chapas y de al menos una de las cabezas 2 de bobina son esencialmente iguales; hacer funcionar la máquina eléctrica de tal manera que se evitan los estados de funcionamiento críticos por medio de una variación de la potencia reactiva de la máquina eléctrica.

35 Aunque la invención se ha ilustrado detalladamente y se ha descrito mediante el ejemplo de realización preferido, la invención no está limitada por los ejemplos dados a conocer y el experto en la técnica puede deducir de los mismos otras variaciones, sin abandonar el alcance de protección de la invención, tal como se define mediante las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para hacer funcionar una máquina eléctrica que presenta un estator (1) con un arrollamiento de conductores eléctricos, que presenta dos cabezas (2) de bobina opuestas, caracterizado por las etapas de:
- 5 - registrar al mismo tiempo magnitudes de medición de vibraciones con las que pueden determinarse los modos de vibración en elipse de ambas cabezas (2) de bobina en función del tiempo;
- determinar las inclinaciones de las elipses y las posiciones de fase de los modos de vibración en elipse de ambas cabezas (2) de bobina;
- detectar estados de funcionamiento críticos de la máquina eléctrica, en los que las inclinaciones de las elipses y las posiciones de fase de los modos de vibración en elipse de ambas cabezas de bobina son esencialmente iguales;
- 10 - hacer funcionar la máquina eléctrica de tal manera que los estados de funcionamiento críticos se evitan por medio de una variación de la potencia reactiva de la máquina eléctrica.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que las magnitudes de medición de vibraciones de las cabezas (2) de bobina se registran en al menos ocho y como máximo doce puntos (5) de medición distribuidos uniformemente por el perímetro de cada una de las cabezas (2) de bobina y dispuestos en cada caso en la misma posición axial.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que el estator (1) presenta un paquete (3) de chapas y el procedimiento presenta las siguientes etapas:
- registrar magnitudes de medición de vibraciones, con las que puede determinarse el modo de vibración en elipse del paquete (3) de chapas en función del tiempo y al mismo tiempo con el registro de las magnitudes de medición de vibraciones, con las que pueden determinarse los modos de vibración en elipse de ambas cabezas (2) de bobina;
- 20 - detectar estados de funcionamiento críticos adicionales de la máquina eléctrica, en los que las inclinaciones de las elipses y las posiciones de fase de los modos de vibración en elipse del paquete (3) de chapas y de al menos una de las cabezas(2) de bobina son esencialmente iguales;
- hacer funcionar la máquina eléctrica de tal manera que los estados de funcionamiento críticos adicionales se evitan por medio de una variación de la potencia reactiva.
- 25 4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que las magnitudes de medición de vibraciones del paquete (3) de chapas se registran en una posición axial, que se encuentra en el centro entre las dos cabezas (2) de bobina.
5. Procedimiento según la reivindicación 3 ó 4, en el que las magnitudes de medición de vibraciones del paquete (3) de chapas se registran en al menos ocho y como máximo doce puntos (6) de medición distribuidos uniformemente por el perímetro del núcleo (3) de arrollamiento y dispuestos en la misma posición axial.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, con las etapas de:
- registrar el ángulo (11) de rueda polar y el ángulo (12) de fase de la máquina eléctrica;
- crear un diagrama característico, en el que están representados los estados de funcionamiento críticos y los críticos adicionales de la máquina eléctrica en función del ángulo de rueda polar y del ángulo de fase, y evitar estos estados de funcionamiento mediante el diagrama característico.
- 35 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el procedimiento para determinar los modos de vibración en elipse presenta la etapa de:
- transformar las magnitudes de medición de vibraciones en un espectro de frecuencias.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que las magnitudes de medición de vibraciones son desviaciones, velocidades y/o aceleraciones de los puntos (5, 6) de medición.
- 40 9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que se registran las desviaciones que aparecen en dirección radial, las velocidades que aparecen en dirección radial y/o las aceleraciones que aparecen en dirección radial.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que los estados de funcionamiento críticos y/o los estados de funcionamiento críticos adicionales se evitan mediante una variación de la potencia activa.

