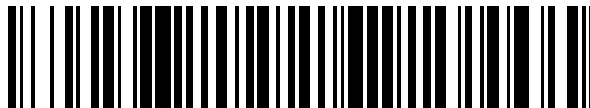


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 626 298**

51 Int. Cl.:

G05B 19/4063 (2006.01)

G05B 23/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.07.2012 PCT/EP2012/063814**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.02.2013 WO13020777**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.07.2012 E 12745426 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017 EP 2705411**

54 Título: **Procedimiento para la visualización apoyada por ordenador de un árbol de faltas de un sistema técnico**

30 Prioridad:

08.08.2011 DE 102011080622

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

24.07.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**JOANNI, ANDREAS;
MONTRONE, FRANCESCO;
MÄCKEL, OLIVER;
RÜTHER, BJÖRN y
WEIL, TOBIAS**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 626 298 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 LA VISUALIZACIÓN APOYADA POR ORDENADOR DE UN ÁRBOL DE FALTAS DE UN SISTEMA TÉCNICO

DESCRIPCIÓN

- 5 La invención se refiere a un procedimiento y a un equipo para la visualización apoyada por ordenador de un árbol de faltas de un sistema técnico.
- 10 Por el estado de la técnica se conoce el análisis del comportamiento en fallo de un sistema técnico basándose en los llamados árboles de faltas. Un árbol de faltas representa al respecto una estructura jerárquica de nodos, que representan componentes de un sistema técnico o bien combinaciones de estos componentes, que están combinados mediante operadores lógicos. A un nodo puede asociarse un evento de fallo del correspondiente componente técnico o bien de la combinación de componentes técnicos y mediante las combinaciones por medio de operadores lógicos puede deducirse, basándose en ello, si falla el sistema técnico como conjunto o bien qué partes del sistema técnico fallan. Usualmente se representa visualmente un árbol de faltas también como una estructura jerárquica en árbol. No obstante entonces es un inconveniente que con esta representación no se transmite en qué medida componentes técnicos individuales o bien combinaciones de componentes técnicos son relevantes en relación con el comportamiento en fallo del sistema técnico.
- 15
- 20 El documento EP 1 703 350 A1 da a conocer un procedimiento para generar un modelo de diagnóstico para un sistema de automatización, en el que los componentes de la automatización se representan mediante nodos del modelo y las relaciones funcionales y/o físicas entre los componentes de la automatización se representan mediante combinaciones de los correspondientes nodos del modelo dentro del modelo de diagnóstico.
- 25 En el documento de Rober Bordley "Representing Trees Using Microsoft Doughnut Charts" (representación de árboles utilizando gráficos de anillos de Microsoft), 1 enero 2002 se describe la representación de un árbol de decisiones basándose en segmentos anulares concéntricos, representando cada segmento anular un nodo en el árbol de decisión y representando el tamaño del segmento anular una probabilidad o bien un resultado financiero.
- 30 El documento EP 2 149 825 A1 describe un navegador de proyecto para la representación jerárquica de objetos de tecnología sobre un dispositivo de visualización, estando interconectados los objetos de tecnología entre sí y modelando una máquina con control de sincronización en cascada.
- 35 Es objetivo de la invención lograr una visualización apoyada por ordenador de un árbol de faltas de un sistema técnico que transmita a un usuario de manera sencilla e intuitiva, además de la estructura del árbol de faltas, también informaciones más detalladas relativas al comportamiento en fallo del sistema técnico.
- 40 Este objetivo se logra mediante el procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 y/o el equipo de acuerdo con la reivindicación 18. En las reivindicaciones dependientes se definen perfeccionamientos de la invención.
- 45 El procedimiento de acuerdo con la invención visualiza un árbol de faltas de un sistema técnico que incluye una pluralidad de componentes técnicos, describiendo el árbol de faltas, de manera de por sí conocida, una estructura jerárquica de varios nodos dispuestos en niveles jerárquicos, que representan respectivos componentes técnicos o bien una combinación de varios componentes técnicos. Los varios componentes técnicos de una combinación están combinados entonces mediante uno o varios operadores lógicos. Un tal árbol de faltas describe el comportamiento en fallo del sistema técnico en función del fallo de los componentes técnicos o combinaciones de componentes técnicos representados por los nodos.
- 50 En el marco del procedimiento de acuerdo con la invención está prescrita para cada nodo una medida de su contribución, pudiendo realizarse la determinación de esta medida de la contribución dado el caso también mediante el procedimiento de acuerdo con la invención. La medida de la contribución describe al respecto la contribución del componente técnico o combinación de componentes técnicos representados por el nodo al comportamiento en fallo del sistema técnico. La medida de la contribución puede estar elegida de diversas maneras y más abajo se describen ejemplos de realización de una tal medida de la contribución.
- 55 En el marco de la invención se representa al menos una parte de la estructura jerárquica del árbol de faltas mediante una representación visual, que incluye una pluralidad de segmentos anulares dispuestos concéntricamente, representando cada segmento anular un nodo y encontrándose el nivel jerárquico en el que está situado el nodo en el árbol de faltas tanto más abajo cuanto más hacia fuera esté dispuesto el segmento anular en la representación visual respecto al centro común de todos los segmentos anulares. Entonces se reproduce mediante la longitud del correspondiente segmento anular en dirección perimetral la magnitud de la medida de la contribución del nodo representado mediante el correspondiente segmento anular. Además se separan visualmente entre sí los segmentos anulares mediante muescas en los correspondientes anillos.
- 60 Con la representación de acuerdo con la invención del árbol de faltas mediante los correspondientes segmentos anulares puede reproducirse de manera sencilla e intuitiva por un lado la estructura jerárquica del árbol de faltas y por otro las contribuciones de los correspondientes componentes técnicos o bien combinaciones de componentes técnicos al comportamiento en fallo del sistema técnico.
- 65

5 En una forma de realización especialmente preferente pertenece un correspondiente segmento anular a un anillo de un cierto número de anillos dispuestos concéntricamente, representando cada anillo un nivel jerárquico del árbol de faltas que se encuentra tanto más abajo cuanto más fuera esté dispuesto el anillo. Un anillo correspondiente incluye así un cierto número de segmentos anulares correspondiente al número de nodos en el respectivo nivel jerárquico. De esta manera se transmite con especial sencillez de forma visual la asociación de los segmentos anulares a niveles de jerarquía del árbol de faltas. Los anillos a los que pertenecen los segmentos anulares no necesitan entonces reproducirse visualmente. Pero no obstante existe también la posibilidad de mostrar los anillos en la representación visual.

10 En otra variante adicional del procedimiento de acuerdo con la invención, los segmentos anulares que se encuentran contiguos a un respectivo segmento anular más hacia fuera dentro del sector circular formado por el correspondiente segmento anular, son nodos hijo del nodo que se representa mediante el correspondiente segmento anular. De esta manera se transmiten también en la representación visual las relaciones padre-hijo de los nodos del árbol de faltas.

15 En otra forma de realización adicional, se prescriben o determinan en el marco del procedimiento, además de la medida de la contribución representada mediante la longitud de los segmentos anulares, una o varias medidas de la contribución adicionales. Estas medidas de la contribución representan otra contribución de los componentes técnicos o combinaciones de componentes técnicos representados por el nodo al comportamiento en fallo del sistema técnico.

20 En una forma de realización especialmente preferida son la medida de la contribución y/o las otras medidas de la contribución (siempre que se representen) en cada caso una de las siguientes magnitudes:

- 25 - la contribución del componente técnico o combinación de componentes técnicos representados por el nodo a la indisponibilidad, siendo la indisponibilidad una medida de la parte porcentual de un tiempo de funcionamiento prescrito del sistema técnico, representando la parte porcentual fallos del sistema técnico;
- la contribución del componente técnico o combinación de componentes técnicos representados por el nodo al tiempo de fallo y/o de reparación medio del sistema técnico;
- 30 - la contribución del componente técnico o combinación de componentes técnicos representados por el nodo a la tasa de fallos del sistema técnico.

35 Las correspondientes contribuciones pueden representarse por ejemplo mediante sensibilidades, tal como se muestra más en detalle en la descripción detallada. Una sensibilidad representa entonces la correspondiente modificación de la indisponibilidad o tiempo de fallo medio o tasa de fallos del sistema técnico completo en función de la modificación de la indisponibilidad o tiempo de fallo medio o tasa de fallos del correspondiente componente técnico o combinación de componentes técnicos.

40 Si en el procedimiento de acuerdo con la invención deben representarse una o varias medidas adicionales de la contribución además de la medida de la contribución codificada mediante la longitud de los segmentos anulares, entonces se transmite en una variante preferida de la invención, al menos para una parte de los nodos y en particular para nodos que representan un componente técnico (individual), la magnitud de la medida de la contribución adicional o de las medidas adicionales de la contribución adicionalmente en la representación visual. Esto puede realizarse por ejemplo indicando la magnitud de la medida adicional de la contribución o de las medidas adicionales de la contribución mediante una o varias barras, que en la representación visual pueden asociarse al correspondiente segmento anular. Esta asociación puede lograrse en una forma de realización preferente estando dispuestas la o las barras en el sector circular que está formado por el correspondiente segmento anular al que pertenecen la o las barras, estando posicionadas la o las barras con preferencia en la sección del segmento circular que se extiende radialmente hacia fuera desde el correspondiente segmento anular y/o extendiéndose la o las barras con preferencia en dirección radial con respecto al correspondiente segmento anular. De esta manera se le transmiten al usuario intuitivamente también las magnitudes de otras contribuciones al comportamiento en fallo del sistema técnico.

55 En otra variante preferida se reproduce la representación visual en una zona de indicación con forma circular. Si se combina esta representación con la reproducción de otras medidas de la contribución basadas en barras, entonces se colocan en una variante del procedimiento de acuerdo con la invención la o las barras tal que se extienden las barras desde el borde de la zona de indicación con forma circular radialmente hacia dentro.

60 En otra forma de realización se diferencian los segmentos anulares entre sí también según criterios predeterminados mediante distintos colores. Con preferencia se representan entonces segmentos anulares para nodos que representan un (único) componente técnico en el mismo color. Alternativa o adicionalmente pueden representarse segmentos anulares para nodos que representan una combinación de componentes técnicos dentro del mismo anillo en el mismo color y en distintos anillos en diversos colores, diferenciándose los colores de segmentos anulares para nodos que representan una combinación de componentes técnicos con preferencia del color de segmentos anulares para nodos que representan un (único) componente técnico. Con esta variante del procedimiento de acuerdo con la invención pueden diferenciarse de forma adecuada mediante la correspondiente codificación de color diversos niveles de jerarquía del árbol de faltas o bien diversas clases de nodos.

65 En otra variante adicional del procedimiento de acuerdo con la invención se representan en el centro de la representación visual informaciones de texto relativas al sistema técnico y en particular a su comportamiento en

fallo. Estas informaciones pueden contener por ejemplo el nombre del árbol de faltas o bien del sistema técnico, así como otras magnitudes, como por ejemplo la tasa de fallos del sistema técnico, el espacio de tiempo medio entre dos fallos en el sistema técnico y/o el tiempo medio de fallo del sistema técnico.

5 En otra forma de realización del procedimiento de acuerdo con la invención, no se representan en la presentación visual segmentos anulares cuyo tamaño es inferior a uno predeterminado, remitiéndose con preferencia mediante uno o varios símbolos predeterminados en la representación visual a tales segmentos anulares. Según esta forma de realización se tiene en cuenta el hecho de que en árboles de faltas muy complejos no hay resolución suficiente para que el usuario observe todos los nodos.