FIG 1

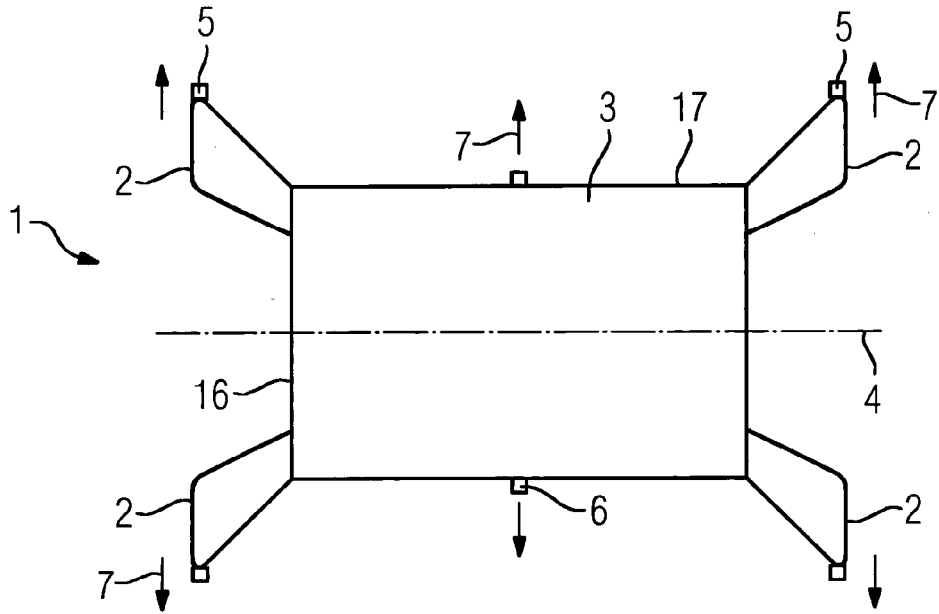


FIG 2

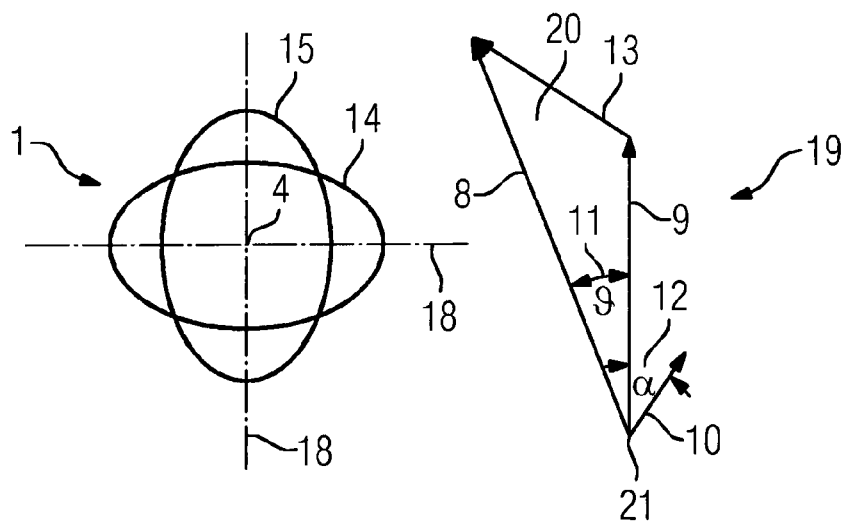


FIG 3

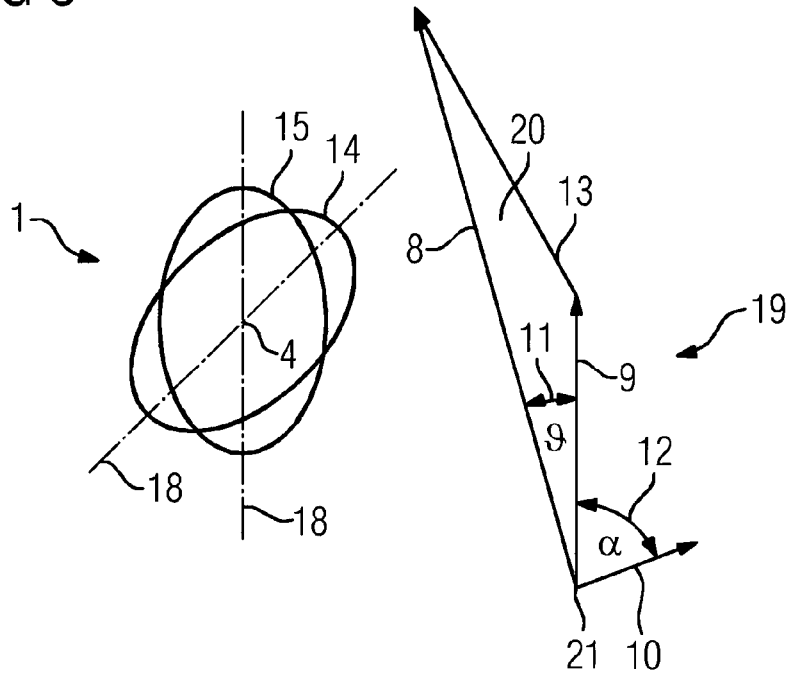


FIG 4