10 En otra variante adicional del procedimiento de acuerdo con la invención se reproducen o pueden reproducirse en la representación visual informaciones de texto relativas al menos a una parte de los segmentos anulares. En particular se representan informaciones de texto como respuesta a una o varias interacciones del usuario. Por ejemplo puede mover un usuario mediante una interfaz de usuario un indicador (por ejemplo un indicador de ratón) sobre una superficie de visualización (por ejemplo un monitor), sobre la cual se realiza la representación visual del árbol de faltas. Si por ejemplo se encuentra el indicador sobre un segmento anular, pueden darse automáticamente o basándose en otra interacción adicional del usuario (por ejemplo clic de ratón) informaciones relativas al segmento anular, como por ejemplo el nombre del componente técnico o bien del módulo compuesto por varios componentes técnicos.

20 El procedimiento de acuerdo con la invención puede utilizarse para visualizar cualesquiera árboles de faltas. En una variante preferida se describe con el árbol de faltas un sistema técnico en forma de una instalación de automatización, en particular de una instalación para la automatización industrial (por ejemplo para la fabricación de productos o realización de procesos) o una instalación para la automatización de la energía.

25 Además del procedimiento antes descrito, se refiere la invención a un equipo para la visualización apoyada por ordenador de un árbol de faltas de un sistema técnico que incluye un equipo de visualización y un equipo de ordenador, generando el equipo de ordenador señales para el equipo de visualización tal que el árbol de faltas se visualiza según el procedimiento antes descrito o bien una o varias variantes del procedimiento antes descrito sobre el equipo de visualización.

30 A continuación se describen detalladamente ejemplos de realización de la invención en base a las figuras adjuntas.

35 Se muestra en:

figura 1 una representación que reproduce una forma de realización de una visualización de acuerdo con la invención de un árbol de faltas, así como el correspondiente árbol de faltas;

figura 2 una representación análoga a la de la figura 1, que muestra la asociación de los distintos nodos del árbol de faltas a los segmentos anulares de las representaciones visuales y

40 figura 3 una representación que reproduce un segundo ejemplo de realización de una visualización de acuerdo con la invención de un árbol de faltas.

45 A continuación se describe en base a la figura 1 para un árbol de faltas de estructura sencilla una forma de realización de una visualización de este árbol de faltas de acuerdo con la invención. El árbol de faltas se designa aquí con FB y sirve para describir los fallos de un sistema técnico en función de los fallos de componentes técnicos individuales del sistema técnico o bien combinaciones de componentes técnicos del sistema técnico. La confección de un tal árbol de faltas se conoce de por sí y no es objeto de la invención.

50 El sistema técnico completo se representa en el árbol de faltas FB mediante una raíz W, representada en la figura 1 como triángulo. El concepto de sistema técnico completo ha de entenderse aquí en sentido amplio y puede representar en particular también un sistema parcial de un sistema mayor. El sistema representado por la raíz W incluye un conjunto de componentes técnicos individuales o combinaciones de componentes técnicos que se representan mediante nodos. Estos nodos están enmallados en una estructura jerárquica, con lo que se describe el comportamiento del sistema técnico al fallar componentes o bien combinaciones de componentes.

55 En el árbol de faltas FB está previsto un primer nivel jerárquico H1 y un segundo nivel jerárquico H2. En el nivel jerárquico H2 se encuentran cuatro nodos N1, N2, N3 y N4, que representan componentes técnicos individuales y con ello las unidades más pequeñas en relación con el árbol de faltas representado. Al respecto se representa la combinación de componentes técnicos N1 y N2 mediante un nodo N5 en el siguiente nivel jerárquico más elevado H1 y por el contrario la combinación de componentes técnicos N3 y N4 se representa mediante el nodo N6 en el nivel jerárquico H1. Los nodos N5 y N6 pueden representar dado el caso el correspondiente módulo en el sistema técnico, el cual está compuesto por los componentes N1 y N2, así como N3 y N4, respectivamente. Además representan los distintos nodos N5 y N6 una combinación lógica de los nodos hijo N1 y N2, así como N3 y N4, respectivamente, por ejemplo una combinación OR (O) o una combinación AND (Y). Mediante tales operadores lógicos se realiza una combinación de los eventos básicos representados por los nodos N1 a N4, representando un evento básico el fallo del componente técnico correspondiente. Si está realizada en el nodo N5 por ejemplo una puerta OR, esto significa que siempre que falle uno de los componentes técnicos representados por los nodos N1 y N2, ello origina también el fallo del nodo N5. En la raíz W están combinados los nodos N5 y N6 a su vez lógicamente de manera adecuada. Si la combinación lógica es de nuevo una combinación OR, entonces un fallo del nodo N1 o

del nodo N2 origina el fallo del nodo N5 y con ello, debido a la combinación OR en la raíz W, también de todo el sistema técnico.

5 Dentro del árbol de faltas FB están archivados para los distintos nodos otros parámetros, que describen el comportamiento en fallo de los nodos y con ello de los componentes técnicos o combinaciones de componentes técnicos representados por los nodos. En la forma de realización aquí descrita están archivados para los nodos una indisponibilidad, una no-fiabilidad o bien una tasa de fallos, así como un tiempo medio de fallo o bien de reparación. La indisponibilidad es la diferencia entre el valor 1 y la disponibilidad, siendo la disponibilidad el cociente entre el tiempo de funcionamiento real del correspondiente nodo y el tiempo de funcionamiento prescrito. El tiempo de funcionamiento real se representa entonces mediante el tiempo medio MTBF entre dos fallos y el tiempo de funcionamiento prescrito mediante la suma del tiempo medio de fallo MDT y el tiempo medio entre dos fallos MTBF. La no-fiabilidad corresponde a la tasa de fallos, que es el valor recíproco del tiempo entre dos fallos MTBF antes citado.

15 En el marco de la forma de realización aquí descrita se determinan ahora para los distintos nodos sus contribuciones a la indisponibilidad o bien tasa de fallos o bien tiempo medio de fallo. Estas contribuciones significan sensibilidades que en función de una modificación de la indisponibilidad o bien tasa de fallos o bien tiempo medio de fallo para el correspondiente nodo, representan la modificación que de ello resulta de la indisponibilidad o bien tasa de fallos o bien tiempo medio de fallo para el sistema completo. Esta sensibilidades pueden describirse mediante la derivada parcial de la indisponibilidad o bien tasa de fallos o bien tiempo medio de fallo de todo el sistema técnico en función de la indisponibilidad o bien tasa de fallos o bien tiempo medio de fallo del correspondiente componente. Las sensibilidades que acabamos de describir, que representan formas de realización de las medidas de la contribución definidas en las reivindicaciones, se transmiten en el marco de la representación visual correspondiente a la invención del árbol de faltas a un observador, al menos en parte, tal como se describirá a continuación.

25 Una forma de realización de una representación visual de acuerdo con la invención para el árbol de faltas FB se representa en la parte izquierda de la figura 1. La representación visual está contenida entonces en un segmento con forma circular, que está limitado por el borde del círculo E. Los elementos contenidos en la representación están representados usualmente en color. La representación incluye un círculo interior C, cuya superficie del círculo está indicada por un rayado horizontal. Este círculo puede estar por ejemplo coloreado en negro y representa el sistema técnico en su totalidad, es decir, el círculo C puede identificarse con la raíz W del árbol de faltas FB. Alrededor del círculo se extienden dos anillos circulares, que a su vez están divididos en segmentos anulares individuales. Cada anillo circular representa entonces un nivel jerárquico del árbol de faltas. En particular se representa mediante el anillo circular interior, que limita con el círculo C, el nivel jerárquico H1 y mediante el anillo circular exterior contiguo al mismo, el nivel jerárquico H2.

35 Cada anillo está dividido en función de la cantidad de nodos en el nivel jerárquico en segmentos anulares. Es decir, cada segmento anular corresponde a un nodo del árbol de faltas FB. Para el anillo interior, que se muestra con línea de puntos, representa el segmento anular R5 el nodo N5 y el segmento anular R6 el nodo N6. Ambos segmentos se separan entonces visualmente uno de otro mediante dos muescas K, separando estas muescas también segmentos anulares del anillo exterior. Los segmentos anulares R5 y R6 se representan en una representación coloreada, por ejemplo en un color gris, utilizándose un color gris en la figura 1 siempre para los nodos que se refieren a combinaciones de componentes técnicos y no a componentes técnicos individuales.

45 Es esencial ahora para la invención que mediante la zona angular que abarcan los distintos segmentos anulares (es decir, mediante la longitud de los segmentos anulares en dirección perimetral) se exprese la magnitud de una de las medidas de la contribución antes descritas. La representación está entonces normalizada tal que la longitud de todos los segmentos anulares en un anillo corresponde a la suma de todas las sensibilidades de los nodos correspondientes. En la forma de realización de la figura 1 codifica la longitud de los segmentos anulares al respecto la correspondiente contribución del nodo a la indisponibilidad. No obstante, es posible también, en lugar de ello, representar las contribuciones a la tasa de fallos o bien al tiempo medio de fallo mediante la longitud de los segmentos anulares. Tal como puede verse en la figura 1, tiene el nodo N5 una aportación mayor a la indisponibilidad que el nodo N6.

55 Para transmitir ahora la estructura del árbol de faltas en el otro nivel jerárquico H2, se representan los correspondientes nodos hijo en el nivel jerárquico H2 en un sector circular, que abarca el correspondiente segmento anular del nodo padre. De esta manera se le transmite al observador de manera sencilla e intuitiva cómo esta constituido el árbol de faltas en los otros niveles de jerarquía. Dentro del sector circular que abarca el segmento R5 se sitúan en consecuencia segmentos anulares R1 y R2 que corresponden a los nodos N1 y N2 respectivamente. A su vez representa la longitud de los segmentos anulares la contribución del correspondiente nodo o bien del correspondiente componente técnico a la indisponibilidad del sistema técnico completo. Se observa al respecto que esta contribución es para el nodo N2 mayor que para el nodo N1. Análogamente se representan en el segmento circular que abarca el segmento anular R6, los correspondientes segmentos anulares R3 y R4, correspondiendo el segmento anular R3 al nodo N3 y el segmento anular R4 al nodo N4. Se observa su vez que al ser mayor el segmento R3, el nodo N3 tiene una contribución mayor a la indisponibilidad del sistema técnico que el nodo N4, cuyo segmento anular R4 tiene en dirección perimetral una extensión menor.

65 En analogía al anillo interior, se diferencian también visualmente entre sí los segmentos anulares del anillo exterior mediante muescas K. Los segmentos anulares del anillo exterior se representan en la forma de realización de la

figura 1 rayados y se visualizan en una representación en color en el mismo color, por ejemplo en verde. Mediante la representación en distintos colores de ambos anillos, puede transmitírsele visualmente al observador qué segmentos anulares se refieren a los componentes técnicos individuales del sistema técnico y qué segmentos anulares se refieren a combinaciones de estos componentes.

5 Tal como ya se ha mencionado, se representan las contribuciones a la indisponibilidad mediante las longitudes de los segmentos anulares. Para representar también las contribuciones antes descritas a la tasa de fallos o bien al tiempo medio de fallo, se utilizan en la representación visual de la figura 1 barras B y B', representando la barra B la contribución a la tasa de fallos y la barra B' la contribución al tiempo medio de fallo. Las barras se diferencian entonces visualmente entre sí. Por ejemplo pueden representarse la barra B' representada en negro en color violeta y la barra representada en blanco en color azul. Mediante la posición de las barras se le transmite al observador a qué segmento anular o bien a qué nodo se refieren las barras. Esto se realiza situando las barras correspondientes esencialmente en el centro en aquel sector circular que abarca un segmento anular para el cual se indican mediante las barras las correspondientes contribuciones. Las barras están dispuestas en la representación de la figura 1 en el borde exterior E y se extienden desde allí radialmente hacia dentro. Al respecto hay que tener en cuenta que con las barras se indican las correspondientes contribuciones siempre solamente para aquellos nodos que se representan mediante el anillo exterior de la representación, es decir, las barras representadas indican siempre las contribuciones para los distintos componentes técnicos en el nivel jerárquico H2.

20 Tal como se observa en la figura 1, pueden transmitirse con la representación del árbol de faltas basándose en segmentos anulares, de manera sencilla, tanto la estructura del árbol de faltas como también las contribuciones de los distintos componentes técnicos al comportamiento en fallo del sistema técnico. Un usuario detecta así rápidamente qué componentes o bien módulos aportan en el sistema técnico una contribución especialmente alta a un fallo del sistema técnico. Así pueden detectarse y comprobarse rápidamente puntos débiles en el sistema técnico.

25 La figura 2 muestra de nuevo una representación análoga a la de la figura 1, habiéndose dotado para mayor claridad de referencias sólo en parte los elementos representados individualmente. La figura 2 muestra de nuevo la asociación de los distintos nodos del árbol de faltas a los correspondientes elementos anulares de la representación visual del árbol de faltas. Esto se pone de relieve mediante las correspondientes flechas P que se extienden desde el nodo hasta el segmento anular, mediante el cual se representa cada nodo en la representación visual.

30 La forma de realización descrita en la figura 1 y en la figura 2 muestra la representación visual de un árbol de faltas muy sencillo, para describir así de forma especialmente patente las características esenciales de la invención. Usualmente tienen los árboles de faltas una estructura esencialmente más compleja e incluyen un gran número de niveles de jerarquía, así como de nodos o componentes técnicos allí situados. Esto se muestra de nuevo en base a la figura 3, que representa otra forma de realización de una representación visual de acuerdo con la invención, que se basa en un árbol de faltas más grande. A excepción de pequeñas diferencias de detalle, se utilizan al respecto los mismos elementos para la representación del árbol de faltas, es decir, el árbol de faltas se representa de nuevo mediante los correspondientes segmentos anulares, representando la longitud de los segmentos anulares una medida de la contribución del correspondiente nodo a la indisponibilidad.

35 En analogía a la figura 1, se representa el árbol de faltas de nuevo dentro de un círculo con el borde E. A diferencia de la figura 1, se representan ahora en el centro de la representación visual, que está rodeada por el anillo más interior compuesto por segmentos anulares, otras informaciones relativas al sistema técnico. En particular se identifica mediante "modelo 2" el correspondiente árbol de faltas o bien el sistema técnico representado mediante el árbol de faltas. Además se representan para el sistema técnico completo la tasa de fallos A, el tiempo medio entre dos fallos MTBF y el tiempo medio de fallo MDT. La tasa de fallo A se encuentra entonces en 93,922 %, el tiempo medio entre dos fallos en 829 horas y el tiempo medio de fallo en 54 horas. Para mayor claridad no se han dotado de referencias todos los distintos segmentos anulares de la representación de la figura 3. Pese a ello, puede verse que se muestran algunos segmentos anulares rayados, análogamente a en la figura 2 y por el contrario otros segmentos anulares están rellenos con puntos. Los segmentos anulares rayados, que sólo están dotados parcialmente de la referencia R, corresponden al respecto a nodos que se refieren a componentes técnicos individuales y que análogamente a la figura 1 se muestran en una representación coloreada, por ejemplo en verde. Por el contrario los segmentos anulares con las superficies de puntos, que sólo están dotados parcialmente de la referencia R', se representan, análogamente a en la figura 1, en un color gris. La densidad de los puntos en los distintos segmentos muestra entonces cómo de gris es el correspondiente segmento. Es decir, cuanto mayor sea la densidad de puntos, tanto más oscuro es el nivel de gris correspondiente. Dentro de un anillo se utiliza entonces el mismo nivel de gris, con lo que se transmite visualmente qué segmentos anulares pertenecen al mismo nivel jerárquico. Análogamente a en la figura 1, los segmentos anulares R son nodos del árbol de faltas que no representan un componente técnico individual, sino una combinación de varios componentes que están combinados mediante los correspondientes operadores lógicos.

60 En la figura 3 se separan visualmente a su vez entre sí los distintos segmentos anulares mediante las correspondientes muescas en los distintos anillos. Además se transmite visualmente, junto a la contribución a la indisponibilidad codificada mediante la longitud de los segmentos anulares, también otra medida a la contribución, que se representa mediante las correspondientes barras B. La longitud de las distintas barras B dotadas sólo parcialmente de referencias, representa entonces la magnitud de la correspondiente medida adicional de la contribución. La asociación de las barras a los segmentos anulares se realiza estando situadas las barras en el

centro sobre aquellos segmentos anulares a los que se refieren las mismas. Análogamente a en la figura 1, se extienden las barras de nuevo en dirección radial, pero ahora no desde el borde E hacia dentro, sino desde los segmentos anulares hacia fuera, hacia el borde E. Las otras medidas de la contribución se representan entonces sólo para aquellos nodos que representan componentes técnicos individuales en el sistema técnico.

5 Puesto que el sistema técnico mostrado mediante la representación de la figura 3 presenta una pluralidad de componentes, ya no pueden representarse visualmente en determinadas circunstancias componentes o nodos técnicos con medidas de contribución muy pequeñas. En este caso se transmite mediante símbolos S en forma de puntos la información de que el correspondiente segmento anular contiene otras subdivisiones que no pueden reproducirse. Los símbolos S se encuentran entonces próximos al borde exterior del correspondiente segmento anular en una de sus esquinas y tienen con preferencia el mismo color que los segmentos anulares R (por ejemplo verde). Mediante estos símbolos obtiene así el usuario la información de que el correspondiente segmento anular al lado del cual se encuentran los símbolos, no contiene un único componente técnico, sino varios componentes técnicos, que no obstante tienen medidas de contribución muy pequeñas, que no puede representarse con la resolución elegida.

10 En la representación de la figura 3 se representan las barras B en negro, siendo las barras en una representación en color por ejemplo azules o presentando dado el caso también otro color. El color de las barras debe diferenciarse entonces de los colores de los segmentos anulares. Además se muestra en la representación de la figura 3 el fondo dentro del borde E con forma circular que va alrededor en blanco. En una representación en color podría haberse elegido para este fondo también otro color, por ejemplo podría estar representado en negro. En este caso se representa el texto en el centro de la representación correspondientemente en blanco, para diferenciarse del fondo. En la forma de realización de la figura 3 se representa sólo una única medida de contribución adicional mediante barras B. Dado el caso puede representarse también visualmente otra medida de contribución más. Para ello puede utilizarse por ejemplo el posicionado de barras elegido en la figura 1. Es decir, la medida de contribución adicional puede representarse mediante barras, que se extienden desde el borde E de la representación en dirección radial hacia dentro hasta el segmento anular al que se refiere la correspondiente barra. Tales barras pueden representarse por ejemplo en blanco cuando el fondo es negro.

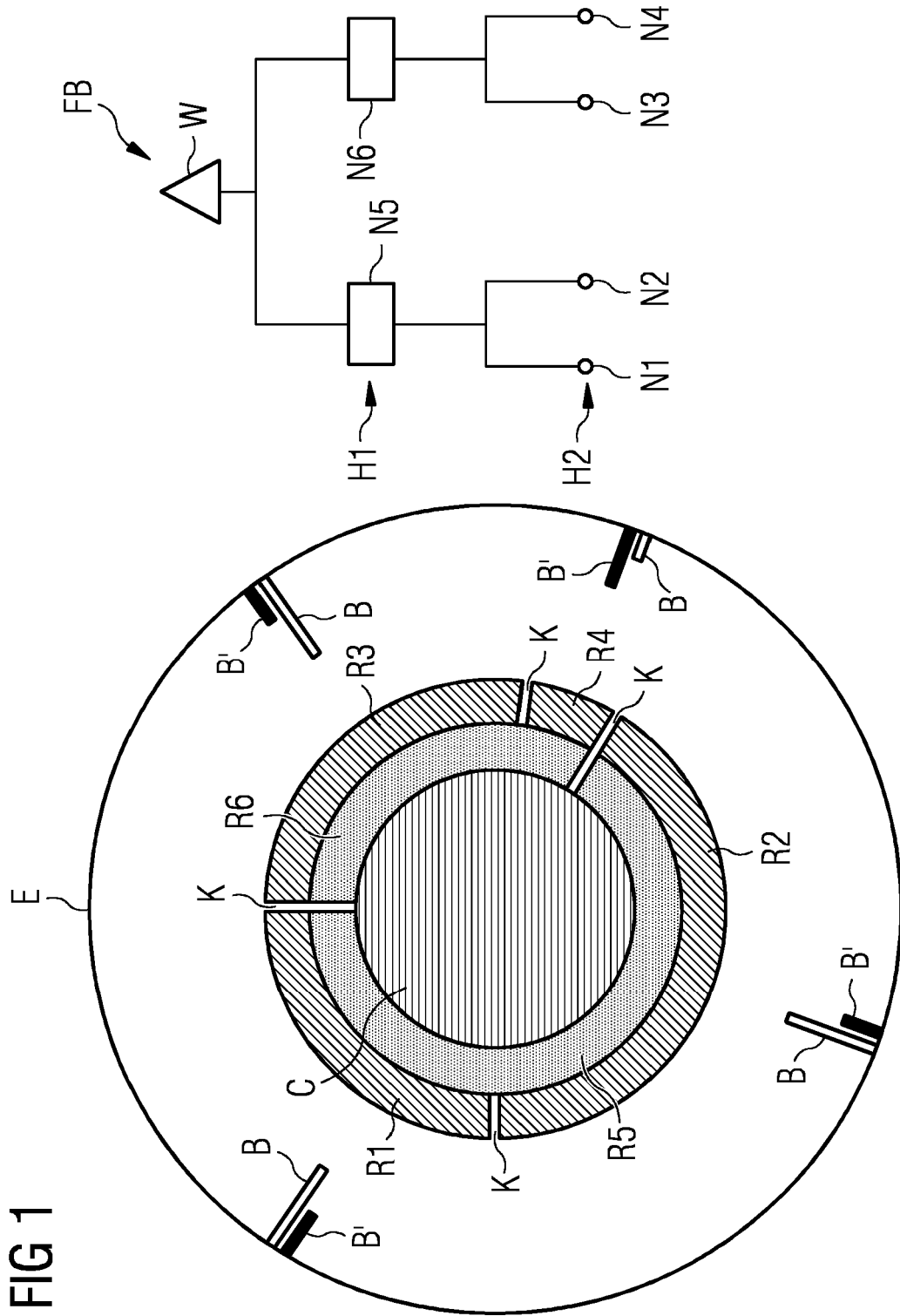
25 La representación visual descrita en base a las figuras 1 a 3 de un árbol de faltas se le presenta al usuario en un equipo de visualización adecuado, en particular en un monitor en color. Con un procedimiento apoyado por ordenador se genera entonces a partir del árbol de faltas y de las correspondientes medidas de contribución, la representación visual a modo de un iris sobre el monitor. La representación transmite al usuario de manera sencilla por un lado la estructura del árbol de faltas y por otro también las correspondientes contribuciones de los nodos del árbol de faltas al comportamiento en fallo del sistema técnico. Basándose en ello puede evaluar el usuario rápidamente el sistema técnico, pudiendo detectarse bien los correspondientes puntos débiles y sometiéndolos a continuación a otro análisis adicional.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la visualización apoyada por ordenador de un árbol de faltas (FB) de un sistema técnico que incluye una pluralidad de componentes técnicos, describiendo el árbol de faltas (FB) una estructura jerárquica de varios nodos (N1, N2, ..., N6) dispuestos en niveles jerárquicos (H1, H2), que representan respectivos componentes técnicos o combinaciones de varios componentes técnicos, que están combinados mediante uno o varios operadores lógicos,
- 10 en el que mediante el árbol de faltas (FB) se representa el comportamiento en fallo del sistema técnico en función del fallo de los componentes técnicos o combinaciones de componentes técnicos representados por los nodos (N1, N2, ..., N6),
- en el que para cada nodo (N1, N2, ..., N6) se prescribe o determina una medida de su contribución, que representa la contribución del componente técnico o combinación de componentes técnicos representados por el nodo (N1, N2, ..., N6) al comportamiento en fallo del sistema técnico, en el que:
- 15 - al menos una parte de la estructura jerárquica del árbol de faltas (FB) se representa mediante una representación visual, que incluye una pluralidad de segmentos anulares (R1, R2, ..., R6) dispuestos concéntricamente, representando cada segmento anular (R1, R2, ..., R6) un nodo (N1, N2, ..., N6) en el árbol de faltas (FB) y encontrándose el nivel jerárquico en el que está situado el nodo (N1, N2, ..., N6) en el árbol de faltas (FB) tanto más abajo cuanto más hacia fuera esté dispuesto el segmento anular (R1, R2, ..., R6) en la representación visual;
- 20 - representando la longitud del correspondiente segmento anular (R1, R2, ..., R6) en dirección perimetral la magnitud de la medida de la contribución del nodo (N1, N2, ..., N6) representado mediante el correspondiente segmento anular,
- una o varias medidas de contribución adicionales para el nodo representado por el correspondiente segmento anular se representan mediante una o varias barras (B, B') que se extienden hacia dentro o hacia fuera en dirección radial con respecto al correspondiente segmento anular.
- 25
- 30 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el correspondiente segmento anular (R1, R2, ..., R6) pertenece a un anillo de un cierto número de anillos dispuestos concéntricamente, representando cada anillo un nivel jerárquico (H1, H2) del árbol de faltas que se encuentra tanto más abajo cuanto más fuera esté dispuesto el anillo.
- 35 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que los segmentos anulares (R1, R2, ..., R6) contiguos a un respectivo segmento anular (R1, R2, ..., R6) situados más hacia fuera dentro del sector circular formado por el correspondiente segmento anular (R1, R2, ..., R6), son nodos hijo del nodo (N1, N2, ..., N6) que se representa mediante el correspondiente segmento anular (R1, R2, ..., R6).
- 40 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que para al menos una parte de los nodos (N1, N2, ..., N6) se prescriben o determinan una o varias medidas de la contribución adicionales que representan otra contribución de los componentes técnicos o combinaciones de componentes técnicos representados por el nodo (N1, N2, ..., N6) al comportamiento en fallo del sistema técnico.
- 45 5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que la medida de la contribución y/o las otras medidas de la contribución son en cada caso una de las siguientes magnitudes:
- 50 - la contribución del componente técnico o combinación de componentes técnicos representados por el nodo (N1, N2, ..., N6) a la indisponibilidad, siendo la indisponibilidad una medida de la parte porcentual de un tiempo de funcionamiento prescrito del sistema técnico, representando la parte porcentual fallos del sistema técnico;
- la contribución del componente técnico o combinación de componentes técnicos representados por el nodo (N1, N2, ..., N6) al tiempo de fallo medio del sistema técnico;
- 55 - la contribución del componente técnico o combinación de componentes técnicos representados por el nodo (N1, N2, ..., N6) a la tasa de fallos del sistema técnico.
- 60 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, cuando es dependiente de la reivindicación 4, en el que al menos para una parte de los nodos (N1, N2, ..., N6) y en particular para nodos (N1, N2, ..., N6) que representan un componente técnico, se transmite la magnitud de la o de las otras medida/s adicional/es de la contribución en la representación visual.
- 65 7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la magnitud de la medida adicional o de las medidas adicionales de la contribución se indica mediante la longitud de una o de las varias barras (B, B'), que en la representación visual pueden asociarse al correspondiente segmento anular (R1, R2, ..., R6).
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7,

en el que la o las barras (B, B') están dispuestas en el sector circular que está formado por el correspondiente segmento anular (R1, R2, ..., R6) al que pertenecen la o las barras (B, B'), estando posicionadas la o las barras (B, B') con preferencia en la sección del segmento circular que se extiende radialmente hacia fuera desde el correspondiente segmento anular (R1, R2, ..., R6).

- 5
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que la representación visual se reproduce en una zona de indicación con forma circular.
- 10
10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8 y 9, en el que la o las barras (B, B') se extienden desde el borde (E) de la zona de indicación con forma circular radialmente hacia dentro.
- 15
11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que se separan visualmente entre sí los segmentos anulares (R1, R2, ..., R6) mediante muescas (K) en los correspondientes anillos.
- 20
12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que los segmentos anulares (R1, R2, ..., R6) se diferencian entre sí según criterios predeterminados mediante distintos colores.
- 25
13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, en el que segmentos anulares para nodos (N1, N2, ..., N6) que representan un componente técnico, se representan en el mismo color y/o segmentos anulares para nodos que representan una combinación de componentes técnicos dentro del mismo anillo, se representan en el mismo color y en distintos anillos en diversos colores, diferenciándose el color de segmentos anulares (R1, R2, ..., R6) para nodos que representan una combinación de componentes técnicos, con preferencia del color de segmentos anulares (R1, R2, ..., R6) para nodos (N1, N2, ..., N6) que representan un componente técnico.
- 30
14. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que en el centro de la representación visual se representan informaciones de texto relativas al sistema técnico y en particular a su comportamiento en fallo.
- 35
15. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que en la presentación visual no se representan segmentos anulares (R1, R2, ..., R6) cuyo tamaño es inferior a uno predeterminado, remitiéndose con preferencia mediante uno o varios símbolos predeterminados (S) en la representación visual a tales segmentos anulares (R1, R2, ..., R6).
- 40
16. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que se reproducen o pueden reproducirse en la representación visual informaciones de texto relativas al menos a una parte de los segmentos anulares (R1, R2, ..., R6), representándose las informaciones de texto en particular como respuesta a una o varias interacciones del usuario.
- 45
17. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que con el árbol de faltas (FB) se describe un sistema técnico en forma de una instalación de automatización.
- 50
18. Equipo para la visualización apoyada por ordenador de un árbol de faltas (FB) de un sistema técnico que incluye un equipo de visualización y un equipo de ordenador, generando el equipo de ordenador señales para el equipo de visualización tal que el árbol de faltas se visualiza según un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes sobre el equipo de visualización.



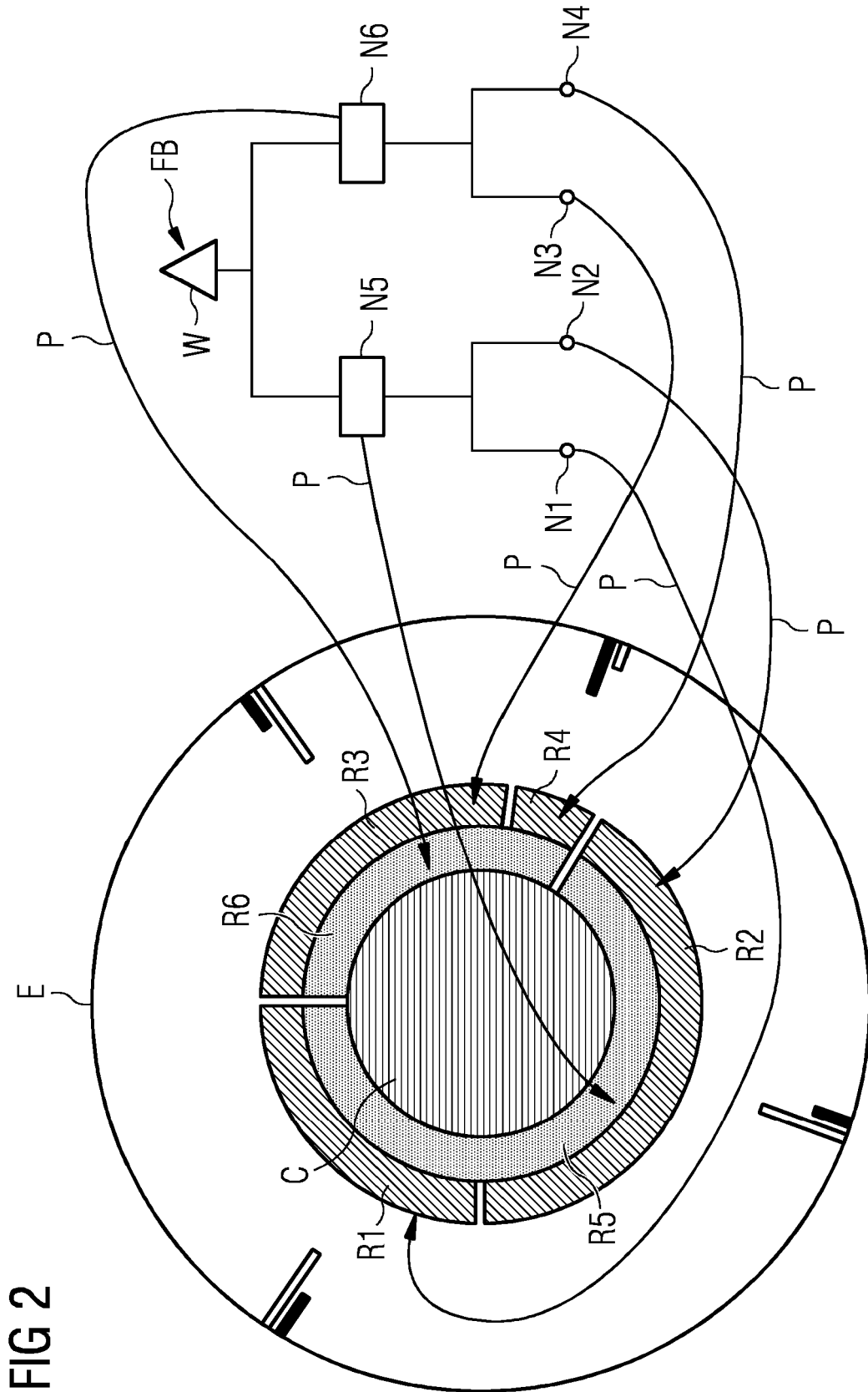


FIG 2

FIG 3

